Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

বিডিনিয়োগ.কম

লাল-সবুজে দাগানো

TEXT BOOK

রসায়ন

২য় পত্র

উন্মেষ

মেডিকেল এন্ড ডেন্টাল এডমিশন কেয়ার

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

বিশ্ববিদ্যালয় ভর্তি পরীক্ষার সকল তথ্য

এখন বিডিনিয়োগ.কম এ

ভর্তি পরীক্ষা তথ্য

ফলাফল

ORIGINAL
BDNIYOG.COM
COPYRIGHT

সিটপ্ল্যান

প্রশ্নব্যাংক

নিচে ক্লিক করুন

www.bdniyog.com

আরো দেখুন

প্রতিদিনের চাকুরীর সার্কুলার পেতে এখানে ক্লিক করুন

প্রতি মাসের কারেন্ট অ্যাফেয়ার্স পিডিএফ এখানে ক্লিক করুন

চাকুরীর প্রয়োজনীয় সকল পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

বিসিএস এর প্রয়োজনীয় পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

প্রতি সপ্তাহের চাকুরী পত্রিকা ডাউনলোড এখানে ক্লিক করুন

সকল নিয়োগ পরীক্ষার প্রশ্ন সমাধান এখানে ক্লিক করুন

বিডিনিয়োগ.কম দেশের সেরা পিডিএফ কালেকশন

SSC এর প্রয়োজনীয় সকল পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

HSC এর প্রয়োজনীয় সকল পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

বিশ্ববিদ্যালয় ভর্তির সকল পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

সকল ধরনের সাজেশন ডাউনলোড এখানে ক্লিক করুন

ORIGINAL
BDNIYOG.COM
COPYRIGHT

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

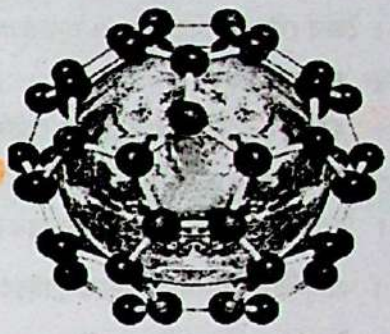
তত্ত্বীয় আলোচনা = ২৮
শ্রেণি কর্মকাণ্ড = ১২
মোট পিরিয়ড = ৪০

দ্বিতীয় অধ্যায়

জৈব রসায়ন

Organic Chemistry

ভূমিকা (Introduction)



জৈব রসায়ন হলো কার্বন যৌগের রসায়ন। হাইড্রোকার্বন হলো মূল জৈব যৌগ। হাইড্রোকার্বনের H-পরমাণু বিভিন্ন গ্রুপ দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়ে বিভিন্ন শ্রেণির জৈব যৌগ সৃষ্টি হয়েছে। ঐ বিভিন্ন গ্রুপ বা মূলক সংশ্লিষ্ট যৌগের রাসায়নিক ধর্ম নিয়ন্ত্রণ করে; তাই এদেরকে কার্যকরী মূলক বলে। কার্যকরী মূলকভিত্তিক জৈব যৌগের শ্রেণিকে সমগোত্রীয় শ্রেণি বলে। জৈব রসায়নের অধ্যয়ন হলো কার্যকরী মূলকভিত্তিক সমগোত্রীয় শ্রেণির অধ্যয়ন। মানব জীবনের প্রাথমিক সমস্যা সমাধানে জৈব রসায়নের অতুলনীয় ভূমিকা রয়েছে। আমরা তা ধাপে ধাপে জানতে পারব।

শিখনফল : এ অধ্যায় পাঠ শেষে শিক্ষার্থীরা–

১। জৈব যৌগের শ্রেণিবিভাগ বর্ণনা করতে পারবে।
২। জৈব যৌগের সমগোত্রীয় শ্রেণি ব্যাখ্যা করতে পারবে।
৩। বিভিন্ন সমগোত্রীয় শ্রেণির কার্যকরী মূলকের আণবিক ও গাঠনিক সংকেত বর্ণনা করতে পারবে।
৪। কার্যকরী মূলকের ভিত্তিতে জৈব যৌগের শ্রেণি চিহ্নিত করতে পারবে।
৫। জৈব যৌগের নামকরণ করতে পারবে।
৬। জৈব যৌগের সমাণুতা ও প্রকারভেদ বর্ণনা করতে পারবে।
৭। জৈব যৌগের রাসায়নিক সংকেত থেকে এর গাঠনিক সমাণুর সংখ্যা ও সংকেত নির্ণয় করতে পারবে।
৮। অ্যারোমেটিক যৌগের বিশেষ ধর্ম-অ্যারোমেটিসিটি ব্যাখ্যা করতে পারবে।
৯। অ্যালিফেটিক ও অ্যারোমেটিক যৌগের পার্থক্য করতে পারবে।
১০। জৈব যৌগের সংযোজন (ইলেকট্রোফিলিক ও নিউক্লিওফিলিক),প্রতিস্থাপন (ইলেক্ট্রোফিলিক ও নিউক্লিওফিলিক), অপসারণ ও সমাণুকরণ বিক্রিয়া (সাধারণ) ব্যাখ্যা করতে পারবে।
১১। বিভিন্ন সমগোত্রীয় শ্রেণির জৈব যৌগের সাধারণ প্রস্তুতি ও শনাক্তকারী বিক্রিয়া সমীকরণের সাহায্যে ব্যাখ্যা করতে পারবে।

অধ্যায়ের প্রধান শব্দসমূহ (Key Words) : সমগোত্রীয় শ্রেণি, কার্যকরীমূলক, সমাণুতা, কাইরাল যৌগ, অ্যারিন, ফ্রিডেল-ক্রাফট বিক্রিয়া, অ্যারোমেটিসিটি, অ্যালকেন, অ্যালকিন, অ্যালকাইন, অ্যালকাইল ও অ্যারাইল হ্যালাইড, অ্যালকোহল, অ্যামিন, কার্বনিল যৌগ, কার্বক্সিলিক এসিড, এস্টার, অ্যামাইড, IR spectroscope, পলিমার, প্লাস্টিসিটি, সংযোজন পলিমার, ঘনীভবন পলিমার, গ্লাইকোসাইড বন্ধন, পেপ্টাইড বন্ধন।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

১২। **ব্যবহারিক**

✪ বিভিন্ন শ্রেণির জৈব যৌগের কার্যকরী মূলক ল্যাবরেটরি পরীক্ষার মাধ্যমে শনাক্ত করতে পারবে।

১৩। IR spectroscopic শোষণ/নিঃসরণ ব্যান্ড থেকে জৈব যৌগের কার্যকরী মূলক (–OH, >C=O) শনাক্ত করতে পারবে।

১৪। গ্লিসারিন ও ফেনলের প্রস্তুতি এবং শনাক্তকারী বিক্রিয়া ব্যাখ্যা করতে পারবে।

১৫। নাইট্রোগ্লিসারিন, টিএনটি, ডেটল, প্যারাসিটামল প্রস্তুতি, ব্যবহার, অপব্যবহারের সচেতনতা প্রদর্শন করতে পারবে।

১৬। জৈব যৌগের বিশুদ্ধতা ও শনাক্তকরণে গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্কের ভূমিকা ব্যাখ্যা করতে পারবে।

১৭। **ব্যবহারিক**

✪ জৈব যৌগের গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক নির্ণয় করতে পারবে (80°C- এর নিচে)।

১৮। পলিমার ও প্লাস্টিসিটি ব্যাখ্যা করতে পারবে।

১৯। সংযোজন ও ঘনীভবন পলিমারকরণ বিক্রিয়া ব্যাখ্যা করতে পারবে।

MCQ– 2.1 : কোনটি জৈব যৌগ নয়?
(ক) HCN (খ) CH_4
(গ) HCHO (ঘ) CH_3OH

২০। প্রাকৃতিক পলিমার অণুতে গ্লাইকোসাইড ও পেপটাইড বন্ধন ব্যাখ্যা করতে পারবে।

২১। দৈনন্দিন জীবনে জৈব যৌগের গুরুত্ব ব্যাখ্যা করতে পারবে।

২২। পরিবেশ ও সামাজিক ক্ষেত্রে জৈব যৌগের ভূমিকা ব্যাখ্যা করতে পারবে।

২.০ জৈব রসায়ন
Organic Chemistry

জৈব রসায়ন (Organic Chemistry) : কার্বন শিকল দ্বারা গঠিত বিভিন্ন শ্রেণির যৌগের রসায়নকে জৈব রসায়ন বা অর্গানিক কেমিস্ট্রি বলা হয়। অপর কথায় রসায়নের যে শাখায় হাইড্রোকার্বন ও হাইড্রোকার্বনের বিভিন্ন জাতক সম্বন্ধে আলোচনা করা হয়, তাকে জৈব রসায়ন বলে। প্রকৃতপক্ষে কার্বনের রসায়নই জৈব রসায়নের আলোচ্য বিষয়। এতে জৈব যৌগের উৎস, প্রস্তুত পদ্ধতি, সংযুক্তি, গঠন, ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম এবং তাদের ব্যবহার সম্বন্ধে আলোচনা করা হয়ে থাকে।

জৈব যৌগ (Organic Compounds) : জৈব যৌগ বলতে হাইড্রোজেন ও কার্বন দ্বারা গঠিত হাইড্রোকার্বন এবং হাইড্রোকার্বন থেকে উদ্ভূত যৌগসমূহকে বোঝায়। এ সব জৈব যৌগে কার্বনের সাথে প্রধানত হাইড্রোজেন, অক্সিজেন, নাইট্রোজেন, সালফার, ফসফরাস, হ্যালোজেন প্রভৃতি মৌল যুক্ত থাকে। যেমন, মিথেন (CH_4), মিথাইল ক্লোরাইড (CH_3Cl), মিথাইল অ্যালকোহল (CH_3OH), অ্যাসিটিক এসিড (CH_3COOH) প্রভৃতি প্রত্যেকটি হলো জৈব যৌগ।

২.০.১ জৈব যৌগ ও প্রাণশক্তি মতবাদ
Organic Compounds & Vital force Theory

1808 খ্রিস্টাব্দে সুইডিশ বিজ্ঞানী বার্জেলিয়াস উদ্ভিদ ও প্রাণী অর্থাৎ সজীব পদার্থ (living organism) থেকে প্রাপ্ত যৌগসমূহকে জৈব যৌগ এবং খনিজ অর্থাৎ নির্জীব পদার্থ থেকে প্রাপ্ত যৌগসমূহকে অজৈব যৌগ নামকরণ করেন।

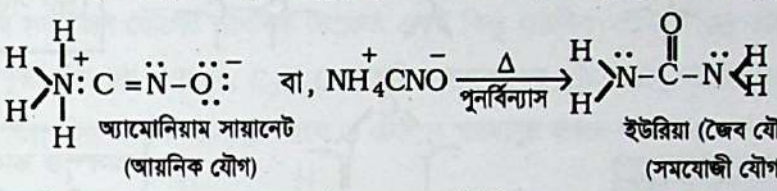
1815 খ্রিস্টাব্দে বিজ্ঞানী বার্জেলিয়াস প্রস্তাব করেন যে, জৈব যৌগসমূহ কেবল সজীব উদ্ভিদ ও প্রাণিদেহে এক রহস্যময় প্রাণশক্তির প্রভাবে উৎপন্ন হয়ে থাকে। তাই পরীক্ষাগারে জৈব যৌগসমূহ প্রস্তুত করা সম্ভব নয়। এ মতবাদ বার্জেলিয়াসের প্রাণশক্তি মতবাদ (vital force theory) নামে অভিহিত হয়। তখন সব বিজ্ঞানী এ মতবাদ গ্রহণ করেন। 1828 খ্রিস্টাব্দে ফ্রেডারিক উহলার (F. Wohler) পরীক্ষাগারে অজৈব অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড ও লেড সায়ানেট

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

দ্রবণের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন অ্যামোনিয়াম সায়ানেট দ্রবণকে উত্তাপে বাষ্পীভূত করে কঠিন অ্যামোনিয়াম সায়ানেট তৈরি করতে গিয়ে আকস্মিকভাবে ইউরিয়া প্রস্তুত করেন। এ বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ :

$$2NH_4Cl(aq) + Pb(CNO)_2(aq) \longrightarrow 2NH_4CNO(aq) + PbCl_2(s)$$



অ্যামোনিয়াম সায়ানেট (আয়নিক যৌগ) — ইউরিয়া (জৈব যৌগ) (সমযোজী যৌগ)

অ্যামোনিয়াম সায়ানেট (NH_4CNO) লবণকে উত্তপ্ত করে ইউরিয়া প্রস্তুত করে প্রমাণ করেন যে, প্রাণশক্তির সাহায্য ছাড়াই পরীক্ষাগারে জৈব যৌগ তৈরি করা সম্ভব। এখানে উৎপন্ন ইউরিয়া একটি জৈব যৌগ। এটি স্তন্যপায়ী প্রাণীর প্রস্রাব (urine) থেকে ইতোপূর্বে আবিষ্কৃত হয়। প্রাণশক্তি মতবাদ যে সঠিক নয়, তা পরীক্ষাগারে ইউরিয়া প্রস্তুতির মাধ্যমে প্রমাণিত হলো।

এজন্য বিজ্ঞানী ফ্রেডারিক উহ্‌লারকে জৈব রসায়নের জনক বলা হয়।

২.০.২ জৈব যৌগ গঠনে কার্বন মৌলের বিশিষ্টতা

Speciality of Carbon to form Organic Compounds

জৈব যৌগের প্রাচুর্য : বর্তমানে জৈব যৌগের সংখ্যা আশি লক্ষেরও বেশি; অপরদিকে অজৈব যৌগের সংখ্যা প্রায় এক লক্ষের মতো। জৈব যৌগের সংখ্যাধিক্য বা প্রাচুর্যের কারণ তিনটি; যেমন –

(i) প্রথমত সমযোজী বন্ধন দ্বারা অধিক সংখ্যক স্ব-পরমাণু যুক্ত হওয়ার কার্বনের বিশেষ ক্ষমতা, যাকে কার্বন পরমাণুর ক্যাটেনেশন (catenation) বলা হয়।

(ii) দ্বিতীয়ত জৈব যৌগের সমাণুতা (isomerism) ধর্ম–এ ধর্ম দ্বারা একই আণবিক সংকেতযুক্ত কিন্তু ভিন্ন গাঠনিক সংকেতের বিভিন্ন ধর্ম বিশিষ্ট জৈব যৌগ রয়েছে। যেমন – C_2H_6O সংকেতযুক্ত ইথানল (C_2H_5OH) ও ইথার যৌগ (CH_3OCH_3) রয়েছে।

(iii) তৃতীয়ত জৈব যৌগের পলিমারকরণ (Polymerisation) ধর্ম – এ ধর্ম দ্বারা পাই (π) বন্ধন যুক্ত ছোট জৈব অণু অসংখ্য সংখ্যায় নিজেদের মধ্যে যুক্ত হয়ে বড় অণুযুক্ত নতুন যৌগ গঠন করে। যেমন, ইথিলিন ($CH_2=CH_2$) থেকে পলিইথিলিন $(-CH_2 - CH_2-)_n$ ।

এ তিনটি বৈশিষ্ট্যের জন্য মূল কারণ হলো কার্বনের তড়িৎ ঋণাত্মকতার মান 2.5 এবং কার্বন-কার্বন বন্ধন শক্তি (347 kJ mol^{-1})।

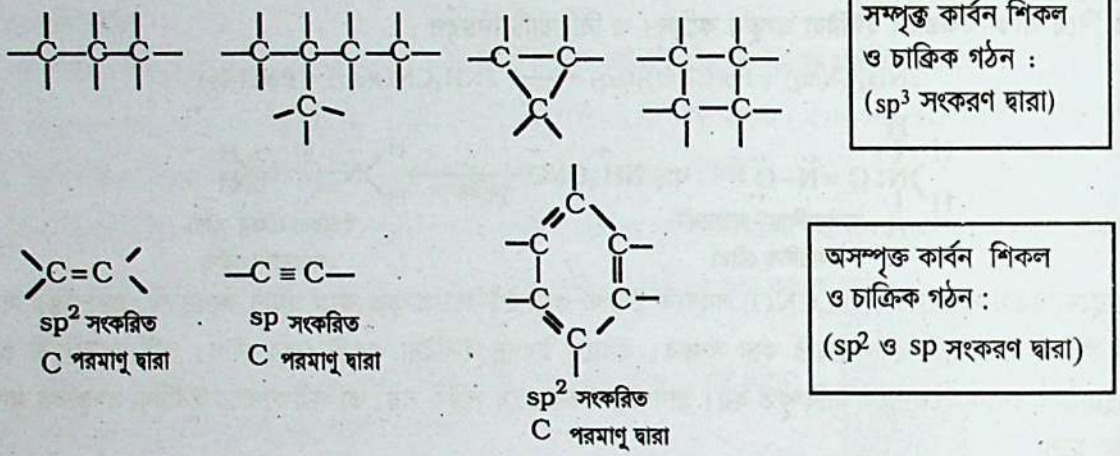
(১) ক্যাটেনেশন : কার্বনের অসংখ্য পরমাণু নিজেদের মধ্যে যুক্ত হয়ে ছোট বড় বিভিন্ন আকার ও আকৃতির দীর্ঘ শিকল বা বলয় গঠন করার ক্ষমতাকে কার্বনের ক্যাটেনেশন বলে। ল্যাটিন ক্যাটেনা (catena) শব্দের অর্থ হলো শিকল (Chain)। সুতরাং কার্বনের ক্যাটেনেশন বলতে কার্বনের শিকল বোঝায়।

জৈব যৌগ গঠনকালে sp^3 সংকরণ দ্বারা কার্বন পরমাণুসমূহ নিজেদের মধ্যে নানাভাবে যুক্ত হয়ে সম্পৃক্ত কার্বন শিকল ও চাক্রিক কার্বন কাঠামো গঠন করে। আবার sp^2 ও sp সংকরণ দ্বারা কার্বন পরমাণুসমূহ নানাভাবে যথাক্রমে দ্বিবন্ধন ও ত্রিবন্ধন দ্বারা যুক্ত হয়ে অসম্পৃক্ত কার্বন শিকল ও কার্বন চক্র গঠন করে। কার্বনের এরূপ স্বপরমাণু যুক্ত হওয়ার ধর্মকে কার্বনের ক্যাটেনেশন বলে। যেমন,

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

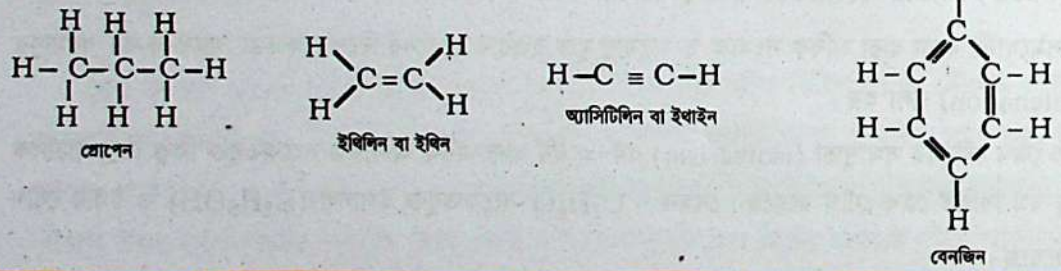
Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

কার্বন শিকল ও বলয় গঠন :

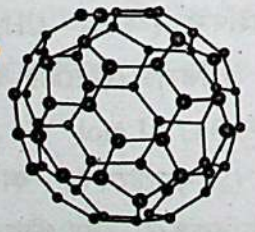


চিত্র ২.১ : কার্বনের ক্যাটেনেশন

কার্বন শিকল ও বলয় দ্বারা যৌগ গঠন : ক্যাটেনেশন দ্বারা সৃষ্ট শিকল ও চাক্রিক কাঠামোর কার্বন পরমাণুর অবশিষ্ট যোজনীতে H, O, N, Cl ইত্যাদি পরমাণু যুক্ত হয়ে বিভিন্ন জৈব যৌগ সৃষ্টি করে। এরূপে জৈব যৌগের সংখ্যা অধিক হয়েছে। যেমন,



ক্যাটেনেশনের একটি বিশেষ উদাহরণ হলো **ফুলারিনস** (Fullerines) নামক কার্বনের একটি বিশেষ শ্রেণির রূপভেদ। গ্রাফাইট ও ডায়মন্ড বা হীরক ছাড়াও বিজ্ঞানীরা 1985 খ্রিস্টাব্দে কার্বনের বিশেষ শ্রেণির রূপভেদ আবিষ্কার করেন। এ রূপভেদসমূহের অণুতে 30 – 70টি কার্বন পরমাণু সমযোজী বন্ধনে আবদ্ধ থাকে। এসব রূপভেদের যেমন, C_{32}, C_{50}, C_{60}, C_{70} এর নামকরণ হয় ফুলারিনস। রূপভেদ C_{60} এর আণবিক গঠন হলো বিখ্যাত স্থপতি বুক্‌মিন্‌স্টার ফুলার নির্মিত 'ভূগোলক আকৃতির গম্বুজ' এর মতো। তাই রূপভেদ C_{60} কে **বুক্‌মিন্‌স্টার ফুলারিন বা 'বাকি বল'** বলা হয়। এ বিশেষ ফুলারিন অণুতে ষাটটি কার্বন পরমাণু C_{60} (আণবিক ভর 720) sp^2 সংকরিত অবস্থায় পরস্পরের সাথে একক বন্ধন দ্বারা আবদ্ধ যার গঠন আকৃতি ফুটবলের মতো।



চিত্র– ২.১(ক) : ফুলারিন-

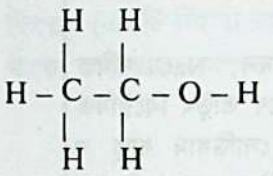
(ক) কার্বনের ক্যাটেনেশনের সফলতার কারণ : কার্বনের ক্যাটেনেশনের সফলতার মূল কারণ হলো কার্বন–কার্বন (C–C) বন্ধন শক্তির উচ্চ মান যেমন, 347 $kJmol^{-1}$ যা একই পর্যায়ের অন্যান্য মৌলের বন্ধন শক্তির তুলনায় অনেক বেশি (যেমন, N–N, 163 $kJmol^{-1}$)। আবার C–C বন্ধন শক্তি এত বেশি হওয়ার কারণ হলো–(১) কার্বনের মোটামুটি ইলেকট্রন আসক্তি, (২) কার্বনের তড়িৎ ঋণাত্মকতার মান 2.5 যা পর্যায়ের প্রথম মৌল Li ও শেষ মৌল F এর তড়িৎ ঋণাত্মকতার (Li =I, F = 4) গড় মানের সমান। (৩) সবচেয়ে কার্যকরী শর্ত হলো কার্বনের ক্ষুদ্র পারমাণবিক

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

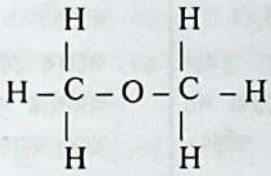
Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

ব্যাসার্ধ (0.077 nm) এবং ২য় শক্তিস্তরে যোজ্যতা ইলেকট্রন। এর ফলে দুটি C পরমাণুর অরবিটালের মধ্যে মুখোমুখি অধিক্রমণ মাত্রা (যেমন, σ বন্ধনে) বেশি ঘটে, তেমনি p অরবিটালের পাশাপাশি অধিক্রমণে π বন্ধন গঠনও সম্ভব হয়েছে।

(২) সমাণুতা : যে সব জৈব যৌগের আণবিক সংকেত একই কিন্তু গাঠনিক সংকেত ভিন্ন তাদেরকে সমাণু বলে এবং ঘটমান বিষয়টিকে সমাণুতা বলা হয়। যেমন, C_2H_6O আণবিক সংকেতের দুটি সমাণু আছে। এ সব সমাণু সৃষ্টির মূলে রয়েছে কার্বন শিকলের ভিন্ন ভিন্ন কার্বন পরমাণুর সাথে O এবং H পরমাণুর বন্ধন গঠন। যেমন,



ইথাইল অ্যালকোহল বা ইথানল



ডাইমিথাইল ইথার বা মিথোক্সি মিথেন

MCQ–2.2 : কোন জৈব যৌগ প্রথম পরীক্ষাগারে প্রস্তুত করা হয়?
(ক) CH_3OH (খ) CH_3COOH
(গ) $CO(NH_2)_2$ (ঘ) CH_3NH_2

এরূপে জৈব যৌগের সমাণুতা ধর্ম যৌগের সংখ্যা বৃদ্ধিতে ভূমিকা রেখেছে।

(৩) পলিমারকরণ : যে বিক্রিয়ায় একই যৌগের বিশেষত অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনের বহু সংখ্যক অণু পরপর যুক্ত হয়ে বৃহৎ অণুবিশিষ্ট জৈব যৌগ গঠন করে, সে বিক্রিয়াকে পলিমারকরণ বলা হয়। তখন উৎপন্ন যৌগকে পলিমার এবং মূল যৌগকে মনোমার বলে। যেমন, ইথিলিন থেকে পলিথিন, অ্যাসিটিলিন থেকে বেনজিন।

$$\underset{\text{ইথিলিন (মনোমার)}}{n\,(CH_2 = CH_2)} \xrightarrow[\text{প্রভাবক } O_2]{\text{উচ্চ চাপ, } 200^\circ C} \underset{\text{পলিথিন (পলিমার)}}{(-CH_2-CH_2-)n}$$

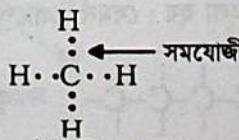
এরূপে পলিমারকরণ প্রক্রিয়ার ফলে জৈব যৌগের সংখ্যা বৃদ্ধি পেয়েছে।

২.০.৩ জৈব যৌগ ও অজৈব যৌগের পার্থক্যসূচক বৈশিষ্ট্য

Differentiating characteristics of organic and inorganic compounds

নিচে জৈব যৌগ ও অজৈব যৌগের মধ্যে তুলনা দেয়া হলো :

সারণি ২.১ : জৈব যৌগ ও অজৈব যৌগের বৈশিষ্ট্য

পার্থক্যসূচক বৈশিষ্ট্য	জৈব যৌগ	অজৈব যৌগ
১। সংযুক্তি :	১। জৈব যৌগে কার্বন অবশ্যই থাকে। কার্বনের সাথে H, O, N, X, S, P প্রভৃতি মৌল যুক্ত থাকে। যেমন, মিথানল (CH_3OH), মিথাইল অ্যামিন (CH_3NH_2)।	১। যে কোনো দুই বা ততোধিক মৌলের সমন্বয়ে অজৈব যৌগ গঠিত হয়। যেমন, H_2O, PCl_3 ইত্যাদি।
২। বন্ধন প্রকৃতি :	২। প্রধানত সমযোজী বন্ধন দ্বারা জৈব যৌগ গঠিত হয়। যেমন,  সমযোজী বন্ধন	২। অধিকাংশ অজৈব যৌগ আয়নিক অথবা সমযোজী বন্ধন দ্বারা গঠিত। যেমন, $\overset{+}{Na}\overset{-}{Cl}$ $H : Cl$ আয়নিক বন্ধন সমযোজী বন্ধন
৩। গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক :	৩। জৈব যৌগ নিম্ন গলনাঙ্ক ও নিম্ন স্ফুটনাঙ্ক বিশিষ্ট হয়; সাধারণত 350°C এর নিচে। যেমন, বেনজয়িক এসিডের গলনাঙ্ক 121° C; মিথানলের স্ফুটনাঙ্ক 65°C,	৩। অজৈব যৌগ উচ্চ গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক বিশিষ্ট হয়; আয়নিক অজৈব যৌগের গলনাঙ্ক 700°C এর উর্ধ্বে। যেমন, NaCl এর গলনাঙ্ক 801°C।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

পার্থক্যসূচক বৈশিষ্ট্য	জৈব যৌগ	অজৈব যৌগ
৪। দ্রাব্যতা :	৪। জৈব যৌগ পোলার দ্রাবক পানিতে অদ্রবণীয়, কিন্তু জৈব দ্রাবক যেমন, ইথার ও বেনজিনে দ্রবণীয়। তবে হাইড্রক্সিল মূলক যুক্ত যৌগ (চিনি, অ্যালকোহল) পানিতে দ্রবণীয়।	৪। পোলার দ্রাবক যেমন, পানিতে অজৈব যৌগ দ্রবণীয়; কিন্তু জৈব দ্রাবকে অদ্রবণীয়। যেমন, NaCl পানিতে দ্রবণীয়; বেনজিনে অদ্রবণীয়।
৫। জ্বলন বা দহন :	৫। জৈব যৌগের দহনের পর কোনো অবশেষ থাকে না। যেমন, $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$	৫। অজৈব যৌগ সাধারণত জ্বলে না; তবে জ্বললে দহনের পর অবশেষ থাকে।
৬। তড়িৎ-পরিবাহিতা :	৬। জৈব যৌগ গলিত অবস্থায় বা দ্রবণে আয়নিত হয় না বলে তড়িৎ-বিশ্লেষ্য নয় অর্থাৎ বিশুদ্ধ জৈব যৌগ তড়িৎ-অপরিবাহী।	৬। অজৈব যৌগ যেমন, NaCl গলিত অবস্থায় বা দ্রবণে তড়িৎ বিশ্লেষিত হয়ে ক্যাথোডে সোডিয়াম ধাতু ও অ্যানোডে ক্লোরিন গ্যাস উৎপন্ন করে।
৭। যৌগের সংখ্যা :	৭। কার্বনের ক্যাটেনেশন ও জৈব যৌগের সমাণুতা ধর্মের কারণে বর্তমানে আবিষ্কৃত জৈব যৌগের সংখ্যা ৪০ (আশি) লক্ষের ওপরে।	৭। অজৈব যৌগের সংখ্যা । লক্ষেরও কম। (প্রায় নব্বই হাজার মাত্র)।
৮। সমগোত্রীয় শ্রেণি :	৮। জৈব যৌগসমূহকে কয়েকটি সমধর্মী সমগোত্রীয় শ্রেণিতে বিন্যস্ত করা যায়। যেমন, অ্যালকোহল, অ্যালডিহাইড সমগোত্রীয় শ্রেণি।	৮। অজৈব যৌগসমূহকে এরূপ সমধর্মী যৌগ শ্রেণিতে বিভক্ত করার বিশেষ সুযোগ নেই।
৯। বিক্রিয়ার কৌশল ও গতি :	৯। জৈব বিক্রিয়ার কৌশল জটিল ও মন্থর গতির হয়।	৯। অজৈব বিক্রিয়ার কৌশল আয়নিক প্রকৃতির ও দ্রুতগতি সম্পন্ন হয়।

২.১ জৈব যৌগের শ্রেণিবিভাগ

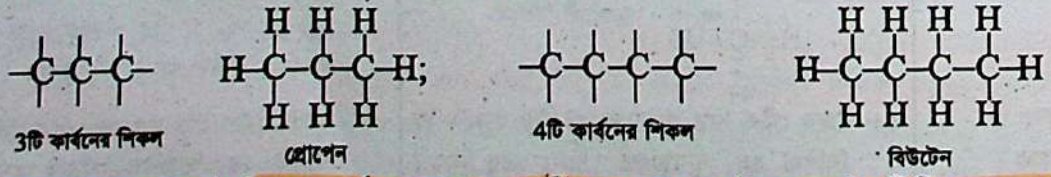
Classification of Organic Compounds

কার্বন পরমাণুর বিশেষ ধর্ম ক্যাটেনেশনের জন্য বহু সংখ্যক কার্বন পরমাণু পরস্পর যুক্ত হয়ে বিভিন্ন প্রকার কার্বন শিকল ও বলয় গঠন করে এবং পরে কার্বনের চতুর্যোজ্যতা অনুসারে অন্য পরমাণু যেমন, H, O, N ইত্যাদির সাথে যুক্ত হয়ে বিভিন্ন জৈব যৌগ সৃষ্টি করে থাকে। তাই কার্বন শিকলের কাঠামোর ওপর ভিত্তি করে জৈব যৌগসমূহকে প্রধানত দুটি শ্রেণিতে বিভক্ত করা যায়। যেমন,

১। মুক্ত শিকল জৈব যৌগ (open chain organic compounds)

২। বদ্ধ শিকল বা বলয়াকার জৈব যৌগ (closed chain or cyclic organic compounds)

(ক) মুক্ত শিকল জৈব যৌগ : এ সব জৈব যৌগে কার্বন শিকলের দু'প্রান্ত পরস্পর যুক্ত হয় না। এ জাতীয় জৈব যৌগকে অ্যালিফেটিক জৈব যৌগ (aliphatic organic compounds) বলা হয়। যেমন, প্রোপেন, বিউটেন।

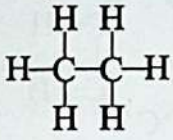


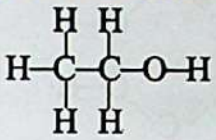
অ্যালিফেটিক যৌগসমূহ কার্বন শিকলে কার্বন পরমাণুর মধ্যে সিগমা বন্ধন ও পাই-বন্ধনের উপস্থিতি অনুসারে আবার দু প্রকার হয়ে থাকে। যেমন, (১) সম্পৃক্ত জৈব যৌগ ও (২) অসম্পৃক্ত জৈব যৌগ।

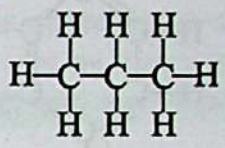
www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

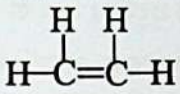
(১) সম্পৃক্ত জৈব যৌগ : যে সব জৈব যৌগের কার্বন শিকলের কার্বন পরমাণুগুলো কেবল একক সিগ্‌মা বন্ধন দ্বারা যুক্ত থাকে, তাদেরকে সম্পৃক্ত জৈব যৌগ বলা হয়। যেমন, ইথেন, ইথানল, প্রোপেন, প্রোপানল।

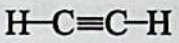

ইথেন


ইথানল

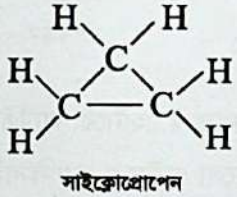

প্রোপেন

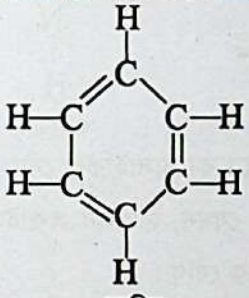
(২) অসম্পৃক্ত জৈব যৌগ : যে সব জৈব যৌগের কার্বন শিকলে অন্তত দুটি কার্বন পরমাণু সমযোজ্যতার সাহায্যে দ্বিবন্ধন (একটি সিগমা বন্ধন ও একটি পাই-বন্ধন) বা ত্রিবন্ধন (একটি সিগমা বন্ধন ও দুটি পাই-বন্ধন) দ্বারা পরস্পর যুক্ত থাকে, তাদেরকে অসম্পৃক্ত জৈব যৌগ বলা হয়। যেমন, ইথিলিন, অ্যাসিটিলিন ইত্যাদি।

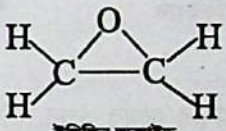

ইথিলিন বা ইথিন

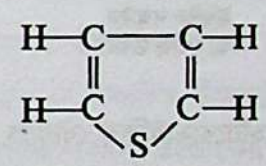

অ্যাসিটিলিন বা ইথাইন

(খ) বদ্ধশিকল জৈব যৌগ : যে সব জৈব যৌগের অণুতে কার্বন শিকলের দু প্রান্তের কার্বন নিজেদের মধ্যে অথবা অপর ভিন্ন বা হেটারো পরমাণু যেমন, N, O, বা S ইত্যাদি পরমাণুর মাধ্যমে যুক্ত হয়ে কার্বন বলয় গঠন করে, সে সব যৌগকে বদ্ধ শিকল জৈব যৌগ বলা হয়। যেমন, সাইক্লোপ্রোপেন, বেনজিন, ইথিলিন অক্সাইড, থায়োফিন ইত্যাদি।


সাইক্লোপ্রোপেন

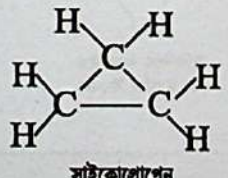

বেনজিন

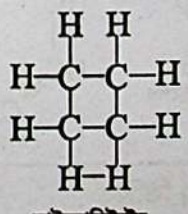

ইথিলিন অক্সাইড
বা, ইপক্সি ইথেন

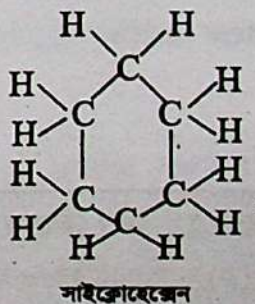

থায়োফিন

বদ্ধ শিকল যৌগসমূহ দুই প্রকার; যেমন কার্বোসাইক্লিক ও হেটারোসাইক্লিক যৌগ। কার্বোসাইক্লিক যৌগের বলয়টি কেবল C-পরমাণু দ্বারা গঠিত হয়। কার্বোসাইক্লিক যৌগসমূহকে আবার ধর্মের ওপর ভিত্তি করে অ্যালিসাইক্লিক ও অ্যারোমেটিক–এ দু উপশ্রেণিতে বিভক্ত করা হয়। যেমন,

(১) অ্যালিসাইক্লিক যৌগ : যে সব জৈব যৌগ গঠনের দিক থেকে সাইক্লিক বা বলয়াকার কিন্তু ধর্মের দিক থেকে অ্যালিফেটিক বা মুক্ত শিকল যৌগের মতো তাদেরকে অ্যালিসাইক্লিক যৌগ বলে। যেমন, সাইক্লোপ্রোপেন, সাইক্লোবিউটেন, সাইক্লোহেক্সেন ইত্যাদি।


সাইক্লোপ্রোপেন

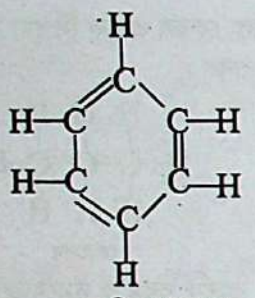

সাইক্লোবিউটেন

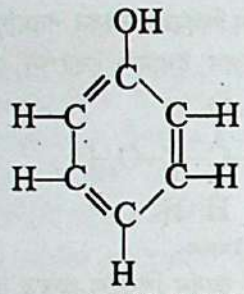

সাইক্লোহেক্সেন

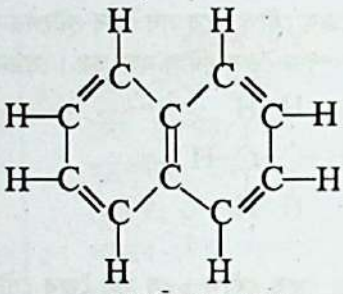
(২) অ্যারোমেটিক যৌগ : বেনজিন, বেনজিন–জাতক ও এক বা একাধিক বেনজিন-বলয়যুক্ত যৌগ বা বেনজিনের ধর্ম সদৃশ যৌগকে অ্যারোমেটিক যৌগ বলে। যেমন, বেনজিন, ফেনল, ন্যাফথালিন।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

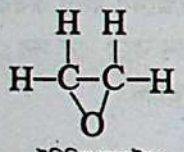
Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

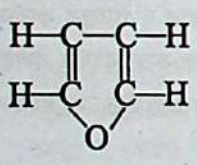

বেনজিন (C_6H_6)

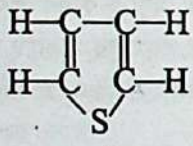

ফেনল (C_6H_5OH)

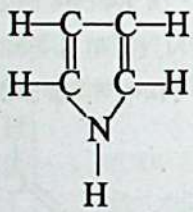

ন্যাফথালিন ($C_{10}H_8$)

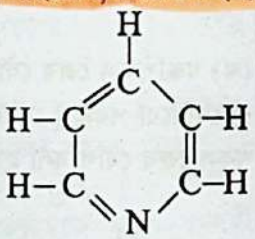
(গ) **হেটারোসাইক্লিক যৌগ বা বিষম চাক্রিক যৌগ** : যে সব বৃত্তাকার যৌগের বলয় গঠনে কার্বন পরমাণুসহ অপর হেটারো পরমাণু যেমন, অক্সিজেন (O), সালফার (S), নাইট্রোজেন (N) প্রভৃতির এক বা একাধিক পরমাণু অংশ গ্রহণ করে সে সব যৌগকে হেটারোসাইক্লিক যৌগ বলে। যেমন, ইথিলিন অক্সাইড, ফিউরান, থায়োফিন, পাইরোল, পিরিডিন ইত্যাদি।


ইথিলিন অক্সাইড বা, ইপক্সি ইথেন

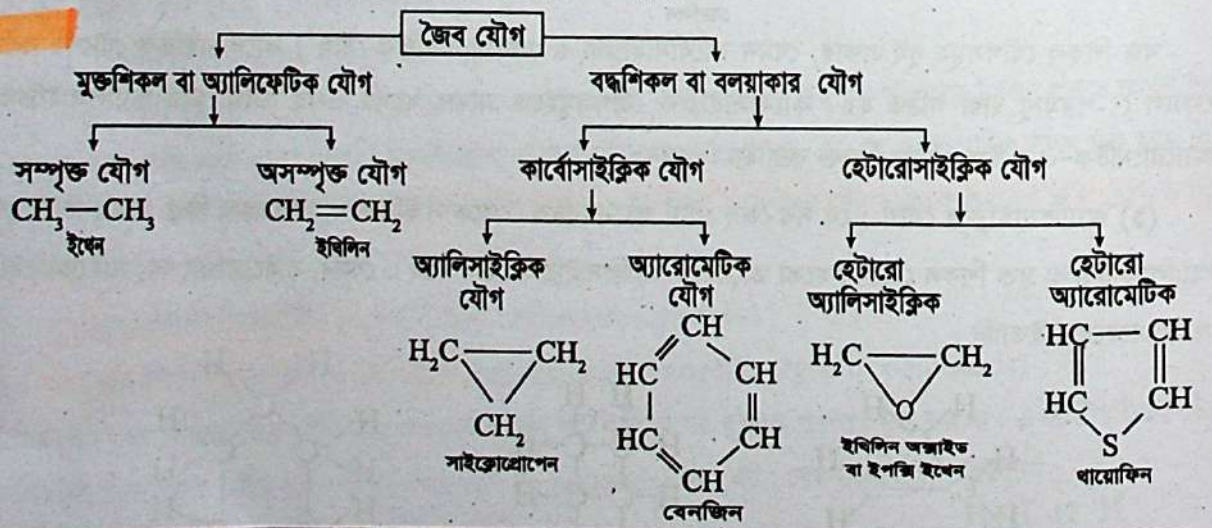

ফিউরান


থায়োফিন


পাইরোল


পিরিডিন

হেটারোসাইক্লিক যৌগকে আবার ধর্মের ওপর ভিত্তি করে কার্বোসাইক্লিক যৌগের মতোই হেটারো অ্যালিসাইক্লিক ও হেটারো অ্যারোমেটিক–এ দু' উপশ্রেণিতে বিভক্ত করা যায়। যেমন, ইথিলিন অক্সাইড হলো হেটারো অ্যালিসাইক্লিক যৌগ এবং ফিউরান, থায়োফিন, পিরিডিন হলো হেটারো অ্যারোমেটিক যৌগ।



শিক্ষার্থীর কাজ–২১ : জৈব যৌগের শ্রেণিবিভাগ ভিত্তিক :

সমস্যা–২১ : (ক) অ্যালিসাইক্লিক ও অ্যারোমেটিক যৌগের মধ্যে পার্থক্য লেখ।

(খ) হেটারো অ্যালিসাইক্লিক যৌগের নাম ও গঠন সংকেত লেখ।

(গ) হেটারো অ্যারোমেটিক যৌগের নাম ও গঠন সংকেত লেখ।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

২.১.১ জৈব যৌগে বন্ধন প্রকৃতি
Bonding in Organic Compounds

জৈব যৌগসমূহ গঠিত হয় অধাতব কার্বন পরমাণু ও অন্য এক বা একাধিক অধাতব মৌলের পরমাণুর মধ্যে ইলেকট্রন শেয়ার করার মাধ্যমে। সুতরাং জৈব যৌগসমূহ হলো মূলত সমযোজী যৌগ। সমযোজী যৌগ অণু গঠনে কার্বন-কার্বন উভয় পরমাণুর মধ্যে শেয়ারকৃত ইলেকট্রন যুগলের সংখ্যা অনুসারে কার্বন শিকলে সমযোজী বন্ধন সংখ্যা তিন ধরনের হতে পারে। যেমন –

(১) কার্বন-কার্বন একক বন্ধন যেমন, ইথেন অণুতে, H_3C-CH_3
(২) কার্বন–কার্বন দ্বিবন্ধন যেমন, ইথিলিন অণুতে, $H_2C=CH_2$
(৩) কার্বন–কার্বন ত্রিবন্ধন যেমন, অ্যাসিটিলিন অণুতে, $HC\equiv CH$

সমযোজী বন্ধন ব্যাখ্যার জন্য দুটি তত্ত্ব রয়েছে। যেমন,

MCQ– 2.3 : কোনটি বিষম চাক্রিক অ্যারোমেটিক যৌগ?
(ক) ইপক্সি ইথেন (খ) সাইক্লো প্রোপেন
(গ) বেনজিন (ঘ) পিরিডিন

(ক) সমযোজী বন্ধনের ইলেকট্রনীয় তত্ত্ব ও (খ) আধুনিক অরবিটাল অধিক্রমণ তত্ত্ব।

জৈব যৌগ গঠনে উভয় তত্ত্ব সংক্ষেপে আলোচনা করা হলো।

২.১.২ সমযোজী বন্ধনের ইলেকট্রনীয় তত্ত্ব
Electronic theory of covalent bond

১৯১৬ সালে বিজ্ঞানী লুইস সমযোজী বন্ধনের ইলেকট্রনীয় মতবাদ প্রকাশ করেন। তাঁর মতবাদ অনুসারে, যে সব অধাতব পরমাণুর তড়িৎ রাসায়নিক প্রকৃতি সমান অথবা প্রায় সমান, সে সব পরমাণুর প্রত্যেকে নিজের যোজ্যতা ইলেকট্রনগুলোর অযুগ্ম বা বিজোড় (unpaired) ইলেকট্রন সমভাবে যোগান দিয়ে এক বা একাধিক ইলেকট্রন জোড় (electron pair) গঠন ও শেয়ার করে উভয় পরমাণু পরস্পর যুক্ত হয়। এভাবে প্রত্যেক পরমাণু প্রত্যেকের নিকটস্থ নিষ্ক্রিয় গ্যাসের ইলেকট্রন বিন্যাস লাভ করে। এরূপে সৃষ্ট দুই পরমাণুর মধ্যবর্তী রাসায়নিক বন্ধনকে **সমযোজী বন্ধন** বলা হয়। সমযোজী বন্ধনের ঐ ইলেকট্রন জোড়কে **বন্ধন ইলেকট্রন জোড়** বলে; এ দুটি ইলেকট্রনের ঘূর্ণন পরস্পরের বিপরীতমুখী হয়। পরমাণু দুটির এরূপ সমযোজী বন্ধনে মিলিত হওয়ার কালে এক পরমাণু থেকে অন্য পরমাণুতে ইলেকট্রন স্থানান্তরিত হয় না বলে পরমাণু দুটির তড়িৎ চার্জের বিশেষ কোনো পরিবর্তন ঘটে না।

পর্যায় সারণিতে গ্রুপ–IVA বা 14 তে কার্বন স্থান পেয়েছে, তাই কার্বন পরমাণু তীব্র তড়িৎ-ধনাত্মক বা তীব্র তড়িৎ-ঋণাত্মক নয়। কার্বন পরমাণু কখনো নিজের বাইরের কক্ষের চারটি ইলেকট্রন বর্জন করে C^{4+} আয়নে বা অন্য পরমাণু থেকে ৪টি ইলেকট্রন গ্রহণ করে C^{4-} আয়নে পরিণত হতে পারে না। সাধারণ অবস্থায় C পরমাণুর ইলেকট্রন বিন্যাস হলো C (6) $\longrightarrow 1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^0$। এতে দুটি বিজোড় ইলেকট্রন আছে। তাই C পরমাণুর যোজ্যতা 2 হওয়ার কথা। কিন্তু যৌগ সৃষ্টির সময় উদ্দীপিত C পরমাণু এর 2s অরবিটাল থেকে একটি ইলেকট্রন খালি $2p_z^0$ অরবিটালে স্থানান্তরিত করে।

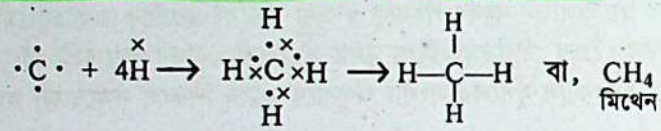
$$C^*(6) \longrightarrow 1s^2 \boxed{2s^1 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1}$$ ।

এ অবস্থায় C পরমাণুর চারটি অরবিটালে চারটি বিজোড় ইলেকট্রন থাকায় কার্বনের যোজনী চার হয়। তখন কার্বন পরমাণু সমযোজ্যতার দ্বারা অষ্টকপূর্ণ করতে আরও চারটি ইলেকট্রনের দরকার হয়। পরে sp^3 সংকরণ দ্বারা চারটি সমশক্তির সংকর অরবিটাল গঠন করে। তাই সব জৈব যৌগে কার্বন চতুর্যোজী অবস্থায় থাকে। নিচে মিথেন (CH_4), ইথেন (C_2H_6), ইথিলিন (C_2H_4), অ্যাসিটিলিন (C_2H_2) ও মিথাইল অ্যালকোহল (CH_3OH) এর অণুর গঠন দেখানো হলো :

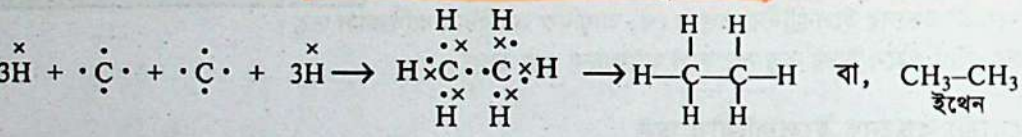
www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

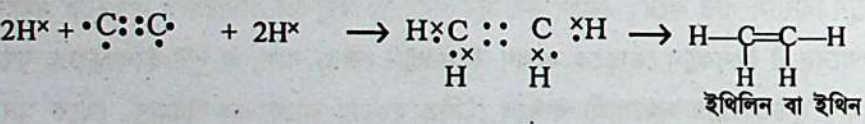
১। **মিথেন অণুর গঠন :** একটি কার্বন পরমাণু ও চারটি হাইড্রোজেন পরমাণু মিলে চারটি ইলেকট্রন জোড় সৃষ্টি এবং শেয়ার করার মাধ্যমে চারটি সমযোজী বন্ধন দ্বারা আবদ্ধ হয়ে মিথেন অণু গঠন করে। যেমন,

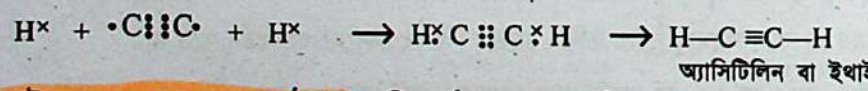


২। **ইথেন (C_2H_6) অণুর গঠন :** প্রথমে দুটি কার্বন পরমাণু প্রত্যেকে একটি করে ইলেকট্রন যোগান দিয়ে একটি ইলেকট্রন জোড় সৃষ্টি এবং শেয়ার করার মাধ্যমে একক সমযোজী বন্ধন দ্বারা আবদ্ধ হয়। পরে প্রত্যেক কার্বন পরমাণুর অবশিষ্ট তিনটি বিজোড় ইলেকট্রন তিনটি H-পরমাণুর ইলেকট্রনের সাথে তিনটি ইলেকট্রন জোড় সৃষ্টি এবং শেয়ার করে সমযোজী বন্ধনে আবদ্ধ হয়। ফলে সাতটি সমযোজী বন্ধন ইথেন অণুতে থাকে।

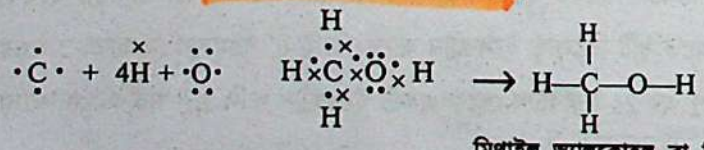


৩। **ইথিলিন অণুতে দুটি কার্বন পরমাণুর মধ্যে দ্বিবন্ধন ও অ্যাসিটিলিন অণুতে ত্রিবন্ধন গঠন :** দুটি কার্বন পরমাণু নিজেদের মধ্যে প্রত্যেকে সমান সংখ্যক ইলেকট্রন যোগান দিয়ে দুটি ইলেকট্রন জোড় দ্বারা দ্বিবন্ধন এবং তিনটি ইলেকট্রন জোড় দ্বারা ত্রিবন্ধন গঠন করে পরস্পরের সঙ্গে যুক্ত হতে পারে। পরে কার্বন পরমাণুর অবশিষ্ট অযুগ্ম বা বিজোড় ইলেকট্রন হাইড্রোজেন পরমাণুর ইলেকট্রনটির সাথে ইলেকট্রন জোড় সৃষ্টি এবং শেয়ার করে সমযোজী বন্ধনে আবদ্ধ হয়ে থাকে। এরূপে ইথিলিন ও অ্যাসিটিলিন অণুর গঠন নিচে দেখানো হলো :





৪। **মিথাইল অ্যালকোহল অণুর গঠন :** একটি কার্বন পরমাণু চারটি হাইড্রোজেন পরমাণু ও একটি অক্সিজেন পরমাণু প্রত্যেকে নিজেদের যোজ্যতা ইলেকট্রনের অযুগ্ম ইলেকট্রন সমভাবে যোগান দিয়ে ইলেকট্রন জোড় সৃষ্টি ও শেয়ার করে সমযোজী বন্ধনে আবদ্ধ হয়। এক্ষেত্রে পাঁচটি সমযোজী বন্ধন থাকে।



২.১.৩ আধুনিক অরবিটাল অধিক্রমণ মতবাদ ও সমযোজী বন্ধনের প্রকারভেদ
Modern Orbital Overlapping Theory & Types of Covalent Bonds

সমযোজী বন্ধনের আধুনিক অরবিটাল মতবাদ অনুযায়ী দুটি অধাতব পরমাণু পরস্পরের সঙ্গে সংযোগের সময় দুটি পরমাণুর দুটি অরবিটালের মধ্যে যদি এমনভাবে অধিক্রমণ বা অভিলেপন ঘটে, যাতে নতুন অরবিটালটি আংশিকভাবে উভয় পরমাণুর অন্তর্ভূত হয়, তা হলে পরমাণু দুটির মধ্যবর্তী বন্ধনকে সমযোজী বন্ধন বলে। এভাবে যে অণু উৎপন্ন হয়,

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সেই অণুর মধ্যে নতুন অরবিটাল গঠনে নিযুক্ত দুটি ইলেকট্রনের ঘূর্ণন (spin) অবশ্যই পরস্পরের বিপরীত দিকে হতে হয়। সুতরাং বলা যায়, দুটি পরমাণুর বিপরীত দিকে ঘূর্ণায়মান ইলেকট্রনের এক জোড়া অরবিটালের পরস্পরের মধ্যে অধিক্রমণের ফলে সমযোজী বন্ধন সৃষ্টি হয়। অধিক্রমণের মাত্রা যত বেশি হয় সমযোজী বন্ধনটি তত দৃঢ় হয়। আণবিক অরবিটাল গঠনের জন্য প্রয়োজনীয় শর্ত নিম্নরূপ :

(১) উভয় পরমাণুর অরবিটাল অবশ্যই অর্ধপূর্ণ হতে হয়।

(২) সংযোগকারী উভয় অরবিটালের শক্তি অনুরূপ হতে হয়।

(৩) উভয় অরবিটালের কার্যকর অধিক্রমণের জন্য উভয় অরবিটালের সঠিক অক্ষ বরাবর অধিক্রমণ ঘটতে হবে।

(৪) বন্ধন অরবিটালের ইলেকট্রনের ঘূর্ণন বিপরীতমুখী হতে হবে।

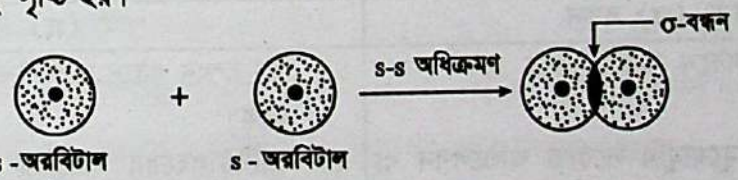
বিভিন্ন অরবিটালগুলোর অভিমুখ, বৈশিষ্ট্য এবং ওদের অধিক্রমণের রীতি অনুযায়ী জৈব যৌগের মধ্যে দু'রকম সমযোজী বন্ধন সৃষ্টি হয়। যেমন, (১) সিগ্‌মা (σ) বন্ধন ও (২) পাই (π) বন্ধন।

সমযোজী বন্ধনের বেলায়, দুটি পরমাণু একটি করে ইলেকট্রন যোগান দিয়ে যুগল গঠন ও শেয়ার করে ডুপ্লেট গঠন করে। সিগমা ও পাই বন্ধনেও দুটি পরমাণুর দুটি ইলেকট্রন অরবিটাল মুখোমুখি বা পাশাপাশি অধিক্রমণ দ্বারা বন্ধনে আবদ্ধ হয়। তাই **সিগমা বন্ধন ও পাই বন্ধন মূলত সমযোজী বন্ধন।**

১। সিগ্‌মা বন্ধন (Sigma bond) : দুটি অধাতব পরমাণুর দুটি ইলেকট্রন অরবিটাল নিজের নিজের অক্ষ বরাবর মুখোমুখি অধিক্রমণের ফলে উৎপন্ন সমযোজী বন্ধনকে **সিগমা বন্ধন** বলে। তখন ঐ পরমাণু দুটির নিউক্লিয়াসের সংযোগ রেখা এবং অধিক্রমণভুক্ত অরবিটাল দুটির অক্ষ একই রেখায় থাকে।

উল্লেখ্য, দুটি s অরবিটাল, অথবা একটি s অরবিটাল ও একটি p অরবিটাল, অথবা দুটি p অরবিটালের নিজ নিজ অক্ষ বরাবর অধিক্রমণের ফলে সিগমা বন্ধনের সৃষ্টি হয়।

(ক) s অরবিটাল সুষম গোলকাকার; তাই s অরবিটাল যে কোনো অরবিটালের সঙ্গে অভিলিপ্ত হতে পারে। দুটি s অরবিটালের অধিক্রমণে সব সময় সিগমা বন্ধন সৃষ্টি হয়। যেমন, দুটি H পরমাণুর দুটি 1s অরবিটালের অধিক্রমণ বা অভিলেপনের ফলে H_2 অণু সৃষ্টি হয়।

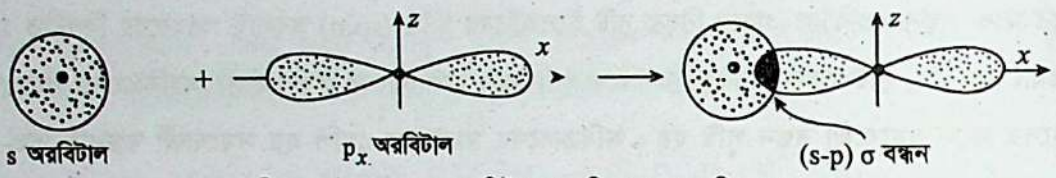


চিত্র– ২·২ : s, s-অরবিটালের অধিক্রমণ বা অভিলেপন।

(খ) একটি s অরবিটাল একটি p অরবিটালের সঙ্গে অভিলিপ্ত হতে পারে। সংযুক্ত পরমাণু দুটির নিউক্লিয়াস সংযোগকারী সরলরেখার সঙ্গে অভিলিপ্ত p অরবিটালের অক্ষটি মিশে থাকলে একটি s এবং একটি p অরবিটালের অভিলেপনে সিগমা বন্ধনের সৃষ্টি হয়। যেমন, H পরমাণুর 1s অরবিটাল, Cl পরমাণুর একটি 3p অরবিটালের (যেটিতে একটি বিজোড় ইলেকট্রন আছে) অভিলেপনে HCl অণু গঠন করে।

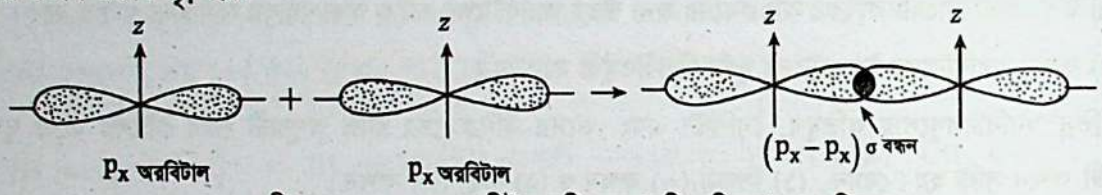
www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com



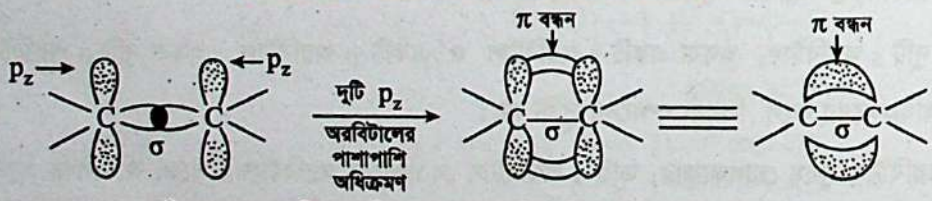
চিত্র– ২·৩ : s, p- অরবিটালের অধিক্রমণ বা অভিলেপন।

(গ) ইলেকট্রনের p অরবিটালের আকার সুষম নয় এবং একটি নির্দিষ্ট দিকে এর ইলেকট্রনের ঘনত্ব বেশি থাকে। তাই দুটি p অরবিটালের মধ্যে মুখোমুখি অভিলেপনের বেলায় অভিলেপনের মাত্রা বেশি হয়, ফলে এরকম অভিলেপনে সৃষ্ট সিগমা বন্ধন অনেক দৃঢ় হয়।



চিত্র– ২·৪: p_x–p_x অরবিটাল দুটির মুখোমুখি অধিক্রমণ বা অভিলেপন।

২। পাই (π) বন্ধন (Pi–bond) : সমযোজী সিগমা (σ) বন্ধনে আবদ্ধ দুটি পরমাণুর দুটি নিউক্লিয়াস যে তলে থাকে, ঐ তলের ওপর লম্বভাবে অবস্থিত ও সমান্তরাল অক্ষবিশিষ্ট **দুটি p অরবিটালের পাশাপাশি আংশিক অভিলেপনের ফলে সৃষ্ট সমযোজী বন্ধনকে পাই (π) বন্ধন বলে।** পাই (π) বন্ধনের ইলেকট্রন মেঘ, সমযোজী বন্ধনে আবদ্ধ পরমাণু দুটির নিউক্লিয়াস যে তলে থাকে, সেই তলের ওপরে এবং নিচে ঘনীভূত থাকে। নিচের চিত্রে দেখা যায় পরস্পর সমান্তরাল অক্ষবিশিষ্ট দুটি p অরবিটালের পাশাপাশি অভিলেপনের ফলে π–বন্ধন উৎপন্ন হয়েছে। এ ক্ষেত্রে অভিলেপনের ক্ষেত্রটি অনেক কম হয়, তাই π–বন্ধন σ– বন্ধনের চেয়ে কম দৃঢ় হয়।



চিত্র– ২·৫ : দুটি p-অরবিটালের পাশাপাশি অধিক্রমণ বা অভিলেপন।

সারণি– ২.২ : সিগমা বন্ধন ও পাই বন্ধনের পার্থক্য

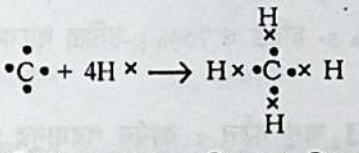
সিগমা (σ) বন্ধন	পাই (π) বন্ধন
১। সিগমা বন্ধন গঠনে অরবিটালদ্বয় একই সরল রেখায় থাকে।	১। পাই বন্ধন গঠনে অরবিটালদ্বয় সমান্তরাল অবস্থায় থাকে।
২। অরবিটাল দ্বারা মুখোমুখি সর্বোচ্চ অভিলেপন বা অধিক্রমণে সৃষ্ট সিগমা বন্ধন দৃঢ় হয়।	২। অরবিটালদ্বয়ের আংশিক পার্শ্ব অভিলেপন বা অধিক্রমণে সৃষ্ট π বন্ধন দুর্বল থাকে।
৩। সকল একক বন্ধন σ বন্ধন দ্বারা গঠিত।	৩। σ বন্ধন সৃষ্টির পর সম্ভব হলে একটি ও দুটি π বন্ধন সৃষ্টির মাধ্যমে দ্বিবন্ধন ও ত্রিবন্ধন হয়।
৪। σ বন্ধনযুক্ত পরমাণুদ্বয় তাদের অক্ষ বরাবর ঘুরতে পারে।	৪। π বন্ধন সৃষ্টির ফলে পরমাণুদ্বয় অক্ষ বরাবর ঘুরতে পারে না।
৫। সংকর অরবিটাল ও বিশুদ্ধ অরবিটাল উভয় ক্ষেত্রে σ বন্ধন হতে পারে।	৫। s অরবিটাল ও সংকর অরবিটাল ছাড়া অন্য অরবিটালে π বন্ধন ঘটতে পারে।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

২.১.৪ পারমাণবিক অরবিটাল সংকরণ ও কার্বনের চতুর্যোজ্যতা
Hybridization of Orbitals and Tetravalent Carbon Atom

সাধারণ অবস্থায় কার্বন পরমাণুর ইলেকট্রন বিন্যাস হলো $C(6) = 1s^2\ 2s^2\ 2p_x^1\ 2p_y^1\ 2p_z^0$। কার্বন পরমাণুর 2s উপকক্ষে দুটি ইলেকট্রন বিপরীত স্পিন দ্বারা জোড়বন্ধ অবস্থায় থাকে; কিন্তু $2p_x^1$ এবং $2p_y^1$ অরবিটালে দুটি বিজোড় ইলেকট্রন আছে। এ অবস্থায় C-পরমাণু দ্বিযোজীরূপে ক্রিয়া করে। আবার কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়ার সময় উত্তপ্ত কার্বন পরমাণুর ইলেকট্রনগুলো শক্তি শোষণ করে যখন উদ্দীপিত অবস্থায় আসে; তখন $2s^2$ অরবিটালের দুটি ইলেকট্রনের মধ্যে একটি ইলেকট্রন খালি $2p_z^0$ অরবিটালে স্থানান্তরিত হয়। এর ফলে কার্বন পরমাণুর ইলেকট্রন বিন্যাস দাঁড়ায় $1s^2\ 2s^1\ 2p_x^1\ 2p_y^1\ 2p_z^1$। এই অবস্থায়, কার্বন পরমাণুর 2s এবং 2p উপকক্ষে চারটি বিজোড় ইলেকট্রন হয়ে থাকে; **তাই কার্বন চতুর্যোজী হয়।** কার্বন পরমাণুর চারটি বিজোড় ইলেকট্রন চারটি H–পরমাণুর চারটি বিজোড় ইলেকট্রনের সাথে চারটি সমযোজী বন্ধনে আবদ্ধ হয়ে মিথেন (CH_4) অণু গঠন করে। যেমন,



উল্লেখ্য এক্ষেত্রে উদ্দীপিত কার্বন দ্বারা সৃষ্ট মিথেন (CH_4) অণুস্থিত চারটি সমযোজী বন্ধন **সমশক্তির** হতে পারে না; কারণ এদের একটি বন্ধনে কার্বনের 2s-অরবিটাল ও অপর তিনটি বন্ধনে তিনটি ভিন্ন 2p অরবিটাল জড়িত। কিন্তু পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণিত হয় যে, মিথেন (CH_4) অণুতে C পরমাণু ও চারটি H পরমাণু দ্বারা সৃষ্ট চারটি সমযোজী বন্ধন সমশক্তি সম্পন্ন। এর তাত্ত্বিক ব্যাখ্যার জন্য বিজ্ঞানী পলিং পারমাণবিক **অরবিটাল সংকরণ বা হাইব্রিডাইজেশন মতবাদ** উপস্থাপন করেন।

২.১.৫ কার্বনের sp^3 সংকরণ ও মিথেন অণু (CH_4) গঠন
sp^3 Hybridization of Carbon Atom and Structure of Methane

অরবিটাল সংকরণ মতবাদ অনুসারে, বিক্রিয়াকালে কার্বন পরমাণুর সর্ববহিস্থ–শক্তিস্তরের যোজ্যতা ইলেকট্রনগুলোর মধ্যে $2s^2$ অরবিটালের একটি ইলেকট্রন শক্তি শোষণ করে উদ্দীপিত অবস্থায় বিজোড়ভাবে খালি $2p_2^0$ অরবিটালে স্থান নেয়। অতঃপর প্রায় সমশক্তির চারটি ইলেকট্রন–অরবিটাল ($2s^1 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$) পরস্পরের সঙ্গে প্রথমে নিবিড়ভাবে মিশ্রিত এবং শেষে সমভাবে বিভক্ত হয়ে সমশক্তির চারটি সুষম সংকর বা হাইব্রিড অরবিটাল গঠন করে। একে **কার্বনের sp^3-সংকরণ** বলে। কার্বন পরমাণুর স্বাভাবিক ও উদ্দীপিত অবস্থায় ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ :

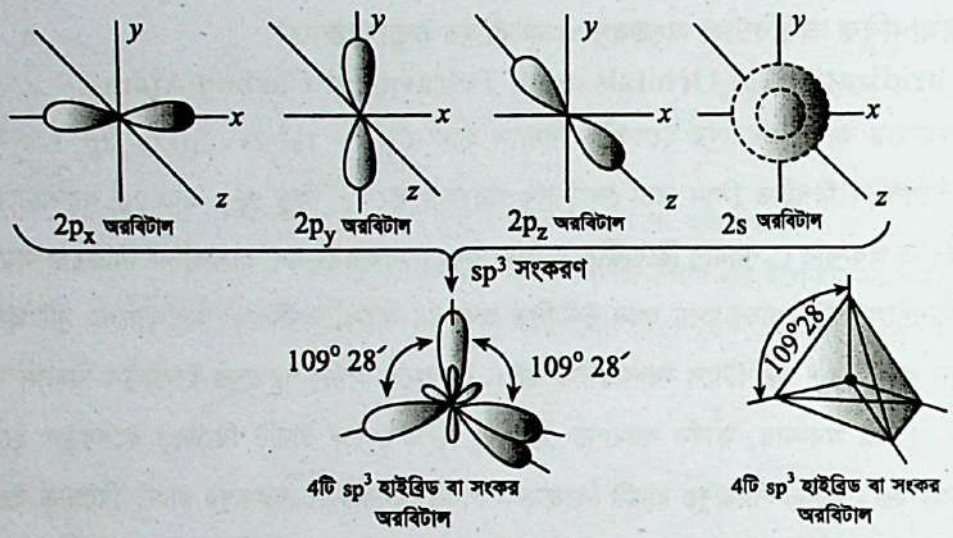
$$C(6) \xrightarrow{\text{স্বাভাবিক}} 1s^2\ 2s^2\ 2p_x^1\ 2p_y^1\ 2p_z^0$$

$$*C(6) \xrightarrow{\text{উদ্দীপিত}} 1s^2,\ \boxed{2s^1\ 2p_x^1\ 2p_y^1\ 2p_z^1} \xrightarrow{sp^3\ \text{সংকরণ}} 1s^2\ 2\psi_1^1\ 2\psi_2^1\ 2\psi_3^1\ 2\psi_4^1$$

অর্থাৎ এই চারটি ইলেকট্রনের নতুন করে বিন্যাসের ফলে চারটি নতুন সংকর অরবিটাল sp^3 বা ($2\psi_1^1\ 2\psi_2^1\ 2\psi_3^1\ 2\psi_4^1$) এর সৃষ্টি হয়। এই সংকর অরবিটালগুলো প্রায় একই রকম এবং পরস্পরের সঙ্গে 109°28′ (একশ নয় ডিগ্রি আটাশ মিনিট) বা, 109.5° কোণ করে থাকে এবং একটি কাল্পনিক সমচতুস্তলকের চারটি শীর্ষের অভিমুখে প্রসারিত থাকে।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com



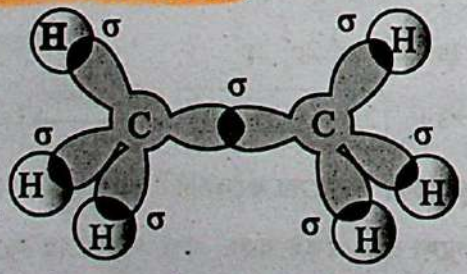
চিত্র– ২·৬: কার্বন পরমাণুর sp^3 সংকরণ দ্বারা চারটি হাইব্রিড অরবিটাল গঠন।

প্রত্যেক sp^3 সংকর অরবিটালের 25% s- চরিত্র ও 75% p-চরিত্র থাকে। চিত্রে অরবিটালের বিভিন্ন রূপ ও তাদের সংকরণ প্রক্রিয়া দেখানো হলো।

sp^3 সংকরিত কার্বন পরমাণুর CH_4 অণু গঠন : কার্বন পরমাণুর প্রতিটি sp^3 সংকর অরবিটালে একটি করে বিজোড় ইলেকট্রন থাকে, যা 4টি H-পরমাণুর 1s^1 অরবিটালের সাথে মুখোমুখি অধিক্রমণের মাধ্যমে 4টি C–H সিগমা বন্ধন সৃষ্টি হয়। ফলে মিথেন অণু (CH_4) গঠিত হয়। মিথেনের অণুতে বন্ধন কোণ 109°28′ এবং প্রত্যেকটি সমযোজী C—H বন্ধন দূরত্ব হলো 0.110 nm।

চিত্র– ২.৬ (ক) : sp^3 সংকরিত কার্বন পরমাণুর CH_4 অণু গঠন

sp^3 সংকরিত দুটি কার্বন পরমাণুর ইথেন অণু গঠন : ইথেন অণুর ($H_3C—CH_3$) মধ্যে sp^3 সংকরিত দুটি C পরমাণু প্রথমে নিজেদের মধ্যে একটি করে সংকর অরবিটালের মুখোমখি অধিক্রমণ দ্বারা কার্বন–কার্বন σ–বন্ধন গঠন করে। পরে প্রত্যেক C পরমাণুর অবশিষ্ট তিনটি করে সংকর অরবিটাল তিনটি করে H পরমাণুর 1s^1 ইলেকট্রনের সাথে মুখোমুখি অধিক্রমণ দ্বারা ছয়টি C—H সিগ্‌মা (σ)-বন্ধন গঠন করে। এক্ষেত্রে C—C বন্ধন দূরত্ব হয় 0.154 nm, C—H বন্ধন দূরত্ব হয় 0.110 nm, বন্ধন কোণ 109.5°।



চিত্র– ২.৭ : ইথেন অণুর অরবিটাল গঠন

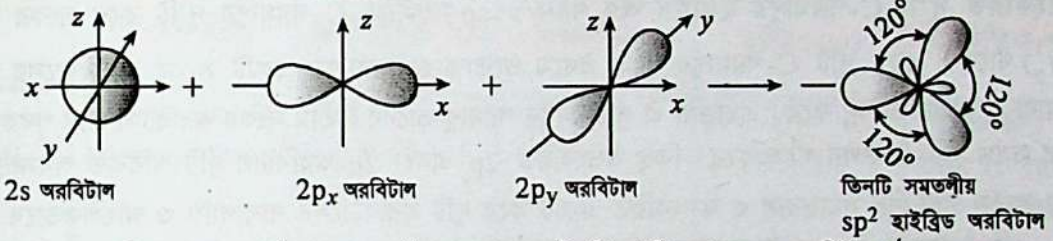
www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

২.১.৬ কার্বনের sp^2 সংকরণ ও ইথিন বা ইথিলিন অণুর গঠন
sp^2-Hybridization of Carbon Atoms and Structure of Ethene

কার্বনের sp^2 সংকরণ : উদ্দীপিত কার্বন পরমাণুর ইলেকট্রন বিন্যাস হলো $*C(6) = 1s^2\ 2s^1\ 2p_x^1\ 2p_y^1\ 2p_z^1$। তখন কার্বন পরমাণুর $2s^1$ অরবিটালের সঙ্গে তিনটি 2p অরবিটালের ($2p_x^1$, $2p_y^1$, $2p_z^1$) যে কোনো দুটির মিশ্রণের ফলে সমশক্তির তিনটি **sp^2 সংকর অরবিটাল** ($2\psi_1^1 2\psi_2^1 2\psi_3^1$) এর সৃষ্টি হতে পারে। একে **কার্বনের sp^2 সংকরণ** বলে। এই অবস্থায় C পরমাণুর একটি 2p অরবিটাল অপরিবর্তিত অর্থাৎ বিশুদ্ধ অবস্থায় থেকে যায়। তখন তিনটি sp^2 সংকর অরবিটাল একই সমতলে থাকে এবং পরস্পরের সঙ্গে 120° কোণ উৎপন্ন করে। প্রত্যেকটি sp^2 সংকর অরবিটালে 33.3% s-চরিত্র ও 66.7% p-চরিত্র থাকে। যেমন,

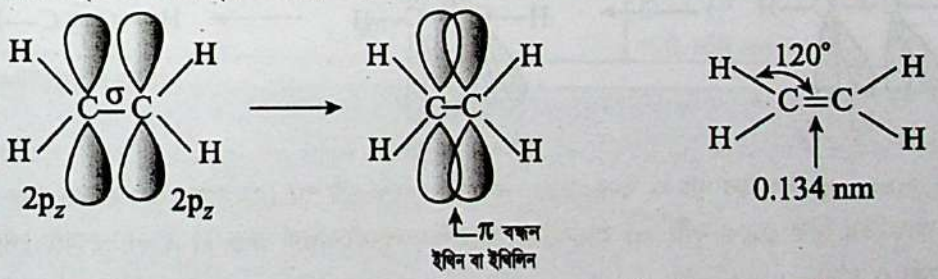
$$*C(6) \longrightarrow 1s^2\ \boxed{2s^1\ 2p_x^1\ 2p_y^1}\ 2p_z^1 \xrightarrow{sp^2\ \text{সংকরণ}} 1s^2\ 2\psi_1^1\ 2\psi_2^1\ 2\psi_3^1\ 2p_z^1$$



2s অরবিটাল | $2p_x$ অরবিটাল | $2p_y$ অরবিটাল | তিনটি সমতলীয় sp^2 হাইব্রিড অরবিটাল

চিত্র– ২.৮ : কার্বন পরমাণুর sp^2- সংকরণ দ্বারা তিনটি হাইব্রিড বা সংকর অরবিটাল গঠন।

sp^2 সংকরিত দু'টি কার্বন পরমাণুর ইথিলিন অণু গঠন : sp^2 সংকরিত কার্বন পরমাণুর তিনটি করে সংকর অরবিটাল থাকে। এরূপ দু'টি C-পরমাণুর মধ্যে প্রথমে প্রতিটির একটি সংকর অরবিটাল অপরটির একটি সংকর অরবিটালের অক্ষ বরাবর অধিক্রমণ দ্বারা C–C সিগমা বন্ধন গঠিত হয়। পরে প্রতিটি C-পরমাণুর অবশিষ্ট দু'টি করে মোট চারটি সংকর অরবিটালের প্রতিটির সাথে একটি করে H-পরমাণুর $1s^1$ অরবিটালের অধিক্রমণ দ্বারা চারটি C–H সিগমা বন্ধন সৃষ্টি হয়। এটিই ইথিলিন অণুর প্রাথমিক কাঠামো। কিন্তু তখন প্রত্যেক কার্বন পরমাণুতে একটি করে বিশুদ্ধ $2p_z^1$ অরবিটাল দুটি C পরমাণুর তলের ওপর ও নিচে লম্বভাবে পরস্পর সমান্তরাল অবস্থায় থাকে।



চিত্র– ২.৯ : ইথিন বা ইথিলিন অণুর মধ্যে দুটি $2p_z^1$ অরবিটালের পাশাপাশি অধিক্রমণ দ্বারা পাই (π) বন্ধনের সৃষ্টি।

এর ফলে $2p_z^1$ অরবিটাল দুটির মধ্যে পাশাপাশি অধিক্রমণ সম্ভব হয়। এভাবে ডাম্বেল আকৃতিবিশিষ্ট দুটি $2p_z^1$ অরবিটালের পাশাপাশি আংশিকভাবে অধিক্রমণ দ্বারা ঐ দুটি C পরমাণুর মধ্যে একটি দুর্বল সমযোজী বন্ধনের সৃষ্টি হয়, একে **কার্বন–কার্বন π বন্ধন** বলে। সুতরাং ইথিলিন অণুর দুটি C পরমাণুর মধ্যে দুটি সমযোজী বন্ধন থাকে; এদের একটি হলো দুটি C পরমাণুর অক্ষ বরাবর, sp^2– sp^2 সিগমা (σ) বন্ধন এবং অপরটি একই অক্ষের ওপর লম্বভাবে অবস্থিত একটি দুর্বল পাই (π) বন্ধন। একটি সিগমা (σ) বন্ধন ও একটি পাই (π) বন্ধন মিলে একটি কার্বন–কার্বন দ্বিবন্ধন সৃষ্টি হয়।

জ্যামিতিক আকৃতির দিক থেকে তিনটি sp^2 অরবিটাল সমতলীয় সুষম ত্রিকোণাকার হয়ে থাকে এবং $\angle H–C–H$ বা, $\angle H–C–C$ সমান 120° এবং C = C দ্বিবন্ধন দূরত্ব 0.134 nm হয়ে থাকে।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

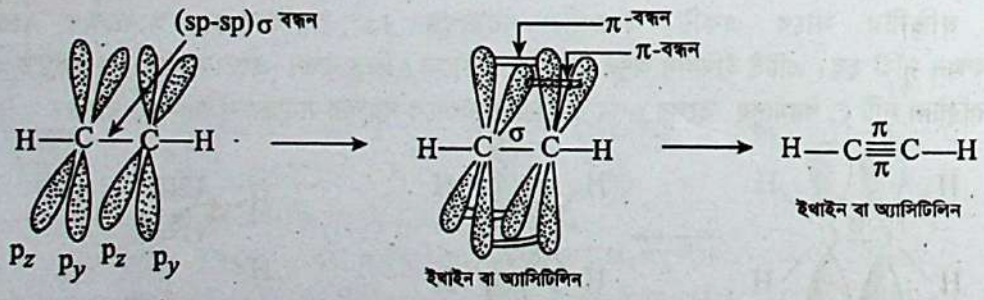
২.১.৭ কার্বনের sp সংকরণ ও ইথাইন বা অ্যাসিটিলিন অণুর গঠনাকৃতি

sp Hybridization of Carbon Atoms and Structure of Ethyne

ইথাইন বা অ্যাসিটিলিন অণুর (H–C ≡ C–H) মধ্যে দুটি কার্বন পরমাণু পরস্পর ত্রিবন্ধনে আবদ্ধ থাকে। এই ত্রিবন্ধনের মধ্যে একটি σ বন্ধন ও দুটি π বন্ধন থাকে। এক্ষেত্রে দুটি কার্বন পরমাণু প্রত্যেকে প্রথমে উদ্দীপিত অবস্থায় একটি 2s অরবিটাল ও একটি 2p অরবিটাল (যেমন, $2p_x$) মিশ্রিত হয়ে sp সংকরণ দ্বারা দুটি করে সংকর অরবিটাল ($2\psi_1^1$ $2\psi_2^1$) সৃষ্টি করে। প্রত্যেকটি sp সংকর অরবিটালে 50% s-চরিত্র ও 50% p-চরিত্র থাকে। এই দুটি সংকর অরবিটাল সমতলীয় এবং এক রেখায় অবস্থান করে।

$$*C(6) \longrightarrow 1s^2\ 2s^1\ 2p_x^1\ 2p_y^1\ 2p_z^1 \xrightarrow{\text{sp সংকরণ}} 1s^2\ 2\psi_1^1\ 2\psi_2^1\ 2p_y^1\ 2p_z^1$$

sp সংকরিত দু'টি C-পরমাণুর ইথাইন অণু গঠন : sp সংকরিত C পরমাণুর দু'টি করে সংকর অরবিটাল ($2\psi_1^1$ $2\psi_2^1$) থাকে। এরূপ দুটি C-পরমাণুর মধ্যে প্রথমে প্রত্যেক C-পরমাণুর একটি সংকর অরবিটালের মুখোমুখি অধিক্রমণ দ্বারা σ বন্ধন উৎপন্ন করে। এছাড়াও ঐ দুটি কার্বন পরমাণু তাদের দ্বিতীয় সংকর অরবিটাল দ্বারা পৃথকভাবে দুটি H পরমাণুর সাথে দুটি σ বন্ধন গঠন করে। কিন্তু অসংকরিত $2p_y^1$ এবং $2p_z^1$ অরবিটাল দুটি অবিকৃত অবস্থায় থাকে। তখন উভয় কার্বন পরমাণুর সমান্তরাল ও অসংকরিত একটি করে দুটি অরবিটালের পাশাপাশি ও আংশিকভাবে অধিক্রমণ দ্বারা দুটি π বন্ধন উৎপন্ন করে। অতএব ইথাইন বা অ্যাসিটিলিন অণুর মধ্যে তিনটি σ বন্ধন (দুটি C—H ও একটি C—C সিগমা বন্ধন) এবং দুই কার্বন পরমাণুর মধ্যে দুটি π বন্ধন অবস্থান করে। π বন্ধনের ইলেকট্রনগুলো এই σ বন্ধনের মূল কাঠামোকে বেষ্টন করে রাখে।



চিত্র– ২.১০ : sp- সংকরিত দুটি কার্বনের মধ্যে একটি সিগমা ও দুটি পাই (π) বন্ধন দ্বারা ইথাইন অণুর গঠন।

জ্যামিতিক আকৃতির দিক থেকে দুটি sp অরবিটাল সমতলীয় সরলরৈখিক এবং H–C–C কোণ 180° এবং C≡C ত্রিবন্ধন দূরত্ব হলো 0.120 nm।

দ্রষ্টব্য : কার্বন–কার্বন ত্রিবন্ধন দূরত্ব (0.120 nm) কার্বন–কার্বন দ্বিবন্ধন দূরত্ব (0.134 nm) অপেক্ষা কম হয়।

এর কারণ ব্যাখ্যা : কার্বন–কার্বন দ্বিবন্ধন গঠনের বেলায়, দুটি C-পরমাণুর প্রত্যেকে sp^2 সংকরণ দ্বারা তিনটি করে সংকর অরবিটাল সৃষ্টি করে। এ সব সংকর অরবিটালে 33.3% s-চরিত্র ও 66.7% p-চরিত্র থাকে। অপরদিকে কার্বন–কার্বন ত্রিবন্ধনের বেলায় দুটি C-পরমাণুর প্রত্যেকে sp সংকরণ দ্বারা দুটি করে সংকর অরবিটাল সৃষ্টি করে। এসব sp সংকর অরবিটালে 50% s-চরিত্র ও 50% p-চরিত্র থাকে। সুতরাং sp^2 সংকরণে সৃষ্ট সংকর অরবিটালের তুলনায় sp সংকরণে সৃষ্ট সংকর অরবিটালে s-অরবিটালের চরিত্র বেশি হওয়ায় তাদের দ্বারা সৃষ্ট ত্রিবন্ধনের কার্বন–কার্বন সিগমা বন্ধনে উভয় কার্বন নিউক্লিয়াস অধিকতর আকৃষ্ট হয়ে দূরত্ব হ্রাস পায়। তাই কার্বন–কার্বন ত্রিবন্ধন C ≡ C দূরত্ব (0.120 nm) কার্বন–কার্বন দ্বিবন্ধন C = C দূরত্ব (0.134 nm) অপেক্ষা কম হয়।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

২.১.৮ ইথেন, ইথিন ও ইথাইন অণুর গঠন, বন্ধন কোণ ও বন্ধন দূরত্ব

Geometric structure of C_2H_6, C_2H_4, C_2H_2 & their bond angle, bond length

ইথেন, ইথিন ও ইথাইন অণু গঠনে প্রত্যেকের বেলায় দুটি করে C পরমাণু যথাক্রমে sp^3, sp^2 ও sp সংকরিত অবস্থায় আছে। প্রতি ক্ষেত্রে সৃষ্ট সংকর অরবিটাল সমতুল্য; কিন্তু s ও p অরবিটাল থেকে ভিন্ন। কার্বন পরমাণুর সংকরণের ভিন্নতার ওপর নির্ভর করে সৃষ্ট সংকর অরবিটালে % s অরবিটাল বৈশিষ্ট্য এবং তাদের দ্বারা সৃষ্ট যৌগের অণুর জ্যামিতিক গঠন, বন্ধন কোণ, বন্ধন দূরত্বে পার্থক্য দেখা যায়। নিচের ২.৩ নং সারণিতে তা দেখানো হলো।

সারণি–২.৩ : ইথেন, ইথিন ও ইথাইন অণুতে C এর সংকরীকরণ ও বিভিন্ন বৈশিষ্ট্য।

যৌগের নাম	C পরমাণুর সংকরীকরণ	সংকর অরবিটালে % s বৈশিষ্ট্য	যৌগের অণুতে বন্ধন কোণ	বিভিন্ন বন্ধন দূরত্ব (nm)	যৌগের জ্যামিতিক গঠন
ইথেন $H_3C—CH_3$	sp^3 সংকরণ 4টি সংকর অরবিটাল	25% s-বৈশিষ্ট্য	109.5°	C — C = 0.154 nm C — H = 0.110 nm	চতুস্তলকীয় উভয় C-পরমাণু σ-বন্ধন বরাবর আবর্তনশীল থাকে।
ইথিন $H_2C = CH_2$	sp^2 সংকরণ 3টি সংকর অরবিটাল	33.3% s-বৈশিষ্ট্য	120°	C = C = 0.134 nm C — H = 0.109 nm	সমতলীয় ট্রাইগোনাল
ইথাইন $HC \equiv CH$	sp সংকরণ 2টি সংকর অরবিটাল	50% s-বৈশিষ্ট্য	180°	C ≡ C = 0.120 nm C — H = 0.106 nm	সরলরৈখিক

শিক্ষার্থীর কাজ – ২.২ : জৈব যৌগে C-পরমাণুর অরবিটাল সংকরণভিত্তিক :

সমস্যা–২.২ : (ক) ইথেন অণুতে C পরমাণুর কীরূপ অরবিটাল সংকরণ ঘটেছে তা ব্যাখ্যা কর।

(খ) ইথিন অণুতে C-পরমাণুর কীরূপ অরবিটাল সংকরণ ঘটেছে তা ব্যাখ্যা কর।

(গ) ইথাইন অণু গঠনে কার্বনের sp সংকরণ সচিত্র আলোচনা কর।

(ঘ) কার্বন–কার্বন ত্রিবন্ধন দূরত্ব (0.120 nm) কার্বন–কার্বন–দ্বিবন্ধন দূরত্ব (0.134 nm) অপেক্ষা কম কেন তা ব্যাখ্যা কর।

২.২ সমগোত্রীয় শ্রেণি

Homologous Series

তোমরা সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন বা অ্যালকেন শ্রেণির সদস্যরূপে মিথেন (CH_4), ইথেন (C_2H_6), প্রোপেন (C_3H_8), বিউটেন (C_4H_{10}) প্রভৃতি যৌগের ধর্ম সম্বন্ধে জেনেছ। এদের সংকেতে একই মৌল C ও H এবং বন্ধন গঠনে কার্বন শিকলে সিগমা (σ) বন্ধন আছে। তাই এদের ধর্মে অনেক সাদৃশ্য আছে। লক্ষ কর, মিথেন ও ইথেনের সংকেতে $-CH_2-$ (মিথিলিন) মূলক পার্থক্য আছে। একইভাবে C_3H_8 ও C_4H_{10} এর মধ্যে $-CH_2-$ মূলক পার্থক্য আছে।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

একই প্রকার মৌল সমন্বয়ে গঠিত সমধর্মী জৈব যৌগসমূহকে এদের আণবিক ভরের ক্রমবর্ধমান সংখ্যামানে অর্থাৎ অণুস্থিত কার্বন পরমাণু সংখ্যার বৃদ্ধিক্রমে সারিবদ্ধ করে যদি প্রত্যেক পাশাপাশি দুটি যৌগের মধ্যে মিথিলিন ($-CH_2-$) মূলকের পার্থক্য থাকে এবং ঐ যৌগসমূহের সংযুক্তিকে একটি সাধারণ সংকেত দ্বারা প্রকাশ করা যায়, তবে ঐ সারিকে ঐ সব যৌগের **সমগোত্রীয় শ্রেণি বা হোমোলগাস সিরিজ** বলে। **এরূপ শ্রেণির প্রত্যেক সদস্যকে সমগোত্রক বা হোমোলগ (homologue)** বলে। জৈব যৌগের রসায়ন বলতে জৈব যৌগের সমগোত্রীয় শ্রেণির রসায়নকে বোঝায়। অ্যালকেন একটি সমগোত্রীয় শ্রেণি; এ শ্রেণির সাধারণ সংকেত হলো C_nH_{2n+2} এবং n = 1, 2, 3 ইত্যাদি বসিয়ে মিথেন (CH_4), ইথেন (C_2H_6), প্রোপেন (C_3H_8) ইত্যাদির সংকেত পাওয়া যায়।

অনুরূপভাবে মিথানল (CH_3OH), ইথানল (C_2H_5OH), প্রোপানল (C_3H_7OH) ইত্যাদি মিলে অ্যালকোহল সমগোত্রীয় শ্রেণি আছে। **প্রত্যেক সমগোত্রীয় শ্রেণির যৌগসমূহের মধ্যে নিম্নোক্ত বৈশিষ্ট্য থাকে :**

★১. এদেরকে একটি সাধারণ সংকেত দ্বারা প্রকাশ করা যায়। যেমন, $C_nH_{2n+1}OH$ হলো অ্যালকোহলের সাধারণ সংকেত। এখানে n = 1 হলে মিথানল CH_3OH, n = 2 হলে ইথানল C_2H_5OH হয়।

★২. পাশাপাশি দুই সমগোত্রকের মধ্যে **মিথিলিন মূলক ($-CH_2-$)** এর পার্থক্য থাকে। যেমন, মিথানল (CH_3OH) ও ইথানল (CH_3CH_2OH) এদের মধ্যে পার্থক্য হলো $-CH_2-$ মূলক।

★৩. প্রত্যেক সমগোত্রকে শ্রেণির একটি নির্দিষ্ট কার্যকরীমূলক থাকে। যেমন,–OH হলো অ্যালকোহলের কার্যকরীমূলক।

★৪. প্রত্যেক সমগোত্রের কয়েকটি সাধারণ প্রস্তুত পদ্ধতি থাকে। যেমন,

উদাহরণ : $CH_3I\ (l) + NaOH(aq) \rightarrow CH_3OH\ (l) + NaI\ (aq)$

$C_2H_5I\ (l) + NaOH(aq) \rightarrow C_2H_5OH\ (l) + NaI\ (aq)$

★৫. এদের মধ্যে রাসায়নিক ধর্মে সাদৃশ্য থাকে। কিন্তু এদের আণবিক ভর বৃদ্ধির সঙ্গে এদের গলনাঙ্ক, স্ফুটনাঙ্ক, ঘনত্ব প্রভৃতির ক্রম পরিবর্তন ঘটে। যেমন, মিথানল (CH_3OH) এর স্ফুটনাঙ্ক 65°C, ইথানল (C_2H_5OH) এর স্ফুটনাঙ্ক 78.3° C। নিচে ২.৪ নং সারণিতে কয়েকটি সমগোত্রীয় শ্রেণির নাম, সাধারণ সংকেত ও শ্রেণির উদাহরণ দেয়া হলো :

সারণি – ২.৪ : কয়েকটি সমগোত্রীয় শ্রেণি

সমগোত্রীয় শ্রেণি	সাধারণ সংকেত	সমগোত্রীয় শ্রেণির সদস্য বা হোমোলগ
১. অ্যালকেন	C_nH_{2n+2}	CH_4 (মিথেন), C_2H_6 (ইথেন), C_3H_8 (প্রোপেন)
২. অ্যালকিন	C_nH_{2n}	C_2H_4 (ইথিন), C_3H_6 (প্রোপিন), C_4H_8 (বিউটিন)
৩. অ্যালকাইন	C_nH_{2n-2}	C_2H_2 (ইথাইন), C_3H_4 (প্রোপাইন), C_4H_6 (বিউটাইন)
৪. অ্যালকোহল	$C_nH_{2n+1}OH$	CH_3OH (মিথানল), C_2H_5OH (ইথানল), C_3H_7OH
৫. অ্যালডিহাইড	$C_nH_{2n+1}CHO$	CH_3CHO (ইথান্যাল), C_2H_5CHO (প্রোপান্যাল),
৬. কার্বক্সিলিক এসিড	$C_nH_{2n+1}COOH$	CH_3COOH (ইথানোয়িক এসিড), C_2H_5COOH,
৭. অ্যামিন	$C_nH_{2n+1}NH_2$	CH_3NH_2 (মিথাইল অ্যামিন), $C_2H_5NH_2$ ।

শিক্ষার্থীর কাজ – ২.৩ : সমগোত্রীয় শ্রেণিভিত্তিক :

সমস্যা-২.৩ : নিচের (ক) ও (খ) গ্রুপে উল্লেখিত সংকেতের জৈব যৌগসমূহকে প্রযোজ্য সমগোত্রীয় শ্রেণিতে অন্তর্ভুক্ত কর এবং এরূপ শ্রেণিভুক্ত করার পক্ষে যুক্তি দাও।

(ক) CH_4, C_2H_6, C_3H_8, CH_3OH, $CH_3CH_2CH_3$

(খ) $CH_3CH = CH_2$, C_2H_5OH, C_4H_8, $CH_3CH_2CH_2OH$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

২.৩ কার্যকরীমূলক (Functional Groups)

জৈব রসায়নে সমগোত্রীয় শ্রেণির চিন্তা এসেছে যৌগসমূহের মধ্যে রাসায়নিক বিক্রিয়ায় সাদৃশ্য ও বৈসাদৃশ্য নিয়ে। সমগোত্রীয় শ্রেণির উল্লেখিত বিভিন্ন বৈশিষ্ট্যের মধ্যে তৃতীয় বৈশিষ্ট্যে 'কার্যকরী মূলক' রয়েছে। মূলত জৈব বিক্রিয়ার রসায়ন যৌগের কার্যকরী মূলকের ওপরই কেন্দ্রীভূত। কারণ–

★ সংশ্লিষ্ট কার্যকরী মূলকে ইলেকট্রন ঘনত্ব কীরূপ আছে; এর ওপরই যৌগের সক্রিয়তা (reactivity) নির্ভর করে। যেমন অ্যালকিনের C = C দ্বিবন্ধনে এবং অ্যালকাইনের C≡ C ত্রিবন্ধনে ইলেকট্রন ঘনত্ব বেশি থাকে।

★ আবার C–Cl বন্ধনে ও C–O বন্ধনের বেলায় ডাইপোল সৃষ্টি হয়। এর ফলে অপর বিক্রিয়ক অণুতেও ডাইপোল সৃষ্টি করে।

★ শেষে উভয় বিক্রিয়ক অণুর মধ্যে আকর্ষণ এবং নতুন বন্ধন গঠন ও পুরাতন বন্ধন ভাঙনের মাধ্যমে উৎপাদ সৃষ্টি হয়।

সংজ্ঞা : জৈব যৌগের কার্যকরী মূলক হলো ঐ যৌগের অণুস্থিত বিশেষ পরমাণু বা মূলক, যা ঐ জৈব যৌগের রাসায়নিক বিক্রিয়া নিয়ন্ত্রণ করে এবং সমগোত্রীয় শ্রেণির পরিচায়ক সব সমগোত্রকের বেলায় অনুরূপ বিক্রিয়া প্রদর্শন করে। যেমন- (১) অ্যালকোহলসমূহের কার্যকরী মূলক হলো অ্যালকোহলিক হাইড্রক্সিল (– OH) মূলক।

(২) অ্যালডিহাইডসমূহের কার্যকরী মূলক হলো অ্যালডিহাইড মূলক, (– CHO)।

পরবর্তী পৃষ্ঠায় ২.৫ নং সারণিতে জৈব যৌগের বিভিন্ন কার্যকরী মূলক দেখানো হলো :

জেনে রাখ : (i) কার্যকরী মূলকই কোনো সমগোত্রীয় শ্রেণির রাসায়নিক বিক্রিয়া নিয়ন্ত্রণ করে। তাই বিভিন্ন সমগোত্রকের কার্বন শিকলের দৈর্ঘ্য ও শাখা ভিন্ন হওয়া সত্ত্বেও ঐ সব যৌগের রাসায়নিক ধর্মে কার্বন শিকল তেমন প্রভাব সৃষ্টি করে না। (ii) কার্যকরী মূলকে একক বন্ধন, দ্বিবন্ধন বা ত্রিবন্ধন থাকলে তখন জৈব যৌগে নিম্নরূপ শ্রেণিগত বিক্রিয়া ঘটে :

* একক বন্ধনযুক্ত কার্যকরী মূলকে প্রতিস্থাপন ও অপসারণ বিক্রিয়া ঘটে। যেমন, অ্যালকোহলের –O–H মূলকে।

* দ্বিবন্ধন ও ত্রিবন্ধনযুক্ত কার্যকরী মূলকে সংযোজন বিক্রিয়া ঘটে। যেমন, C = C বন্ধন ও C ≡ C বন্ধনে।

* একক ও দ্বিবন্ধন উভয়ই কার্যকরী মূলকে থাকলে এতে প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া ঘটে। যেমন, $-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-H$ মূলকে।

২.৪ কার্যকরী মূলকের ভিত্তিতে জৈব-যৌগের শ্রেণি চিহ্নিতকরণ
To Identify Homologous Series Based on Functional Group

শিক্ষার্থীর কাজ - ২.৪ : কার্যকরী মূলক ভিত্তিক সমগোত্রীয় শ্রেণি চিহ্নিতকরণ

সমস্যা-২.৪ : নিচের কার্যকরী মূলকের নাম ও সমগোত্রীয় শ্রেণির সাধারণ সংকেত উদাহরণসহ লেখ।

(ক) –O–H (খ) $-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H$ (গ) $-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-H$ (ঘ) $-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-$

সমস্যা–২.৫ : নিচের উদাহরণ থেকে কার্যকরী মূলক পৃথক করে কার্যকরী মূলকের নাম ও গুইস গঠন লেখ।

(ক) $CH_3–CO–CH_3$ (খ) $CH_3COOC_2H_5$ (গ) CH_3CHO (ঘ) CH_3CONH_2

সমস্যা-২.৬ : নিচে দেয়া আণবিক সংকেত থেকে উল্লেখিত কার্যকরী মূলকসহকারে যৌগের গাঠনিক সংকেত লেখ।

(ক) C_2H_4O যৌগে অ্যালডিহাইড মূলক আছে।

(খ) $C_3H_6O_2$ যৌগে কার্বক্সিলিক মূলক আছে।

(গ) C_4H_8O যৌগে কিটোন মূলক আছে।

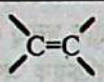
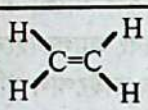
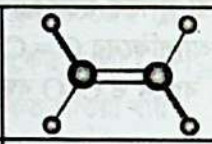
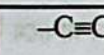
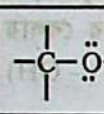
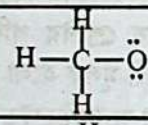
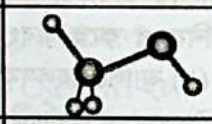
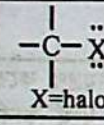
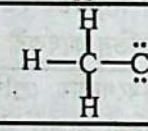
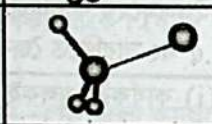
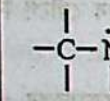
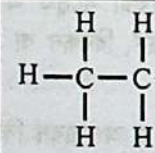
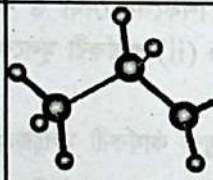
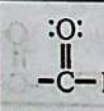
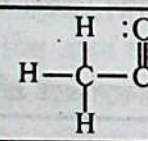
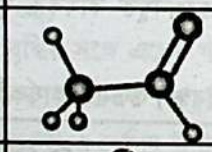
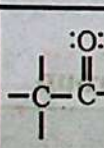
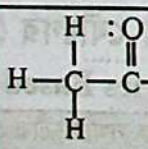
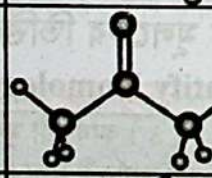
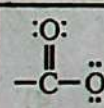
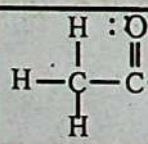
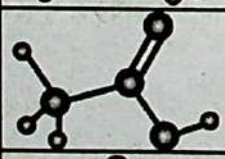
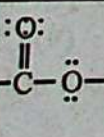
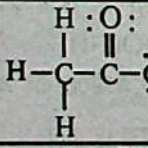
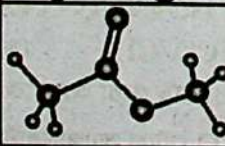
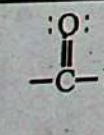
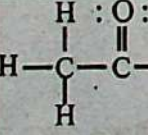
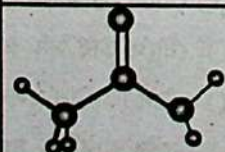
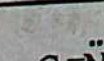
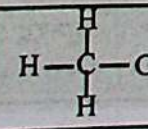
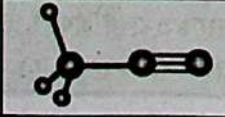
সমস্যা–২.৭ : নিচের আণবিক সংকেতযুক্ত যৌগের ক্ষেত্রে সম্ভাব্য একক বন্ধন, দ্বিবন্ধন ও ত্রিবন্ধনসহকারে কার্যকরী মূলকসহ গাঠনিক সংকেত লেখ এবং মূলকে বন্ধন সংখ্যা অনুসারে কোন শ্রেণির বিক্রিয়া ঘটা সম্ভব তা উল্লেখ কর।

(ক) C_2H_7N (খ) $C_2H_4O_2$ (গ) C_3H_4

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সারণি- ২.৫ : বিভিন্ন সমগোত্রীয় শ্রেণির কার্যকরী মূলক

সমগোত্রীয় যৌগ শ্রেণি	কার্যকরী মূলক ও গাঠনিক সংকেত	কার্যকরী মূলকের নাম	উদাহরণ: লুইস গঠন	উদাহরণ: বল ও স্টিক মডেল	উদাহরণ: IUPAC নাম (সাধারণ নাম)
১। অ্যালকিন C_nH_{2n}		কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন			ইথিন (ইথিলিন)
২। অ্যালকাইন C_nH_{2n-2}		কার্বন-কার্বন ত্রিবন্ধন			ইথাইন (অ্যাসিটিলিন)
৩। অ্যালকোহল R–OH		অ্যালকোহল মূলক			মিথানল (মিথাইল অ্যালকোহল)
৪। হ্যালোঅ্যালকেন R–X	 X=halogen	হ্যালাইড মূলক			ক্লোরোমিথেন (মিথাইল ক্লোরাইড)
৫। অ্যামিন $R–NH_2$		অ্যামিনো মূলক			ইথান্যামিন (ইথাইল অ্যামিন)
৬। অ্যালডিহাইড R–CHO		অ্যালডিহাইড মূলক			ইথান্যাল (অ্যাসিট্যালডিহাইড)
৭। কিটোন R–CO–R		কার্বনিল বা কিটো-মূলক			2– প্রোপানোন (অ্যাসিটোন)
৮। কার্বক্সিলিক এসিড R–COOH		কার্বক্সিল মূলক			ইথানোয়িক এসিড (অ্যাসিটিক এসিড)
৯। এস্টার R–COOR		এস্টার মূলক			মিথাইল ইথানোয়েট (বা অ্যাসিটেট)
১০। অ্যামাইড $R–CONH_2$		অ্যামাইড মূলক			ইথান্যামাইড (অ্যাসিট্যামাইড)
১১। নাইট্রাইল R–CN		নাইট্রাইল বা সায়ানাইড মূলক			ইথেন নাইট্রাইল, মিথাইল সায়ানাইড

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

★ জেনে নাও : 'অ্যালকেন' যৌগ অণুর কোনো বিশেষ 'কার্যকরী মূলক' নেই। কারণ 'অ্যালকেন ' অণুসমূহে যেমন, CH_4, $CH_3–CH_3$; $CH_3–CH_2–CH_3$ ইত্যাদিতে কার্বন–কার্বন সিগমা বন্ধনে (C–C) ও কার্বন –হাইড্রোজেন (C–H) সিগমা বন্ধনে 'ইলেকট্রন ঘনত্ব' সমান থাকে এবং অণুতে কোনো ডাইপোল বা পোলারিটি সৃষ্টি হয় না। তাই অ্যালকেন অণুর কোনো বিশেষ অংশ অ্যালকেনের ধর্মকে নিয়ন্ত্রণ করে না। কেবল সিগমা বন্ধনই অ্যালকেনের রাসায়নিক ধর্ম নিয়ন্ত্রণকারী; যা ঐ অণুর সব অংশে হতে পারে। জৈব বিক্রিয়ার নির্ভরশীলতা হলো কার্যকরী মূলকের ওপর; যা আবার নির্ভর করে দুটি ফ্যাক্টর যেমন 'কার্যকরী মূলকের বিশেষ 'ইলেকট্রন ঘনত্ব' ও 'পোলারিটির' ওপর। (অনুচ্ছেদ ২.৩ এর শর্ত দুটি দেখো।]

২.৫ জৈব যৌগের নামকরণ

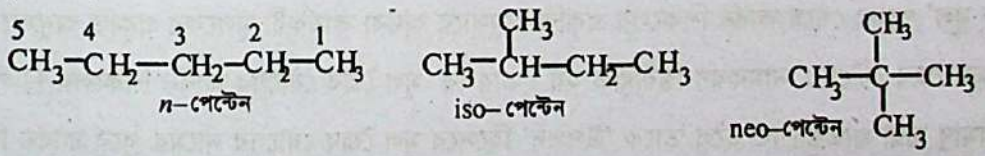
Nomenclature of Organic Compounds

রসায়নবিদগণ এ যাবৎ নিম্নোক্ত তিনটি পদ্ধতিতে জৈব যৌগের নামকরণ করেছেন। যেমন, (১) সাধারণ বা প্রচলিত (Trivial) পদ্ধতি, (২) উদ্ভূত বা জাতক (Derived) পদ্ধতি, (৩) জেনেভা বা IUPAC (ইউপ্যাক) পদ্ধতি। [IUPAC = International Union of Pure & Applied Chemistry]

(১) সাধারণ পদ্ধতি থেকে জেনেভা পদ্ধতি : প্রাথমিক অবস্থায় জৈব যৌগের উৎস, ধর্ম, ব্যবহার ও আবিষ্কারকের ইচ্ছানুসারে আবিষ্কৃত যৌগের নামকরণ করা হতো। যেমন, C_2H_6 গ্যাস সহজে জ্বলে (গ্রিক aithen) বলে এর নাম ইথেন; লাল পিঁপড়া (formica) থেকে প্রাপ্ত HCOOH এর নাম ফরমিক এসিড; প্রস্রাব (urine) থেকে প্রাপ্ত H_2NCONH_2 এর নাম ইউরিয়া। তবে জেনেভা পদ্ধতিতে সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনকে Alkane (অ্যালকেন) বলা হয়। প্রথম চারটি অ্যালকেনের নাম এদের সমসংখ্যক C-পরমাণুবিশিষ্ট অ্যালকোহলের নাম থেকে উদ্ভূত হয়েছে। যেমন মিথেন (CH_4), ইথেন (C_2H_6), প্রোপেন (C_3H_8), বিউটেন (C_4H_{10})। পঞ্চম থেকে উচ্চতর অ্যালকেনের অণুস্থিত C-পরমাণুর সংখ্যাসূচক গ্রিক শব্দের শেষে '–এন' (-ane) যোগ করে নামকরণ হয়েছে। যেমন –

Pent + ane = Pentane (C_5H_{12}), Hex + ane = Hexane (C_6H_{14})।

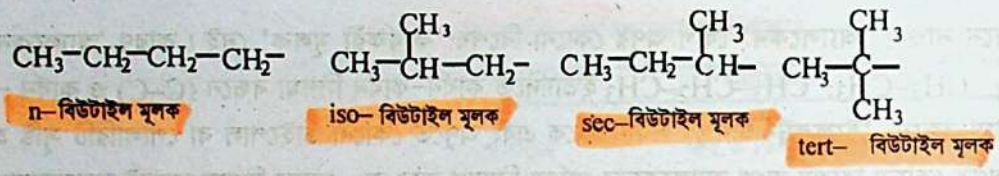
অ্যালকেনের নামের পূর্বে পূর্বপদ রূপে n-, iso-, neo- ব্যবহার : অ্যালকেনের চেইন সমাণুগুলোর ক্ষেত্রে প্রাথমিক জেনেভা পদ্ধতিতে সরল শিকল যৌগকে নরম্যাল (normal) যৌগরূপে এর নামের পূর্বে *n*-যুক্ত করা হয়। যদি C–শিকলের এক প্রান্তে তিনটি C–পরমাণুযুক্ত $(CH_3)_2CH–$ মূলক যুক্ত শাখা (isomeric) থাকে, তখন ঐ যৌগকে 'আইসো যৌগ' রূপে নামের পূর্বে '*iso*'-যুক্ত করা হয়। আর যদি কোনো C– শিকলে একটি চতুর্মাত্রিক (quartarnary) অর্থাৎ চারটি C-পরমাণু যুক্ত কোনো কার্বন পরমাণু (neomar) থাকে, তবে ঐ যৌগকে 'নিও-যৌগ' রূপে নামের পূর্বে '*neo*-' যুক্ত করা হয়। যেমন,



অ্যালকাইল মূলক : অ্যালকেন অণু থেকে একটি H-পরমাণু অপসারিত করলে সৃষ্ট একযোজী মূলককে অ্যালকাইল মূলক (alkyl group) বলে। কোনো অ্যালকেনের অণু থেকে দুই বা ততোধিক অ্যালকাইল মূলকের নামকরণ উপরোক্ত নিয়মে করা হয়। যেমন, মিথেন (CH_4) থেকে কেবল মিথাইল মূলক ($CH_3–$); ইথেন (CH_3CH_3) থেকে ইথাইল মূলক ($CH_3CH_2–$) হয়। কিন্তু প্রোপেন ($CH_3CH_2CH_3$) থেকে দুটি মূলক সম্ভব। যেমন, *n*- প্রোপাইল মূলক ($CH_3CH_2CH_2–$) ও *iso*-প্রোপাইল মূলক। $CH_3–\underset{|}{CH}–CH_3$। বিউটেন ($CH_3CH_2CH_2CH_3$) থেকে চারটি মূলক সম্ভব। যেমন,

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com



(২) উদ্ভূত পদ্ধতি : অ্যালকেন সদস্যগুলোকে মিথেন (CH_4) এর জাতকরূপে এবং CH_3OH কে কার্বিনল ধরে এর C-এর সাথে যুক্ত H পরমাণুর প্রতিস্থাপকের নাম যুক্ত করে কার্বিনলরূপে অ্যালকোহলের নামকরণ করা হয়।

যেমন, CH_3-CH_3 কে মিথাইল মিথেন,

CH_3-CH_2-CH_3 কে ডাইমিথাইল মিথেন,

$(CH_3)_3$ CH কে ট্রাইমিথাইল মিথেন ইত্যাদি।

আবার অ্যালকোহলের বেলায়–

CH_3-CH_2OH কে মিথাইল কার্বিনল,

CH_3CH_2-CH_2OH কে ইথাইল কার্বিনল,

$(CH_3)_2$ CHOH কে ডাইমিথাইল কার্বিনল, $(CH_3)_3$ COH কে ট্রাইমিথাইল কার্বিনল বলা হয়।

MCQ–2.4 : মিথাইল কার্বিনলের সংকেত কোনটি? [কু. বো. ২০১৬]

(ক) $(CH_3)_3$ C–OH (খ) $(CH_3)_2$ CHOH

(গ) CH_3 CH_2OH (ঘ) CH_3–OH

(৩) আধুনিক জেনেভা বা ইউপ্যাক (IUPAC) পদ্ধতি : সর্বপ্রথম 1892 সালে আন্তর্জাতিক খ্যাতিমান রসায়নবিদেরা সুইজারল্যান্ডের জেনেভা শহরে এক সম্মেলনে জৈব যৌগের C-শিকল ও কার্যকরী মূলকভিত্তিক নামকরণের যে কার্যকর বিধিমালা প্রণয়ন করেন, তাকে জেনেভা বা IUPAC পদ্ধতি বলে। বিভিন্ন সময়ে জেনেভা পদ্ধতিতে বিভিন্ন নিয়ম পরিবর্তন ও সংযোজন করা হয়। 1993 সালের জেনেভা পদ্ধতির সর্বশেষ সংস্করণ মতে অ্যালিফেটিক জৈব যৌগের নামকরণের সার সংক্ষেপ নিম্নরূপ :

অ্যালিফেটিক জৈব যৌগের নামকরণে প্রধানত তিনটি 'পদ' বা অংশ থাকে। যেমন,

(১) উপপদ (Prefix), (২) শব্দ মূল (Word root) ও পরপদ (Suffix)

এ তিনটি পদের মধ্যে 'শব্দ মূল' প্রধান, যা নির্ধারিত 'দীর্ঘতম কার্বন-শিকল' এর মোট কার্বন পরমাণুর সংখ্যার ওপর নির্ভরশীল। দীর্ঘতম কার্বন শিকলের কার্বন পরমাণুর সংখ্যানুসারে যৌগের নামের 'শব্দ মূল' নির্ধারিত হয়, তা সারণি –২.৬ এ দেয়া হলো। এ 'শব্দ মূল' পদের শেষে কার্বন শিকলের প্রকৃতি অনুসারে অথবা কার্যকরী মূলকের প্রকৃতি অনুসারে 'পর পদ' যোগ হয়। এরূপে 'মূল জৈব যৌগের' নামকরণ স্থিরীকৃত হয়। তারপর মূল জৈব যৌগের কার্বন শিকলের H পরমাণু অন্য কোনো মূলক বা পরমাণু দ্বারা প্রতিস্থাপিত হলে তাকে 'উপপদ' হিসেবে মূল জৈব যৌগের নামের পূর্বে কার্বন শিকলে তার অবস্থান নির্দেশক সংখ্যাসহ যোগ করা হয়।

১। হাইড্রোকার্বনের অণুতে কেবল সিগমা বন্ধন (C–C) থাকলে যৌগটিকে সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন ধরা হয়। এর নামকরণে 'শব্দ মূল' এর সাথে–'এন'(–ane) বসে। মুক্ত শিকল সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনকে অ্যালকেন (Alkane) বলে। এর সংকেত (C_nH_{2n+2}) এবং তাকে মূল যৌগ শ্রেণি ধরা হয়। অ্যালকেন থেকে একটি H পরমাণু সরালে যে একযোজী মূলক পাওয়া যায়, তাকে অ্যালকাইল (Alkyl) মূলক বলে। এ মূলক 'পূর্ব-পদ' রূপে মূল যৌগের নামকরণে বসে।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সারণি–২.৬ : কার্বন শিকলের পরমাণুর সংখ্যানুসারে জৈব যৌগের নামের 'শব্দ মূল', অ্যালকেনের নাম ও সংকেত এবং অ্যালকাইল মূলকের নাম ও সংকেত :

শিকলে C-পরমাণু	যৌগের 'শব্দ মূল'		অ্যালকেন (C_nH_{2n+2}) এর সংকেত ও নাম		অ্যালকাইল মূলক (উপ-পদ)	
C_1	মিথ	(Meth)	CH_4	মিথেন Methane	মিথাইল	$-CH_3$
C_2	ইথ	(Eth)	CH_3-CH_3	ইথেন Ethane	ইথাইল	CH_3-CH_2-
C_3	প্রোপ	(Prop)	$CH_3-CH_2-CH_3$	প্রোপেন Propane	প্রোপাইল	$CH_3-CH_2CH_2-$
C_4	বিউট	(But)	$CH_3-(CH_2)_2-CH_3$	বিউটেন Butane	বিউটাইল	$CH_3-(CH_2)_2CH_2-$
C_5	পেন্ট	(Pent)	$CH_3-(CH_2)_3-CH_3$	পেন্টেন Pentane	পেন্টাইল	$CH_3(CH_2)_3CH_2-$
C_6	হেক্স	(Hex)	$CH_3-(CH_2)_4-CH_3$	হেক্সেন Hexane	হেক্সাইল	$CH_3(CH_2)_4CH_2-$
C_7	হেপ্ট	(Hept)	$CH_3-(CH_2)_5-CH_3$	হেপ্টেন Heptane	হেপ্টাইল	$CH_3(CH_2)_5CH_2-$
C_8	অক্ট	(Oct)	$CH_3-(CH_2)_6-CH_3$	অক্টেন Octane	অক্টাইল	$CH_3(CH_2)_6CH_2-$
C_9	নন	(Non)	$CH_3-(CH_2)_7-CH_3$	ননেন Nonane	ননাইল	$CH_3(CH_2)_7CH_2-$
C_{10}	ডেক	(Dec)	$CH_3-(CH_2)_8-CH_3$	ডেকেন Decane	ডেকাইল	$CH_3(CH_2)_8CH_2-$
C_{11}	উনডেক	(Undec)	$CH_3-(CH_2)_9-CH_3$	উনডেকেন Undecane	উনডেকাইল	$CH_3(CH_2)_9CH_2-$
C_{12}	ডোডেক	(Dodec)	$CH_3-(CH_2)_{10}-CH_3$	ডোডেকেন Dodecane	ডোডেকাইল	$CH_3(CH_2)_{10}CH_2-$

২.৫.১ অ্যালকেন বা সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনের নামকরণ (Naming of Alkane)

জেনেভা পদ্ধতিতে যৌগের কার্বন কাঠামোর দীর্ঘতম কার্বন শিকলের কার্বন পরমাণুর সংখ্যাকে গ্রিক সংখ্যাবাচক শব্দের শেষে'-এন' (-ane) বিভক্তি যোগ করে নামকরণ হয়।

যেমন, $\overset{1}{C}H_3-\overset{2}{C}H_2-\overset{3}{C}H_2-\overset{4}{C}H_2-\overset{5}{C}H_2-\overset{6}{C}H_3$

এ হাইড্রোকার্বনের নাম হেক্সেন, কারণ ৬টি কার্বন পরমাণু এই যৌগের কার্বন শিকলে আছে। গ্রিক ভাষায় ছয় শব্দের নাম 'Hex'; সুতরাং Hex + ane = Hexane. (হেক্সেন)।

২। শাখাযুক্ত অ্যালকেনের বেলায় দীর্ঘতম কার্বন-শিকল ঠিক করে শিকলটির বাম ও ডান উভয় দিক থেকে শেষ প্রান্ত পর্যন্ত 1, 2, 3, 4, ... ইত্যাদি সংখ্যা দ্বারা শিকলের কার্বন পরমাণুগুলোকে চিহ্নিত করা হয়। পরে একাধিক পার্শ্বশিকলের অবস্থান-নির্দেশক সংখ্যার যোগফল ডান বা বাম যে দিক থেকে ক্ষুদ্রতর হয়, সে দিকের সংখ্যাই পার্শ্বশিকল বা মূলকের নামের পূর্বে লেখা হয়।

৩। যখন সমসংখ্যক C পরমাণু যুক্ত দুটি দীর্ঘতম কার্বন-শিকল সম্ভব হয়, তখন অধিক শাখা বা মূলকযুক্ত কার্বন-শিকলকে মূল যৌগের জন্য বিবেচনা করা হয়।

৪। পার্শ্বশিকলের মূলকগুলোকে এদের ইংরেজি নামের প্রথম অক্ষরকে বর্ণ ক্রমানুসারে ধরে মূল অ্যালকেনের নামের পূর্বে একই মূলকটিকে স্ব-স্ব অবস্থানের সংখ্যা ও হাইফেন (–) সহ লেখা হয়। ভিন্ন মূলকটির অবস্থান সংখ্যার উভয় পার্শ্বে হাইফেন (-) বসে।

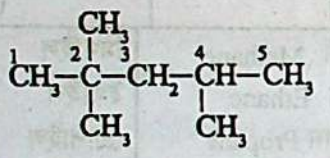
৫। একাধিক একই মূলক পার্শ্বশিকলরূপে থাকলে এদের অবস্থান নির্দেশক সংখ্যাকে 'কমা' চিহ্ন দ্বারা লিখে পরে ডাই-ট্রাই, টেট্রা ..... ইত্যাদি উপসর্গ ঐ মূলকের নামের পূর্বে লেখা হয়।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

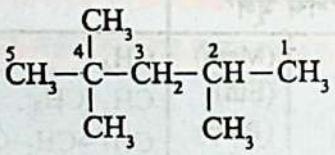
নিচের উদাহরণে বাম দিক থেকে নাম্বারিং শুদ্ধ কিন্তু ডান দিকের নাম্বারিং ভুল হবে; কারণ CH_3- মূলকের জন্য বামদিক থেকে C পরমাণুগুলোর ওপর দেয়া নম্বরের যোগফল হলো $(2 + 2 + 4) = 8$।

কিন্তু ডানদিক থেকে দেয়া নম্বরের যোগফল হলো $(2 + 4 + 4) = 10$।



বামদিক থেকে নম্বর দিলে যৌগটির নাম

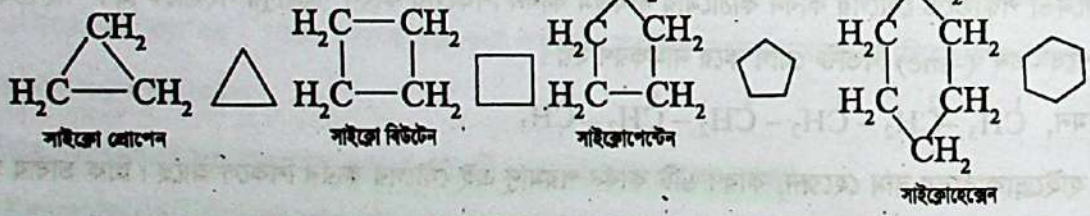
2,2,4- ট্রাইমিথাইল পেন্টেন। (শুদ্ধ নামকরণ)



ডান দিক থেকে নম্বর দিলে যৌগটির নাম

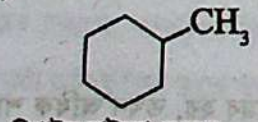
2,4,4-ট্রাইমিথাইল পেন্টেন। (ভুল নামকরণ)

৬। সাইক্লো অ্যালকেনের বেলায় অ্যালকেনের চেয়ে দুটি H-পরমাণু কম থাকে। এদের সাধারণ সংকেত হলো C_nH_{2n} এদেরকে কার্বন স্কেলেটন ফর্মুলা (Skeleton Formula) যেমন C-পরমাণুর সংখ্যা 3, 4, 5, 6 হলে ত্রিভুজরূপে সাইক্লোপ্রোপেন, চতুর্ভুজরূপে সাইক্লোবিউটেন, পঞ্চভুজরূপে সাইক্লো পেন্টেন ও ষড়ভুজরূপে সাইক্লো হেক্সেন-এর গাঠনিক সংকেত লেখা হয়। এ সব গাঠনিক সংকেতে প্রতিটি কোণায় C-পরমাণু আছে ধরা হয় এবং চতুর্যোজী C-পরমাণুর বন্ধন সংখ্যা বাদে অবশিষ্ট H–পরমাণু আছে মনে রাখতে হয়। যেমন,

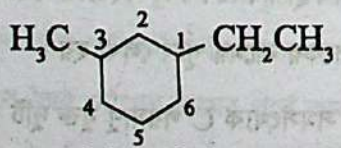


সাইক্লো প্রোপেন | সাইক্লো বিউটেন | সাইক্লোপেন্টেন | সাইক্লোহেক্সেন

প্রতিস্থাপিত সাইক্লো অ্যালকেনের বেলায়, দুই বা ততোধিক প্রতিস্থাপক থাকলে এদের ইংরেজি নামের প্রথম অক্ষরের বর্ণ ক্রমানুসারে প্রথমটির অবস্থানকে 1 ধরে ডানে-বামে ক্ষুদ্রতর সংখ্যা নির্দেশক অবস্থান ধরে অন্যান্য প্রতিস্থাপকের অবস্থান নির্দেশ করা হয়। যেমন,

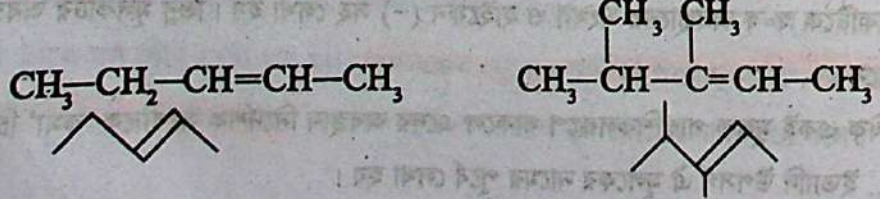


মিথাইল সাইক্লো হেক্সেন



1- ইথাইল -3- মিথাইল সাইক্লো হেক্সেন

অনুরূপভাবে কার্বন স্কেলেটন ফর্মুলার সাহায্যে পেন্ট-2-ইন ও 3, 4–ডাইমিথাইল পেন্ট-2-ইন নিম্নরূপে দেখানো হয় :



www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সারণি- ২.৭ : কার্যকরী মূলকভিত্তিক অ্যালকেনের জাতকরূপে সমগোত্রীয় যৌগের নামকরণের নিয়মাবলি

উপস্থিত কার্যকরী মূলক	যৌগের নামের 'পর-পদ'	যৌগ শ্রেণির সাধারণ নাম	অ্যালকেনের জাতকরূপে নামকরণে পরিবর্তন	উদাহরণ
১। কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন (C = C)	ইন (–ene)	অ্যালকিন (Alkene)	Alkane –ane + ene = Alkene	$H_2C = CH_2$ ইথিন
২। কার্বন–কার্বন ত্রিবন্ধন (C≡ C)	আইন (–yne)	অ্যালকাইন (Alkyne)	Alkane–ane + yne = Alkyne	$HC \equiv CH$ ইথাইন
৩। অ্যালকোহল মূলক (–OH)	অল (–ol)	অ্যালকানল (Alkanol)	Alkane –e + ol = Alkanol	CH_3CH_2OH ইথানল
৪। অ্যালডিহাইড মূলক (– CHO)	অ্যাল (–al)	অ্যালকান্যাল (Alkanal)	Alkane – e + al = Alkanal	$CH_3–CHO$ ইথান্যাল
৫। কিটোন মূলক (– CO–)	ওন (–one)	অ্যালকানোন (Alkanone)	Alkane –e + one=Alkanone	CH_3COCH_3 প্রোপানোন
৬। কার্বক্সিলিক মূলক (–COOH)	ওয়িক এসিড (–oic acid)	অ্যালকানোয়িক এসিড (Alkanoic acid)	Alkane -e + oic acid = Alkanoic acid	CH_3COOH ইথানোয়িক এসিড

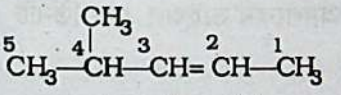
২.৫.২ অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনের নামকরণ
Naming of Unsaturated Hydrocarbons

যে সব হাইড্রোকার্বনের কার্বন শিকলে এক বা একাধিক দ্বিবন্ধন বা ত্রিবন্ধন থাকে, এদেরকে অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন বলে। কার্বন শিকলে একটি দ্বিবন্ধন থাকলে ঐ হাইড্রোকার্বনকে অ্যালকিন এবং একটি ত্রিবন্ধন থাকলে অ্যালকাইন বলে। সারণি ২.৭ মতে অ্যালকেনের জাতক রূপে এদের নামকরণ নিম্নরূপ :

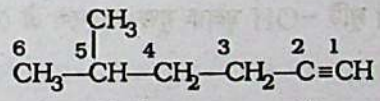
৭। অ্যালকিনে (Alkene) কার্বন শিকলে কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন ($>C = C<$) এবং অ্যালকাইনে (Alkyne) ত্রিবন্ধনের (–C≡ C–) অবস্থান বাম বা ডান দিক থেকে ক্ষুদ্রতর সংখ্যায় স্থির করা হয়। ঐ সংখ্যাকে অ্যালকিনের বেলায় নামের মাঝখানে'–ইন' এবং অ্যালকাইনের বেলায় নামের মাঝখানে - আইন' এর পূর্বে হাইপেন (–) সহ লেখা হয়। এরপর পার্শ্বশিকল বা মূলকগুলোর অবস্থান নির্ণয় করে নামকরণ করা হয়। যেমন,

Alk + (–সংখ্যা–) + ইন; যেমন, পেন্ট-2- ইন

Alk + (–সংখ্যা–) + আইন যেমন, পেন্ট -2- আইন



4-মিথাইল পেন্ট- 2-ইন



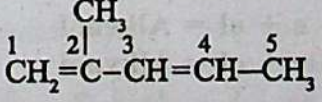
5- মিথাইল হেক্স-1 – আইন

৮। কার্বন শিকলে দু'টি বা তিনটি দ্বিবন্ধন থাকলে এদেরকে যথাক্রমে অ্যালকা-ডাইইন (Alka-diene) ও অ্যাল্কা-ট্রাইইন (Alka-triene) বলে। আবার কার্বন শিকলে দুটি বা তিনটি ত্রিবন্ধন থাকলে অ্যালকা-ডাইআইন (Alka-diyne) ও অ্যালকা-ট্রাইআইন বলে।

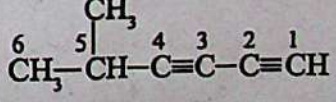
Alk + a + (–সংখ্যা–) + ডাইইন; যেমন, পেন্টা –1, 3– ডাইইন

Alk + a + (–সংখ্যা–) + ডাইআইন; যেমন, হেক্সা –1, 3– ডাইআইন

উদাহরণ



2-মিথাইল পেন্টা -1, 3-ডাইইন
[2- Methyl penta -1, 3– diene]



5 - মিথাইল হেক্সা - 1, 3 - ডাইআইন
[5-Methyl hexa -1, 3– diyne]

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

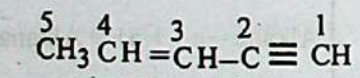
Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

কিন্তু শিকলে দ্বিবন্ধন ও ত্রিবন্ধন একত্রে থাকলে যথাক্রমে যৌগটি অ্যালকিনরূপে গণ্য করে এরপর Alkene এর 'e' স্থলে 'yne' বসায়ে দ্বিবন্ধন ও ত্রিবন্ধনের অবস্থান নিম্নরূপে উল্লেখ করতে হয়। [1993 এর IUPAC সুপারিশ মতে]

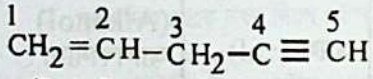
Alkene − e + yne = Alkenyne

* যখন কার্বন শিকলে দ্বিবন্ধন ও ত্রিবন্ধন উভয়ই থাকে, তখন যৌগটি অ্যালকিনাইন (Alkenyne) হবে। মূল যৌগটি হবে অ্যালকিন, কিন্তু নাম্বারিং এর বেলায় দ্বিবন্ধন ও ত্রিবন্ধনের মধ্যে উভয় দিক থেকে নাম্বারিং-এ যেটির অবস্থান ক্ষুদ্রতর সংখ্যায় থাকে সেটি অগ্রগণ্য হবে।

* কিন্তু দ্বিবন্ধন ও ত্রিবন্ধন শিকলের দুই প্রান্ত থেকে একই হলে দ্বিবন্ধনের অবস্থান অগ্রগণ্য ক্ষুদ্রতর সংখ্যায় হবে। যেমন-

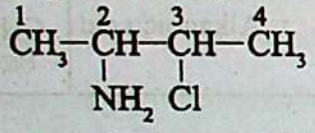


পেন্ট -3 –ইন –1–আইন

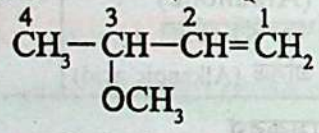


পেন্ট- 1–ইন –4–আইন

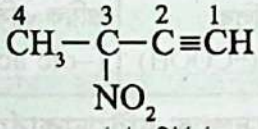
৯। কার্বন শিকলে $-NH_2$, $-OCH_3$, F, Cl, Br, I, $-NO_2$ ইত্যাদি পরমাণু বা মূলকসমূহকে যথাক্রমে অ্যামিনো, মিথোক্সি, ফ্লোরো, ক্লোরো, ব্রোমো, আয়োডো, নাইট্রো নামে প্রতিস্থাপিত মূলকরূপে সংখ্যা দ্বারা চিহ্নিত করা হয়। যেমন,



2- অ্যামিনো–3- ক্লোরো বিউটেন



3–মিথোক্সি বিউট–1–ইন



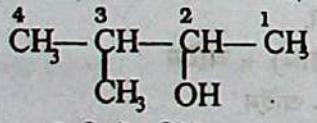
3–নাইট্রো বিউট-1–আইন

২.৫.৩ অ্যালকোহল, অ্যালডিহাইড-কিটোন ও কার্বক্সিলিক এসিডের নামকরণ
Naming of Alcohol, Aldehyde-Ketone & Carboxylic Acids

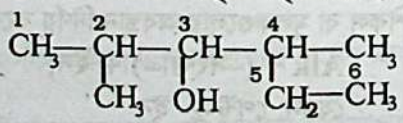
১০। জৈবযৌগের কার্বন শিকলে −OH মূলক থাকলে **অ্যালকানল** (Alkanol) বলে। দীর্ঘতম কার্বন শিকলের অ্যালকেন (Alkane) এর নামের শেষে 'e' এর স্থলে 'ol' পরপদ যোগ করা হয়। তখন অ্যালকোহল নামের পরপদ (suffix) 'অল' এর পূর্বে অবস্থান নির্দেশক সংখ্যাকে হাইপেন (-) সহ লিখতে হয়।

Alkane– e + ol = Alkanol; অ্যালকান + (- সংখ্যা-) + অল

নামকরণে —OH এর অবস্থান সম্ভাব্য ক্ষুদ্রতর সংখ্যায় স্থির করে এরপর পার্শ্বশিকলের অবস্থান স্থির করা হয়।

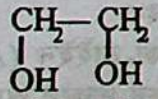


3–মিথাইল বিউটান –2– অল

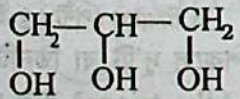


2, 4.–ডাইমিথাইল হেক্সান–3– অল

সম্পৃক্ত কার্বন শিকলে দুটি −OH মূলক যুক্ত থাকলে ঐ যৌগকে অ্যালকেন ডাইঅল এবং তিনটি −OH মূলক থাকলে অ্যালকেন ট্রাইঅল বলে।



1, 2–ইথেন ডাইঅল

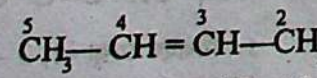


1, 2, 3– প্রোপেন ট্রাইঅল

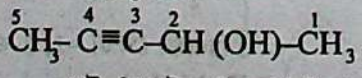
১১। অ্যালকোহলের কার্বন শিকলে দ্বিবন্ধন থাকলে অ্যালকিন (Alkene) কে মূল যৌগ ধরে alkene এর শেষের e বাদ দিয়ে ol (অল) পরপদ যোগ করে **অ্যালকিনল** (Alkenol) নাম রাখা হয়। নামকরণে কার্যকরী মূলক—OH এর অবস্থানকে প্রথমে বিবেচনা করা হয়। অনুরূপভাবে ত্রিবন্ধনসহ −OH মূলক থাকলে **অ্যালকাইনল** (Alkynol) হবে।

Alkene– e + ol = Alkenol

Alkyne– e + ol = Alkynol



পেন্ট–3–ইন –1–অল (Pent-3-en-1-ol)



পেন্ট–3–আইন –2–অল (Pent-3-yn-1-ol)

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

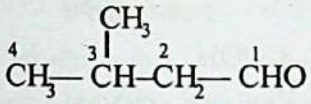
১২। অ্যালডিহাইড, (–CHO), কিটোন (–CO–) ও কার্বক্সিলিক এসিড (–COOH) যৌগের বেলায় –CHO এবং –COOH কার্যকরী মূলক শিকলের একপ্রান্তে থাকে বলে এদের অবস্থান নির্দেশক সংখ্যা (1) কে নামকরণে উল্লেখ করতে হয় না। কিন্তু কিটোন (–CO–) মূলকের অবস্থান সংখ্যা উল্লেখ করতে হয়। তখন কিটোনের নামের 'পরপদ' Suffix 'ওন' এর পূর্বে অবস্থান নির্দেশক সংখ্যাকে হাইফেন (-) সহ লিখতে হয়।

অ্যালডিহাইড, কিটোন ও কার্বক্সিলিক এসিডের নামকরণের জন্য অ্যালডিহাইড (–CHO) মূলকসহ সম্পৃক্ত দীর্ঘতম শিকলকে অ্যালকান্যাল, কিটোন (–CO–) মূলকসহ দীর্ঘতম শিকলকে অ্যালকানোন [অ্যালকান + (- সংখ্যা-) + ওন] এবং মনোকার্বক্সিলিক এসিডের বেলায় –COOH মূলকসহ সম্পৃক্ত দীর্ঘতম শিকলকে অ্যালকানোয়িক এসিড বলা হয়।

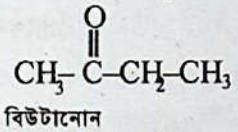
(i) অ্যালডিহাইড (–CHO) মূলক থাকলে : [Alkane – e + al = Alkanal]

(ii) কিটোন (–CO–) মূলক থাকলে : [Alkane – e + one = Alkanone]

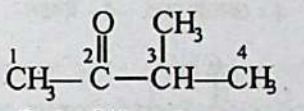
(iii) কার্বক্সিল (–COOH) মূলক থাকলে : [Alkane – e + oic acid = Alkanoic acid]



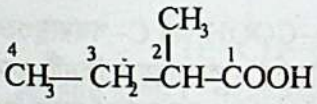
3–মিথাইল বিউটান্যাল



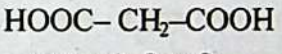
বিউটানোন
[এক্ষেত্রে নাম্বারিং প্রয়োজন নেই]



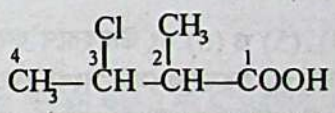
3–মিথাইল বিউটান -2- ওন
[এক্ষেত্রে CH_3 মূলকের জন্য নাম্বারিং প্রয়োজন হয়েছে]



2– মিথাইল বিউটানোয়িক এসিড



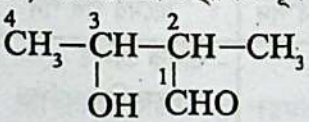
প্রোপেন ডাইওয়িক এসিড



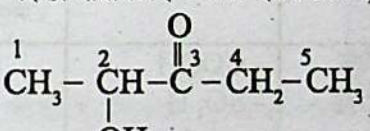
3- ক্লোরো- 2-মিথাইল বিউটানোয়িক এসিড

শিকলে দুটি –COOH মূলক থাকলে যৌগটি অ্যালকেন ডাইওয়িক এসিড হবে।

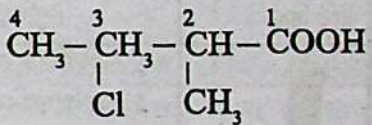
১৩। অ্যালডিহাইড, কিটোন ও এসিডের বেলায় Cl, – OH,– NH_2, –O–R, – NO_2 ইত্যাদি মূলক কার্বন শিকলে থাকলে, এদেরকে প্রতিস্থাপিত মূলকরূপে সংখ্যা দ্বারা চিহ্নিত করা হয়। যেমন,



3-হাইড্রক্সি -2-মিথাইল বিউটান্যাল

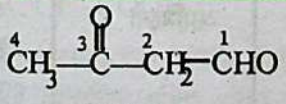


2– হাইড্রক্সি পেন্টান -3- ওন

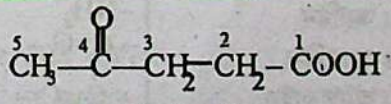


3- ক্লোরো-2- মিথাইল বিউটানোয়িক এসিড

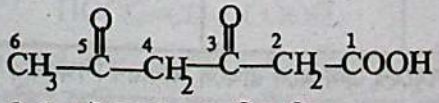
অ্যালডিহাইড ও কার্বক্সিলিক এসিডের শিকলে দ্বিতীয় মূলকরূপে –CO– মূলক থাকলে তখন –CO– মূলকটিকে যৌগের নামের পূর্বে এর অবস্থান সংখ্যাসহ 'অক্সো' শব্দে লিখতে হয়। আবার একই সম্পৃক্ত কার্বন শিকলে দুটি (–CO–) মূলক থাকলে যৌগটিকে অ্যালকেনডাইওন নামকরণ এবং (–CO–) মূলকের অবস্থানসূচক সংখ্যাকে 'ওন' এর পূর্বে (–) হাইফেনসহ লেখা হয়। দুটি –CHO মূলক থাকলে যৌগটির তখন অ্যালকেন নামের পর ডাইঅ্যাল (dial) নামকরণ হয়।



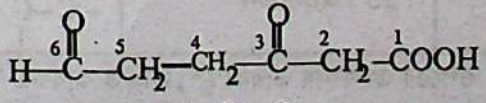
3- অক্সোবিউটান্যাল



4- অক্সো পেন্টানোয়িক এসিড



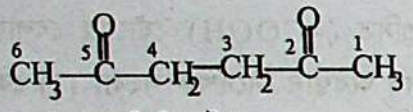
3, 5– ডাই অক্সো হেক্সানোয়িক এসিড



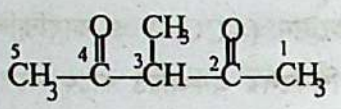
3, 6– ডাই অক্সো হেক্সানোয়িক এসিড

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

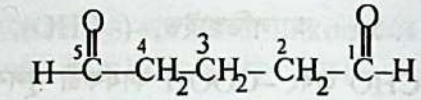
Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com



হেক্সেন –2, 5– ডাইওন

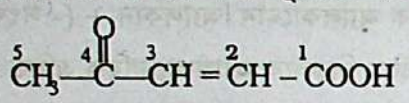


3- মিথাইল পেন্টেন- 2, 4- ডাইওন

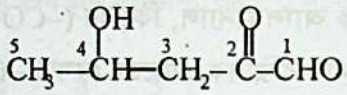


পেন্টেন ডাইঅ্যাল

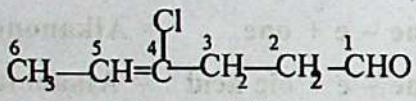
১৪। শিকলে একাধিক কার্যকরী মূলক থাকলে বিভিন্ন মূলকের অগ্রগণ্য সারণিতে ক্রমিক সংখ্যা মতে কার্যকরী মূলকের মূল যৌগ নিরূপণ করে অপর মূলককে প্রতিস্থাপিত মূলক ধরা হয়।

(1) 

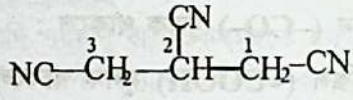
4- অক্সো পেন্ট –2– ইনোয়িক এসিড

(2) 

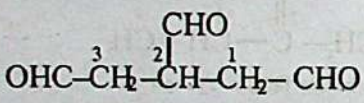
4- হাইড্রক্সি -2- অক্সো পেন্টান্যাল

(3) 

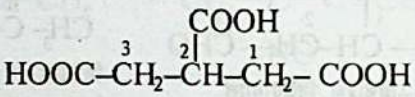
4– ক্লোরো হেক্স –4– ইন্যাল

(4) 

প্রোপেন –1, 2, 3 – ট্রাইকার্বনাইট্রাইল

(5) 

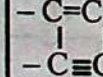
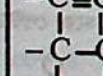
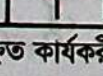
প্রোপেন –1, 2, 3 – ট্রাইকার্ব্যালডিহাইড

(6) 

প্রোপেন –1, 2, 3 – ট্রাইকার্বক্সিলিক এসিড

দ্রষ্টব্য : (4), (5) ও (6) নং উদাহরণে যথাক্রমে কার্যকরী মূলক –CN, CHO, –COOH এর C–পরমাণুগুলোকে মূল কার্বন শিকলের C–পরমাণুর মোট সংখ্যা থেকে বাদ দেয়া হয়েছে। কারণ প্রতিটি যৌগে C– পরমাণুযুক্ত তিনটি কার্যকরী মূলককে একই মূল কার্বন শিকলে নেয়া সম্ভব নয়। কিন্তু $HOOC–CH_2–COOH$ এর নামে সব –COOH মূলক গণনায় নিয়ে এর নাম প্রোপেন ডাইওয়িক এসিড করা হয়েছে।

সারণি - ২.৮ : কার্যকরী মূলকসমূহের অগ্রগণ্য ক্রম

অগ্রগণ্য নির্দেশক তীর চিহ্ন	সমগোত্রীয় শ্রেণির নাম	কার্যকরী মূলক	Prefix, নামের পূর্ব পদ	Suffix, নামের পর পদ
	* ১। কার্বক্সিলিক এসিড	– COOH	–	- ওয়িক এসিড
	২। সালফোনিক এসিড	$–SO_3H$	–	- সালফোনিক এসিড
	৩। এসিড হ্যালাইড	– COX	–	- ওয়িল হ্যালাইড
	৪। এসিড অ্যামাইড	$–CONH_2$	অ্যামিডো	- অ্যামাইড
	৫। নাইট্রাইল বা সায়ানাইড	– CN	সায়ানো	- নাইট্রাইল
	* ৬। অ্যালডিহাইড	– CHO	অ্যালকানোয়িল	- অ্যাল
	* ৭। কিটোন	– CO–	অক্সো	- ওন
	* ৮। অ্যালকোহল	– OH	হাইড্রক্সি	- অল
	৯। থায়োল	– SH	মারক্যাপটো	- থায়োল
	১০। অ্যামিন	$–NH_2$	অ্যামিনো	- অ্যামিন
	* ১১। অ্যালকিন		–	- ইন
	* ১২। অ্যালকাইন		–	- আইন
	১৩। অ্যালকেন		–	- এন

[**দ্রষ্টব্য :** ১। ওপরের তালিকায় তারকা (*) চিহ্নিত কার্যকরী মূলকসমূহের ক্রম মনে রাখলে সাধারণ শিক্ষার্থীর জন্য মোটামুটিভাবে নামকরণ করার কাজ সহজ হবে।]

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সমাধানকৃত সমস্যা – ২.১ : জৈব যৌগের নামকরণ : কার্যকরী মূলকভিত্তিক :

IUPAC পদ্ধতিতে নিম্নোক্ত যৌগের নাম লেখ :

(১) $CH_3CH_2CH(CH_3)\,CH_2CH_2CH_2CH\,(CH_3)_2$ (২) $CH_3CH(Cl)–C(CH_3)=CH_2$

(৩) $CH_3C\equiv C.C(CH_3)_3$ (৪) $CH_3CH_2C\equiv C–CH_2CH_2OH$

(৫) $CH_3CH = CH–COOH$ (৬) $HOOC–CH_2–COOH$

(৭) $CH\equiv C–CO–CH_2CH_3$

দক্ষতা (Strategy) : প্রথমে C-পরমাণুযুক্ত পার্শ্বশিকল ও প্রতিস্থাপকগুলোকে বন্ধনী মুক্ত কর। কার্বন শিকলে প্রতিটি C পরমাণুর চতুর্যোজ্যতা গণনা করে কার্যকরী মূলকযুক্ত দীর্ঘতম কার্বন শিকল ঠিক কর। কার্যকরী মূলকের অবস্থান ক্ষুদ্রতম সংখ্যায় থাকে; এ মতো কার্বন শিকলে নাম্বারিং কর এবং জেনেভা নিয়ম অনুসরণ কর।

সমাধান (Solution) :

(১) $\overset{8}{CH_3}–\overset{7}{CH_2}\overset{6}{\underset{|}{CH}}(CH_3)–\overset{5}{CH_2}–\overset{4}{CH_2}–\overset{3}{CH_2}–\overset{2}{\underset{|}{CH}}(CH_3)–\overset{1}{CH_3}$

যৌগটির আটটি C পরমাণুযুক্ত দীর্ঘতম শিকলে 2 ও 6 নং C পরমাণুতে দুটি $–CH_3$ মূলক আছে। এটিতে কোনো কার্যকরী মূলক নেই। যৌগটি অ্যালকেন শ্রেণিভুক্ত হওয়ায় এটির নাম হলো 2, 6 - ডাইমিথাইল অকটেন।

(২) $\overset{4}{CH_3}–\overset{3}{\underset{|}{CH}}(Cl)–\overset{2}{\underset{|}{C}}(CH_3)=\overset{1}{CH_2}$

যৌগটির চারটি C পরমাণুযুক্ত দীর্ঘতম শিকলে 1 নং C পরমাণু থেকে দ্বিবন্ধন শুরু 2 নং C পরমাণুতে $–CH_3$ মূলক ও 3 নং C পরমাণুতে প্রতিস্থাপক Cl পরমাণুযুক্ত আছে। যৌগটি অ্যালকিন শ্রেণিভুক্ত হওয়ায় এর নাম হলো 3-ক্লোরো -2-মিথাইল বিউট-1-ইন।

(৩) $\overset{1}{CH_3}–\overset{2}{C}\equiv\overset{3}{C}–\overset{4}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}(CH_3)–\overset{5}{CH_3}$ (CH_3 at C-4)

যৌগটির পাঁচটি C পরমাণুযুক্ত দীর্ঘতম শিকলে 2নং C পরমাণু থেকে ত্রিবন্ধন শুরু 4 নং C পরমাণুতে দুটি $–CH_3$ মূলক পার্শ্বশিকলরূপে আছে। যৌগটি অ্যালকাইন শ্রেণিভুক্ত হওয়ায় এটির নাম হলো 4, 4–ডাইমিথাইল পেন্ট- 2 –আইন ।

MCQ– 2.5 : কোন যৌগে পাই (π) বন্ধন নেই?

(ক) C_2H_6 (খ) HCHO

(গ) C_2H_2 (ঘ) HCN

(৪) $\overset{6}{CH_3}\overset{5}{CH_2}–\overset{4}{C}\equiv\overset{3}{C}–\overset{2}{CH_2}\,\overset{1}{CH_2}OH$

যৌগটির ছয়টি C-পরমাণুযুক্ত দীর্ঘতম শিকলে 1 নং কার্বনে কার্যকরী মূলক–OH এবং 3 নং C পরমাণু থেকে ত্রিবন্ধন যুক্ত আছে। তাই যৌগটি অ্যালকাইনল শ্রেণিভুক্ত হওয়ায় এটির নাম হলো হেক্স- 3-আইন - 1- অল।

(৫) $\overset{4}{CH_3}\overset{3}{CH}=\overset{2}{CH}–\overset{1}{COOH}$

যৌগটির চারটি C-পরমাণু যুক্ত শিকলে 1 নং কার্বনটি কার্যকরী মূলক-COOH এবং 2 নং C পরমাণু থেকে দ্বিবন্ধন যুক্ত আছে। তাই যৌগটি অ্যালকিন-ওয়িক এসিড শ্রেণিভুক্ত হওয়ায় এটির নাম হলো বিউট-2- ইন ওয়িক এসিড।

(৬) $HOO\overset{3}{C}–\overset{2}{CH_2}–\overset{1}{COOH}$

যৌগটির তিনটি C-পরমাণু যুক্ত শিকলে কার্যকরী মূলকরূপে দুটি -COOH মূলক আছে। তাই যৌগটি অ্যালকেন ডাই-ওয়িক এসিড শ্রেণিভুক্ত হওয়ায় এটির নাম হলো প্রোপেন ডাইওয়িক এসিড।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

(৭) $\overset{1}{CH}\equiv\overset{2}{C}-\overset{\overset{O}{\|}}{\overset{3}{C}}-\overset{4}{CH_2}\overset{5}{CH_3}$

যৌগটির পাঁচটি C-পরমাণুযুক্ত শিকলে ডানে ও বামে উভয় দিকে 3 নং কার্বনে কার্যকরী মূলক -CO-থাকায় ত্রিবন্ধনের অবস্থান ২য় স্তরে গণ্য করে 1 নং C পরমাণুতে ঠিক হয়েছে। তাই যৌগটি অ্যালকাইন-ওন শ্রেণিভুক্ত হওয়ায় এটির নাম হলো পেন্ট –1-আইন–3 - ওন।

শিক্ষার্থীর কাজ– ২.৫ : IUPAC পদ্ধতিতে জৈব যৌগের নামকরণ :

সমস্যা–২.৮। IUPAC পদ্ধতিতে নিম্নোক্ত যৌগের নাম লেখ :

(১) $CH_3CH_2CH(CH_3)C(CH_3)_3$,
(২) $(CH_3)_4C$,
(৩) $CH_3CH(CH_3)CH_2C(CH_3)_2CH_2CH_3$,
(৪) $CH_3CH_2CH(C_2H_5)CCl_2CH_3$,
(৫) $CH_3CH(CH_3)CH_2CH=CH_2$,
(৬) $CH_2=CHBr$
(৭) $(CH_3)_2C=CH_2$,
(৮) $CH_2=CHCH_2CH_2CH=CH_2$,
(৯) $CH_3C\equiv C.CH(CH_3)_2$,
(১০) $HC\equiv C-CH(CH_3)C\equiv CH$,,
(১১) $(CH_3)_3C-OH$,
(১২) $CH_2=CHCH_2CH(OH)CH_3$,
(১৩) $CH_2(OH)CH_2CH_2CH_2OH$,
(১৪) $(CH_3)_2CHCH_2CHO$,
(১৫) $CH_2=CHCH_2CHO$,
(১৬) $(CH_3)_2CHCH=CHCH_2COCH_3$,
(১৭) $(CH_3)_3C(CH_2)_2CHCl\text{-}CHO$
(১৮) $CH_3CH(CH_3)CH(NH_2)-COOH$,
(১৯) $HOOC-COOH$

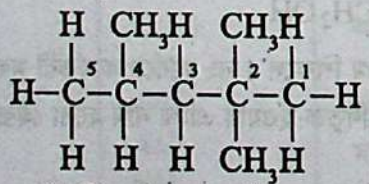
সমাধানকৃত সমস্যা- ২.২ : জৈব যৌগের গাঠনিক সংকেত লিখন :

IUPAC পদ্ধতিতে নিম্নোক্ত যৌগের নাম থেকে গাঠনিক সংকেত লেখ :

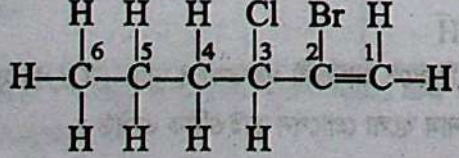
(১) 2, 2, 4- ট্রাইমিথাইল পেন্টেন,
(২) 2-ব্রোমো-3-ক্লোরো হেক্স–1– ইন,
(৩) ট্রান্সবিউট –2– ইন
(৪) 4-মিথাইল পেন্ট-2-আইন,
(৫) বিউট-2 আইন-1, 4-ডাই অল,
(৬) 4, 4-ডাই মিথাইল হেপ্ট –2-ওন
(৭) সাইক্লোহেক্সানোন,
(৮) সিস্ বিউটিন-ডাইওয়িক এসিড।

দক্ষতা (Strategy) : প্রতিটি যৌগের নাম থেকে C-পরমাণু সংখ্যা জেনে মূল কার্বন শিকল অঙ্কন কর। শিকলে ডান দিক থেকে নাম্বারিং কর। প্রথমে কার্যকরী মূলক, প্রতিস্থাপক ও অ্যালকাইল মূলক পার্শ্বশিকল নাম্বার মতে C–পরমাণুতে যুক্ত কর। শেষে প্রতিটি C-পরমাণুর যোজনী 4 হিসেবে প্রয়োজনমতো H-পরমাণু যুক্ত কর।

সমাধান (Solution) : (১) 2, 2, 4-ট্রাইমিথাইল পেন্টেন; এ যৌগটিতে পেন্ট অর্থাৎ এর মূল শিকলে পাঁচটি C-পরমাণু আছে এবং এটি অ্যালকেন সদস্য। এ শিকলে 2, 2, 4, অবস্থানে তিনটি CH_3- মূলক পার্শ্ব শিকলরূপে যুক্ত আছে। তাই এটির গাঠনিক সংকেত হলো নিম্নরূপ :



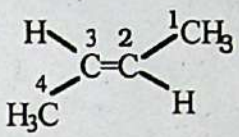
(২) 2-ব্রোমো-3-ক্লোরো হেক্স-1–ইন; এ যৌগটিতে 'হেক্স' অর্থাৎ এর মূল শিকলে ছয়টি C-পরমাণু আছে এবং এটি অ্যালকিন সদস্য। এ শিকলে 1 নং কার্বনে দ্বিবন্ধন, 2 নং কার্বনে Br ও 3 নং কার্বনে Cl পরমাণু যুক্ত আছে। তাই এটির গাঠনিক সংকেত নিচে দেয়া হলো :



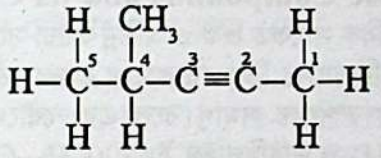
www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

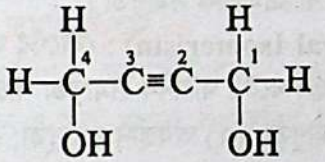
(৩) ট্রান্স বিউট –2– ইন; এ যৌগটিতে 'বিউট' অর্থাৎ এর মূল কার্বন শিকলে চারটি C পরমাণু আছে এবং এটি অ্যালকিন সদস্য। দ্বিবন্ধনের দু' পার্শ্বে দুটি CH_3-মূলক কোনাকুনিভাবে (trans) বিপরীত দিকে রয়েছে। তাই এটির গাঠনিক সংকেত হলো নিম্নরূপ: [উল্লেখ্য সিস্ (cis) শব্দ দ্বারা দ্বিবন্ধনের একই দিকে দুটি একই মূলক-এর অবস্থান বোঝায়।]



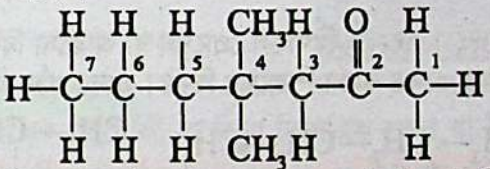
(৪) 4–মিথাইল পেন্ট-2-আইন; এ যৌগটিতে 'পেন্ট' অর্থাৎ এর মূল কার্বন শিকলে পাঁচটি C–পরমাণু আছে এবং এটি অ্যালকাইন সদস্য। এর 2 নং কার্বনে ত্রিবন্ধন শুরু এবং 4 নং কার্বন CH_3-মূলক রয়েছে। তাই যৌগটির গাঠনিক সংকেত দেয়া হলো :



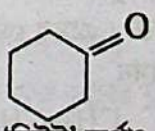
(৫) বিউট-2-আইন-1,4-ডাই অল; এ যৌগটিতে 'বিউট' অর্থাৎ এর মূল কার্বন শিকলে চারটি C-পরমাণু আছে এবং এটি অ্যালকোহল সদস্য। এর 1নং ও 4 নং C- পরমাণুতে দুটি -OH মূলক (–অল) এবং 2 নং কার্বন থেকে ত্রিবন্ধন রয়েছে। তাই যৌগটির গাঠনিক সংকেত দেয়া হলো :



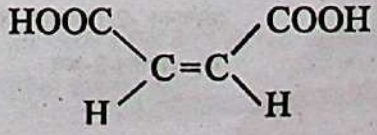
(৬) 4, 4- ডাইমিথাইল হেপ্ট–2-ওন; এ যৌগটিতে 'হেপ্ট' অর্থাৎ এর মূল কার্বন শিকলে সাতটি C-পরমাণু আছে এবং এটি অ্যালকানোন সদস্য। এর 2 নং C-পরমাণুটি –CO-মূলক (-ওন) রূপে ও 4 নং C-পরমাণুতে CH_3-মূলক যুক্ত আছে। তাই যৌগটির গাঠনিক সংকেত নিচে দেয়া হলো :



(৭) **সাইক্লো হেক্সানোন :** এ যৌগটিতে 'হেক্স' অর্থাৎ এর মূল বদ্ধ (সাইক্লো) শিকলে ছয়টি C পরমাণু আছে এবং একটি C পরমাণু কিটোমূলক –CO– রূপে আছে। এটি হলো সাইক্লো-কিটোন। তাই এ যৌগটির গাঠনিক সংকেত দেয়া হলো :



(৮) সিস্ বিউটিন ডাইওয়িক এসিড; এ যৌগটিতে 'বিউট' অর্থাৎ এর মূল কার্বন শিকলে চারটি C-পরমাণু আছে এবং এটি ডাইকার্বক্সিলিক এসিড (-ওয়িক) সদস্য। কার্বন শিকলের মাঝখানে দ্বিবন্ধন (-ইন) আছে এবং সিস (cis) শব্দ দ্বারা দু'প্রান্তের -COOH মূলক দুটি দ্বিবন্ধনের এক পার্শ্বে আছে বোঝায়। এর গাঠনিক সংকেত দেয়া হলো :



www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

শিক্ষার্থীর কাজ –২.৬ : IUPAC ভিত্তিক যৌগের গঠনসংকেত লিখন :
সমস্যা – ২.৯ : IUPAC পদ্ধতিতে নিম্নোক্ত যৌগের গাঠনিক সংকেত লেখ।

(১) 3, 4 – ডাইমিথাইল অকটেন,
(২) 3-ইথাইল – 4, 4-ডাইমিথাইল হেপ্টেন,
(৩) 1-ইথাইল-3-মিথাইল সাইক্লোহেক্সেন,
(৪) cis–3-মিথাইল হেক্স-2-ইন,
(৫) 4-মিথাইল পেন্ট -2- আইন,
(৬) 3-ক্লোরো বিউট-1-আইন,
(৭) পেন্ট-3-ইন-1-অল,
(৮) 3-হাইড্রক্সি বিউট-2-ওন,
(৯) প্রোপ-ইন-ওয়িক এসিড,
(১০) পেন্ট-1–আইন--3-ওন,
(১১) 4-ক্লোরো-পেন্ট -3-ইন-2-ওন,
(১২) 6–মিথাইল –হেপ্ট -4-ইন-2 ওন,
(১৩) বিউট-3-ইন-1-অল,
(১৪) পেন্ট -2-ইন-ওয়িক এসিড।

২.৬ জৈব যৌগের সমাণুতা ও এর প্রকারভেদ

Isomerism in Organic Compounds and its Classes

সংজ্ঞা : যে সব জৈব যৌগের আণবিক সংকেত এক ও অভিন্ন হওয়া সত্ত্বেও এদের গাঠনিক সংকেতের ভিন্নতার কারণে এবং অণুস্থিত পরমাণুসমূহের ত্রিমাত্রিক বিন্যাসের ভিন্নতার কারণে এদের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মে অন্তত দু-একটা পার্থক্য প্রকাশ পায়, সে সব জৈব যৌগকে পরস্পরের সমাণু বলে এবং যৌগের এরূপ ধর্মকে সমাণুতা (Isomerism) বলা হয়। যেমন, ইথানল (C_2H_5–OH) ও ডাইমিথাইল ইথার (CH_3–O–CH_3) উভয় যৌগ পরস্পরের সমাণু। উভয় যৌগের একই আণবিক সংকেত হলো C_2H_6O, কিন্তু গাঠনিক সংকেত ভিন্ন হওয়ায় এদের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মে পার্থক্য ঘটে।

সমাণুতার শ্রেণিবিভাগ : সমাণুতাকে প্রধানত দু শ্রেণিতে বিভক্ত করা যায়। যেমন,
(ক) গাঠনিক সমাণুতা ও (খ) স্টেরিও বা ত্রিমাত্রিক সমাণুতা।

(ক) গাঠনিক সমাণুতা (Structural Isomerism) : যৌগের অণুস্থিত বিভিন্ন পরমাণুর সম্ভাব্য একাধিক অবস্থান বিন্যাসের পার্থক্যহেতু গাঠনিক সমাণুতার উদ্ভব ঘটে। গাঠনিক সমাণুতা পাঁচ প্রকার। যেমন, শাখাযুক্ত অ্যালকেনের স্ফুটনাঙ্ক n-অ্যালকেনের চেয়ে কম হয়। (১) চেইন সমাণুতা; (২) অবস্থান সমাণুতা; (৩) কার্যকরী মূলক সমাণুতা; (৪) মেটামারিজম ও (৫) টটোমারিজম।

১। চেইন সমাণুতা : একই আণবিক সংকেতযুক্ত চেইন সমাণুগুলো একই সমগোত্রীয় শ্রেণির সদস্য এবং এসব সমাণুর কার্বন কাঠামো শাখাবিহীন ও শাখাযুক্ত হয়ে থাকে। ফলে এদের ধর্মে পার্থক্য দেখা যায়। শাখাযুক্ত অ্যালকেনের স্ফুটনাঙ্ক n^- অ্যালকেনের চেয়ে কম হয়।

যেমন, বিউটেন (স্ফুটনাঙ্ক, – 0.50°C) এবং 2–মিথাইল প্রোপেন বা আইসো বিউটেন (স্ফুটনাঙ্ক,–10.2°C) উভয় যৌগের আণবিক সংকেত হলো C_4H_{10}; কিন্তু এদের কার্বন শিকলের ভিন্নতা এদের গঠন নিম্নরূপ :

$CH_3—CH_2—CH_2—CH_3$ (বিউটেন, b.p = –0.5°C)

$CH_3—\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}—CH_3$ (2- মিথাইল প্রোপেন, b.p = – 10.2°C)

২। অবস্থান সমাণুতা : একই আণবিক সংকেতযুক্ত জৈব যৌগের কার্বন শিকলে দ্বিবন্ধন, ত্রিবন্ধন বা কার্যকরী মূলকের অবস্থানের পার্থক্যহেতু অবস্থান সমাণুতার উদ্ভব ঘটে। এদের ভৌত ধর্মে ও রাসায়নিক ধর্মে পার্থক্য দেখা যায়। এ প্রকার সমাণুগুলো একই সমগোত্রীয় শ্রেণির সদস্য হয়। যেমন,

			আণবিক সংকেত
(১)	CH_2=CH–CH_2–CH_3	CH_3–CH=CH–CH_3	C_4H_8
	বিউট- 1- ইন (স্ফুটনাঙ্ক, – 6.5°C)	বিউট- 2- ইন (স্ফুটনাঙ্ক, 1.4°C)	
(২)	CH_3–CH_2–CH_2–OH	CH_3–CH(OH)–CH_3	C_3H_8O
	প্রোপানল-1 (স্ফুটনাঙ্ক, 97°C) বা, প্রোপান-1-অল	প্রোপানল -2 (স্ফুটনাঙ্ক, 81°C) বা, প্রোপান-2-অল	আণবিক সংকেত $[C_nH_{2n+2}O$ এখানে n = 3]

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

৩। কার্যকরী মূলক সমাণুতা : একই আণবিক সংকেত যুক্ত দুটি যৌগের অণুস্থিত কার্যকরী মূলকের বিভিন্নতার কারণে উদ্ভূত সমাণুতাকে কার্যকরী মূলক সমাণুতা বলে। এদের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মে পার্থক্য থাকে। যেমন, অ্যালকোহল ও ইথারের মধ্যে এবং অ্যালডিহাইড, অ্যালকিনল ও কিটোনের মধ্যে কার্যকরী মূলক সমাণুতা ঘটে।

$CH_3–CH_2–OH$
ইথানল, (স্ফুটনাঙ্ক, 78.3°C)

$CH_3–CH_2–CHO$
প্রোপান্যাল, (স্ফুটনাঙ্ক, 48.8°C)

$CH_3–CO–CH_3$
অ্যাসিটোন (স্ফুটনাঙ্ক, 56°C)

$CH_3–O–CH_3$
ডাইমিথাইল ইথার, (স্ফুটনাঙ্ক, 25°C)

$CH_2=CH–CH_2OH$
2–প্রোপিন–1–অল বা, অ্যালাইল অ্যালকোহল
(স্ফুটনাঙ্ক, 97°C)

আণবিক সংকেত $[C_nH_{2n+2}O]$
C_2H_6O
আণবিক সংকেত $[C_nH_{2n}O]$
C_3H_6O

৪। মেটামারিজম (Metamerism) : একই সমগোত্রীয় শ্রেণির অন্তর্ভুক্ত সমাণুগুলোতে যখন কার্যকরী মূলকের উভয় পার্শ্বে কার্বন পরমাণু সংখ্যার ভিন্নতা থাকে তখন এসব সমাণুকে **মেটামার** (metamers) বলে এবং তাদের দ্বারা প্রদর্শিত ধর্মের পার্থক্যকে মেটামারিজম বলে। দ্বিযোজী কার্যকরী মূলকযুক্ত ইথার, কিটোন ও সেকেন্ডারি অ্যামিনের ক্ষেত্রে মেটামারিজম ঘটে। $C_4H_{10}O$ এর তিনটি ইথার মেটামার সমাণু আছে। যেমন –.

$CH_3–O–CH_2CH_2CH_3$
মিথোক্সি প্রোপেন (স্ফুটনাঙ্ক, 39°C)

$CH_3CH_2–O–CH_2CH_3$
ইথোক্সি ইথেন (34.5°C)

$CH_3–O–CH(CH_3)_2$
2–মিথোক্সি প্রোপেন (32.5°C)

আণবিক সংকেত $C_4H_{10}O$

$CH_3–CO–CH_2CH_2CH_3$
পেন্টান–2–ওন

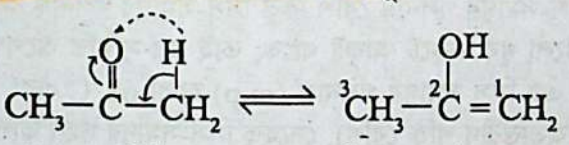
$CH_3CH_2–CO–CH_2CH_3$
পেন্টান–3–ওন

$CH_3–CO–CH(CH_3)_2$
3–মিথাইল বিউটান–2–ওন

আণবিক সংকেত $C_5H_{10}O$

৫। টটোমারিজম (Tautomerism) : টটোমারিজম প্রক্রিয়ায় সমাণুগুলোতে যখন এক প্রকার কার্যকরী মূলক কাঠামো থেকে স্বতঃস্ফূর্তভাবে ভিন্ন প্রকার কার্যকরী মূলকে রূপান্তরিত হয় এবং উভয় কাঠামো সাম্যাবস্থায় বিরাজ করে। এজন্য টটোমারিজমকে গতিশীল কার্যকরী মূলক সমাণুতা বলে।

প্রোপানোন স্বতঃস্ফূর্তভাবে স্বল্প পরিমাণে প্রোপিন-2- অল সৃষ্টি করে। তখন কিটো মূলকটি (– CO –) কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন ও অ্যালকোহল মূলক (–OH) অর্থাৎ 'ইন ও অল' মূলকে রূপান্তরিত হয় এবং সাম্যাবস্থায় থাকে। প্রোপানোন ও প্রোপিন-2- অল পরস্পরের টটোমার সমাণু।



প্রোপানোন (কিটো সমাণু) প্রোপি -2-অল(ইনল সমাণু)

MCQ – 2.6 : কোন সংকেতে মেটামার সমাণু সম্ভব?
(ক) C_3H_7O (খ) $C_4H_{10}O$
(গ) C_4H_8O (ঘ) $C_4H_8O_2$

(খ) স্টেরিও সমাণুতা (stereo-Isomerism) : গ্রিক স্টেরিও শব্দের অর্থ হলো 'ত্রিমাত্রিক স্থান'। স্টেরিও সমাণুতা সাধারণত অণুস্থিত বিভিন্ন পরমাণু বা মূলকের চতুর্যোজী কার্বনের ত্রিমাত্রিক সজ্জা বা বিন্যাসের পার্থক্যের জন্য সৃষ্টি হয়ে থাকে। স্টেরিও সমাণুর ত্রিমাত্রিক চিত্রকে কনফিগারেশন (configuration) বলা হয়। স্টেরিও সমাণুতা দু' প্রকার। যেমন, (১) জ্যামিতিক সমাণুতা বা সিস্-ট্রান্স সমাণুতা; ও (২) আলোক সক্রিয় সমাণুতা।

এখানে জ্যামিতিক সমাণুতা ও আলোক সমাণুতা সম্বন্ধে সংক্ষেপে আলোচনা করা হলো।

২.৬.১ জ্যামিতিক সমাণুতা (Geometric isomerism)

সংজ্ঞা : যে সব জৈব যৌগের কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধনের অক্ষ বরাবর মুক্ত আবর্তন সম্ভব না হওয়ায় ভিন্ন কনফিগারেশন যুক্ত দু'ধরনের যৌগ অণু সৃষ্টি হয়; তাদেরকে জ্যামিতিক সমাণু এবং এরূপ যৌগের ধর্মকে **জ্যামিতিক সমাণুতা বা সিস-ট্রান্স সমাণুতা** বলে।

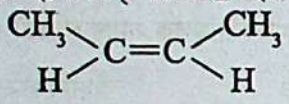
জ্যামিতিক সমাণুতার দুটি শর্ত :

(১) সাধারণত abC=Cab অথবা abC=Cad সংকেতযুক্ত প্রতিস্থাপিত অ্যালকিন জ্যামিতিক সমাণুতা প্রদর্শন করে।
(২) চাক্রিক জৈব যৌগসমূহ জ্যামিতিক সমাণুতা প্রদর্শন করে।

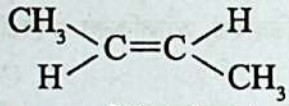
www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

উদাহরণ-১ : বিউট-2–ইন এবং এর দুটি জ্যামিতিক সমাণু সম্ভব। কারণ এটি সাধারণ সংকেত abC=Cab কে অনুসরণ করে। তাদের একটি হলো সিস্- বিউট-2 -ইন অপরটি হলো ট্রান্স- বিউট-2 -ইন।



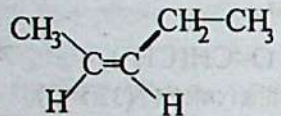
cis- বিউট-2 -ইন [b.p 4°C]



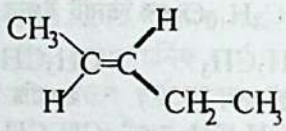
trans- বিউট-2–ইন [b.p 1°C]

দুটি কন্‌ফিগারেশনের মধ্যে সদৃশ পরমাণু বা মূলকদ্বয় যখন দ্বিবন্ধনযুক্ত কার্বনদ্বয়ের একই দিকে থাকে, তখন উক্ত সমাণুকে সিস্-সমাণু বলে (Lt. cis=same side)। অপরদিকে দুটি একই মূলক বা পরমাণু দ্বিবন্ধনযুক্ত কার্বনদ্বয়ের দুদিকে বা বিপরীত দিকে থাকে, তখন উক্ত সমাণুকে ট্রান্স-সমাণু বলে (Lt. trans=across)। এজন্য জ্যামিতিক সমাণুতাকে সিস-ট্রান্স সমাণুতাও বলা হয়।

উদাহরণ-২ : পেন্ট -2–ইন এর দুটি জ্যামিতিক সমাণু সম্ভব। কারণ এটি সাধারণ সংকেত abC=Cad কে অনুসরণ করে। তাদের একটি হলো সিস্-পেন্ট -2–ইন এবং অপরটি হলো ট্রান্স- পেন্ট-2 -ইন।

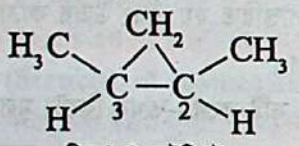


সিস-পেন্ট-2 -ইন

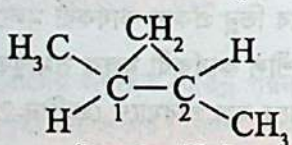


ট্রান্স-পেন্ট-2 -ইন

উদাহরণ-৩ : চাক্রিক জৈব অণুর ত্রিমাত্রিক কাঠামোতে অভিন্ন পরমাণু বা মূলকগুলো একপার্শ্বে থাকলে সিস্ এবং বিপরীত পার্শ্বে থাকলে ট্রান্স সমাণু সৃষ্টি হয়। যেমন, 1,2-ডাইমিথাইল সাইক্লোপ্রোপেনের নিম্নোক্ত দুটি জ্যামিতিক সমাণু সম্ভব।

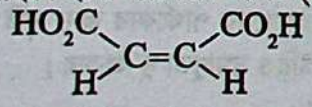


সিস-1, 2- ডাইমিথাইল সাইক্লোপ্রোপেন

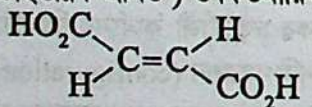


ট্রান্স-1, 2- ডাইমিথাইল সাইক্লোপ্রোপেন

জ্যামিতিক সমাণুদ্বয়ের সাধারণ ধর্ম : (১) সাধারণত ট্রান্স-সমাণুর গলনাঙ্ক বেশি কিন্তু সিস্-সমাণুর গলনাঙ্ক কম হয়; কারণ ট্রান্স সমাণুর প্রতিসমতার কারণে কেলাস ল্যাটিসে অণুগুলো খুব নিকটে আকৃষ্ট থাকে; তাই এর সুস্থিতি অপেক্ষাকৃত বেশি। যেমন সিনামিক এসিড (C_6H_5–CH=CHCOOH) এর সিস্ সমাণুর গলনাঙ্ক (m.p) হলো 68°C এবং ট্রান্স-সমাণুর গলনাঙ্ক হলো 133°C। (২) সিস্-সমাণুর সুস্থিতি কম (অভ্যন্তরীণ শক্তি বেশি), সেহেতু সিস্-সমাণুর দহন তাপ বেশি হয়। (৩) ট্রান্স-সমাণুর চেয়ে সিস্-সমাণুর ঘনত্ব, পানিতে দ্রাব্যতা, প্রতিসরাঙ্ক বেশি হয়। (৪) সিস্-ট্রান্স সমাণুর একটি উদাহরণ হলো ম্যালেয়িক এসিড (সিস্-বিউটিন ডাইওয়িক এসিড) ও ফিউমারিক এসিড (ট্রান্স-বিউটিন ডাইওয়িক এসিড)।



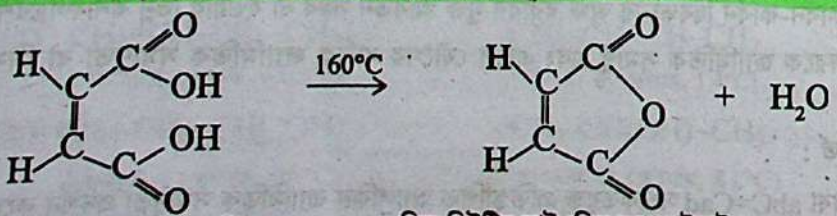
সিস-বিউটিন ডাইওয়িক এসিড (ম্যালেয়িক এসিড)



ট্রান্স-বিউটিন ডাইওয়িক এসিড (ফিউমারিক এসিড)

MCQ.–2.7 : নিচের কোন সংকেত টটোমার সমাণু তৈরি করে?
(ক) C_3H_6O (খ) C_3H_8O
(গ) $C_3H_6O_2$ (ঘ) C_2H_6O

তাদের গলনাঙ্ক ভিন্ন হয় (সিস্ সমাণু 135°C এবং ট্রান্স সমাণু 287° C)। সিস্ সমাণু অর্থাৎ ম্যালেয়িক এসিডকে উত্তপ্ত করলে অ্যান্‌হাইড্রাইড গঠন করে; কিন্তু ট্রান্স সমাণু অর্থাৎ ফিউমারিক এসিড অ্যান্‌হাইড্রাইড গঠন করে না।



সিস-বিউটিন ডাইওয়িক এসিড (ম্যালেয়িক এসিড)

সিস-বিউটিন ডাইওয়িক অ্যানহাইড্রাইড (ম্যালেয়িক অ্যানহাইড্রাইড)

MCQ–2.8 : জ্যামিতিক সমাণুতার শর্ত–
(ক) প্রতিস্থাপিত অ্যালকিন
(খ) চাক্রিক অ্যারিন
(গ) হেটারো যৌগ
(ঘ) অ্যালকানল

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

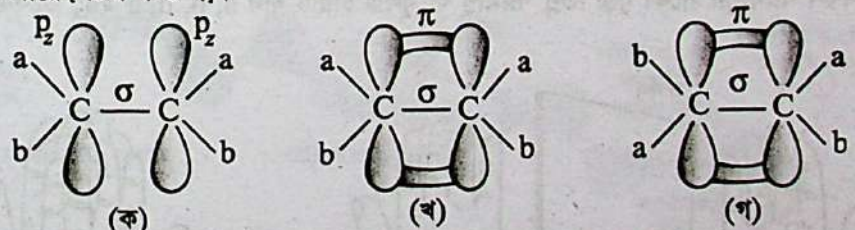
(৫) সিস্-সমাণুর পানিতে দ্রবণীয়তা ট্রান্স-সমাণুর চেয়ে বেশি; এর ব্যাখ্যা : কঠিন অবস্থায় সিস্-সমাণুর কেলাসে অণুগুলো খুব সুষ্ঠুভাবে বিন্যস্থ থাকে না। ফলে সিস্-সমাণুর কেলাস ল্যাটিসে অণুগুলোর মধ্যে ট্রান্স-সমাণুর তুলনায় ল্যাটিস-শক্তি কম থাকে। আবার অধিক পোলার-দ্রাবক পানির ডাই-ইলেকট্রিক ধ্রুবক (ε, epsilon) এর মান বেশি; যেমন 80 (আশি) হয়। তাই কম ল্যাটিস শক্তিযুক্ত সিস্-সমাণুগুলো পানি অণুর উচ্চ ডাই-ইলেকট্রিক ধ্রুবক এর অধিক আকর্ষণে সহজে বেশি পরিমাণে দ্রবীভূত হয়। অর্থাৎ সিস্-সমাণুর পানিতে দ্রবণীয়তা ট্রান্স-সমাণুর চেয়ে বেশি হয়।

*** (৬) সিস্-সমাণুর স্ফুটনাঙ্ক ও ঘনত্ব ট্রান্স-সমাণুর চেয়ে বেশি হয়; এর ব্যাখ্যা :** তরল অথবা গ্যাসীয় অবস্থায় সিস্-সমাণুতে দ্বিবন্ধনের দুই পার্শ্বে অণুটির কার্বন-শিকল বেঁকে কম প্রসারিত বা bent হয়ে এর দুই প্রান্তের দুটি মূলককে (যেমন cis- বিউট-2- ইন এর বেলায় $-CH_3$ মূলককে) কাছে নিয়ে আসে। ফলে পাশাপাশি অণুগুলো ঘনিষ্ঠ হতে পারে এবং সিস্ সমাণুর মধ্যে আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বল ট্রান্স সমাণুর চেয়ে বেশি হয়। তাই সিস্-সমাণুর স্ফুটনাঙ্ক (*b.p*) ও ঘনত্ব ট্রান্স-সমাণুর চেয়ে বেশি হয়। যেমন cis-বিউট-2-ইন এর স্ফুটনাঙ্ক (b.p) হয় 4°C এবং ঘনত্ব হয় 0.621; অপরদিকে trans-বিউট-2- ইন এর স্ফুটনাঙ্ক (*b.p*) হয় 1°C এবং ঘনত্ব হয় 0.604।

ডাই-ইলেকট্রিক ধ্রুবক কী : কোনো তরল দ্রাবক দ্বারা কেলাসাকার দ্রবকে দ্রবীভূত করার ক্ষমতাকে দ্রাবকের ডাই-ইলেকট্রিক ধ্রুবক (ε) দ্বারা তুলনামূলকভাবে বোঝানো হয়। H-বন্ধনযুক্ত গুচ্ছ-পানি অণুর মোট পোলারিটির মাত্রা (bulk polarity) বেশি হওয়ায় পানির ডাই-ইলেকট্রিক ধ্রুবক (ε) এর মান 80 হয়। ফলে পানি সার্বিক দ্রাবকরূপে প্রায় সব আয়নিক যৌগ ও সমযোজী কেলাসাকার যৌগকে সবচেয়ে বেশি দ্রবীভূত করতে পারে। মিথানল (CH_3OH) এর ডাই-ইলেকট্রিক ধ্রুবক (ε) হলো 30। তাই মিথানলে আয়নিক কেলাস খুব কম পরিমাণে দ্রবীভূত হয়। [অনুচ্ছেদ-৪.২.১ দেখো]

২.৬.২ জ্যামিতিক সমাণুতার ব্যাখ্যা
Explanation of Geometric Isomerism

আধুনিক অরবিটাল সংকরণ মতবাদ : এ মতবাদ অনুসারে জ্যামিতিক সমাণুতার জোরালো ব্যাখ্যা দেয়া যায়। কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন যুক্ত অণু যেমন, ইথিলিন গঠনে দুটি কার্বন পরমাণু sp^2 সংকরণ দ্বারা একই সমতলীয় 2s, $2p_x$, $2p_y$ সংকর অরবিটাল গঠন করে। উভয় কার্বন পরমাণু প্রত্যেকে তিনটি সংকর অরবিটাল দ্বারা দুটি ভিন্ন মূলক বা H পরমাণুর সাথে (চিত্রে ২.১১ মতে 'a' ও 'b' এর সাথে এবং নিজেদের মধ্যে একটি সহ মোট তিনটি σ বন্ধন সৃষ্টি করে। এই বন্ধনত্রয় একই সমতলে থাকে। উভয় কার্বন-পরমাণুর অসংকরিত $2p_z$ অরবিটাল দুটি ঐ সমতলের ওপর লম্বভাবে থাকে। প্রত্যেকটি $2p_z$ অরবিটালের দুটি করে লোব (lobe) ঐ সমতলের ওপর ও নিচে অবস্থান করে। **কার্বন পরমাণু দুটি σ বন্ধনে আবদ্ধ অবস্থায় নিজেদের মধ্যবর্তী σ বন্ধনের অক্ষ বরাবর সহজে আবর্তন করতে পারে** [চিত্র (ক)]। এই আবর্তিত অবস্থায় উভয় কার্বনের অসংকরিত $2p_z$ অরবিটালের দুটি লোব ঘূর্ণন অবস্থায় ভিন্ন দু'প্রকারে পাশাপাশি অধিক্রমণ করে π বন্ধন করতে পারে [চিত্র খ ও গ]।



চিত্র-২.১১ : π বন্ধন গঠনকালে কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধনযুক্ত যৌগের দুটি ভিন্ন গঠন

ফলে উভয় কার্বন পরমাণু দ্বিবন্ধনে আবদ্ধ হয়ে পড়ে। **তখন দ্বিবন্ধনযুক্ত কার্বন পরমাণুদ্বয় তাদের অক্ষ বরাবর আবর্তন করতে পারে না।** দ্বিবন্ধনযুক্ত কার্বন পরমাণুদ্বয়ে একটি করে সদৃশ পরমাণু বা মূলক যুক্ত থেকে যে সব প্রতিস্থাপিত অ্যালকিন (ab.C = C.ab) উৎপন্ন করে তাদের **দুটি ভিন্ন ত্রিমাত্রিক জ্যামিতিক গঠন সম্ভব হয়।** এ কারণে প্রতিস্থাপিত অ্যালকিনসমূহে **জ্যামিতিক সমাণুতা বা সিস্-ট্রান্স সমাণুতার উদ্ভব ঘটে।**

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

জেনে রাখো : আমাদের চোখের রেটিনার রড-সেলে (rhodospin) ভিটামিন A বা রেটিনল থেকে উৎপন্ন রেটিন্যাল (15 – C যুক্ত মূল শিকলে 5টি CH_3 – মূলক ও 5টি C=C বন্ধনযুক্ত অ্যালডিহাইড) থাকে। এর কেবল C-11 ও C–12 এর C = C এর দুটি H এর cis-কাঠামোটি আলোর ফোটন শক্তির (250kJ/mol) প্রভাবে π বন্ধন ভেঙ্গে অবশিষ্ট σ–বন্ধন-অক্ষ আবর্তনে trans-সমাণু সৃষ্টি হয়। এতে আলো শক্তি আবর্তনরূপে গতিশক্তি রূপ পায়। এ বন্ধন ভাঙ্গনে 'রেটিন্যাল' রড সেলের প্রোটিন থেকে আলাদা হয় এবং প্রোটিন গঠনের বিকৃতি ঘটে। এর ফলে রেটিনা-কোষে আয়ন প্রবাহে অপটিক নার্ভে তড়িৎ-স্পন্দন সঞ্চারিত হয়ে মস্তিষ্কে পৌঁছে। এর মধ্যে আলো-প্রভাবিত trans - সমাণু পূর্বের cis সমাণুতে ফিরে প্রোটিনে যুক্ত হয়। তাহলে জানলে আজকের তোমার জ্যামিতিক সমাণুতার ধারণা ভবিষ্যতে ফিজিওলজিসহ জৈবিক ক্রিয়া সম্বন্ধে গবেষণায় ভূমিকা রাখবে।

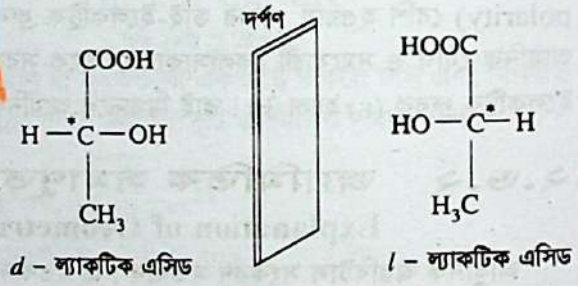
২.৬.৩ আলোক সক্রিয় সমাণুতা (Optical isomerism)

যে সব জৈব যৌগের দুই বা ততোধিক ভিন্ন কনফিগারেশনযুক্ত ভিন্ন সমাণু 'এক-সমতলীয়' আলোর (plane-polarised light-এর) প্রতি ভিন্নরূপ আচরণ করে, ঐসব যৌগকে আলোক সক্রিয় সমাণু (optically active isomers) বা আলোক সক্রিয় যৌগ বলে। 'এক-সমতলীয়' আলোর ক্ষেত্রে ঐ সব যৌগের প্রতিক্রিয়াকে আলোক সমাণুতা বলে।

আলোক সক্রিয় সমাণুগুলোর নিম্নোক্ত বৈশিষ্ট্য থাকে। যেমন,

* (১) অপ্রতিসম কার্বন পরমাণু বা কাইরাল কেন্দ্র থাকে।
* (২) উভয় সমাণুর কনফিগারেশন পরস্পরের দর্পণ প্রতিবিম্ব হয়।
* (৩) উভয় কনফিগারেশন পরস্পরের অসমাপতিত হয়।

যেমন, ল্যাকটিক এসিড [$CH_3.CH.(OH).COOH$] একটি আলোক সক্রিয় যৌগ। এটির মাঝখানের তারকা (*) চিহ্নিত C-পরমাণুটি যৌগের কাইরাল কেন্দ্র। তাই এর দুটি আলোক সক্রিয় সমাণু আছে। এদের একটিকে *d* ল্যাকটিক এসিড ও অপরটিকে *l* ল্যাকটিক এসিড বলে। তাদের দুটি ভিন্ন কনফিগারেশন দর্পণ প্রতিবিম্বের মতো হয়। [চিত্র ২.১২]



d – ল্যাকটিক এসিড *l* – ল্যাকটিক এসিড

চিত্র- ২.১২ : ল্যাকটিক এসিডের দর্পণ প্রতিবিম্বের দুটি কনফিগারেশন।

২.৬.৪ আলোক সক্রিয়তার ব্যাখ্যা
Explanation of optical activity

অপ্রতিসম কার্বন যৌগের দর্পণ প্রতিবিম্ব : 'ত্রিমাত্রিক চতুস্তলকীয় কার্বন মতবাদ' অনুসারে, কার্বনের সুষম চতুস্তলক কাঠামোর চারটি কোণায় চারটি ভিন্ন ভিন্ন পরমাণু বা মূলক যুক্ত থাকলে, তখন কার্বন পরমাণুটির চারদিকে যুক্ত চারটি মূলক বা পরমাণুর দু'টি ভিন্ন স্থানিক বিন্যাস বা কনফিগারেশন (configuration) সম্ভব। এই বিন্যাসদ্বয় আমাদের বাম হাত ও ডান হাতের বিন্যাস গঠনের মতো অর্থাৎ বাম হাত ও ডান হাতের আঙ্গুলগুলো পরস্পরের উপরিস্থাপনীয় হয় না অর্থাৎ অসমাপতিত হয়। কার্বন পরমাণুর সঙ্গে যুক্ত ভিন্ন পরমাণু বা মূলক চারটি যদি a, b, d, e হয়, তবে যৌগটির অণু হবে Cabde এবং

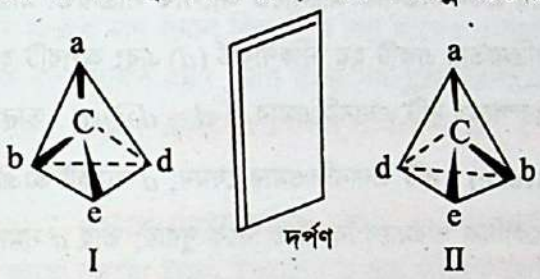
চিত্র- ২.১৩ : ডান হাত বাম হাতের দর্পণ প্রতিবিম্ব এবং হাতদ্বয় অসমাপতিত।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

এর দুটি ভিন্ন গঠন পাওয়া যায়। এই গঠনদ্বয়ের একটির 'গঠন কাঠামো' অপরটির ওপর সমাপতিত হয় না; বরঞ্চ ডান হাত ও বাম হাতের মতোই একটির গঠন অপর গঠনের **'দর্পণ প্রতিবিম্ব'** (mirror image) হয়। চিত্রের I ও II হলো যৌগ অণু Cabde এর 'দর্পণ প্রতিবিম্ব।

অপ্রতিসম কার্বন বা কাইরাল কেন্দ্র (Chiral Centre) : একই কার্বন পরমাণুতে চারটি ভিন্ন পরমাণু বা মূলক যুক্ত থাকলে ঐ যৌগ অণুকে অপ্রতিসম যৌগ এবং ঐ কার্বনকে 'অপ্রতিসম কার্বন' (asymmetrical carbon) বলে। অপ্রতিসম কার্বনকে যৌগের গাঠনিক সংকেতে তারকা (*) চিহ্ন দ্বারা দেখানো হয়। অপ্রতিসম যৌগকে **'কাইরাল যৌগ'** [Chiral compound, এখানে Chiral-এর উচ্চারণ Kiyral = handed)] এবং অপ্রতিসম কার্বনকে **'কাইরাল-কেন্দ্র'** (chiral centre)ও বলা হয়। অপ্রতিসম কার্বন পরমাণু বা কাইরাল কেন্দ্রবিশিষ্ট কোনো জৈব যৌগের একাধিক ত্রিমাত্রিক গঠন কাঠামো পরস্পর দর্পণ প্রতিবিম্ব হলে, তখন ঐ ভিন্ন গঠনের সমাণুগুলো আলোক সক্রিয় হয়ে থাকে।



একটি কাইরাল কেন্দ্রবিশিষ্ট কাইরাল যৌগের সাধারণ সংকেত হলো Cabde. এক্ষেত্রে-

$a \neq b \neq d \neq e$

চিত্র - ২.১৪ : Cabde অণুর চতুস্তলকীয় গঠন ও এর দর্পণ প্রতিবিম্ব।

জৈব যৌগের আলোক সক্রিয়তা বুঝতে 'এক সমতলীয় আলো' সম্বন্ধে জ্ঞান থাকা দরকার। তাই নিচে তা আলোচনা করা হলো।

একসমতলীয় আলো (Plane-polarised light) : অসংখ্য সমতলে লম্বভাবে স্পন্দিত সাধারণ আলোক রশ্মিকে উপযুক্ত ছাঁকনি বা ফিল্টার এর ভেতর দিয়ে প্রতিসরিত হতে দিলে শুধুমাত্র এক সমতলে লম্বভাবে স্পন্দিত আলোক রশ্মি বের হয়ে আসে। এরূপ এক সমতলে স্পন্দিত আলোকে **'এক সমতলীয় আলো'** (plane-polarised light) বলে। এক্ষেত্রে **পোলারাইজিং ফিল্টাররূপে** 'তরল স্ফটিক' পদার্থ পোলারিমিটারে ব্যবহৃত হয় (প্রখর রোদে ব্যবহৃত sunglasses এর মতো)। ২.১৫ নং চিত্রে পোলারিমিটারের প্রধান অংশ দেখানো হলো :

চিত্র–২.১৫ : পোলারিমিটার ও আলোক সক্রিয়তা পরীক্ষা।

পোলারিমিটারের টিউবে কাইরাল যৌগের দ্রবণ রাখা হয়। এক সমতলীয় আলো ঐ দ্রবণের ভেতর দিয়ে চলার সময় ঐ আলোক সক্রিয় যৌগটি এক সমতলীয় আলোর তলকে ডানে (clockwise) অথবা বামে (anticlockwise) আবর্তন করে বা ঘুরিয়ে দেয়। প্রথম সমাণুটি আলোর তলকে যে দিকে ঘুরায় অপর সমাণুটি আলোর তলকে এর বিপরীত দিকে সমপরিমাণে

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

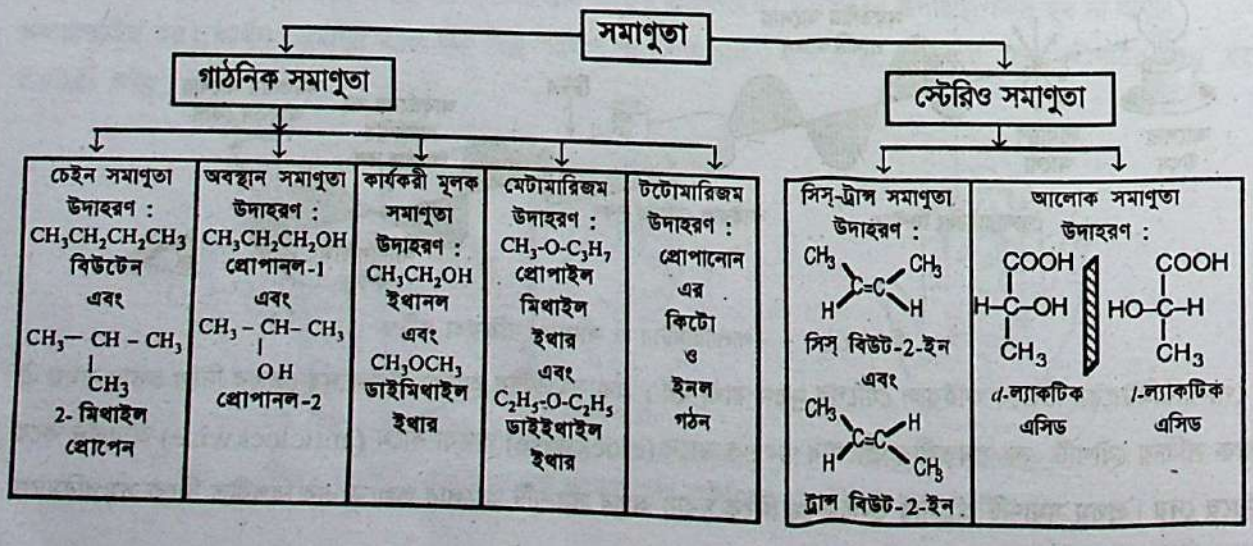
ঘুরিয়ে থাকে। আলোক তলের আবর্তনের পরিমাণ অ্যানালাইজিং ফিল্টারের আবর্তন কোণ থেকে জানা যায়। যেমন, *d* ল্যাকটিক এসিডের আপেক্ষিক আবর্তন হলো + 2.24 (উষ্ণতা 25°C) এবং *l* ল্যাকটিক এসিডের আপেক্ষিক আবর্তন হলো −2.24 (উষ্ণতা 25°C)। অর্থাৎ উভয়ের ক্ষেত্রে আবর্তন মাত্রা সমান; কিন্তু আবর্তনের দিক বিপরীত মাত্র।

২.৬.৫ আলোক সক্রিয় সমাণুর ধর্ম
Properties of Optical Isomers

(১) এনানসিওমারিজম (Enantiomerism) : একই যৌগের আলোক সক্রিয় দুই সমাণুকে পরস্পরের **এনানসিওমর্ফ** (enantimorphs) বা **এনানসিওমারস্** (enantiomers) বলা হয়। এদেরকে **অ্যান্টিপড** (antipodes) বা **অ্যান্টিমার** (antimers)ও বলা হয়। এ প্রকার আলোক সক্রিয়তাকে **এনানসিওমারিজম** বলা হয়। দুটি এনানসিওমার সমাণুর ভৌত ধর্ম ও রাসায়নিক ধর্ম একই থাকে। তবে এক-সমতলীয় আলোতে আলোক সক্রিয়তা মাত্রায় সমান আবর্তন প্রদর্শন করলেও আবর্তনের দিক ভিন্ন হয়। আলোক সক্রিয়তায় একটি হয় দক্ষিণাবর্ত (*d*) এবং অপরটি হয় বামাবর্ত (*l*)। যেমন, *d* ল্যাকটিক এসিড ও *l* ল্যাকটিক এসিড হলো পরস্পরের দুটি এনানসিওমার। [*d* = *dextro* (ডান) , *l* = *laevo* (বাম)]

(২) রেসিমিক মিশ্রণ (Racemic mixture) : দুটি এনানসিওমার যেমন, *d* ল্যাকটিক এসিড ও *l* ল্যাকটিক এসিড উভয়েই এক সমতলীয় আলোর তলকে সমান কৌণিক পরিমাণে বিপরীত দিকে ঘুরায়; তাই *d* সমাণু ও *l* সমাণুর এই সমতুল মিশ্রণ আলোক নিষ্ক্রিয় হয়; দুটি এনানসিওমারের এরূপ সমতুল মিশ্রণকে রেসিমিক মিশ্রণ বা *d l* মিশ্রণ বা (±) মিশ্রণ বলে এবং প্রক্রিয়াটিকে রেসিমিকরণ (racemisation) বলে। রেসিমিক মিশ্রণকে রেসেম্-অ্যাট্স (racemates, উচ্চারণ ressem-ates) বলা হয়। যেমন, *d* ল্যাকটিক ও *l* ল্যাকটিক এসিড উভয়েই আলোক সক্রিয় এবং এদের আপেক্ষিক আবর্তন হলো যথাক্রমে + 2.24 ° এবং − 2.24° (উষ্ণতা 25°C); কিন্তু *d l* ল্যাকটিক এসিড আলোক নিষ্ক্রিয় হয়।

পরীক্ষাগারে *dl* ল্যাকটিক এসিড সংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় তৈরি করা যায়। অপরদিকে *d* ল্যাকটিক এসিড মাংসপেশি থেকে পাওয়া যায় এবং *l* ল্যাকটিক এসিড টক দধি থেকে পৃথক করা হয়। রেসিমিক মিশ্রণের উপাদান *d* সমাণু ও *l* সমাণুকে পৃথক করা সম্ভব এবং রেসিমিক মিশ্রণকে পৃথকীকরণের কয়েকটি উল্লেখযোগ্য পদ্ধতি আছে। (ঐ সব পৃথকীকরণ পদ্ধতি স্নাতক শ্রেণির পাঠ্যপুস্তকে আলোচিত।)



www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

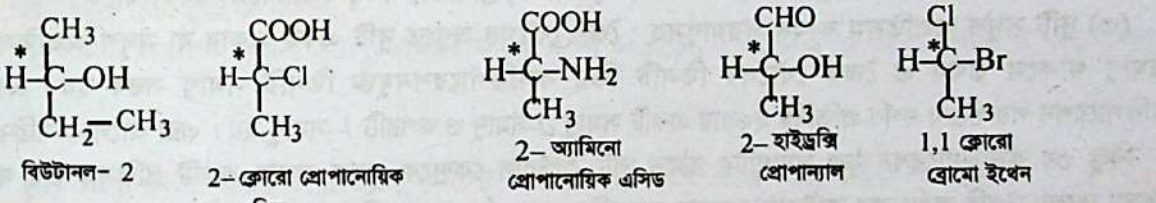
★★ **জেনে রাখো :** উদ্ভিদ ও প্রাণী কোষে আলোক সমাণুগুলো গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। প্রায় সব কার্বোহাইড্রেট ও অ্যামাইনো এসিডগুলো আলোক সক্রিয়। কিন্তু এদের মধ্যে কেবল একটি সমাণু জৈবিক ক্রিয়ায় ব্যবহারযোগ্য। যেমন *d*-গ্লুকোজ জৈব বিপাকীয় ক্রিয়ায় শক্তি উৎপন্ন করে; কিন্তু *l*- গ্লুকোজ প্রস্রাবরূপে মুক্ত হয়। আবার *l* -অ্যালানিন প্রোটিন সংশ্লেষণে ব্যবহৃত হয়; কিন্তু *d*-অ্যালানিন বাদ পড়ে। নির্দিষ্ট গঠনের কাইরাল যৌগকে কোষের এনজাইম এর সক্রিয় স্থানে আবদ্ধ করে জৈব বিপাকীয় ক্রিয়া সম্পন্ন করে।

২.৬.৬ অপ্রতিসম কার্বন পরমাণুর সংখ্যাভিত্তিক আলোক সমাণুর সংখ্যা

Total Number of Optical Isomers of different Chiral Centres

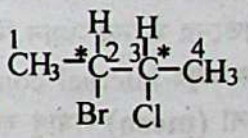
(১) একটি অপ্রতিসম কার্বন পরমাণুসহ : জৈব যৌগের অণুতে **একটি মাত্র অপ্রতিসম কার্বন পরমাণু বা কাইরাল কেন্দ্র থাকলে দুটি আলোক সক্রিয় সমাণু** সম্ভব। এ দুটি আলোক সমাণুকে *d*-সমাণু ও *l*-সমাণু বলে। এদের আলোক সক্রিয়তার আবর্তন মাত্রার মান সমান কিন্তু দিক ভিন্ন থাকে। *d*-সমাণুর আবর্তন ডানদিকে বা দক্ষিণাবর্ত এবং *l*-সমাণুর আবর্তন বাম দিকে বা বামাবর্ত হয়। এরূপ উভয় সমাণুকে পরস্পরের **এনানসিওমার** বলে। যেমন, *d*-ল্যাকটিক এসিড ও *l*-ল্যাকটিক এসিড। এছাড়া একটি অপ্রতিসম কার্বন পরমাণু বা একটি কাইরাল কেন্দ্র বিশিষ্ট কিছু যৌগের উদাহরণ নিচে দেয়া হলো। যেমন,

(১) বিউটানল–2, (২) 2–ক্লোরো প্রোপানোয়িক এসিড, (৩) 2–অ্যামিনো প্রোপানোয়িক এসিড, (৪) 2–হাইড্রক্সি প্রোপান্যাল, (৫) 1, 1 – ক্লোরো ব্রোমো ইথেন ইত্যাদি। এদের গাঠনিক সংকেত নিম্নরূপ :



বিউটানল– 2 | 2–ক্লোরো প্রোপানোয়িক এসিড | 2– অ্যামিনো প্রোপানোয়িক এসিড | 2– হাইড্রক্সি প্রোপান্যাল | 1,1 ক্লোরো ব্রোমো ইথেন

(২) দুটি ভিন্ন অপ্রতিসম কার্বন পরমাণুসহ : জৈব যৌগের অণুতে **দুটি ভিন্ন প্রকার অপ্রতিসম কার্বন পরমাণু থাকলে তখন ঐ জৈব যৌগের চারটি আলোক সক্রিয় সমাণু** সম্ভব হয়। যেমন – 2-ব্রোমো -3–ক্লোরো বিউটেন যৌগের অণুতে দুটি ভিন্ন কাইরাল কেন্দ্র বা দুটি অপ্রতিসম C–পরমাণু আছে।

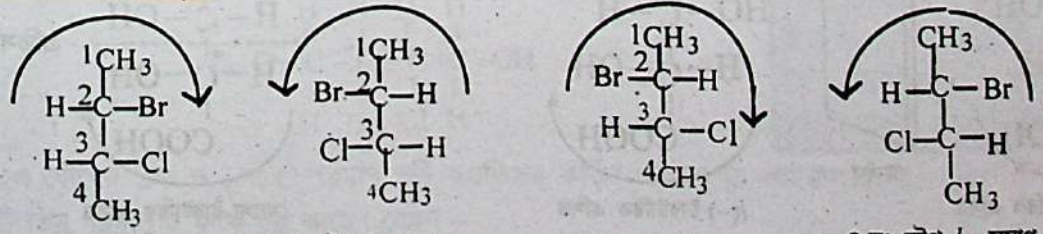


এক্ষেত্রে তারকাচিহ্নিত 2 নং ও 3 নং C পরমাণু দুটিতে ভিন্ন ভিন্ন পরমাণু ও মূলক যুক্ত থাকায় ঐ দুটি C–পরমাণু ভিন্ন প্রকার কাইরাল কেন্দ্র হয়েছে। তাই এরা পরস্পরের দর্পণ প্রতিবিম্ব হয় না। যেমন,

১ম কাইরাল কেন্দ্র $\overset{*}{C}_2$ তে যুক্ত আছে : $-CH_3$, –H, -Br, $-CHClCH_3$

২য় কাইরাল কেন্দ্র $\overset{*}{C}_3$ তে যুক্ত আছে : $-CH_3$, –H, –Cl, $-CHBrCH_3$

তাই 2–ব্রোমো–3- ক্লোরো বিউটেন যৌগের চারটি ভিন্ন কনফিগারেশন সম্ভব। দুটি ভিন্ন কাইরাল কেন্দ্র থাকায় এ যৌগের চারটি আলোক সমাণু রয়েছে।



১ নং যৌগ *d*–সমাণু | ২ নং যৌগ *l*–সমাণু | ৩ নং যৌগ *d*–সমাণু | ৪ নং যৌগ *l*–সমাণু

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

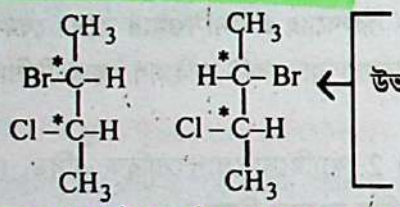
Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

এক্ষেত্রে কনফিগারেশন ১ নং ও ২নং হলো–পরস্পরের দর্পণ প্রতিবিম্ব এবং পরস্পরের ওপর অসমাপতিত থাকে। তাই ১নং ও ২নং ভিন্ন কনফিগারেশন যুক্ত যৌগ হলো আলোক সমাণু ও পরস্পরের এনানসিওমার। একইভাবে ৩নং ও ৪নং যৌগ হলো আলোক সমাণু ও এনানসিওমার অর্থাৎ উভয়ের আলোকে সক্রিয়তায় আবর্তন মান সমান ও বিপরীত হয়। ল্যাকটিক এসিডের মতো ১নং ও ২নং যৌগ সমমোলার মিশ্রণে একটি রেসিমিক মিশ্রণ তৈরি করে এবং ৩নং ও ৪নং যৌগ সমমোলার মিশ্রণে ২য় রেসিমিক মিশ্রণ তৈরি করে থাকে।

অপরদিকে, ১নং যৌগ ও ৩নং যৌগ আলোক সক্রিয় বটে, কিন্তু এরা পরস্পরের দর্পণ প্রতিবিম্ব না হওয়ায় এনানসিওমার নয়। একইভাবে ২নং ও ৪নং যৌগ আলোক সক্রিয় বটে, কিন্তু পরস্পরের এনানসিওমার নয়; এদেরকে ডাইস্টেরিও আইসোমার বলে।

ডাইস্টেরিওআইসোমারস (Diastereoisomers) : দুটি অসদৃশ কাইরাল কেন্দ্রবিশিষ্ট একই আণবিক সংকেতযুক্ত জৈব যৌগের ভিন্ন কনফিগারেশন যুক্ত দুটি আলোক সমাণু পরস্পরের দর্পণ প্রতিবিম্ব না হলে, এদেরকে **ডাইস্টেরিওআইসোমারস** বা **ডাইস্টেরিওমারস** (diastereomers) বলে। এদের আপেক্ষিক আবর্তন মান ভিন্ন হয়, তবে আবর্তনের দিক একই বা ভিন্নও হতে পারে।

যেমন,



উভয় কাঠামোর যৌগ আলোক সক্রিয়; কিন্তু দর্পণ প্রতিবিম্ব নয়।

ডাইস্টেরিওমারদ্বয়ের ভৌতধর্মে যেমন গলনাঙ্ক, স্ফুটনাঙ্ক, দ্রাব্যতা, ঘনত্ব ইত্যাদিতে পার্থক্য থাকে।

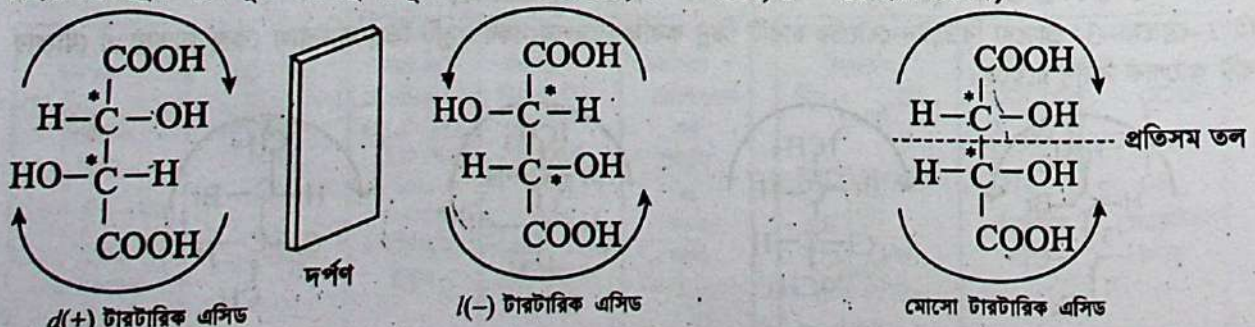
(৩) দুটি সদৃশ অপ্রতিসম কার্বন পরমাণুসহ : জৈব যৌগের অণুতে দুটি একই প্রকার বা সদৃশ অপ্রতিসম কার্বন পরমাণু থাকলে তখন ঐ জৈব যৌগের তিনটি ভিন্ন কনফিগারেশনযুক্ত তিনটি সমাণু সম্ভব হয়। এদের দুটি কনফিগারেশন পরস্পরের দর্পণ প্রতিবিম্ব হওয়ায় একটি সমাণু *d*-সমাণু ও অপরটি *l*–সমাণু হয়। এরা আলোক সক্রিয়।

কিন্তু ৩য় কনফিগারেশন যুক্ত সমাণুটির গঠনে দুটি কাইরাল কেন্দ্রকে পৃথক করার একটি প্রতিসম তল থাকে। এ প্রতিসম তলের উপরি অর্ধাংশের কাইরাল কেন্দ্রের আপেক্ষিক আবর্তনের মান নিচের অর্ধাংশের কাইরাল কেন্দ্রের আপেক্ষিক আবর্তনের মানের সমান কিন্তু বিপরীত দিকের হয়। ফলে অণুটির আলোক সক্রিয়তার সামগ্রিক আবর্তন মান শূন্য হয়। একে অণুর internal compensation বা **অভ্যন্তরীণ সমতা সাধন** বলা হয়। তখন এরূপ সমাণুকে আলোক নিষ্ক্রিয় **মেসো (meso) সমাণু** বলা হয়। দুটি সদৃশ কাইরাল কেন্দ্রবিশিষ্ট যৌগের সাধারণ সংকেত হলো abdC– Cabd এবং এর তিনটি ত্রিমাত্রিক গঠন বা কনফিগারেশন হলো নিম্নরূপ:

(i) দুটি কনফিগারেশন পরস্পর দর্পণ প্রতিবিম্ব হয়। এরা হলো *d*-সমাণু ও *l*-সমাণু।

(ii) তৃতীয় কনফিগারেশনটি প্রতিসম তল দ্বারা বিভক্ত থাকে। এটি হলো মেসো-সমাণুর।

দুটি সদৃশ কাইরাল কেন্দ্রবিশিষ্ট জৈব যৌগের প্রকৃষ্ট উদাহরণ হলো টারটারিক এসিড। টারটারিক এসিডের দুটি সদৃশ কাইরাল কেন্দ্রের সাথে যুক্ত পরমাণু বা মূলক a = – COOH, b = – OH, d = –H হয়। যেমন,



d(+) টারটারিক এসিড *l*(–) টারটারিক এসিড মেসো টারটারিক এসিড

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

এক্ষেত্রে তারকাচিহ্নিত 2 নং ও 3 নং C–পরমাণু দুটিতে চারটি একই প্রকার পরমাণু ও মূলক যুক্ত থাকায় ঐ দুটি C–পরমাণু সদৃশ কাইরাল কেন্দ্র বা অপ্রতিসম কার্বন পরমাণু হয়েছে।

আলোক সমাণুর সংখ্যা নির্ধারণ : উপরোক্ত আলোচনা থেকে জানা গেল একটি অপ্রতিসম কার্বন পরমাণু যুক্ত ল্যাকটিক এসিডের দুটি আলোক সমাণু আছে। দুটি ভিন্ন বা অসদৃশ অপ্রতিসম কার্বন পরমাণু যুক্ত 2–ব্রোমো–3-ক্লোরো বিউটেনের চারটি (2^2) আলোক সমাণু আছে। একই নিয়মে আলোচনা থেকে জানা যায় তিনটি ভিন্ন অপ্রতিসম কার্বন পরমাণু যুক্ত যৌগ যেমন অ্যালডো পেন্টোজ বা 2, 3, 4, 5– টেট্রা হাইড্রক্সি পেন্টান্যালের আটটি (2^3) আলোক সমাণু আছে। অনুরূপভাবে চারটি ভিন্ন অপ্রতিসম কার্বন পরমাণু যুক্ত গ্লুকোজ বা 2, 3, 4, 5, 6–পেন্টা হাইড্রক্সি হেক্সান্যাল (সরল শিকল গঠন) এর ষোলটি আলোক সমাণু আছে অর্থাৎ $2^4 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 16$ টি সমাণু সম্ভব।

$CH_2OH–\overset{*}{C}HOH-\overset{*}{C}HOH–\overset{*}{C}HOH–CHO$ $CH_2OH–\overset{*}{C}HOH-\overset{*}{C}HOH–\overset{*}{C}HOH–\overset{*}{C}HOH–CHO$

2, 3, 4, 5- টেট্রাহাইড্রক্সি পেন্টান্যাল বা অ্যালডো পেন্টোজ (বা, রাইবোজ)

2, 3, 4, 5, 6– পেন্টাহাইড্রক্সি হেক্সান্যাল বা, অ্যালডো হেক্সোজ বা, গ্লুকোজ

* সুতরাং কোনো জৈব যৌগে ভিন্ন অপ্রতিসম কার্বন পরমাণু বা কাইরাল কেন্দ্রের সংখ্যা n হলে যৌগটির মোট আলোক সক্রিয় সমাণু সংখ্যা হবে = $(2)^n$ টি।

আবার দুটি একই প্রকার বা সদৃশ অপ্রতিসম কার্বন পরমাণু যুক্ত টারটারিক এসিডের দুটি আলোক সক্রিয় সমাণু (*d*-সমাণু ও *l*-সমাণু) এবং একটি আলোক নিষ্ক্রিয় মেসো সমাণু আছে। সুতরাং 'n' সংখ্যক সদৃশ অপ্রতিসম কার্বন পরমাণুযুক্ত জৈব যৌগের বেলায় –

* (i) সম্ভাব্য আলোক সক্রিয় সমাণু সংখ্যার ফর্মুলা হলো = $(2)^{n-1}$; এক্ষেত্রে 'n' হলো জোড় বা যুগ্ম সংখ্যা 2, 4 ইত্যাদি।

* (ii) সম্ভাব্য মেসো সমাণু সংখ্যার ফর্মুলা হলো = $(2)^{\frac{(n-2)}{2}}$; এক্ষেত্রে n = 2, 4 যুগ্ম সংখ্যা।

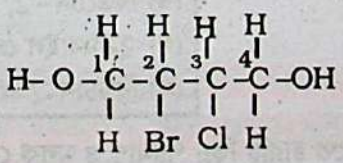
যেমন টারটারিক এসিডে n = 2 হয়েছে। তাই টারটারিক এসিডের আলোক সক্রিয় সমাণু সংখ্যা হলো $2^{2-1} = 2^1 = 2$টি; একটি d- সমাণু এবং অপরটি *l*-সমাণু। আবার টারটারিক এসিডের মেসো সমাণুর সংখ্যা $= (2)^{\frac{(2-2)}{2}} = 2^0 = 1$ টি।

সমাধানকৃত সমস্যা–২.৩ : আলোক সমাণুতাভিত্তিক :

2-ব্রোমো–3-ক্লোরো বিউট–1, 4–ডাই অল ($HOCH_2–CHBr–CHCl-CH_2OH$); এ যৌগটিতে কয়টি অপ্রতিসম C-পরমাণু আছে এবং এ সংকেত যুক্ত কয়টি আলোক সমাণু সম্ভব তা সংশ্লিষ্ট ফর্মুলাসহ ব্যাখ্যা কর।

দক্ষতা : প্রথমে কাইরাল কেন্দ্র নির্দিষ্ট করতে হবে। পরে একাধিক কাইরাল কেন্দ্রের বেলায় সদৃশ কাইরাল কেন্দ্র ও অসদৃশ কাইরাল কেন্দ্রভিত্তিক ফর্মুলা ব্যবহার করে সমাণু সংখ্যা গণনা করা যাবে।

সমাধান : প্রদত্ত যৌগটির গাঠনিক সংকেত হলো নিম্নরূপ:



MCQ–2.9 : ডাইমিথাইল ইথার ও ইথানল পরস্পরের কোন প্রকার সমাণু?
(ক) জ্যামিতিক (খ) টটোমার
(গ) কার্যকরী মূলক (ঘ) অবস্থান সমাণু

এ যৌগের 2নং ও 3নং C পরমাণু দুটি অপ্রতিসম কার্বন পরমাণু বা কাইরাল কেন্দ্র। কারণ ঐ দুটি C–পরমাণুতে চারটি ভিন্ন পরমাণু ও মূলক যুক্ত আছে। যেমন –

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

C_2 এর সাথে যুক্ত পরমাণু ও মূলক হলো : H, Br, $-CH_2OH$, $-CHClCH_2OH$

C_3 এর সাথে যুক্ত পরমাণু ও মূলক হলো : H, Cl, $-CH_2OH$, $-CHBr-CH_2OH$

যেহেতু দুটি অপ্রতিসম C-পরমাণুতে যুক্ত পরমাণু ও মূলকসমূহ ভিন্ন; সুতরাং C_2 এবং C_3 কাইরাল কেন্দ্র দুটি ভিন্ন বা অসদৃশ। তাই $(2)^n$ ফর্মুলা মতে, এক্ষেত্রে $n = 2$ হওয়ায়, আলোক সক্রিয় সমাণু সংখ্যা হবে $(2)^2 = 4$টি এবং ডাইস্টেরিওমার হবে 2 টি।

এক্ষেত্রে যৌগটির দুটি অসদৃশ কাইরাল কেন্দ্র হওয়ায় মেসো সমাণু সম্ভব নয়।

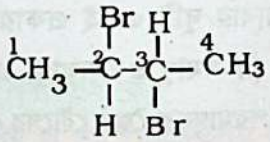
সমাধানকৃত সমস্যা–২.৪ : আলোক সমাণু সংখ্যা নির্ধারণভিত্তিক :

2.3–ডাইব্রোমো বিউটেন ($CH_3CHBrCHBrCH_3$); এ যৌগটিতে কয়টি অপ্রতিসম C–পরমাণু আছে এবং এ সংকেতযুক্ত কয়টি কী প্রকারের সমাণু সম্ভব তা সংশ্লিষ্ট ফর্মুলাসহ ব্যাখ্যা কর।

দক্ষতা : প্রথমে কাইরাল কেন্দ্র নির্দিষ্ট করতে হবে। পরে একাধিক কাইরাল কেন্দ্রের বেলায় সদৃশ কাইরাল কেন্দ্র ও অসদৃশ কাইরাল কেন্দ্রভিত্তিক ফর্মুলা দ্বারা সমাণু সংখ্যা গণনা করা যাবে।

সমাধান : প্রদত্ত যৌগটির গাঠনিক সংকেত হলো নিম্নরূপ :

এ যৌগের 2 নং ও 3 নং C–পরমাণু দুটি অপ্রতিসম কার্বন পরমাণু বা কাইরাল কেন্দ্র। কারণ ঐ দুটি C–পরমাণুতে চারটি ভিন্ন পরমাণু ও মূলক যুক্ত আছে। যেমন,



C_2 এর সাথে যুক্ত পরমাণু ও মূলক হলো : H, Br,$-CH_3$,$-CHBrCH_3$

C_3 এর সাথে যুক্ত পরমাণু ও মূলক হলো : H, $-Br - CH_3$,$-CHBrCH_3$

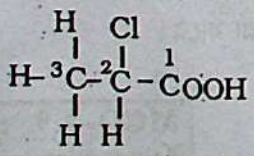
যেহেতু C_2 ও C_3 পরমাণুতে যুক্ত পরমাণু ও মূলকসমূহ সদৃশ; সুতরাং C_2 ও C_3 কাইরাল কেন্দ্র দুটি হলো একই প্রকার বা সদৃশ। তাই $(2)^{n-1}$ ফর্মুলা মতে, এক্ষেত্রে $n = 2$ হওয়ায়, আলোক সক্রিয় সমাণু সংখ্যা হবে $(2)^{2-1} = 2$টি; একটি *d*–সমাণু অপরটি *l*-সমাণু। এক্ষেত্রে সদৃশ কাইরাল কেন্দ্র থাকায় আলোক নিষ্ক্রিয় মেসো সমাণু সংখ্যা হবে $=(2)^{\left(\frac{2-2}{2}\right)} = 2^0 = 1$ টি।

সমাধানকৃত সমস্যা – ২.৫ : আলোক সক্রিয় সমাণু সংখ্যা নির্ধারণভিত্তিক :

2– ক্লোরো প্রোপানোয়িক এসিড (CH_3-CHCl–COOH) এর কয়টি অপ্রতিসম C–পরমাণু আছে এবং এর কয়টি কী প্রকারের সমাণু সম্ভব তা সংশ্লিষ্ট ফর্মুলাসহ ব্যাখ্যা কর।

দক্ষতা : প্রথমে কাইরাল কেন্দ্র নির্দিষ্ট করতে হবে। পরে এক বা একাধিক কাইরাল কেন্দ্রভিত্তিক ফর্মুলা দ্বারা সমাণু সংখ্যা গণনা করা যাবে।

সমাধান : প্রদত্ত যৌগটির গাঠনিক সংকেত হলো নিম্নরূপ :



MCQ–2.10 : কোন যৌগে দুটি কাইরাল কেন্দ্র আছে?
(ক) 2–হাইড্রক্সি প্রোপানোয়িক এসিড
(খ) বিউটেন–2, 3–ডাইঅল
(গ) 2-মিথাইল প্রোপান-2 অল
(ঘ) বিউটান-2-অল

এ যৌগে 2 নং C পরমাণুটি একটি কাইরাল কেন্দ্র। কারণ এটিতে চারটি ভিন্ন পরমাণু ও মূলক যেমন H, Cl,$-CH_3$, $-COOH$ যুক্ত আছে। তাই $(2)^n$ ফর্মুলা মতে এক্ষেত্রে n=1 হওয়ায় আলোক সক্রিয় সমাণু সংখ্যা = $(2)^1 = 2$টি; একটি হলো *d*–সমাণু, অপরটি হলো *l*–সমাণু।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

শিক্ষার্থীর কাজ – ২.৭ : জৈব যৌগে সমাণুতার প্রকারভেদ নির্ণয়ভিত্তিক :

সমস্যা – ২.১০ : নিচের সংকেতযুক্ত যৌগসমূহ কোন প্রকার সমাণুতা প্রদর্শন করবে তা প্রয়োজনীয় শর্ত উল্লেখ করে যথার্থতা ব্যাখ্যা কর :

(ক) $CH_3CH = CH–CH_3$, (খ) $C_6H_5CH = CHCOOH$,

(গ) $CH_3CH(NH_2)COOH$, (ঘ) $CH_3CH(OH)COOH$

সমস্যা – ২.১১ : নিম্নোক্ত কোন যৌগ সিস-ট্রান্স সমাণুতা প্রদর্শন করবে তা ব্যাখ্যা কর :

(ক) পেন্ট - 1- ইন (খ) পেন্ট - 2- ইন (গ) 2- মিথাইল পেন্ট - 2- ইন।

সমস্যা – ২.১২ : নিম্নোক্ত পদ বা বিষয়ের ব্যাখ্যা কর :

(ক) মেটামারিজম, (খ) টটোমারিজম (গ) সিস-ট্রান্স সমাণুতা

(ঘ) এনানসিওমারস, (ঙ) ডাইস্টেরিওমারস, (চ) মেসো যৌগ

সমস্যা – ২.১৩ (ক) প্রোপানোন টটোমারিজম প্রদর্শন করে; ব্যাখ্যা কর :

(খ) এনানসিওমারস ও ডাইস্টেরিওমারস-এর মধ্যে পার্থক্য কী?

(গ) মেসো সমাণু আলোক সক্রিয় নয় কেন, ব্যাখ্যা কর।

সমস্যা – ২.১৪ : নিচের কোন যৌগের কয়টি আলোক সক্রিয় সমাণু ও আলোক নিষ্ক্রিয় সমাণু আছে তা সংশ্লিষ্ট ফর্মুলা সহকারে ব্যাখ্যা কর :

(ক)	2- ব্রোমো-প্রোপানোয়িক এসিড	($CH_3CHBr–COOH$)
(খ)	2-হাইড্রক্সি প্রোপান্যাল	($CH_3CHOH–CHO$)
(গ)	2, 3- ডাইহাইড্রক্সি প্রোপান্যাল	($CH_2OHCHOH–CHO$)
(ঘ)	বিউটান - 2, 3- ডাইঅল	($CH_3CHOHCHOH–CH_3$)
(ঙ)	2, 3- ডাইহাইড্রক্সি বিউটেন ডাইওয়িক এসিড	(HOOC-CHOH–CHOH-COOH)
(চ)	2, 3- ডাই অ্যামিনো বিউটানোয়িক এসিড	($CH_3CH(NH_2)$-$CH(NH_2)COOH$)
(ছ)	2, 3- ডাইক্লোরো বিউটানোয়িক এসিড	($CH_3CHClCHCl$-COOH)
(জ)	2-ব্রোমো -3- ক্লোরো-বিউটান্যাল	($CH_3CHClCHBr$-CHO)
(ঝ)	2 -ব্রোমো-3- ক্লোরো-বিউটেন	(CH_3–$CHBr$–$CHCl$-CH_3)
(ঞ)	2- অ্যামিনো-3- ক্লোরো বিউটেন	[CH_3–$CH(NH_2)CHCl$–CH_3]

২.৭ জৈব যৌগের সংকেত থেকে গাঠনিক সমাণু সংখ্যা নির্ণয়

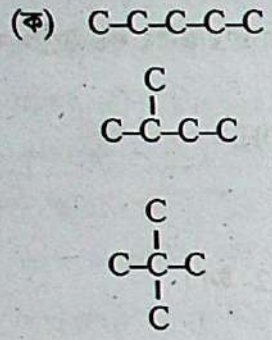
To determine Structural Isomers' Number from Compound's Formula

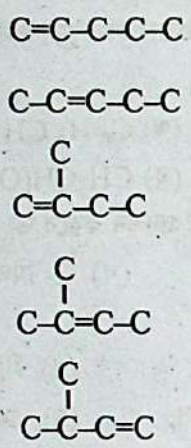
আগের অনুচ্ছেদের আলোচনাভিত্তিক আমরা এখানে কোনো জৈব যৌগের রাসায়নিক সংকেত থেকে এর সম্ভাব্য সমাণুগুলোর মধ্যে চেইন সমাণু ও কার্যকরী মূলক সমাণুগুলোর গাঠনিক সংকেত ও সংখ্যা নির্ণয় করব। চেইন সমাণুতা অ্যালকেন, সাইক্লো অ্যালকেন এবং কার্যকরী মূলক সমাণুতা অ্যালকিন, অ্যালকাইন, অ্যালকোহল-ইথার, অ্যালডিহাইড-কিটোনভিত্তিক সম্ভাব্যতা দেখা হবে।

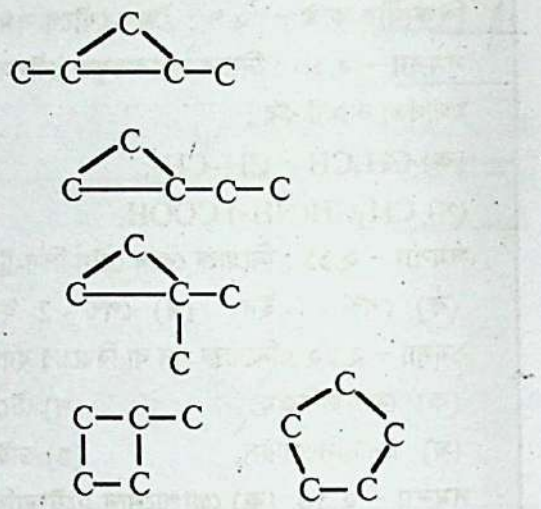
* জৈব যৌগে C-পরমাণু সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে চেইনের গঠন বিন্যাস সংখ্যাও বৃদ্ধি পায়। যেমন 4 টি C-এর বেলায় 2 টি চেইন বিন্যাস, 5টি C-এর বেলায় 3টি চেইন বিন্যাস, 6টি C-এর বেলায় 5টি বিন্যাস, 7C-এর বেলায় 9টি বিন্যাস, 10 C এর চেইনের 75টি বিন্যাস সম্ভব। যদি চেইনে একটি C=C দ্বিবন্ধন থাকে অর্থাৎ অ্যালকিনের বেলায় এবং C–পরমাণুর বলয় সংখ্যা অন্তর্ভুক্ত করা হয়, তবে সমাণু সংখ্যা আরো বৃদ্ধি পায়। যেমন, নিচে 5 টি C-পরমাণু দ্বারা (ক) একক সিগমা বন্ধন সহযোগে, (খ) একক দ্বিবন্ধন সহযোগে এবং (গ) সম্পৃক্ত সাইক্লিক কার্বন কাঠামো দেখানো হলো।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

(ক) 

(খ) 

(গ) 

* শিকলে প্রতিটি C-পরমাণুর যোজনী 4 সঠিকভাবে গণনা করে দেখতে হবে। প্রতি C পরমাণুতে 4টি একক বন্ধন অথবা একটি দ্বিবন্ধন ও দুটি একক বন্ধন অথবা একটি ত্রিবন্ধন ও একটি একক বন্ধন থাকা সম্ভব।

শিক্ষার্থীর কাজ – ২.৮ : হাইড্রোকার্বনের সমাণু সংখ্যা নির্ণয় :

সমস্যা – ২.১৫ : নিচে দেয়া শর্ত মতে হাইড্রোকার্বনের সমাণুর গঠন ও সংখ্যা নির্ণয় কর :

(ক) হাইড্রোকার্বনে 6টি C-পরমাণু আছে; কোনো দ্বিবন্ধন, ত্রিবন্ধন বা বলয় নেই;

(খ) হাইড্রোকার্বনে 4টি C –পরমাণু আছে; এতে একটি দ্বিবন্ধন আছে, কোনো বলয় নেই।

(গ) হাইড্রোকার্বনে 4টি C-পরমাণু আছে; এতে বলয় আছে; দ্বিবন্ধন বা ত্রিবন্ধন নেই।

সমস্যা – ২.১৬ : C_5H_{12} ও C_4H_8 সংকেতযুক্ত সম্ভাব্য সমাণুগুলোর গাঠনিক সংকেত লেখ।

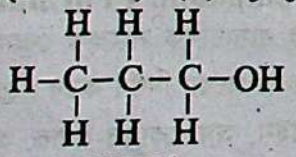
সমাধানকৃত সমস্যা – ২.৬ : অ্যালকোহল-ইথার ও অ্যালডিহাইড-কিটোন সমাণুগুলো নির্ণয় :

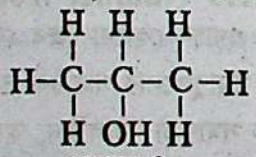
(ক) C_3H_8O সংকেতযুক্ত সম্ভাব্য সমাণুর গাঠনিক সংকেত লেখ।

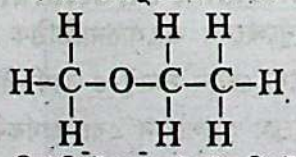
(খ) C_3H_6O সংকেতযুক্ত সম্ভাব্য সমাণুর গাঠনিক সংকেত লেখ।

দক্ষতা (Strategy) : প্রদত্ত রাসায়নিক সংকেত C_3H_8O এর শ্রেণিগত সাধারণ সংকেত হলো $C_nH_{2n+2}O$, যা হলো অ্যালকোহল ও ইথারের সাধারণ সংকেত। আবার C_3H_6O এর শ্রেণিগত সাধারণ সংকেত হলো $C_nH_{2n}O$, যা অ্যালডিহাইড কিটোন ও অ্যালকিনল-এর সাধারণ সংকেত।

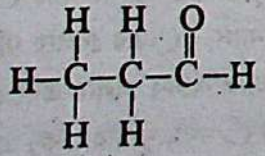
সমাধান (Solution) : (ক) C_3H_8O এর বেলায়, নিম্নোক্ত অ্যালকোহল ও ইথার সমাণুগুলো সম্ভব।

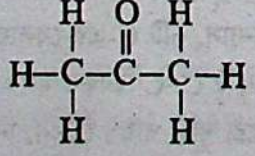

প্রোপানল-1

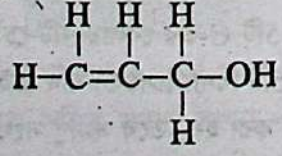

প্রোপানল-2


মিথোক্সি ইথেন বা ইথাইল মিথাইল ইথার

(খ) C_3H_6O এর বেলায়, নিম্নোক্ত অ্যালডিহাইড, কিটোন ও অ্যালকিনল সমাণু সম্ভব।


প্রোপান্যাল


প্রোপানোন


2- প্রোপিন-1-অল

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

শিক্ষার্থীর কাজ-২.১ : কার্যকরী মূলকভিত্তিক ত্রিমৌল যৌগের সমাণু :

সমস্যা – ২.১৭ : নিচে দেয়া শর্ত মতে, সম্ভাব্য সমাণুগুলোর গাঠনিক সংকেত লেখ।

(ক) C_4H_8O এর সম্পৃক্ত কার্বন শিকলের সমাণুগুলোর গাঠনিক সংকেত লেখ।

(খ) $C_5H_{10}O$ এর কিটোন সমাণুগুলোর গাঠনিক সংকেত লেখ।

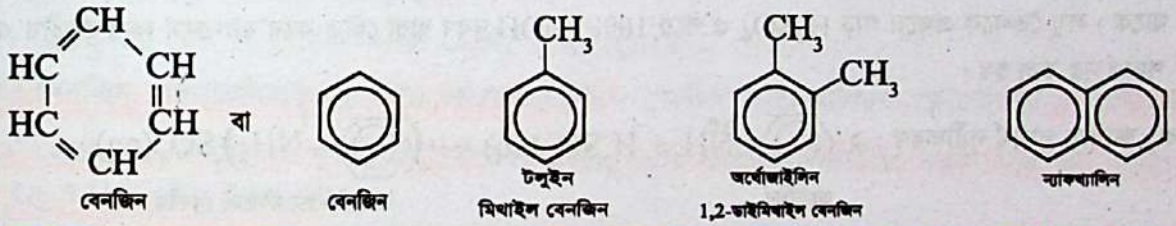
(গ) $C_4H_{10}O$ এর সম্ভাব্য সব সমাণুর গাঠনিক সংকেত লেখ।

(ঘ) $C_5H_{10}O_2$ এর গঠনের সমাণুতে একটি কার্বক্সিল মূলক আছে।

২.৮ অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন
Aromatic Hydrocarbons

জৈব রসায়নের প্রাথমিক অবস্থায় অ্যারোমেটিক (aromatic) যৌগ বলতে ফল, মূল ও বিভিন্ন উদ্ভিদের কাণ্ড থেকে প্রাপ্ত সুগন্ধ বস্তুকে বোঝানো হতো। পরে রসায়নবিদেরা জানলেন যে, অ্যারোমেটিক যৌগগুলো অন্য সব জৈব যৌগ থেকে রাসায়নিক ধর্মে বিশেষ পার্থক্য প্রকাশ করে। অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বনের আণবিক গঠন সমতলীয় এবং সাইক্লিক কিন্তু সাইক্লো অ্যালকেন থেকে ভিন্ন। অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বনের আণবিক গঠনে ছয় C-পরমাণুযুক্ত এক বা একাধিক বলয় থাকে; এ সব বলয়ে কার্বন-কার্বন একক বন্ধন (C–C) ও কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন (C=C) একান্তরভাবে কাঠামোতে দেখানো হয়। বেনজিন (C_6H_6) কে অ্যারোমেটিক যৌগ শ্রেণির মূল যৌগ ধরা হয়।

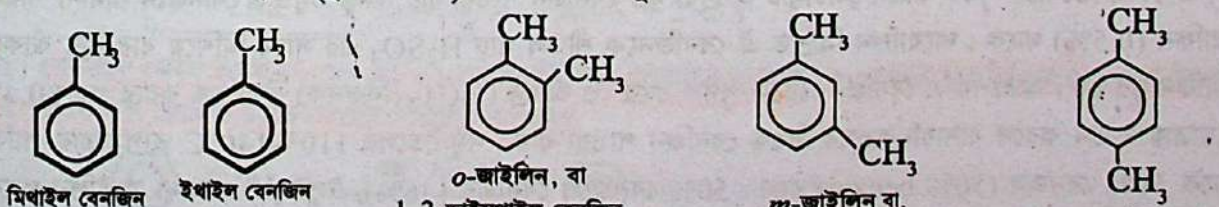
অ্যারোমেটিক যৌগের সংজ্ঞা : বেনজিন, বেনজিন জাতক ও বেনজিনের মতো অসম্পৃক্ততা যুক্ত এবং হাকেল **(Huckel)** নিয়মভিত্তিক $(4n + 2)$ সংখ্যক সঞ্চরণশীল ইলেকট্রন সমন্বিত বলয়াকার জৈব যৌগকে অ্যারোমেটিক যৌগ বলে।



বেনজিন | বেনজিন | টলুইন | মিথাইল বেনজিন | অর্থোজাইলিন | 1,2-ডাইমিথাইল বেনজিন | ন্যাফথ্যালিন

অ্যারিন (Arene) : অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বনকে অ্যারিন বলে। এদের গঠনে ছয় C পরমাণু বিশিষ্ট বেনজিনয়েড বলয় থাকে। যেমন বেনজিন, বেনজিনের জাতক, ন্যাফথ্যালিন।

বেনজিন সমগোত্রক : বেনজিনের এক বা একাধিক H পরমাণু সমসংখ্যক অ্যালকাইল মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হলে উৎপন্ন বেনজিনের অ্যালকাইল জাতককে বেনজিন সমগোত্রক বলে। যেমন, মিথাইল বেনজিন বা টলুইন, ইথাইল বেনজিন। দ্বিপ্রতিস্থাপিত বেনজিনের বেলায় একটি প্রতিস্থাপকের অবস্থানকে C–1 ধরে নাম্বারিং করে অপরটির অবস্থান ঠিক করা হয়। যেমন ডাইমিথাইল বেনজিনের বেলায় CH_3– মূলকের অবস্থানকে এরূপে নাম্বারিং করা হয়। আবার সাধারণ নামকরণের বেলায়, দুটি মূলক বলয়ের পাশাপাশি দুটি কার্বনে বা 1ঃ 2 অবস্থানে থাকলে *O* (ortho) এবং বিপরীত অবস্থানে বা 1ঃ 4 অবস্থানে থাকলে *P*– (para), একটির পর ৩য় কার্বনে বা 1ঃ 3 অবস্থানে থাকলে *m* (meta) যৌগ বলা হয়। ডাইমিথাইল বেনজিন বা জাইলিন (দ্রাবক পদার্থ) এর তিনটি সমাণুর গাঠনিক সংকেত ও নাম হলো নিম্নরূপ :



মিথাইল বেনজিন বা, টলুইন | ইথাইল বেনজিন | *o*-জাইলিন, বা 1, 2-ডাইমথাইল বেনজিন | *m*-জাইলিন বা, 1, 3-ডাইমথাইল বেনজিন | *p*-জাইলিন বা, 1, 4-ডাইমথাইল বেনজিন

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

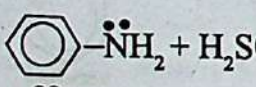
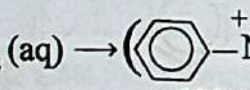
অ্যারোমেটিক যৌগের উৎস : কোল ও পেট্রোলিয়াম হলো অ্যারোমেটিক যৌগের প্রধান উৎস। কয়লার বিধ্বংসী পাতন যেমন 10 – 12% জলীয় বাষ্প মিশ্রিত বিটুমিনাস কয়লাকে 900°– 1100°C তাপমাত্রায় আবদ্ধপাত্রে পাতন করে প্রাপ্ত কোলটার বা আলকাতরা থেকে এসব যৌগ পৃথক করা হয়। আলকাতরার মধ্যে অম্লীয়, ক্ষারকীয় ও নিরপেক্ষ – অ্যারোমেটিক যৌগ থাকে। আলকাতরাকে লৌহ নির্মিত রিটর্টে নিয়ে 'অংশ-কলাম' ব্যবহার করে ধীরে ধীরে 400°C তাপমাত্রা পর্যন্ত আংশিক পাতন করলে নিম্নোক্ত পাতিত তরল পাওয়া যায়।

সারণি– ২.৯ : আলকাতরার আংশিক পাতনে প্রাপ্ত বিভিন্ন পাতিত অংশ ও উপাদান

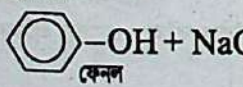
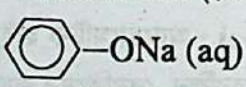
পাতিত অংশের নাম	পাতন তাপমাত্রা	% পরিমাণ	পাতিত তরলে প্রধান উপাদানসমূহ
১। লঘু তৈল (আ. গু. = 0.97)	170°C পর্যন্ত	5%	বেনজিন, টলুইন, জাইলিন, পিরিডিন, থায়োফিন, অ্যানিলিন, ফেনল।
২। মধ্যম তৈল (আ. গু. = 1.005)	171° – 230°C	7.5%	ফেনল, ক্রিসল, ন্যাফথ্যালিন ইত্যাদি।
৩। ভারী তৈল (আ. গু. = 1.03)	231°– 270°C	10%	ক্রিসল, ন্যাফথ্যালিন, কুইনোলিন ।
৪। সবুজ তৈল (আ. গু. = 1.09)	271° – 400°C	20%	অ্যানথ্রাসিন, ফিনানথ্রিন ইত্যাদি
৫। পিচ (Pitch)	রিটর্টে অবশেষ থাকে।	57.5%	কোক-কার্বন।

২.৮.১ আলকাতরা অথবা লঘু তৈল থেকে বেনজিন ও টলুইন পৃথকীকরণ
Separation of Benzene & Toluene From Light Oil

আলকাতরাকে 170°C তাপমাত্রায় আংশিক পাতন করে প্রাপ্ত লঘু তৈলের মধ্যে প্রধানত (ক) নিরপেক্ষ জাতীয় বেনজিন, টলুইন, জাইলিন প্রভৃতি হাইড্রোকার্বন; (খ) ক্ষার জাতীয় অ্যানিলিন, পিরিডিন, থায়োফিন এবং (গ) অম্ল জাতীয় পদার্থ ফেনল থাকে। লঘু তৈলকে প্রথমে গাঢ় H_2SO_4 ও পরে 10% NaOH দ্রবণ দ্বারা ধৌত করে যথাক্রমে ক্ষার জাতীয় ও অম্ল জাতীয় পদার্থ দূর করা হয়।

(ক) ক্ষারীয় পদার্থ দূরীকরণ : ২  + H_2SO_4 (aq) ⟶  SO_4 (aq)

অ্যানিলিন — অ্যানিলিনিয়াম সালফেট (দ্রবণীয়)

(খ) অম্লীয় পদার্থ দূরীকরণ :  + NaOH (aq) ⟶  + H_2O (*l*)

ফেনল — দ্রবণীয় সোডিয়াম ফিনেট

পরে এ তৈলকে বার বার পানি দ্বারা ধৌত করলে অব্যবহৃত NaOH দূরীভূত হয়। শেষে এ লঘু তৈলকে আংশিক পাতন করে 70°–110°C তাপমাত্রায় পাতিত অংশকে সংগ্রহ করা হয়। এ অংশকে 90% বেনজল (benzol) বলা হয়। এ 90% বেনজলে প্রধানত 84% বেনজিন, 13% টলুইন এবং 3% জাইলিন থাকে। 90% বেনজলকে আংশিক পাতন করে 80°– 82°C তাপমাত্রায় পাতিত তরল পদার্থকে সংগ্রহ করলে মোটামুটি 99% বিশুদ্ধ বেনজিন পাওয়া যায়।

বিশোধন : লঘু তৈলের আংশিক পাতন প্রক্রিয়ায় পৃথকীকৃত এ বেনজিনে টলুইন, থায়োফিন প্রভৃতি অপদ্রব্য মিশ্রিত থাকে। বিশোধনের জন্য এ বেনজিনকে হিম-মিশ্রণ দ্বারা শীতল করলে 5.4°C তাপমাত্রায় বেনজিনের কঠিন কেলাস পাওয়া যায়। ঐ কেলাসগুলোকে পৃথক করলে মোটামুটি অপদ্রব্য মুক্ত বেনজিন পাওয়া যায়; কিন্তু তবুও এ বেনজিনে সামান্য পরিমাণ থায়োফিন (0.5%) থাকে। থায়োফিন মিশ্রিত ঐ বেনজিনকে শীতল গাঢ় H_2SO_4 এর সাথে মিশিয়ে বার বার ঝাঁকালে থায়োফিন দূর হয়। অতঃপর এ বেনজিন স্তরকে পৃথক করে ও অনার্দ্র $CaCl_2$ (নিরুদক) দ্বারা শুষ্ক করার পর 80.4°C তাপমাত্রায় পাতন করলে রাসায়নিকভাবে বিশুদ্ধ বেনজিন পাওয়া যায়। লঘু তৈলের 110°–140°C তাপমাত্রায় পাতিত অংশকে 50% বেনজল (50% benzol) বলে। 50% বেনজলে বেনজিন (46%), টলুইন ও সামান্য জাইলিন থাকে। 90% বেনজল ও 50% বেনজলকে 108°–110°C তাপমাত্রায় আংশিক পাতন করলে মোটামুটি বিশুদ্ধ টলুইন পাওয়া যায়।

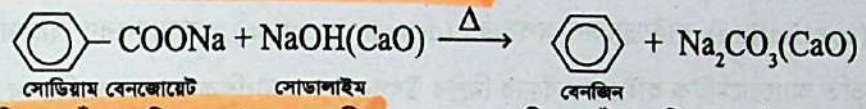
www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

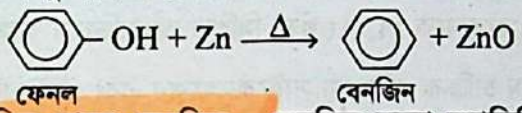
২.৮.২ বেনজিন ও টলুইন প্রস্তুতি
Preparation of Benzene and Toluene

(ক) বেনজিন প্রস্তুতি :

১। বেনজোয়িক এসিডের লবণ ও সোডা লাইমের মিশ্রণ থেকে : সোডিয়াম বেনজোয়েট লবণ ও সোডা লাইমের মিশ্রণকে উত্তপ্ত করলে বেনজিনের বাষ্প (স্ফুটনাঙ্ক 80.4°C) উৎপন্ন হয়। ঐ বাষ্পকে শীতল করলে তরল বেনজিন পাওয়া যায়। জৈব কার্বক্সিলিক এসিডের সোডিয়াম লবণ ও সোডা লাইমের বিক্রিয়ায় CO_2 অপসারণ ও হাইড্রোকার্বন উৎপন্ন হওয়ার এরূপ বিক্রিয়াকে ডিকার্বক্সিলেশন (decarboxylation) বলা হয়।



২। ফেনল ও জিংক গুঁড়ার মিশ্রণ থেকে বেনজিন : ফেনল ও জিংক গুঁড়ার মিশ্রণকে উত্তপ্ত করলে ফেনল বিজারিত হয়ে বেনজিন-বাষ্প উৎপন্ন হয়। ঐ বেনজিন-বাষ্পকে শীতল করলে তরল বেনজিন পাওয়া যায়।



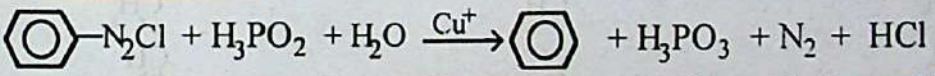
৩। অ্যাসিটিলিন থেকে বেনজিন : বেনজিন হলো অ্যাসিটিলিনের পলিমার। অ্যাসিটিলিন গ্যাসকে 450°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত লৌহ নলের মধ্যে চালনা করলে তিন অণু অ্যাসিটিলিনের পলিমারকরণের ফলে বেনজিন উৎপন্ন হয়।

$$3\ HC{\equiv}CH \xrightarrow{450°C,\ Fe} C_6H_6$$

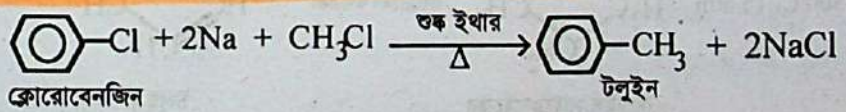
৪। গ্রিগনার্ড বিকারক থেকে বেনজিন : গ্রিগনার্ড বিকারক যেমন ফিনাইল ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইড ও পানির আর্দ্র-বিশ্লেষণ বিক্রিয়ায় বেনজিন উৎপন্ন হয়।

$$C_6H_5MgCl + H{-}OH \longrightarrow C_6H_6 + Mg(OH)Cl$$

৫। বেনজিন ডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড থেকে বেনজিন : বেনজিন ডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইডকে কিউপ্রাস আয়ন (Cu^+Cl^-) প্রভাবকের উপস্থিতিতে ফসফিনিক এসিড (H_3PO_2) দ্রবণ সহযোগে বিজারিত করলে বেনজিন, ফসফোনিক এসিড, N_2 ও HCl এসিড উৎপন্ন হয়।



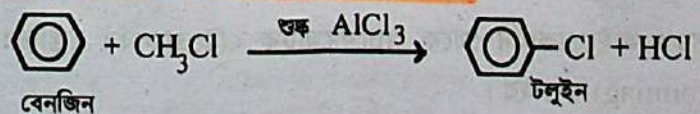
(খ) টলুইন প্রস্তুতি : ১। শুষ্ক ইথারে দ্রবীভূত সোডিয়াম ধাতু, ক্লোরো বেনজিন ও মিথাইল ক্লোরাইডের মিশ্রণকে উত্তপ্ত করলে টলুইন উৎপন্ন হয়। এ বিক্রিয়াকে উর্টজ-ফিটিগ বিক্রিয়া বলে।



অনুরূপভাবে শুষ্ক ইথারে সোডিয়াম ধাতু, যে কোনো অ্যারাইল হ্যালাইড (ArX) ও অ্যালকাইল হ্যালাইড (RX) সহকারে উর্টজ-ফিটিগ বিক্রিয়া দ্বারা অ্যালকাইল বেনজিন (C_6H_5–R) বা অ্যালকাইল অ্যারিন (Ar–R) প্রস্তুত করা যায়।

$$Ar\boxed{-X + 2Na + X-}R \xrightarrow[\Delta]{\text{শুষ্ক ইথার}} Ar{-}R + 2NaX$$

২। বেনজিন থেকে টলুইন : শুষ্ক $AlCl_3$ এর উপস্থিতিতে বেনজিন ও মিথাইল ক্লোরাইডের বিক্রিয়ায় টলুইন উৎপন্ন হয়। এ বিক্রিয়াকে ফ্রিডেল ক্রাফট অ্যালকাইলেশন বলে।



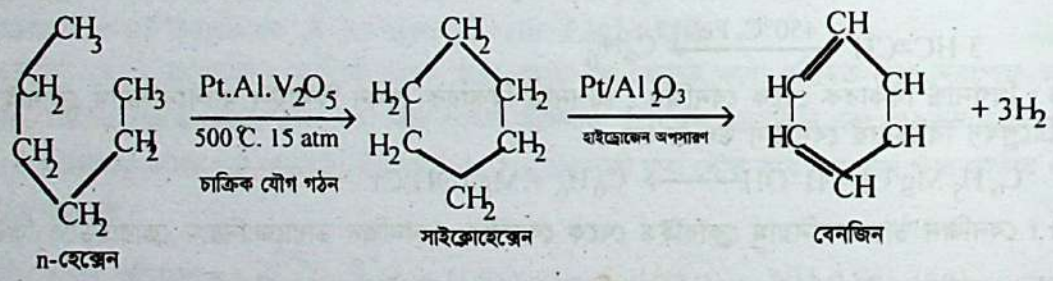
www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

(গ) পেট্রোলিয়াম থেকে বেনজিন ও টলুইনের উৎপাদন

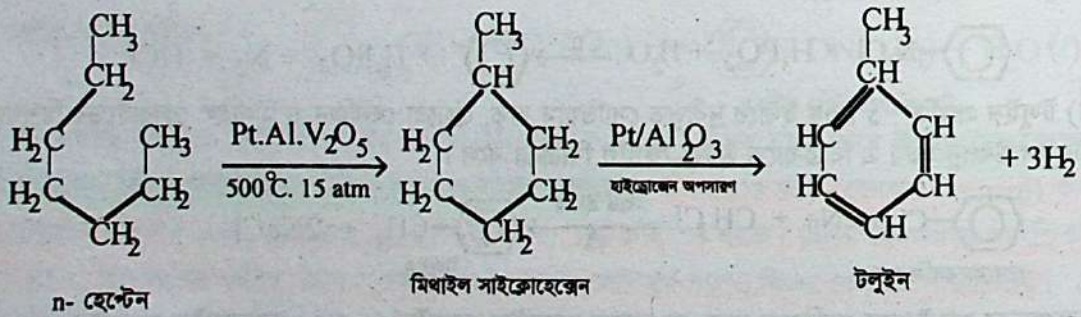
অ্যারোমেটিকরণ (aromatization) বা রিফরমিং পদ্ধতি : পেট্রোলিয়াম তৈলকে আংশিক পাতন করলে 35° – 175°C তাপমাত্রায় প্রাপ্ত পাতিত তরলকে পেট্রোল বা গ্যাসোলিন বলে। পেট্রোল বা গ্যাসোলিনে *n*- হেক্সেন, *n*-হেপ্টেন, *n*-অক্টেন প্রভৃতি সরল শিকল অ্যালকেন থাকে। এ মিশ্রণকে Pt.Al গুঁড়া মিশ্রিত ক্রোমিয়াম অক্সাইড বা ভ্যানাডিয়াম অক্সাইডের উপস্থিতিতে 10 – 20 atm চাপে প্রায় 500°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করা হয়। একই সঙ্গে চাক্রিক যৌগ গঠন প্রক্রিয়া (cyclisation), হাইড্রোজেন অপসারণ (dehydrogenation) ও সমাণুকরণ বিক্রিয়ার মাধ্যমে বেনজিন, টলুইন, জাইলিন প্রভৃতি অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বনের মিশ্রণ উৎপন্ন হয়। আংশিক পাতন বা বিশেষ দ্রাবকের সাহায্যে এ মিশ্রণের উপাদানগুলো পৃথক করা হয়। বর্তমানে 90% বাণিজ্যিক বেনজিন পেট্রোলিয়াম থেকে উৎপাদন করা হয়।

উদাহরণ–১। n- হেক্সেন থেকে বেনজিন : n-হেক্সেনকে Pt, At গুঁড়া মিশ্রিত ভ্যানাডিয়াম অক্সাইডের উপস্থিতিতে 15 atm চাপে প্রায় 500°C এ উত্তপ্ত করা হয়। প্রথমে চাক্রিক প্রক্রিয়ায় সাইক্লোহেক্সেন এবং পরে হাইড্রোজেন অপসারণ প্রক্রিয়ায় বেনজিন উৎপন্ন হয়।

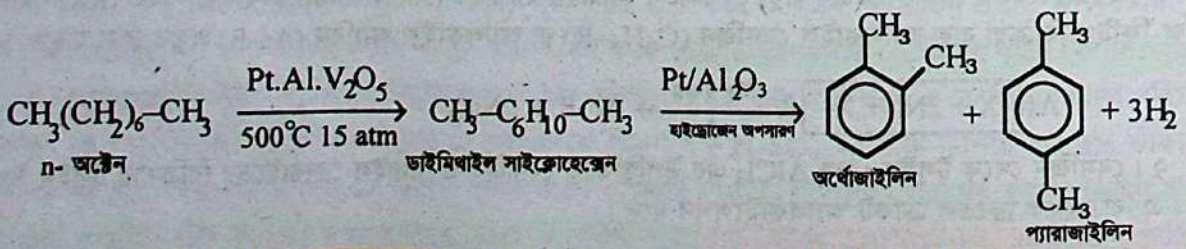


n-হেক্সেন সাইক্লোহেক্সেন বেনজিন

উদাহরণ– ২। অনুরূপভাবে n- হেপ্টেন থেকে টলুইন এবং n- অক্টেন থেকে জাইলিন পাওয়া যায়।



n- হেপ্টেন মিথাইল সাইক্লোহেক্সেন টলুইন



n- অক্টেন ডাইমিথাইল সাইক্লোহেক্সেন অর্থোজাইলিন প্যারাজাইলিন

প্রভাবকের উপস্থিতিতে মুক্ত শিকল হাইড্রোকার্বন থেকে অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন প্রস্তুতির এ প্রক্রিয়াকে অ্যারোমেটিকরণ বা রিফরমিং প্রক্রিয়া (reforming) বলা হয়।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

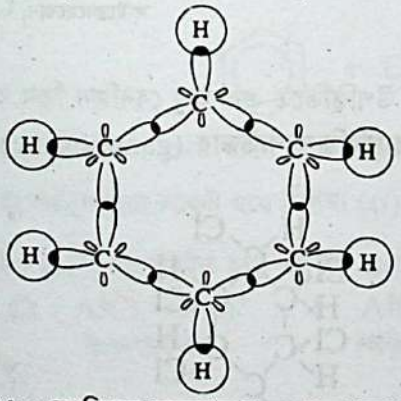
৩। টলুইন ও জাইলিন থেকে বেনজিন : পেট্রোলিয়াম থেকে অধিক পরিমাণ টলুইন ও কিছু জাইলিন পাওয়া যায়। তাই টলুইন ও জাইলিনকে Pt গুঁড়া ও Al_2O_3 এর উপস্থিতিতে উচ্চচাপে হাইড্রোজেন সহ বিক্রিয়ায় বেনজিনে পরিণত করা হয়। এরূপে হাইড্রোজেন পরমাণু দ্বারা অ্যালকাইল মূলক প্রতিস্থাপন প্রক্রিয়াকে হাইড্রো-ডিঅ্যালকাইলেশন বলে।

$$\underset{\text{টলুইন}}{C_6H_5-CH_3} + H_2 \xrightarrow[600^\circ C]{Pt.Al_2O_3} \underset{\text{বেনজিন}}{C_6H_6} + \underset{\text{মিথেন}}{CH_4}$$

$$\underset{\text{জাইলিন}}{C_6H_4(CH_3)_2} + H_2 \xrightarrow[600^\circ C]{Pt.Al_2O_3} \underset{\text{বেনজিন}}{C_6H_6} + \underset{\text{ইথেন}}{C_2H_6}$$

২.৮.৩ বেনজিনের আণবিক অরবিটাল গঠন
Molecular Orbital Structure of Benzene

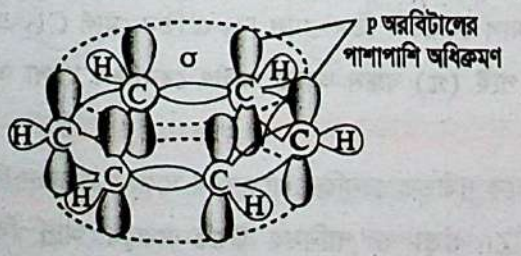
বেনজিনের ষড়ভুজ কাঠামোর প্রতিটি কার্বন-কার্বন বন্ধন (C–C) দূরত্ব সমান এবং তা হলো 0.139 nm, যা একক বন্ধন ও দ্বিবন্ধন (0.154 nm ও 0.134 nm) এর মাঝামাঝি। ছয়টি sp^2 সংকরিত C-পরমাণু প্রত্যেকের দুটি সংকর অরবিটাল দ্বারা পরস্পরের মধ্যে বলয়াকারে ছয়টি σ বন্ধন গঠনের পরে প্রত্যেক C-পরমাণুর অবশিষ্ট sp^2 সংকর অরবিটাল H পরমাণুর সাথে sp^2–s অরবিটাল অধিক্রমণে C–H সিগ্মা (σ) বন্ধন গঠন করে। এভাবে বেনজিনের ষড়ভুজাকার সমতলীয় σ– বন্ধন কাঠামোটি গঠিত হয়। পরে প্রতিটি কার্বন পরমাণুর অসংকরিত $2p_z^1$ অরবিটাল পরস্পরের সাথে পাশাপাশি অধিক্রমণ করে ছয়টি ইলেকট্রনের একটি সুষম আণবিক π অরবিটাল ষড়ভুজাকার সমতলের ওপর ও নিচে সঞ্চরণশীল বা ডিলোকালাইজড অবস্থায় থাকে। বেনজিন অণুতে সিগমা বন্ধন দ্বারা গঠিত মূল কাঠামো ঠিক রেখে সঞ্চরণশীল পাই (π) ইলেকট্রন সর্বদা স্থান পরিবর্তন করে। একে পাই (π) ইলেকট্রনের অণুরণন বা রেজোন্যান্স (resonanec) বলে। বেনজিন অণুতে π ইলেকট্রনের অণুরণনের ফলে,



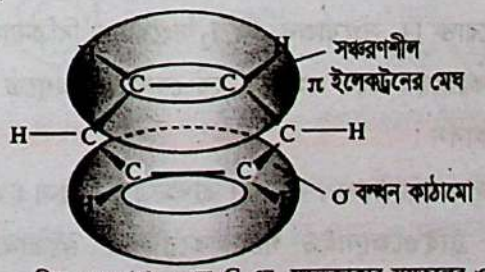
চিত্র-২.১৬ : বেনজিনের ষড়ভুজাকার σ বন্ধন মূল কাঠামো।

(ক) বেনজিনে C = C দ্বিবন্ধন দূরত্ব হয় 0.139 nm, (বা, 1.39Å), যা ইথেন ও ইথিলিনে কার্বন-কার্বন একক ও দ্বিবন্ধন দূরত্ব (0.154 nm (বা, 1.54Å), ও 0.134 nm (বা, 1.34Å), এর মাঝামাঝি হয়।
(খ) বেনজিন ইথিলিনের মতো সব ইলেকট্রন আকর্ষী যুত বিক্রিয়া যেমন ব্রোমিন দ্রবণ (Br_2/CCl_4) পরীক্ষা, বেয়ার পরীক্ষা ($KMnO_4/KOH$) ও অম্লীয় মাধ্যমে পানি সংযোজন ইত্যাদি বিক্রিয়া দেয় না, বরঞ্চ প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া দেয়।

নিচে বেনজিনের আণবিক অরবিটাল গঠন চিত্র দেখানো হলো।



চিত্র- ২.১৭(ক) : মাঝখানের ছয় C এর ষড়ভুজাকার সমতলটি σ বন্ধন দ্বারা সৃষ্ট। ওপরে ও নিচে p অরবিটালের পাশাপাশি অধিক্রমণ।



চিত্র- ২.১৭(খ) : ছয় C এর ষড়ভুজাকার সমতলের ওপর ও নিচে বৃত্তাকারে সঞ্চরণশীল π ইলেকট্রনের মেঘ।

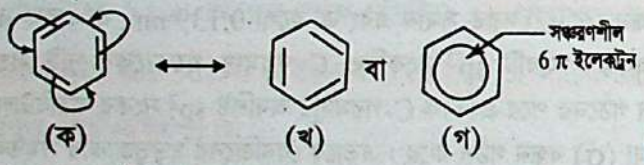
www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

২.৮.৪ অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বনের বিক্রিয়া
Reactions of Aromatic Hydrocarbons

বেনজিনের বিক্রিয়াকালে আক্রমণকারী ইলেকট্রোফাইল π ইলেকট্রনের মেঘকে প্রথমে আক্রমণ করে বিক্রিয়া শুরু করে। বেনজিন সত্যিকার অর্থে একদিকে অসম্পৃক্ত যৌগের মতো সংযোজন বিক্রিয়া এবং অপরদিকে সম্পৃক্ত যৌগের মতো প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া দেয়।

বেনজিন অণুতে তিনটি কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন (C = C) এর ছয়টি পাই (π) ইলেকট্রন নির্দিষ্ট কার্বন পরমাণুতে আবদ্ধ থাকে না। ঐ ছয়টি C পরমাণুর অসংকরিত $2p_z^1$ ইলেকট্রন সঞ্চরণশীল অবস্থায় থাকে। একে π ইলেকট্রনের অনুরণন বলে। বেনজিনের দুটি প্রান্তীয় অনুরণন কাঠামো (ক) ও (খ) এর মধ্যবর্তী অনুরণন সংকর কাঠামো (গ) দ্বারা দেখানো হয়। এই অনুরণন সংকর কাঠামোর সঠিক চিত্র অঙ্কন করা সম্ভব নয়। তবে সাধারণত ষড়ভুজের মধ্যে বৃত্ত দিয়ে এই কাঠামো দেখানো হয়।

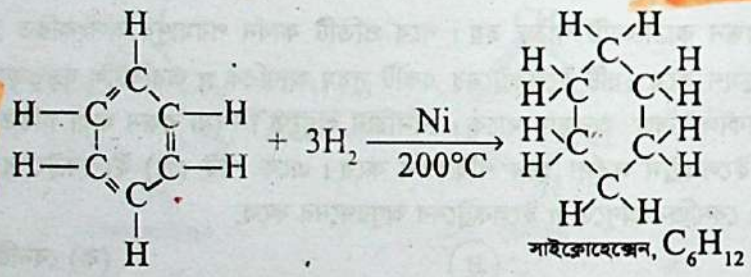


(ক) (খ) (গ)

ইথেনে	C – C বন্ধন দূরত্ব	= 0.154 nm
ইথিলিনে	C – C বন্ধন দূরত্ব	= 0.134 nm
বেনজিনে	C – C বন্ধন দূরত্ব	= 0.139 nm

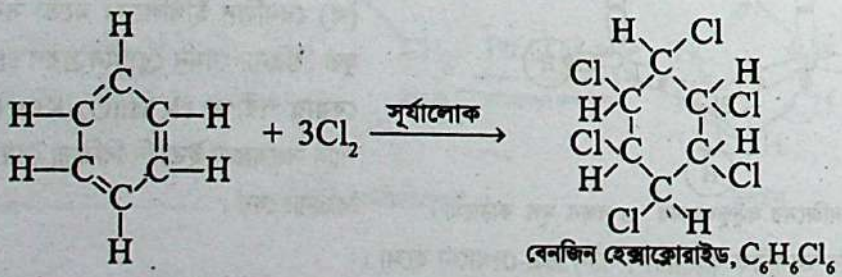
(ক) বেনজিনে সংযোজন
Addition in Benzene

হাইড্রোজেন সংযোজন : নিকেল চূর্ণ প্রভাবকের উপস্থিতিতে 200°C তাপমাত্রায় বেনজিন-বাষ্প ও H_2 সংযুক্ত হয়ে সাইক্লোহেক্সেন গঠন করে। প্রতি অণু বেনজিনে তিন অণু H_2 যুক্ত হয়ে থাকে।



সাইক্লোহেক্সেন, C_6H_{12}

হ্যালোজেন সংযোজন : উজ্জ্বল সূর্যালোক বা অতিবেগুনি রশ্মির উপস্থিতিতে এক অণু বেনজিন তিন অণু ক্লোরিনের সাথে সংযোজন বিক্রিয়ায় জীবাণুনাশক বেনজিন হেক্সাক্লোরাইড বা গ্যামেক্সিন পাউডার (gammexane) বা লিনডেন উৎপন্ন করে।



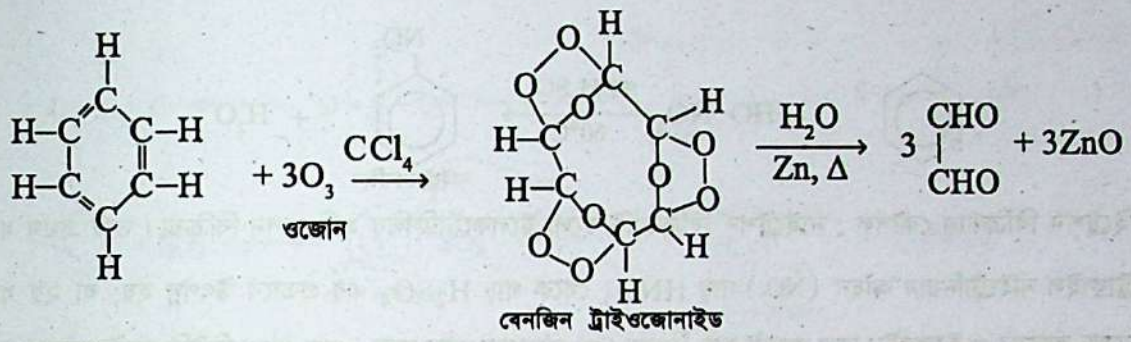
বেনজিন হেক্সাক্লোরাইড, $C_6H_6Cl_6$

উপরোক্ত H_2 সংযোজন ও Cl_2 সংযোজন বিক্রিয়ায় এক মোল বেনজিন তিন মোল H_2 ও তিন মোল Cl_2 এর সাথে বিক্রিয়া করেছে। এতে প্রমাণিত হয় বেনজিন অণুতে তিনটি পাই (π) বন্ধন আছে অর্থাৎ বেনজিন হলো অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন।

ওজোন সংযোজন : সাধারণ তাপমাত্রায় নিষ্ক্রিয় CCl_4 দ্রাবকে দ্রবীভূত বেনজিন ওজোনের সাথে সংযোজন বিক্রিয়ায় বেনজিন ট্রাইওজোনাইড গঠন করে। ঐ ওজোনাইডকে Zn গুঁড়া ও পানিসহ উত্তপ্ত করলে আর্দ্র বিশ্লেষণে গ্লাইঅক্সাল উৎপন্ন হয়।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

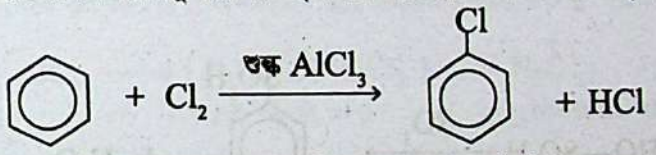


বেনজিন ট্রাইওজোনাইড

দ্রষ্টব্য : অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনের সাথে O_3 এর সংযোজন বিক্রিয়ায় ওজোনাইড গঠন এবং উৎপাদ যৌগকে উত্তপ্ত পানিতে আর্দ্র বিশ্লেষণ-এ উভয় বিক্রিয়াকে একত্রে ওজোনোলাইসিস (ozonolysis) বলে। এ উভয় বিক্রিয়া দ্বারা জৈব যৌগে দ্বি-বন্ধন ও ত্রিবন্ধনের অবস্থান নির্ণয় করা যায়; কিন্তু (π) বন্ধনের সংখ্যা নির্ণয় করা যায় না। কারণ একটি পাই (π) বন্ধন সমন্বিত কার্বন-কার্বন দ্বি-বন্ধনে 1mol ওজোন যুক্ত হয়। অনুরূপভাবে দুটি পাই (π) বন্ধন সমন্বিত কার্বন-কার্বন ত্রিবন্ধনে-ও 1mol ওজোন যুক্ত হয়ে থাকে। যেমন, ইথিন ($CH_2 = CH_2$) ও ইথাইন ($CH \equiv CH$) প্রতি ক্ষেত্রে 1mol ওজোন যুক্ত হয়ে ওজোনাইড গঠন করে।

(খ) বেনজিনে ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন (Electrophilic Substitution)

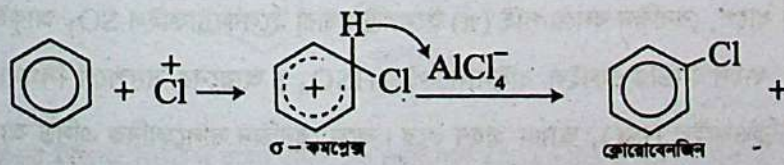
হ্যালোজেনেশন (Halogenation) : হ্যালোজেন বাহক যেমন শুষ্ক $AlCl_3$, $FeBr_3$ এর উপস্থিতিতে Cl_2ও Br_2 বেনজিনে ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন দ্বারা হ্যালোবেনজিন উৎপন্ন করে। বেনজিন বলয়স্থিত H-পরমাণুকে হ্যালোজেন বাহক (শুষ্ক $AlCl_3$) এর উপস্থিতিতে হ্যালোজেন পরমাণু দ্বারা প্রতিস্থাপনকে হ্যালোজেনেশন বলে। (অনুচ্ছেদ ২.১০ দ্রষ্টব্য)



বিক্রিয়ার কৌশল : প্রথম ধাপে ইলেকট্রোফাইল ক্লোরোনিয়াম আয়ন (Cl^+) উৎপন্ন হয়; যা ২য় ধাপে বেনজিনয়েড বলয়ের π ইলেকট্রন দ্বারা আকৃষ্ট হয়ে সিগমা (σ) কমপ্লেক্স গঠন করে। শেষ ধাপে নিউক্লিওফাইলের সংস্পর্শে σ-কমপ্লেক্স থেকে প্রোটন (H^+) অপসারিত হয়ে উৎপাদ ক্লোরোবেনজিন সৃষ্টি হয়। যেমন,

$$Cl : Cl + AlCl_3 \longrightarrow \underset{\text{ইলেকট্রোফাইল}}{Cl^+} + \underset{\text{নিউক্লিওফাইল}}{AlCl_4^-}$$

MCQ–2.11 : বেনজিনের গঠনে কার্বন-কার্বন বন্ধন দূরত্ব কত?
(ক) 1.30Å (খ) 1.34Å
(গ) 1.39Å (ঘ) 1.54Å

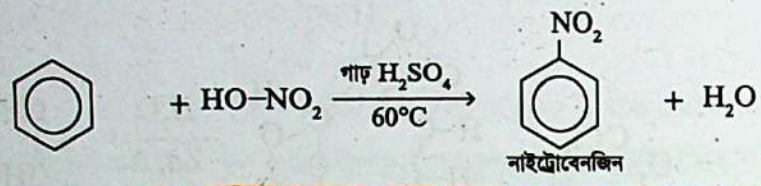


σ – কমপ্লেক্স ক্লোরোবেনজিন

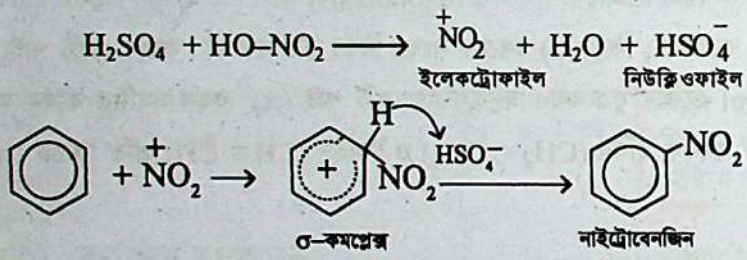
নাইট্রেশন (Nitration) : প্রায় 60°C–এ গাঢ় H_2SO_4 ও গাঢ় HNO_3 এর মিশ্রণ ও বেনজিনের বিক্রিয়ায় নাইট্রো বেনজিন উৎপন্ন হয়। এক্ষেত্রে ইলেকট্রোফাইল নাইট্রোনিয়াম ($\overset{+}{NO_2}$) আয়ন দ্বারা ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন ঘটে। এক্ষেত্রে 100°C-এ মেটা ডাইনাইট্রো বেনজিন উৎপন্ন হয়। বেনজিন বলয়স্থিত H-পরমাণুকে গাঢ় H_2SO_4 ও গাঢ় HNO_3 মিশ্রণ থেকে সৃষ্ট নাইট্রোমূলক দ্বারা প্রতিস্থাপনকে নাইট্রেশন বলে। (অনুচ্ছেদ ২.১০ দ্রষ্টব্য।)

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

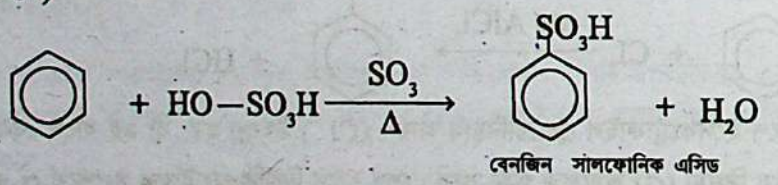
Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com



নাইট্রেশন বিক্রিয়ার কৌশল : নাইট্রেশন বিক্রিয়াটি হলো ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া। তাই প্রথম ধাপে ইলেকট্রোফাইল নাইট্রোনিয়াম আয়ন ($\overset{+}{N}O_2$) গাঢ় HNO_3 থেকে গাঢ় H_2SO_4 এর প্রভাবে উৎপন্ন হয়; যা ২য় ধাপে বেনজিনয়েড বলয়ের π ইলেকট্রন দ্বারা আকৃষ্ট হয়ে সিগমা (σ) কমপ্লেক্স গঠন করে। শেষ ধাপে নিউক্লিওফাইলের H_2SO_4 -এর সংস্পর্শে σ-কমপ্লেক্স থেকে প্রোটন (H^+) অপসারিত হয়ে উৎপাদ নাইট্রোবেনজিন সৃষ্টি হয়। যেমন,

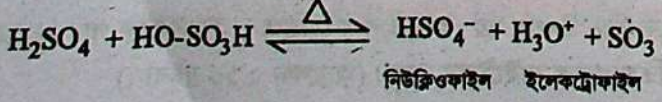


সালফোনেশন (Sulphonation) : ধূমায়িত H_2SO_4 ও বেনজিনের বিক্রিয়ায় বেনজিন সালফোনিক এসিড উৎপন্ন হয়। এক্ষেত্রে ইলেকট্রোফাইল পোলার SO_3 দ্বারা প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া ঘটে। ধূমায়িত সালফিউরিক এসিডের সাথে উত্তপ্ত করে বেনজিন বলয়ের H-পরমাণুকে সালফোনিক এসিড মূলক ($-SO_3H$) দ্বারা প্রতিস্থাপনকে সালফোনেশন বলে। (অনুচ্ছেদ ২.১০ দ্রষ্টব্য।)



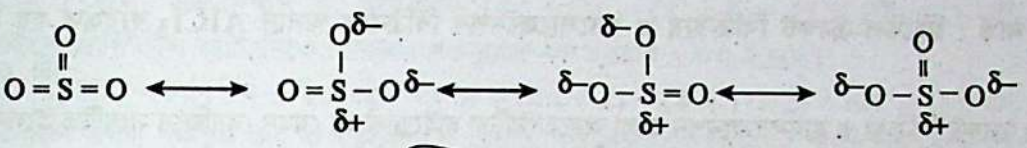
SO_3 এর ভূমিকা : এ সালফোনেশন বিক্রিয়ায় উৎপন্ন পানি (H_2O) কে SO_3 শোষণ করে H_2SO_4 এসিডে পরিণত করে এবং বিক্রিয়াটিকে সম্মুখদিকে সম্পন্ন হতে সাহায্য করে। $SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$

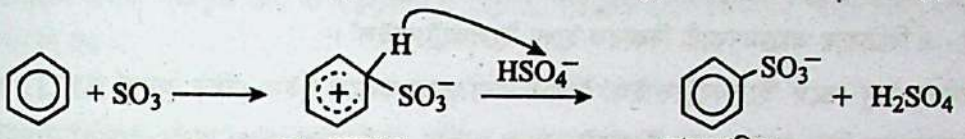
সালফোনেশন বিক্রিয়ার কৌশল : প্রথম ধাপে, উত্তপ্ত অবস্থায় দুই অণু গাঢ় H_2SO_4 এর মধ্যে বিক্রিয়ায় পোলার ইলেকট্রোফাইল SO_3 উৎপন্ন হয়। দ্বিতীয় ধাপে, বেনজিন বলয়ে পাই (π) ইলেকট্রন দ্বারা ইলেকট্রোফাইল SO_3 আকৃষ্ট হয়ে সিগমা (σ) কমপ্লেক্স গঠিত হয়। শেষ ধাপে নিউক্লিওফাইল বাইসালফেট (HSO_4^-) আয়নের সংস্পর্শে সিগমা (σ) কমপ্লেক্স থেকে একটি প্রোটন (H^+) নিউক্লিওফাইল HSO_4^- আয়ন গ্রহণ করে। ফলে বেনজিন সালফোনিক এসিড অ্যানায়ন গঠিত হয়, যা পরে বিক্রিয়া পরিবেশ থেকে একটি প্রোটন (H^+) গ্রহণ করে সুস্থিত উৎপাদ বেনজিন সালফোনিক এসিড উৎপন্ন করে।

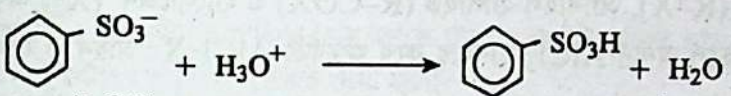


www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

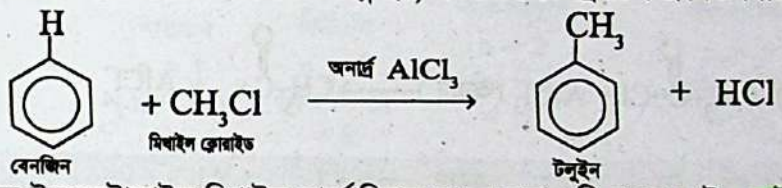




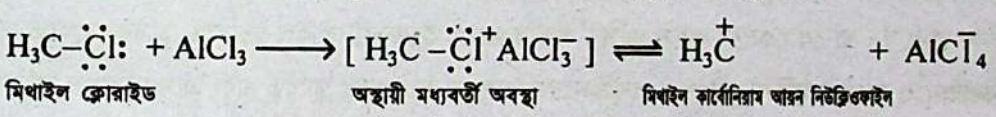


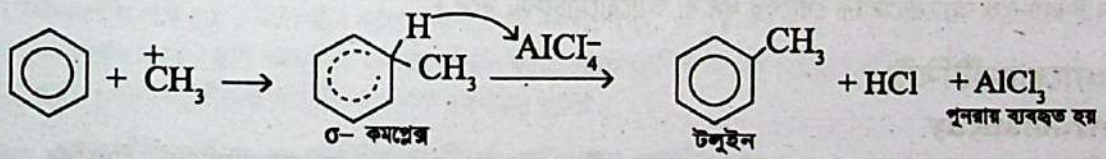
ফ্রিডেল-ক্রাফ্‌ট বিক্রিয়া (Friedel Craft's Reaction) : অনার্দ্র $AlCl_3$ এর উপস্থিতিতে, বেনজিন এর সাথে অ্যালকাইল হ্যালাইড (R–X) অথবা অ্যাসাইল হ্যালাইড (RCO–X) এর বিক্রিয়ায় অ্যালকাইলেশন দ্বারা অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন অথবা অ্যাসাইলেশন দ্বারা অ্যারোমেটিক কিটোন উৎপন্ন হয়, এ বিক্রিয়াকে ফ্রিডেল ক্রাফট বিক্রিয়া বলে।

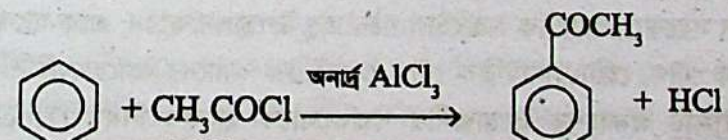
অ্যালকাইলেশন :



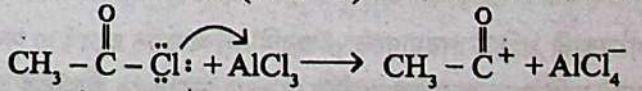
বিক্রিয়ার কৌশল : এক্ষেত্রে ইলেকট্রোফাইল মিথাইল কার্বোনিয়াম আয়ন দ্বারা প্রতিস্থাপন ঘটে। তাই প্রথমে অনার্দ্র $AlCl_3$ (লুইস এসিড) দ্বারা CH_3Cl থেকে নিম্নরূপে মিথাইল কার্বোনিয়াম আয়ন সৃষ্টি হয়। পরে মিথাইল কার্বোনিয়াম আয়ন (H_3C^+) বেনজিনয়েড বলয়ের π ইলেকট্রন দ্বারা আকৃষ্ট হয়ে সিগমা σ– কমপ্লেক্স গঠন করে। শেষ ধাপে নিউক্লিওফাইল $AlCl_4^-$ এর সংস্পর্শে σ–কমপ্লেক্স থেকে প্রোটন (H^+) অপসারিত হয়ে উৎপাদ টলুইন উৎপন্ন হয়।

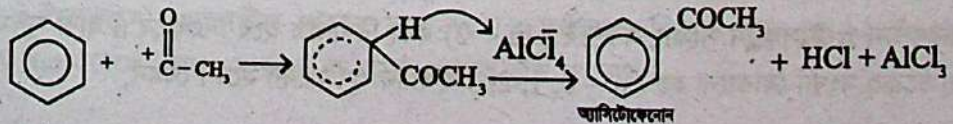






এক্ষেত্রে ইলেকট্রোফাইল হলো অ্যাসাইল ক্যাটায়ন ($R-\overset{+}{C}=O$)। এটি নিম্নরূপে তৈরি হয়।





www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

আরো দেখুন

প্রতিদিনের চাকুরীর সার্কুলার পেতে এখানে ক্লিক করুন

প্রতি মাসের কারেন্ট অ্যাফেয়ার্স পিডিএফ এখানে ক্লিক করুন

চাকুরীর প্রয়োজনীয় সকল পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

বিসিএস এর প্রয়োজনীয় পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

প্রতি সপ্তাহের চাকুরী পত্রিকা ডাউনলোড এখানে ক্লিক করুন

সকল নিয়োগ পরীক্ষার প্রশ্ন সমাধান এখানে ক্লিক করুন

বিডিনিয়োগ.কম দেশের সেরা পিডিএফ কালেকশন

SSC এর প্রয়োজনীয় সকল পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

HSC এর প্রয়োজনীয় সকল পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

বিশ্ববিদ্যালয় ভর্তির সকল পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

সকল ধরনের সাজেশন ডাউনলোড এখানে ক্লিক করুন

ORIGINAL
BDNIYOG.COM
COPYRIGHT

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

জেনে নাও : ফ্রিডেল-ক্রাফট বিক্রিয়ায় ও হ্যালোজেনেশন বিক্রিয়ায় অনার্দ্র $AlCl_3$ ব্যবহৃত হয় কেন?

[ঢা. বো. ২০১৯]

ফ্রিডেল ক্রাফ্‌ট বিক্রিয়া ও হ্যালোজেনেশন হলো অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন যেমন বেনজিনে সংঘটিত ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া। এ বিক্রিয়ায় আক্রমণকারী বিকারক হলো 'ইলেকট্রোফাইল'।

তাই মূল বিকারক অণু ভেঙ্গে 'ইলেকট্রোফাইল' তৈরির জন্য প্রভাবকরূপে লুইস এসিড অনার্দ্র $AlCl_3$ ব্যবহৃত হয়। অনার্দ্র $AlCl_3$ এর অণুতে তিন জোড়া বন্ধন ইলেকট্রন-যুগল থাকায় এতে অষ্টক অপূর্ণ অর্থাৎ ইলেকট্রন ঘাটতি রয়েছে। তাই মূল বিকারক অ্যালকাইল হ্যালাইড (R–X), অ্যাসাইল হ্যালাইড (R–COX) ও হ্যালোজেন (X_2) অণুর সমযোজী বন্ধনের অসম ভাঙ্গন প্রক্রিয়ায় প্রভাবকরূপে অনার্দ্র $AlCl_3$ ব্যবহার করে অন্তর্বর্তী $AlCl_3X^-$ আয়ন ও ইলেকট্রোফাইল (R^+, $\overset{+}{R}CO$, X^+) তৈরি করা হয়। যেমন,

(i) $CH_3\cdot\cdot Cl + AlCl_3$ (অনার্দ্র) $\longrightarrow \overset{+}{C}H_3 + AlCl_4^-$

(ii) $CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}\cdot\cdot Cl + AlCl_3$ (অনার্দ্র) $\longrightarrow CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}^+ + AlCl_4^-$

(iii) $Cl\cdot\cdot Cl + AlCl_3$ (অনার্দ্র) $\longrightarrow \overset{+}{Cl} + AlCl_4^-$

এক্ষেত্রে লুইস এসিডরূপে অনার্দ্র $AlCl_3$, অনার্দ্র $FeCl_3$, BF_3 ইত্যাদি ব্যবহৃত হয়। শুষ্ক বা অনার্দ্র অবস্থায় $AlCl_3$ ব্যবহার করতে হয়। জলীয় বাষ্পের সংস্পর্শে $AlCl_3$ আর্দ্র-বিশ্লেষিত হয়। যেমন,

$$AlCl_3 + 3H_2O \rightleftharpoons Al(OH)_3 + 3HCl$$

তখন $AlCl_3$ বা যে কোনো লুইস এসিড প্রভাবকরূপে ইলেকট্রোফাইল তৈরিতে ভূমিকা রাখতে পারে না।

বেনজিন ও অ্যারোমেটিক যৌগের বেনজিনয়েড বলয়ের অধিকতর স্থায়িত্ব এবং এদের বিশেষ বিক্রিয়া যেমন সংযোজন ও প্রতিস্থাপন ইত্যাদিকে অ্যারোমেটিক যৌগের ধর্ম বা অ্যারোমেটিসিটি বলে।

২.৮.৫ অ্যারোমেটিসিটি
Aromaticity

রসায়নবিদ হাকেল (Eric Huckel, 1931) অ্যারোমেটিক যৌগের বিশেষ ধর্ম বা অ্যারোমেটিসিটি প্রকাশের শর্তরূপে সঞ্চরণশীল π ইলেকট্রন সহযোগে আণবিক অরবিটাল গঠন তত্ত্ব উপস্থাপন করেন; একে হাকেল তত্ত্ব বলে। এ তত্ত্বে এক বা একাধিক কার্বোসাইক্লিক যৌগ, হেটারোসাইক্লিক যৌগ ও সাইক্লিক আয়নের অ্যারোমেটিসিটি ব্যাখ্যা করা সম্ভব। হাকেল প্রস্তাবিত অ্যারোমেটিসিটি প্রকাশের প্রয়োজনীয় শর্তগুলোকে হাকেল নিয়ম (Huckel rules) বলে। হাকেল নিয়মগুলো নিম্নরূপ :

* (১) জৈব যৌগটির গঠন চেপ্টা সমতলীয় চাক্রিক হতে হবে। চক্র বা বলয় গঠনকারী পরমাণুর সংখ্যা 5 অথবা 6টি হতে হবে। ঐ বলয় সিস্টেমে সব অরবিটাল দ্বারা বন্ধন গঠন পূর্ণ থাকে।

* (২) বলয় বা চক্র গঠনকারী প্রতিটি পরমাণুতে p-অরবিটাল থাকতে হবে। এ সব p-অরবিটাল মূল বলয়ের তলের ওপর ও নিচের দিকে পাশাপাশি অধিক্রমণ দ্বারা সঞ্চরণশীল অবস্থায় চক্রাকারে আণবিক অরবিটাল গঠন করবে। এ আণবিক অরবিটালে সঞ্চরণশীল π ইলেকট্রন সংখ্যা অবশ্যই $(4n + 2)$ দ্বারা নির্ধারিত হবে। এখানে n দ্বারা সুষম পঞ্চভুজ অথবা ষড়ভুজ বলয় বা চক্রের সংখ্যা বোঝানো হয়। $n = 0, 1, 2, 3$ ইত্যাদি পূর্ণ সংখ্যা হবে। যেমন,

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

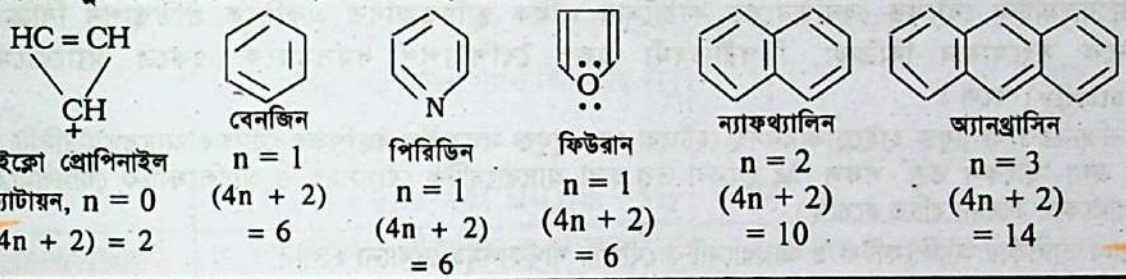
(i) $n = 0$ হলে, সঞ্চরণশীল π ইলেকট্রন $(4n + 2) = (4 \times 0 + 2) = 2$টি হয়। এটি ত্রিভুজাকার সাইক্লোপ্রোপিনাইল ক্যাটায়নকে বোঝায়। পঞ্চভুজের কম হওয়ায় $n = 0$ হয়েছে।

(ii) $n = 1$ হলে, সঞ্চরণশীল π ইলেকট্রন সংখ্যা $= (4n + 2) = (4 \times 1 + 2) = 6$টি হয়। তখন ষড়ভুজাকার বেনজিন অথবা পঞ্চভুজাকার বা ষড়ভুজাকার হেটারোসাইক্লিক যৌগ ফিউরান, থায়োফিন, পাইরোল ও পিরিডিন ইত্যাদি হয়।

(iii) $n = 2$ হলে ন্যাফ্থ্যালিন, $n = 3$ হলে অ্যানথ্রাসিন ইত্যাদি হয়।

* (৩) হেটারোসাইক্লিক পঞ্চভুজাকার যৌগের হেটারো পরমাণুর নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল (p- অরবিটালের) π ইলেকট্রন সিস্টেমে অংশ নিয়ে $(4n + 2)$ সংখ্যক π ইলেকট্রন সংখ্যা পূর্ণ করে।

এ হাকেল সংখ্যক π ইলেকট্রন বলয়াকার জৈব অণুতে থাকলে বলয়টি সুস্থিতি লাভ করে এবং বৈশিষ্ট্যপূর্ণ প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া দেয়। এরূপ কিছু যৌগের গাঠনিক সংকেত দেয়া হলো :



সাইক্লো প্রোপিনাইল ক্যাটায়ন, $n = 0$, $(4n + 2) = 2$

বেনজিন, $n = 1$, $(4n + 2) = 6$

পিরিডিন, $n = 1$, $(4n + 2) = 6$

ফিউরান, $n = 1$, $(4n + 2) = 6$

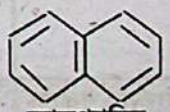
ন্যাফথ্যালিন, $n = 2$, $(4n + 2) = 10$

অ্যানথ্রাসিন, $n = 3$, $(4n + 2) = 14$

জেনে নাও : ১। পঞ্চভুজাকার হেটারোসাইক্লিক ফিউরান, থায়োফিন ও পাইরোল এর গাঠনিক সংকেতে দুটি পাই (π) বন্ধন অর্থাৎ চারটি π ইলেকট্রন দেখানো হয়। কিন্তু হেটারো পরমাণু N, O, S এর নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল (p অরবিটালের) ঐ চারটি π ইলেকট্রনসহ সিস্টেমে অংশ নিয়ে মোট ছয়টি সঞ্চরণশীল ইলেকট্রন রূপে হাকেল সংখ্যা $(4n + 2) = 6$ সংখ্যা পূর্ণ করে থাকে। তাই পাইরোল , ফিউরান ও থায়োফিন প্রত্যেকেই এক একটি অ্যারোমেটিক যৌগ।

২। ন্যাফথ্যালিন একটি অ্যারোমেটিক যৌগ কেন? [চ. বো. ২০১৭]

ন্যাফথ্যালিন ($C_{10}H_8$) এর গাঠনিক সংকেতে দুটি বেনজিন বলয়ে ($n=2$) পাঁচটি দ্বিবন্ধনে দশটি সঞ্চরণশীল পাই (π) ইলেকট্রন আছে; যা হাকেল সংখ্যা $(4n + 2) = (4 \times 2 + 2) = 10$ কে সমর্থন করে। তাই আধুনিক হাকেল নিয়ম মতে, ন্যাফথ্যালিন একটি অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন। ন্যাফথ্যালিনের গাঠনিক সংকেত দেখানো হলো :


ন্যাফথ্যালিন

২.৯ অ্যালিফেটিক ও অ্যারোমেটিক যৌগের পার্থক্য

Differences between Aliphatic and Aromatic Compounds

আমরা এর মধ্যে জৈব যৌগের শ্রেণিবিভাগ করতে মুক্ত শিকল ও বদ্ধশিকল জৈব যৌগের ব্যাপারে জেনেছি। আবার বদ্ধ শিকল জৈব যৌগের মধ্যে অ্যালিসাইক্লিক ও অ্যারোমেটিক যৌগের গঠনগত পরিচয় জেনেছি। সব অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বনে বেনজিন বলয় থাকে। বেনজিন বলয়ে প্রতিটি C-পরমাণু sp^2 সংকরিত অবস্থায় থাকে এবং বলয়স্থিত ছয়টি C-পরমাণুর অসংকরিত $2p_z^1$ ইলেকট্রন ষড়ভুজ বলয়ে সঞ্চরণশীল অবস্থায় আণবিক অরবিটাল গঠন করে।

অ্যালিফেটিক আলকিনের বেলায়ও দ্বিবন্ধনযুক্ত দুটি C পরমাণু sp^2 সংকরিত অবস্থায় থাকে। অ্যালকিনের বেলায় সৃষ্ট কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন (C=C) এর পাই (π) ইলেকট্রন সংশ্লিষ্ট দুই C-পরমাণুতে আবদ্ধ থাকে এবং বন্ধন দূরত্ব হয় 0.134nm। কিন্তু বেনজিন অণুতে ছয়টি C-পরমাণুর মধ্যে সিগমা বন্ধন দ্বারা গঠিত মূল কাঠামো ঠিক রেখে ছয় C-পরমাণুর ছয়টি π ইলেকট্রন সঞ্চরণশীল থাকায় বন্ধন দূরত্ব আলকিনের দ্বিবন্ধন দূরত্ব 0.134nm থেকে বৃদ্ধি পেয়ে বেনজিনে 0.139 nm হয়েছে। ফলে বেনজিন কাঠামোর স্থায়িত্ব বৃদ্ধি পেয়েছে।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

অনুরণন (Resonance) : অণুর মূল কাঠামো ঠিক রেখে সঞ্চরণশীল (π) ইলেকট্রনসমূহের দুই বা ততোধিক পরমাণুর মধ্যে সর্বদা স্থান পরিবর্তনকে **অনুরণন বা রেজোন্যান্স** (resonance) বলে। এরূপ অণুরণনজনিত বেনজিন বলয়ের অধিক স্থায়িত্বের কারণে অ্যারোমেটিক যৌগের ধর্ম ও অ্যালিফেটিক যৌগের ধর্মের মধ্যে বৈশিষ্ট্যপূর্ণ পার্থক্য সৃষ্টি হয়েছে। অ্যারোমেটিক যৌগের বিশেষ বৈশিষ্ট্যসমূহকে অ্যারোমেটিসিটি বলে।

অ্যারোমেটিসিটি : (i) অ্যারোমেটিক যৌগের বৈশিষ্ট্যপূর্ণ কাঠামোতে পাই (π) বন্ধন থাকা সত্ত্বেও বলয়স্থিত পাই (π) ইলেকট্রনের সঞ্চরণশীল থাকা বা অনুরণনজনিত অধিক স্থায়িত্ব এবং

(ii) বেনজিন বলয়ে বা বেনজিনয়েড (Benzenoid) বলয়ে কার্বন-কার্বন বন্ধন দূরত্ব অ্যালকেনের কার্বন-কার্বন একক বন্ধন (C–C) এবং অ্যালকিনের কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধনের (C=C) মাঝামাঝি হওয়ায় অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন সম্পৃক্ত অ্যালকেনের মতো **প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া** (Cl_2সহ) দেয়।

(iii) বিক্রিয়া পরিবেশের অবস্থাভেদে অসম্পৃক্ত অ্যালকিনের মতো সংযোজন বিক্রিয়া (Cl_2সহ) ঘটে।

অ্যারোমেটিক যৌগের বেনজিনয়েড কাঠামোর অধিক স্থায়িত্বজনিত একদিকে প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া এবং অপরদিকে সংযোজন বিক্রিয়া, বিপরীতধর্মী এরূপ বৈশিষ্ট্যপূর্ণ ধর্মসমূহকে একত্রে অ্যারোমেটিসিটি (aromaticity) বলে।

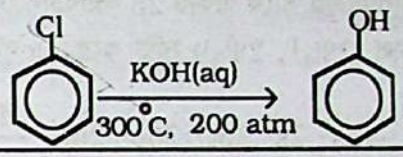
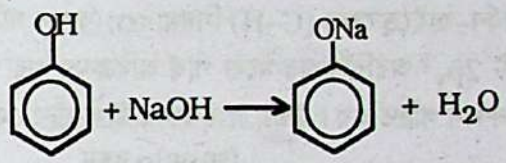
বেনজিনয়েড বলয়যুক্ত হাইড্রোকার্বনসহ হেটারো পরমাণুযুক্ত সমতলীয় বদ্ধশিকল যৌগের অ্যারোমেটিসিটি প্রকাশের ব্যাখ্যার জন্য **'হাকেল তত্ত্ব'** সফল। এ হাকেল তত্ত্ব দ্বারা অ্যারোমেটিক যৌগসমূহ ও অ্যালিফেটিক যৌগসমূহের মধ্যে সুস্পষ্ট পার্থক্যের সীমানা রচিত হয়েছে।

নিচের তালিকায় অ্যালিফেটিক ও অ্যারোমেটিক যৌগের পার্থক্যসমূহ দেখানো হলো :

পার্থক্যসূচক	অ্যালিফেটিক যৌগ	অ্যারোমেটিক যৌগ
১। গঠন প্রকৃতি :	অ্যালিফেটিক যৌগসমূহ প্রধানত মুক্ত কার্বন শিকল যৌগ। তবে অনুরূপধর্মী কিছু চাক্রিক যৌগ যেমন সাইক্লোহেক্সেন (C_6H_{12}) আছে।	১। অ্যারোমেটিক যৌগসমূহ বদ্ধ শিকল, সমতলীয় এবং এদের আণবিক গঠনে সঞ্চরণশীল $(4n + 2)$ সংখ্যক π – ইলেকট্রন থাকে। ফলে আণবিক গঠন সুস্থিত হয়।
২। কার্বনের % হার :	২। অ্যালিফেটিক হাইড্রোকার্বন এক C-পরমাণুরও হতে পারে এবং এতে কার্বনের শতকরা পরিমাণ অপেক্ষাকৃত কম হয়। যেমন CH_4 যৌগে C= 75%, H = 25%।	২। অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন কমপক্ষে ছয় C-পরমাণুযুক্ত হয় এবং এতে কার্বনের শতকরা পরিমাণ অপেক্ষাকৃত বেশি থাকে। যেমন (C_6H_6) যৌগে C = 92.3%, H = 7.7%।
৩। কার্বন শিকলে সম্পৃক্ততা ও অসম্পৃক্ততা :	৩। অ্যালিফেটিক যৌগের কার্বন শিকল সম্পৃক্ত ও অসম্পৃক্ত হতে পারে। যেমন – CH_3-CH_3, $CH_2=CH_2$ ইথেন, ইথিন	৩। অ্যারোমেটিক যৌগের বলয়ে সঞ্চরণশীল $(4n + 2)$ সংখ্যক π ইলেকট্রন থাকায় এরা বিশেষ স্থায়িত্বযুক্ত অসম্পৃক্ত যৌগ হয়।
৪। ব্রোমিন দ্রবণ ও বেয়ারের ক্ষারীয় $KMnO_4$ দ্রবণ পরীক্ষা :	৪। অ্যালিফেটিক দ্বিবন্ধন ও ত্রিবন্ধনযুক্ত অসম্পৃক্ত যৌগ CCl_4 দ্রাবকে Br_2 সহ যুত বিক্রিয়ায় লাল বর্ণ দূর করে। ক্ষারীয় $KMnO_4$ এর বেগুনি দ্রবণকে বর্ণহীন করে। যেমন, $CH_2=CH_2 + Br_2 \xrightarrow{CCl_4} CH_2(Br)-CH_2(Br)$ ইথিন; $CH \equiv CH + 4[O] \xrightarrow[KOH]{KMnO_4} COOH-COOH$ ইথাইন, অক্সালিক এসিড	৪। বেনজিন ও H_2 এর সংযোজন বিক্রিয়ায় বেনজিন বলয়ে তিনটি দ্বিবন্ধন আছে প্রমাণিত হয়। তা সত্ত্বেও বেনজিন বলয়যুক্ত অ্যারোমেটিক যৌগ ব্রোমিন দ্রবণের লাল বর্ণ ও $KMnO_4$ দ্রবণের বেগুনি বর্ণ দূর করে না। এতে প্রমাণিত হয় বেনজিন বলয়ের π বন্ধন বিশেষ প্রকৃতির ও স্থায়িত্ব বেশি।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

পার্থক্যসূচক	অ্যালিফেটিক যৌগ	অ্যারোমেটিক যৌগ
৫। হ্যালাইড যৌগের সক্রিয়তা:	৫। অ্যালিফেটিক হ্যালাইড ((R-X) অধিক সক্রিয় হওয়ায় জলীয় KOH দ্রবণে সহজেই আর্দ্র বিশ্লেষিত হয়ে অ্যালকোহল তৈরি করে। $CH_3Cl + KOH\ (aq) \rightarrow CH_3OH + KCl$	৫। অ্যারোমেটিক হ্যালাইড (ArX) কম সক্রিয় হওয়ায় উচ্চ তাপমাত্রায় ও উচ্চচাপে ক্ষারীয় আর্দ্রবিশ্লেষিত হয়ে ফেনল তৈরি হয়। 
৬। হাইড্রক্সি যৌগের প্রকৃতি :	৬। অ্যালিফেটিক হাইড্রক্সি যৌগকে অ্যালকোহল বলে। অ্যালকোহল হলো লিটমাস নিরপেক্ষ। তাই পানির মতো অ্যালকোহল Na ধাতুর সাথে বিক্রিয়ায় H_2 গ্যাস উৎপন্ন করে। $2CH_3OH + 2Na \rightarrow 2CH_3ONa + H_2$	৬। অ্যারোমেটিক হাইড্রক্সি যৌগকে ফেনল বলে। ফেনল অম্লধর্মী হওয়ায় নীল লিটমাসকে লাল, NaOH সহ বিক্রিয়ায় সোডিয়াম ফিনেট লবণ তৈরি করে। 
৭. জৈব যৌগে সংযোজন, প্রতিস্থাপন ও অপসারণ বিক্রিয়া : (অনুচ্ছেদ-২.১০ দ্রষ্টব্য)	৭. সংযোজন : অ্যালকিন ও অ্যালকাইনে ইলেকট্রোফিলিক সংযোজন এবং কার্বনিল ($\rangle C=O$) যৌগে নিউক্লিওফিলিক সংযোজন ঘটে। প্রতিস্থাপন : R–X যৌগে নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন ঘটে। অপসারণ: R–OH থেকে নিরুদকসহ H_2O অপসারণে অ্যালকিন এবং R-X থেকে KOH (alc.)সহ HX অপসারণে অ্যালকিন উৎপন্ন করে।	৭. সংযোজন : বেনজিনে H_2 ও Cl_2 সংযোজন ফ্রি-রেডিকেল মেকানিজমে ঘটে। প্রতিস্থাপন : বেনজিন বলয়ে সঞ্চরণশীল π ইলেকট্রন থাকায় ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন যেমন হ্যালোজেনেশন, নাইট্রেশন, সালফোনেশন ও ফ্রিডেল ক্রাফট বিক্রিয়া ঘটে। অপসারণ : ফেনল (C_6H_5OH) ও ArX থেকে কোনো অপসারণ বিক্রিয়া ঘটে না।

শিক্ষার্থীর কাজ-২-১০ ; বাড়ির কাজ :

এ অনুচ্ছেদের পাঠ শেষে তোমরা প্রত্যেকে নোট খাতায় নিম্নোক্ত পার্থক্য সূচকসহ অ্যালিফেটিক ও অ্যারোমেটিক যৌগের পার্থক্য তালিকা তৈরি কর। শ্রেণিককে শিক্ষকের কাছে নোট খাতা জমা কর এবং মতামত নাও।
পার্থক্যসূচক হলো : (১) কার্বন শিকল; (২) C পরমাণুর সংখ্যা; (৩) ইলেকট্রোফিলিক সংযোজন; (৪) ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন; (৫) কার্বন-কার্বন বন্ধন দূরত্ব; (৬) কাঠামো স্থায়িত্ব; (৭) হাকেল নিয়ম।

সমাধানকৃত সমস্যা–২.৭ : অ্যালকাইন ও বেনজিন সংশ্লিষ্ট রসায়ন : [দি. বো. ২০১৬]

নিচের উদ্দীপক সংশ্লিষ্ট সমস্যার সমাধান কর :

$$\left[\begin{matrix}\text{অ্যালকাইন} \\ C=2\end{matrix}\right] (A) \xrightarrow[450^\circ C]{Fe} (B) \xrightarrow[H_2SO_4\,(conc)]{HNO_3\,(conc),\ 60^\circ C} (C)\ \text{যৌগ}$$

(ক) উদ্দীপকের A যৌগে কার্বন পরমাণুর sp সংকরণ কীরূপে ঘটে তা ব্যাখ্যা কর। [দি. বো. ২০১৬]

(খ) উদ্দীপকের B যৌগ থেকে C যৌগ প্রস্তুতি ও বিক্রিয়ার কৌশল বা মেকানিজম বিশ্লেষণ কর। [দি. বো. ২০১৬]

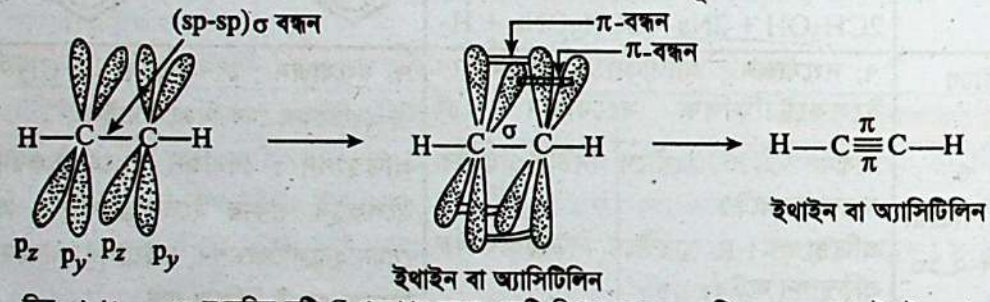
www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সমাধান–২ (ক) : উদ্দীপক মতে A যৌগটি হলো দুটি C–পরমাণু বিশিষ্ট অ্যালকাইন, যা হলো অ্যাসিটিলিন বা ইথাইন। ইথাইনের গাঠনিক সংকেতে (H–C≡ C–H) দুটি C– পরমাণু পরস্পর ত্রিবন্ধনে আবন্ধ থাকে। এ ত্রিবন্ধনের মধ্যে একটি সিগমা (σ) বন্ধন ও দুটি পাই (π) বন্ধন থাকে। এ ক্ষেত্রে দুটি C পরমাণু প্রত্যেকে উদ্দীপিত অবস্থায় এর একটি 2s অরবিটালের সাথে একটি 2p অরবিটাল যেমন $2p_x$ অরবিটাল মিশে গিয়ে sp সংকরণের মাধ্যমে দুটি সমশক্তির সংকর অরবিটাল ($2\Psi_1^1$, $2\Psi_2^1$) সৃষ্টি করে। এ দুটি সংকর অরবিটাল সমতলীয় এবং একই রেখায় অবস্থান করে।

* $C(6) \rightarrow 1s^2\ 2s^1\ 2p_x^1\ 2p_y^1\ 2p_z^1 \xrightarrow{\text{sp সংকরণ}} 1s^2\ 2\Psi_1^1\ 2\Psi_2^1\ 2p_y^1\ 2p_z^1$

ইথাইন অণু গঠনকালে sp সংকরিত দুটি C পরমাণুর মধ্যে প্রথমে প্রত্যেক C পরমাণুর একটি সংকর অরবিটাল পরস্পরের সাথে মুখোমুখি অধিক্রমণ দ্বারা একটি কার্বন–কার্বন সিগমা বন্ধন গঠন করে। এছাড়া ঐ দুটি C–পরমাণুর দ্বিতীয় সংকর অরবিটালের সাথে পৃথকভাবে দুটি H–পরমাণুর $1s^1$ অরবিটালের মুখোমুখি অধিক্রমণ দ্বারা দুটি কার্বন–হাইড্রোজেন (C–H) সিগমা (σ) বন্ধন গঠিত হয়। তখন উভয় C পরমাণুর সমান্তরাল ও অসংকরিত একটি করে দুটি $2p_y^1$ অরবিটালের মধ্যে পার্শ্ব অধিক্রমণ দ্বারা একটি π বন্ধন এবং দুটি $2p_z^1$ অরবিটালের পার্শ্ব অধিক্রমণ দ্বারা দ্বিতীয় π বন্ধন গঠিত হয়। উভয় π বন্ধনের ইলেকট্রন মেঘ কার্বন–কার্বন–σ বন্ধনের মূল কাঠামোকে বেষ্টন করে থাকে।



চিত্র : ২.১৮ : sp সংকরিত দুটি C-পরমাণুর মধ্যে একটি সিগমা বন্ধন ও দুটি π বন্ধন দ্বারা ইথাইন অণুর গঠন।

সমাধান–২ (খ) : প্রদত্ত উদ্দীপকটি হলো নিম্নরূপ :

$$\left[\begin{matrix}\text{অ্যালকাইন}\\ C=2\end{matrix}\right] (A) \xrightarrow[450^\circ C]{Fe} (B) \xrightarrow[H_2SO_4\,(conc)]{HNO_3\,(conc),\ 60^\circ C} (C)\ \text{যৌগ}$$

B যৌগ থেকে C– যৌগ প্রস্তুতি ও বিক্রিয়ার কৌশল :

দুটি C–পরমাণুবিশিষ্ট অ্যালকাইন হলো অ্যাসিটিলিন। অর্থাৎ A যৌগটি হলো অ্যাসিটিলিন (H–C≡C–H) গ্যাস। এক্ষেত্রে লৌহ (Fe) নলের মধ্যে 450°C তাপমাত্রায় অ্যাসিটিলিন গ্যাসকে চালনা করলে তিন অণু অ্যাসিটিলিনের পলিমারকরণ বিক্রিয়ায় বেনজিন বাষ্প (B) উৎপন্ন হয়।

$$\underset{\text{অ্যাসিটিলিন}}{3H–C\equiv C–H} \xrightarrow[450^\circ C]{Fe} \underset{\text{বেনজিন (B)}}{\bigcirc}$$

এখন B যৌগ বেনজিনকে 60°C তাপমাত্রায় গাঢ় H_2SO_4 এর উপস্থিতিতে গাঢ় HNO_3 সহ নাইট্রেশন করলে মনো নাইট্রো বেনজিন বা C যৌগটি উৎপন্ন হয়।

$$\underset{\text{বেনজিন}}{\bigcirc} + HO–NO_2 \xrightarrow[60^\circ C]{\text{গাঢ় } H_2SO_4} \underset{\text{নাইট্রো বেনজিন}}{\bigcirc\!\!-NO_2} + H_2O$$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

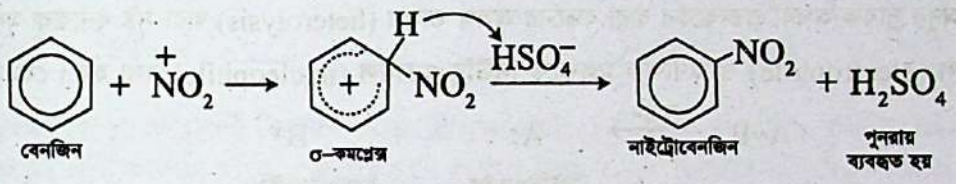
Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

নাইট্রেশন বিক্রিয়ার কৌশল হলো নিম্নরূপ : নাইট্রেশন বিক্রিয়াটি হলো বেনজিন চক্রে ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া। তাই প্রথমে ইলেকট্রোফাইল নাইট্রোনিয়াম আয়ন $(\overset{+}{N}O_2)$ গাঢ় HNO_3 থেকে গাঢ় H_2SO_4 এর প্রভাবে উৎপন্ন হয়। ২য় ধাপে ঐ নাইট্রোনিয়াম আয়ন বেনজিনয়েড বলয়ের π ইলেকট্রন দ্বারা আকৃষ্ট হয়ে সিগমা কমপ্লেক্স গঠন করে। শেষ ধাপে বিক্রিয়া পরিবেশে থাকা নিউক্লিওফাইল (HSO_4^-) এর সংস্পর্শে σ কমপ্লেক্স থেকে একটি প্রোটন (H^+) অপসারিত হয়ে H_2SO_4 ও উৎপাদ নাইট্রোবেনজিন সৃষ্টি হয়। যেমন,

(i) ইলেকট্রোফাইল ও নিউক্লিওফাইল সৃষ্টি :

$$H_2SO_4 + HO\text{–}NO_2 \rightarrow \underset{\text{ইলেকট্রোফাইল}}{\overset{+}{N}O_2} + H_2O + \underset{\text{নিউক্লিওফাইল}}{HSO_4^-}$$

(ii) ইলেকট্রোফাইল দ্বারা বেনজিনয়েড বলয়ে σ কমপ্লেক্স এবং শেষে নাইট্রোবেনজিন গঠন :



২.১০ অ্যালিফেটিক ও অ্যারোমেটিক যৌগে বিভিন্ন বিক্রিয়াসমূহ
Different Reactions of Aliphatic & Aromatic Compounds

এখন এ অনুচ্ছেদে অ্যালিফেটিক ও অ্যারোমেটিক জৈব যৌগের (১) সংযোজন (ইলেকট্রোফিলিক ও নিউক্লিওফিলিক), (২) প্রতিস্থাপন (ইলেকট্রোফিলিক ও নিউক্লিওফিলিক), (৩) অপসারণ, (৪) সমাণুকরণ বিক্রিয়া, (৫) বেনজিনে বহু প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া ও ওরিয়েন্টেশন আলোচনা করা হলো।

জৈব বিক্রিয়ার কৌশল : জৈব বিক্রিয়ার মূল কৌশল হলো কার্বন গঠিত যৌগ বা জৈব যৌগের ওপর দ্বিতীয় কোনো পদার্থ আক্রমণ করে জৈব বিক্রিয়া সংঘটিত করে থাকে। প্রথমোক্ত কার্বন গঠিত যৌগকে **'সাবস্ট্রেট'** (substrate–অর্থাৎ নিচে অবস্থানকারী) এবং শেষোক্ত পদার্থকে **'আক্রমণকারী বিকারক'** (attacking reagent) বলে। উভয়ের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন পদার্থকে **'উৎপাদ'** (product) বলে। অতএব কোনো জৈব বিক্রিয়াকে সাধারণভাবে নিম্ন মতে প্রকাশ করা হয় :

আক্রমণকারী বিকারক + সাবস্ট্রেট ⟶ উৎপাদ

যেমন, $X + Y\text{–}Z \longrightarrow X\text{–}Y + Z$

আক্রমণকারী বিকারকের শ্রেণিবিভাগ : আক্রমণকারী বিকারক তিন শ্রেণিভুক্ত হতে পারে। যেমন –

(১) মুক্তমূলক বা ফ্রি-রেডিকেল (free radical),
(২) ইলেকট্রোফাইল (electrophile) ও
(৩) নিউক্লিওফাইল (nucleophile)।

ফ্রি-রেডিকেল : বিকারক অণুর সমযোজী বন্ধন তাপ বা আলোর প্রভাবে সমভাঙ্গন (homolysis) দ্বারা ফ্রি-রেডিকেল উৎপন্ন হয়। যেমন, সূর্যালোক (hυ) এর উপস্থিতিতে Cl_2 অণুর সমভাঙ্গনের ফলে ক্লোরিন ফ্রি-রেডিকেল ($Cl\cdot$) উৎপন্ন হয়।

$$\underset{\text{ক্লোরিন অণু}}{Cl\cdot\cdot Cl} \xrightarrow[396\ kJ/mol]{h\upsilon} \underset{\text{ক্লোরিন ফ্রি রেডিকেল}}{\cdot Cl + \cdot Cl} \quad [Cl_2 \text{ এর বন্ধন শক্তি } 243\ kJmol^{-1}]$$

অ্যালকাইল ফ্রি-রেডিকেল : অ্যালকেন অণুর কার্বন–কার্বন সিগমা বন্ধনের সমভাঙ্গনের ফলে অ্যালকাইল ফ্রি-রেডিকেল তৈরি হয়।

$$\underset{\text{প্রোপেন}}{H_3C\cdot\cdot CH_2CH_3} \xrightarrow{\text{তাপ}} \underset{\text{মিথাইল ফ্রি রেডিকেল}}{\cdot CH_3} + \underset{\text{ইথাইল ফ্রি রেডিকেল}}{.CH_2CH_3}$$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

জৈব যৌগের দহন বিক্রিয়া এবং অ্যালকেনের সমাণুকরণ বিক্রিয়া ফ্রি-রেডিকেল তৈরির মাধ্যমে ঘটে।

অ্যালকাইল ফ্রি রেডিকেলের সক্রিয়তা ও স্থায়িত্ব : ফ্রি রেডিকেলে বিজোড় ইলেকট্রন থাকায় এরা খুবই সক্রিয় হয়। অ্যালকাইল ফ্রি রেডিকেলের স্থায়িত্ব এদের কার্বন পরমাণুর প্রকৃতির [যেমন 1° কার্বন, 2° কার্বন ও 3° কার্বন ইত্যাদির] ওপর নির্ভরশীল। যেমন এদের স্থায়িত্বের ক্রম হলো নিম্নরূপ :

$\cdot CR_3$	>	$\cdot CHR_2$	>	$\cdot CH_2R$	>	$\cdot CH_3$
3°- অ্যালকাইল ফ্রি রেডিকেল	>	2°- অ্যালকাইল ফ্রি রেডিকেল	>	1°- অ্যালকাইল ফ্রি রেডিকেল	>	মিথাইল ফ্রি রেডিকেল -1°

ইলেকট্রোফাইল ও নিউক্লিওফাইল :

বিকারক অণুর দ্রাবক অথবা প্রভাবকের দ্বারা বন্ধনের অসম ভাঙ্গন (heterolysis) দ্বারা সৃষ্ট ধনাত্মক মূলককে **ইলেকট্রোফাইল** (electrophile) ও ঋণাত্মক মূলককে **নিউক্লিওফাইল** (nucleophile) বলা হয়। যেমন,

$$A{\cdot\cdot}B \xrightarrow{\text{অসম ভাঙ্গন}} \underset{\text{নিউক্লিওফাইল}}{A:^-} + \underset{\text{ইলেকট্রোফাইল}}{B^+}$$

কার্বোনিয়াম আয়ন : একক ধনাত্মক চার্জের কার্বন পরমাণুযুক্ত জৈব আয়নকে কার্বোনিয়াম আয়ন বা কার্বোক্যাটায়ন (carbocation) বলে। যেমন, মিথাইল কার্বোনিয়াম আয়ন, $^+CH_3$; ইথাইল কার্বোনিয়াম আয়ন, $^+CH_2CH_3$.

উৎপত্তি : জৈব অণুস্থিত সিগমা বন্ধনের অসম ভাঙ্গনের ফলে ধনাত্মক চার্জযুক্ত অ্যালকাইল মূলক বা কার্বোনিয়াম আয়ন (carboniumion) সৃষ্টি হয়। যেমন,

$$H_3C{\cdot\cdot}\overset{\curvearrowright}{X} \longrightarrow \overset{+}{C}H_3 + :X^-$$

[এক্ষেত্রে X এর তড়িৎ ঋণাত্মকতা C এর চেয়ে বেশি।]

কার্বোনিয়াম আয়নসমূহের সক্রিয়তা ও স্থায়িত্ব : কার্বোনিয়াম আয়ন ইলেকট্রন ঘাটতি হওয়ায় ইলেকট্রোফাইলরূপে খুবই সক্রিয়। কার্বোনিয়াম আয়নসমূহের স্থায়িত্বের ক্রম অ্যালকাইল ফ্রি রেডিকেলের অনুরূপ হয়।

$^+CR_3$	>	$^+CHR_2$	>	$^+CH_2R$	>	$^+CH_3$
3°		2°		1°		1°

কার্বানায়ন : একক ঋণাত্মক চার্জের কার্বন পরমাণু যুক্ত জৈব আয়নকে কার্বানায়ন বলে। যেমন, মিথাইল কার্বানায়ন $:\bar{C}H_3$; ইথাইল কার্বানায়ন $:\bar{C}H_2CH_3$।

উৎপত্তি : জৈব যৌগের আলফা হাইড্রোজেন (α–H) পরমাণু অম্লধর্মী হলে তখন লঘু ক্ষার দ্রবণের উপস্থিতিতে কার্বানায়ন সৃষ্টি হয়। যেমন,

$$\underset{\text{ক্ষার}}{\bar{H}O} + \underset{\text{ইথানাল}}{H{\cdot\cdot}CH_2CHO} \longrightarrow \underset{\text{কার্বানায়ন}}{:\bar{C}H_2CHO} + H_2O$$

[এক্ষেত্রে α–H অম্লধর্মী হয়]

[**জেনে নাও :** কার্যকরী মূলক যে C পরমাণুতে যুক্ত থাকে, সে C পরমাণুকে আল্‌ফা (α) কার্বন এবং আল্‌ফা কার্বন (α–C) এ যুক্ত H পরমাণুকে আল্‌ফা হাইড্রোজেন (α–H) বলা হয়।]

কার্বানায়নের সক্রিয়তা ও স্থায়িত্ব : কার্বানায়ন ইলেকট্রন সমৃদ্ধ হওয়ায় নিউক্লিওফাইলরূপে খুবই সক্রিয়। কার্বানায়নসমূহের স্থায়িত্বের ক্রম কার্বোনিয়াম আয়নসমূহের বিপরীত। যেমন,

$:\bar{C}H_3$	>	$:\bar{C}H_2R$	>	$:\bar{C}HR_2$	>	$:\bar{C}R_3$
1°		1°		2°		3°

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

ইলেকট্রোফাইল বা ইলেকট্রন আকর্ষী বিকারক :

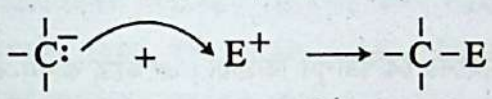
জৈব বিক্রিয়াকালে যে সব বিক্রিয়কের ইলেকট্রনের প্রতি আকর্ষণ আছে এবং ইলেকট্রন গ্রহণ করে থাকে, এদেরকে ইলেকট্রোফাইল বা, ইলেকট্রন আকর্ষী বিকারক বলে। এদেরকে E দ্বারা প্রকাশ করা হয়। ইলেকট্রোফাইলসমূহ দু' শ্রেণিভুক্ত। যেমন,

(১) ধনাত্মক ইলেকট্রোফাইল(E^+) : এরা ধনাত্মক চার্জযুক্ত। যেমন মিথাইল কার্বোনিয়াম আয়ন ($^+CH_3$), ব্রোমোনিয়াম আয়ন ($\overset{+}{Br}$), নাইট্রোনিয়াম আয়ন ($\overset{+}{N}O_2$)।

(২) প্রশম ইলেকট্রোফাইল (E) : এরা চার্জবিহীন এবং যৌগ অণুর কেন্দ্রীয় পরমাণুতে অষ্টক অপূর্ণ থাকে। যেমন $AlCl_3$, BF_3 ইত্যাদি। ইলেকট্রোফাইলের আক্রমণকে নিম্নরূপে দেখানো হয়।

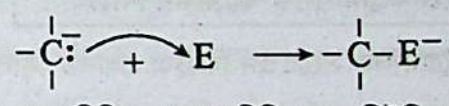
ধনাত্মক ইলেকট্রোফাইলের আক্রমণ :

কার্বানায়ন + ইলেকট্রোফাইল ⟶ উৎপাদ



প্রশম ইলেকট্রোফাইলের আক্রমণ :

কার্বানায়ন + ইলেকট্রোফাইল ⟶ উৎপাদ



নিউক্লিওফাইল বা কেন্দ্রাকর্ষী বিকারক : জৈব বিক্রিয়া কালে যে সব বিক্রিয়ক অপর বিক্রিয়কের নিউক্লিয়াস বা ধনাত্মক চার্জযুক্ত কেন্দ্রের প্রতি আকর্ষণ থাকে এবং ইলেকট্রন যোগান দিতে পারে, এদেরকে নিউক্লিওফাইল বা কেন্দ্রাকর্ষী বিকারক বলে। এদেরকে Nu দ্বারা প্রকাশ করা হয়। নিউক্লিওফাইলসমূহ দু'শ্রেণিভুক্ত। যেমন,

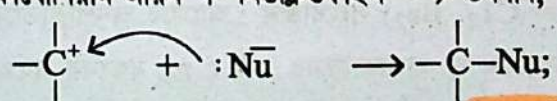
(১) ঋণাত্মক নিউক্লিওফাইল ($:N\bar{u}$) : এরা ঋণাত্মক চার্জযুক্ত। যেমন, মিথাইল কার্বানায়ন $:\bar{C}H_3$, Cl^- আয়ন, Br^- আয়ন, CN^- আয়ন, OH^- আয়ন, অ্যালকোক্সাইড আয়ন $\bar{O}R$।

(২) প্রশম নিউক্লিওফাইল (Nu) : এরা চার্জবিহীন যৌগ অণু এবং এদের কেন্দ্রীয় পরমাণুতে এক বা একাধিক নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল থাকে। যেমন, $\ddot{N}H_3$, $H_2\ddot{O}:$, $R-\ddot{N}H_2$, $R-\ddot{O}H$ ইত্যাদি

নিউক্লিওফাইলের আক্রমণকে নিম্নরূপে দেখানো হয় :

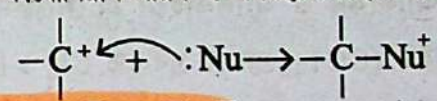
ঋণাত্মক নিউক্লিওফাইলের আক্রমণ :

কার্বোনিয়াম আয়ন + নিউক্লিওফাইল ⟶ উৎপাদ;



প্রশম নিউক্লিওফাইলের আক্রমণ :

কার্বোনিয়াম আয়ন + নিউক্লিওফাইল ⟶ উৎপাদ



নিউক্লিওফাইলের উদাহরণ হলো : $H\ddot{O}:^-$, $R\ddot{O}:^-$, $:\bar{C}N$, $:\ddot{C}l:^-$, $:\ddot{B}r:^-$, $:\ddot{I}:^-$

ইলেকট্রোফাইলের উদাহরণ হলো : H^+, H_3O^+, NO_2^+, SO_3, $AlCl_3$, $FeCl_3$

২.১০.১ সংযোজন বিক্রিয়া (Addition)

সংযোজন বিক্রিয়ায় দুটি ভিন্ন অণু যুক্ত হয়। পাই (π) বন্ধনযুক্ত কার্যকরী মূলক যেমন কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন (C=C), কার্বন-কার্বন ত্রিবন্ধন (C≡C) ও কার্বনিল মূলক (>C=O) যুক্ত জৈব যৌগে সংযোজন বিক্রিয়া ঘটে। ফলে পাই (π) বন্ধনটি ভেঙ্গে দুটি সিগমা (σ) বন্ধন সৃষ্টি হয়। তখন উৎপন্ন যৌগে C পরমাণুতে যুক্ত পরমাণু সংখ্যা বৃদ্ধি পায়।

অ্যালকিনের কার্বন-কার্বন (C = C) দ্বিবন্ধনের π ইলেকট্রন উভয় C–পরমাণুতে সমভাবে থাকে;

কিন্তু কার্বনিল মূলকের কার্বন-অক্সিজেন (C=O) দ্বিবন্ধনের π ইলেকট্রন অক্সিজেন পরমাণুর দিকে অধিক আকৃষ্ট থাকায় পোলারিটি সৃষ্টি হয়। তাই,

★ কার্বন-কার্বন (C=C) দ্বিবন্ধনে ইলেকট্রোফিলিক সংযোজন ঘটে;

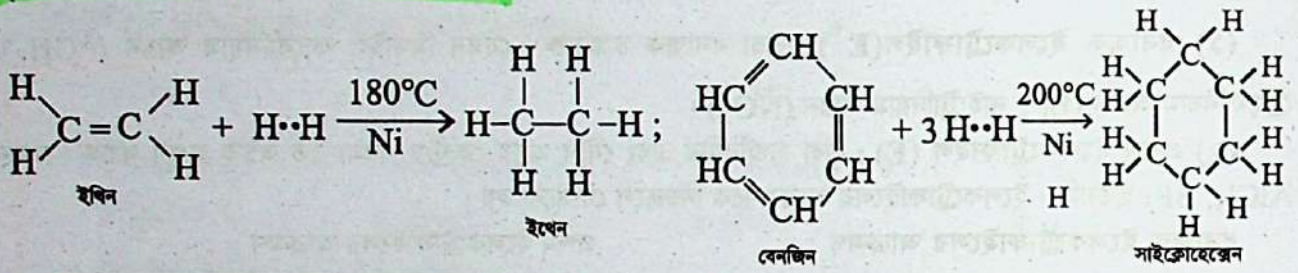
★ কিন্তু কার্বনিল মূলকের (C=O) দ্বিবন্ধন পোলার হওয়ায় আংশিক ধনাত্মক C-পরমাণুতে নিউক্লিওফিলিক সংযোজন ঘটে।

★ সংযোজন বিক্রিয়া অ্যালিফেটিক ও অ্যারোমেটিক উভয় শ্রেণির পাই (π) বন্ধন যুক্ত যৌগে ঘটে। যেমন,

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

★ প্রায় 180°– 200°C তাপমাত্রায় নিকেল প্রভাবকের উপস্থিতিতে ইথিন ও বেনজিনের সাথে পৃথকভাবে H_2 সংযোজন বিক্রিয়ায় যথাক্রমে ইথেন ও সাইক্লোহেক্সেন উৎপন্ন হয়। এক্ষেত্রে এ প্রভাবকীয় হাইড্রোজেন সংযোজনকালে দুটি H পরমাণু সৃষ্টি হয়; ফলে ফ্রি–রেডিকেল সংযোজন ঘটে। যেমন,



(ক) ইলেকট্রোফিলিক সংযোজন বিক্রিয়া :

ইলেকট্রোফিলিক সংযোজন বিক্রিয়া প্রধানত অ্যালকিন ও অ্যালকাইনের বৈশিষ্ট্যপূর্ণ বিক্রিয়া। এক্ষেত্রে কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন (C = C) ও কার্বন-কার্বন ত্রিবন্ধন (C≡ C) এর পাই (π) ইলেকট্রন বিক্রিয়াকালে ইলেকট্রোফাইল বা ইলেকট্রন আকর্ষী বিকারকের নিকট ইলেকট্রন দাতারূপে কাজ করে। তখন বিকারকসমূহ যেমন Cl_2, Br_2, HCl, HOBr, H_2SO_4, H_2O, O_3 প্রভৃতি থেকে দ্রবণে অথবা π ইলেকট্রনের প্রভাবে ধনাত্মক ইলেকট্রোফাইল ও ঋণাত্মক নিউক্লিওফাইল নিম্নরূপে সৃষ্টি হয় :

$Cl : Cl \longrightarrow Cl^+ + :Cl^-$ $\quad HO:Cl \longrightarrow Cl^+ + :\bar{O}H$

$Br : Br \longrightarrow Br^+ + :Br^-$ $\quad H:OSO_3H \longrightarrow H^+ + \bar{O}:SO_3H$

$H : Cl \longrightarrow H^+ + :Cl^-$ $\quad H:OH \longrightarrow H^+ + :\bar{O}H$

$HO : Br \longrightarrow Br^+ + :OH^-$ $\quad E:Nu \longrightarrow E^+ + :\bar{Nu}$

MCQ. 2.12 : নিচে দেয়া নমুনায় কোনটি ইলেকট্রোফাইল?
(ক) NH_3 (খ) H_2O
(গ) ROH (ঘ) $AlCl_3$

(১) অ্যালকিন ও অ্যালকাইনে হ্যালোজেন ($X_2 = Cl_2, Br_2$) সংযোজন : আলোর অনুপস্থিতিতে ও কার্বন টেট্রাক্লোরাইড (CCl_4) দ্রাবকে দ্রবীভূত Cl_2 ও Br_2 অ্যালকিন ও অ্যালকাইনের পাই (π) বন্ধনের সাথে যুক্ত হয়ে যথাক্রমে ডাই হ্যালো ও টেট্রাহ্যালো সম্পৃক্ত যৌগ গঠন করে। যেমন,

$$\underset{\text{প্রোপিন}}{CH_3-CH=CH_2} + Cl_2 \xrightarrow{CCl_4} \underset{\text{1, 2- ডাইক্লোরো প্রোপেন}}{CH_3CHCl-CH_2Cl}$$

$$\underset{\text{প্রোপাইন}}{CH_3-C\equiv CH} + Br_2 \xrightarrow{CCl_4} CH_3-CBr=CHBr \xrightarrow{Br_2} \underset{\text{1, 1, 2, 2- টেট্রাব্রোমো প্রোপেন}}{CH_3-CBr_2-CHBr_2}$$

পাই (π) বন্ধনে Br_2 অথবা Cl_2 সংযোজন কৌশল :

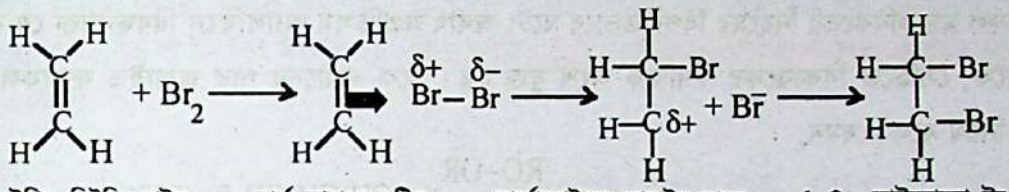
(i) অ্যালকিন ও অ্যালকাইনের ইলেকট্রনের প্রভাবে কার্বন টেট্রাক্লোরাইড (CCl_4) দ্রাবকে দ্রবীভূত ব্রোমিন অণু (Br_2) ডাইপোল $\left(\overset{\delta+}{Br}-\overset{\delta-}{Br}\right)$ সৃষ্টি করে।

(ii) এই ডাইপোলের $\left(\overset{\delta+}{Br}-\overset{\delta-}{Br}\right)$ ধনাত্মক প্রান্ত অ্যালকিন অথবা অ্যালকাইনের π বন্ধনের ইলেকট্রনদ্বয়ের সাথে সিগমা বন্ধনে আবদ্ধ হয়ে পড়ে এবং $\overset{\delta-}{Br}$ পরমাণুটি শেয়ারকৃত ইলেকট্রন নিয়ে ব্রোমাইড আয়ন Br^- রূপে পৃথক হয়ে পড়ে।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

(iii) ফলে ক্ষণস্থায়ী কার্বোক্যাটায়ন সৃষ্টি হয় এবং এর সাথে দ্রুতগতিতে পূর্বে সৃষ্ট নিউক্লিওফাইল ব্রোমাইড আয়ন (Br^-) যুক্ত হয়ে যুত যৌগ গঠিত হয়। যেমন,



ইথিন নিউক্লিওফাইল চার্জ স্থানান্তর জটিল কার্বোক্যাটায়ন ব্রোমাইড আয়ন 1, 2– ডাইব্রোমো ইথেন যুত যৌগ

* পাই (π) বন্ধন শনাক্তকরণের বর্ণ পরিবর্তন পরীক্ষা (Colour test) এ সংযোজন বিক্রিয়ার ওপর নির্ভরশীল।

(২) প্রতিসম ও অপ্রতিসম অ্যালকিনে অপ্রতিসম বিকারক সংযোজন :

জৈব যৌগে পাই-বন্ধন যুক্ত উভয় কার্বন পরমাণুতে সমসংখ্যক H পরমাণু যুক্ত থাকলে ঐ যৌগকে প্রতিসম অসম্পৃক্ত যৌগ বলে, যেমন, ইথিন, $CH_2 = CH_2$। দ্বিবন্ধনযুক্ত দুটি কার্বন পরমাণুতে অসম সংখ্যক H পরমাণু যুক্ত থাকলে ঐ যৌগকে অপ্রতিসম অসম্পৃক্ত যৌগ বলে। যেমন, প্রোপিন $CH_3–CH = CH_2$

(i) HCl ও HBr সহ বিক্রিয়া : প্রতিসম অ্যালকিনের সাথে অপ্রতিসম বিকারক HC1, HBr ইত্যাদির সংযোজন বিক্রিয়ায় একটিমাত্র উৎপাদ পাওয়া যায়। যেমন,

$$CH_2=CH_2 + HCl \rightarrow CH_3– CH_2Cl$$
$$CH_3CH=CHCH_3 + HBr \rightarrow CH_3CH_2– CHBrCH_3$$

অপরদিকে অপ্রতিসম অ্যালকিনের সাথে অপ্রতিসম বিকারকসমূহ যেমন, HCl, HBr, HOCl, H_2SO_4 ইত্যাদির সংযোজন বিক্রিয়ায় পরিমাণে কম-বেশি দুটি উৎপাদ পাওয়া যায়। এক্ষেত্রে কোন্‌টি প্রধান উৎপাদ হবে তা 1869 খ্রিস্টাব্দে রুশ বিজ্ঞানী দ্বারা প্রতিষ্ঠিত মারকনিকভের নিয়ম থেকে জানা যায়।

মারকনিকভের নিয়ম : অপ্রতিসম অ্যালকিনের সাথে অপ্রতিসম বিকারকের বিক্রিয়ায় বিকারকের H বা ধনাত্মক প্রান্তটি অ্যালকিনের দ্বিবন্ধন যুক্ত যে কার্বনে বেশি H পরমাণু থাকে প্রধানত সে কার্বন পরমাণুতে যুক্ত হয়। [এ যেন তেলে মাথায় তেল দেয়ার মতো।] যেমন, অপ্রতিসম প্রোপিন ও HBr এর সংযোজন বিক্রিয়ায় 90% 2-ব্রোমো প্রোপেন ও 10% 1- ব্রোমো প্রোপেন উৎপন্ন হয়।

$$2\,\overset{3}{C}H_3–\overset{2}{C}H=\overset{1}{C}H_2 + 2HBr \longrightarrow \begin{cases} \rightarrow CH_3–CHBr–CH_3,\ 2–\text{ব্রোমো প্রোপেন}\ (90\%) \\ \rightarrow CH_3–CH_2–CH_2Br,\ 1–\text{ব্রোমো প্রোপেন}\ (10\%) \end{cases}$$

(প্রোপিন)

ব্যাখ্যা : প্রথম ধাপে বিকারক H..Br থেকে ইলেকট্রোফাইলরূপে H^+ আয়ন ও নিউক্লিওফাইলরূপে ব্রোমাইড আয়ন ($\bar{Br}$) সৃষ্টি হয়। দ্বিবন্ধনের π ইলেকট্রন দ্বারা ইলেকট্রোফাইল (H^+) আকৃষ্ট হলে কমশক্তি সহযোগে অধিক স্থায়ী 2° কার্বোক্যাটায়ন অধিক সংখ্যায় এবং অধিক শক্তি সহযোগে কমস্থায়ী 1° কার্বোক্যাটায়ন কম সংখ্যায় সৃষ্টি হয়। শেষ ধাপে কার্বোক্যাটায়নের সাথে নিউক্লিওফাইল ব্রোমাইড আয়ন ($\bar{Br}$) যুক্ত হয়ে যুত যৌগ উৎপন্ন করে।

$$2CH_3–\underset{\text{প্রোপিন}}{CH=CH_2} + 2\overset{+}{H}\bar{Br} \longrightarrow \begin{cases} \rightarrow CH_3–\overset{+}{C}H–CH_3 \xrightarrow{\bar{Br}} CH_3–CHBrCH_3\ (90\%) \\ \quad 2°\ \text{কার্বোক্যাটায়ন (অধিক স্থায়ী)} \\ \rightarrow CH_3–CH_2–\overset{+}{C}H_2 \xrightarrow{\bar{Br}} CH_3CH_2CH_2Br\ (10\%) \\ \quad 1°\ \text{কার্বোক্যাটায়ন (কম স্থায়ী)} \end{cases}$$

কার্বোক্যাটায়ন উৎপত্তি ও এদের স্থায়িত্বের ক্রম হলো : $3° > 2° > 1° > \overset{+}{C}H_3$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

বিপরীত মারকনিকভের নিয়ম : 1933 খ্রিস্টাব্দে আমেরিকান রসায়নবিদ খারাস প্রমাণ করেন যে, অল্প পরিমাণ জৈব পার অক্সাইড যেমন অ্যালকাইল পার অক্সাইড (R-O-O-R) এর উপস্থিতিতে অপ্রতিসম অ্যালকিনের সাথে HBr এর বিক্রিয়ার ফলাফল মারকনিকভের নিয়মের বিপরীতভাবে ঘটে; অর্থাৎ অপ্রতিসম অ্যালকিনে দ্বিবন্ধনযুক্ত যে কার্বনে বেশি H পরমাণু থাকে, সেটিতে বিকারকের ঋণাত্মক অংশ যুক্ত হয়। একে খারাসের পার অক্সাইড ফলাফল বা বিপরীত মারকনিকভের নিয়ম বলে। যেমন,

$$2\overset{3}{C}H_3\overset{2}{C}H=\overset{1}{C}H_2 + 2HBr \xrightarrow[\text{RO–OR}]{\text{RO–OR}} \begin{cases} CH_3CH_2CH_2Br\ (99\%) \\ CH_3CHBrCH_3\ (1\%) \end{cases}$$

প্রোপিন

ব্যাখ্যা : প্রথম ধাপে, জৈব পারঅক্সাইড উত্তপ্ত অবস্থায় বিযোজিত হয়ে দুটি অ্যালকোক্সি (R–O.) ফ্রি রেডিকেল উৎপন্ন করে। পরে এটি HBr কে আক্রমণ করে ব্রোমিন ফ্রি রেডিকেল (Br.) তৈরি করে। এটি দ্বিতীয় ধাপে প্রোপিনকে আক্রমণ করে অধিক স্থায়ী 2° ব্রোমো অ্যালকাইল ফ্রি রেডিকেল তৈরি করে। সব শেষে তৃতীয় ধাপে HBr এর সাথে 2°ব্রোমো অ্যালকাইল ফ্রি রেডিকেল বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন পরমাণু (H.) গ্রহণ করে বিপরীত মারকনিকভের নিয়ম মতে অধিক পরিমাণ 1-ব্রোমো প্রোপেন উৎপন্ন হয়।

১ম ধাপে, $R-O\cdot\cdot O-R \longrightarrow 2\,R-O\cdot$ [জৈব পার অক্সাইড গঠন]

$R-O\cdot + H\cdot\cdot Br \longrightarrow R-OH + Br\cdot$ [ব্রোমিন ফ্রি-রেডিকেল]

২য় ধাপে, $Br\cdot + H_2C=CH-CH_3 \longrightarrow BrCH_2-\dot{C}H-CH_3$

2° ফ্রি-রেডিকেল (অধিক স্থায়ী)

$Br\cdot + CH_3-CH=CH_2 \longrightarrow CH_3-CHBr-\dot{C}H_2$

1° ফ্রি-রেডিকেল (কম স্থায়ী)

৩য় ধাপে, $BrCH_2-\dot{C}H-CH_3 + H\cdot\cdot Br \longrightarrow BrCH_2-CH_2-CH_3 + Br\cdot$

1°- ব্রোমো প্রোপেন ফ্রি-রেডিকেল (পুনরায় ব্যবহৃত)

জেনে নাও : (১) মারকনিকভের নিয়ম মতে, সংযোজন বিক্রিয়াটি ইলেকট্রন আকর্ষী আয়নিক বিক্রিয়া।

(২) কিন্তু বিপরীত মারকনিকভের বা খারাসের নিয়ম মতে, জৈব পার অক্সাইডের উপস্থিতিতে সংযোজন বিক্রিয়াটি ঘটে ফ্রি-রেডিকেল মেকানিজম অনুসরণ করে।

(৩) খারাসের নিয়ম কেবল HBr সংযোজনে কার্যকর হয়; কিন্তু HCl ও HI এর বেলায় ঘটে না।

(ii) H_2SO_4 সহ অ্যালকিনের বিক্রিয়া : মারকনিকভের নিয়ম মতে অ্যালকিনের সাথে গাঢ় H_2SO_4 এর ইলেকট্রোফিলিক সংযোজন দ্বারা প্রথমে অ্যালকাইল হাইড্রোজেন সালফেট উৎপন্ন হয়। পরে উৎপন্ন যৌগের আর্দ্র বিশ্লেষণ দ্বারা অ্যালকোহল প্রস্তুত করা হয়। এক্ষেত্রে মারকনিকভের নিয়ম মতে সংযোজন ঘটে।

$$\underset{\text{ইথিন}}{CH_2=CH_2} + H-OSO_3H \rightarrow CH_3-CH_2-OSO_3H \xrightarrow[\Delta]{H_2O} \underset{\text{ইথানল}}{CH_3CH_2OH} + H_2SO_4$$

$$\underset{\text{প্রোপিন}}{CH_3-CH=CH_2} \xrightarrow{\text{গাঢ় } H_2SO_4} CH_3-\underset{OSO_3H}{CH}-CH_3 \xrightarrow[\Delta]{H_2O} \underset{\text{প্রোপানল-2}}{CH_3-\underset{OH}{CH}-CH_3} + H_2SO_4$$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

(iii) ওজোনসহ অ্যালকিনের বিক্রিয়া : অ্যালকিনে ওজোন সংযোজন একটি জটিল ইলেকট্রোফিলিক প্রক্রিয়া। তবে অ্যালকিনের কার্বন শিকলে দ্বিবন্ধনের অবস্থান নির্ণয়ে ওজোন সংযোজনের গুরুত্ব রয়েছে। অ্যালকিনকে নিষ্ক্রিয় CCl_4 দ্রাবকে দ্রবীভূত করে ওজোন চালনা করলে অ্যালকিন ওজোনাইড উৎপন্ন হয়। ওজোনাইডের আর্দ্র বিশ্লেষণে দ্বিবন্ধনের অবস্থান অনুযায়ী অ্যালডিহাইড বা কিটোন উৎপন্ন হয়। দ্বিবন্ধনযুক্ত C- পরমাণুতে H পরমাণু থাকলে অ্যালডিহাইড; নতুবা কিটোন উৎপন্ন হয়। যেমন,

(A) $CH_3-CH_2-CH=CH_2 \xrightarrow[CCl_4]{O_3} CH_3-CH_2-\underset{\text{ওজোনাইড}}{\text{ওজোনাইড}} \xrightarrow[Zn,\Delta]{H_2O} \underset{\text{(1 mol)}}{CH_3-CH_2-CHO} + \underset{\text{(1 mol)}}{H-CHO} + ZnO$

বিউটিন-1 — প্রোপান্যাল — মিথান্যাল

(B) $CH_3-CH=CH-CH_3 \xrightarrow[CCl_4]{O_3} \underset{\text{ওজোনাইড}}{\text{ওজোনাইড}} \xrightarrow[Zn,\Delta]{H_2O} \underset{\text{ইথান্যাল (2 mol)}}{2CH_3-CHO} + ZnO$

বিউটিন-2

(C) $CH_3-\underset{\text{2- মিথাইল প্রোপিন}}{\overset{CH_3}{\overset{|}{C}}=CH_2} \xrightarrow[CCl_4]{O_3} \underset{\text{ওজোনাইড}}{\text{ওজোনাইড}} \xrightarrow[Zn,\Delta]{H_2O} \underset{\text{প্রোপানোন (1 mol)}}{CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3} + \underset{\text{মিথান্যাল (1 mol)}}{H-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H} + ZnO$

দ্রষ্টব্য : বিউটিন -1, বিউটিন -2 ও 2– মিথাইল প্রোপিন হলো C_4H_8 এর তিনটি সমাণু।

(D) $\underset{\text{2-মিথাইল বিউটিন-2}}{H_3C-\overset{2}{C}=\overset{3}{C}-\overset{1}{CH_3}} \xrightarrow[CCl_4]{O_3} \underset{\text{ওজোনাইড}}{\text{ওজোনাইড}} \xrightarrow[Zn,\Delta]{H_2O} \underset{\text{ইথ্যান্যাল (1mole)}}{CH_3-CHO} + \underset{\text{প্রোপানোন (1mole)}}{CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3} + ZnO$

অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনের সাথে ওজোনের বিক্রিয়ায় প্রথমে ওজোনাইড গঠন এবং পরে ওজোনাইডের আর্দ্র বিশ্লেষণ–এ দু'স্তরবিশিষ্ট বিক্রিয়াকে ওজোনোলাইসিস (Ozonolysis) বলে। অ্যালকিন, অ্যালকাইন ও বেনজিনে ওজোনোলাইসিস বিক্রিয়া ঘটে। দ্বিবন্ধনের π ও σ উভয় বন্ধন এবং ত্রিবন্ধনের দুটি π বন্ধন ওজোনাইড গঠনে অংশ নেয়।

MCQ–2.13 : কোনটি অপ্রতিসম অ্যালকিন?
(ক) $CH_2=CH_2$ (খ) $CH_3CH=CH_2$
(গ) $ClCH=CHCl$ (ঘ) $CH_3CH=CHCH_3$

(৩) অ্যালকাইনে অপ্রতিসম বিকারক সংযোজন :

(i) HCl ও HBr সহ বিক্রিয়া : দুটি π বন্ধনে দু'ধাপে সংযোজন ঘটে।

এক্ষেত্রে প্রথমে মারকনিকভের নিয়ম অনুসৃত হয়।

$$R-C\equiv C-H + HX \xrightarrow{\Delta} R-CX=CH_2 \xrightarrow[\Delta]{HX} RCX_2-CH_3$$

$$CH\equiv CH + HCl\,(g) \xrightarrow[250^\circ C]{HgCl_2} \underset{\text{ভিনাইল ক্লোরাইড}}{CH_2=CHCl} \xrightarrow{HCl(g)} \underset{\text{ইথিলিডিন ক্লোরাইড}}{CH_3CHCl_2}$$

(ii) অ্যালকাইনে পানি (H_2O) সংযোজন : লঘু H_2SO_4 এসিডে দ্রবীভূত 2% মারকিউরিক সালফেট $HgSO_4$-এর উপস্থিতিতে 60°–$75^\circ C$ তাপমাত্রায় অ্যালকাইন পানির সাথে যুক্ত হয়ে অ্যালডিহাইড অথবা কিটোন উৎপন্ন করে। এক্ষেত্রে ত্রিবন্ধনের একটি π বন্ধন ভেঙ্গে দুটি σ বন্ধনে H ও OH যুক্ত হয়ে 'ইনল' তৈরি করে। পরে পুনঃবিন্যাস দ্বারা কার্বনিল যৌগ গঠিত হয়।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

$$\underset{\text{ইথাইন বা অ্যাসিটিলিন}}{H-C\equiv C-H} + \underset{\text{পানি}}{H-OH} \xrightarrow[20\%\ H_2SO_4]{2\%\ Hg^{2+}} \underset{\text{ভিনাইল অ্যালকোহল (ইনল)}}{H-\overset{H}{\overset{|}{C}}=\overset{OH}{\overset{|}{C}}-H} \xrightarrow{\text{পুনঃবিন্যাস}} \underset{\text{অ্যাসিট্যালডিহাইড}}{H-\overset{H}{\overset{|}{C}}-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H}$$

$$\underset{\text{প্রোপাইন}}{CH_3-C\equiv C-H} + \underset{\text{পানি}}{H-OH} \xrightarrow[20\%\ H_2SO_4]{2\%\ Hg^{2+}} \underset{\text{2- প্রোপিনল}}{CH_3-\overset{H-O}{\overset{|}{C}}=\overset{H}{\overset{|}{C}}-H} \xrightarrow{\text{পুনঃবিন্যাস}} \underset{\text{প্রোপানোন}}{CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3}$$

জেনে নাও : অ্যালকাইন থেকে কার্বক্সিলিক এসিড প্রস্তুতি : অ্যালকাইন যেমন ইথাইন ($CH\equiv CH$) ও প্রোপাইন ($CH_3-C\equiv CH$) এর সাথে পানি সংযোজনের ফলে যথাক্রমে অ্যালডিহাইড ইথান্যাল (CH_3CHO) ও কিটোন প্রোপানোন (CH_3COCH_3) উৎপন্ন হয়। পরে ঐ উৎপন্ন অ্যালডিহাইড ও কিটোনকে শক্তিশালী জারক পদার্থ যেমন ক্রোমিক এসিড (গাঢ় $H_2SO_4 + K_2Cr_2O_7$) অথবা অম্লীয় $KMnO_4$ দ্রবণসহ উত্তপ্ত করলে অ্যালডিহাইড সহজে জারিত হয়ে সমসংখ্যক C–পরমাণুযুক্ত কার্বক্সিলিক এসিড উৎপন্ন করে।

$$\underset{\text{ইথান্যাল}}{CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H} + [O] \xrightarrow[\text{গাঢ় } H_2SO_4]{K_2Cr_2O_7} \underset{\text{ইথানোয়িক এসিড}}{CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-H} \quad ; \quad CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3 + 4[O] \xrightarrow{\Delta} CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH + CO_2 + H_2O$$

কিন্তু কিটোনকে দীর্ঘ সময় ক্রোমিক এসিডসহ উত্তপ্ত করলে তবে কার্বন–কার্বন (C–CO) বন্ধন বিযোজিত হয়ে কিটোন অপেক্ষা কম সংখ্যক C–পরমাণুযুক্ত কার্বক্সিলিক এসিড উৎপন্ন করে। এক্ষেত্রে কিটোনের দুটি অ্যালকাইল মূলকের যে α–কার্বনে কম সংখ্যক H পরমাণু থাকে, সেই C–CO বন্ধনটি মূলত বিযোজিত হয় (**Popoff's rule**)। যেমন,

$$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_2-CH_3 + [O] \xrightarrow[\text{Or, } KMnO_4, \text{গাঢ় } H_2SO_4, \Delta]{K_2Cr_2O_7, \text{ গাঢ় } H_2SO_4, \Delta} CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH + CH_3-COOH + H_2O$$

(iii) ওজোন সংযোজন : অ্যালকাইনকে নিষ্ক্রিয় দ্রাবক CCl_4 এ দ্রবীভূত করে এর মধ্যে ওজোন গ্যাস চালনা করলে অ্যালকাইন ওজোনাইড নামক যুত যৌগ উৎপন্ন হয়। ওজোনাইডকে পানিসহ উত্তপ্ত করলে প্রথমে 2- অক্সো অ্যালকান্যাল অথবা অ্যালকাডাইওন ও H_2O_2 উৎপন্ন হয়। পরে H_2O_2 দ্বারা উৎপন্ন যৌগ জারিত হয়ে ত্রিবন্ধনের অবস্থান মতে ভিন্ন ভিন্ন কার্বক্সিলিক এসিড উৎপন্ন করে থাকে। যেমন, বিউটাইন-1 থেকে প্রোপোনোয়িক এসিডও ফরমিক এসিড; অপরদিকে বিউটাইন-2 থেকে ইথানোয়িক এসিড উৎপন্ন হয়।

$$\underset{\text{বিউটাইন-1}}{CH_3CH_2C\equiv CH} + O_3 \xrightarrow{CCl_4} \underset{\text{ওজোনাইড}}{CH_3CH_2-\overset{O}{\overset{/\ \backslash}{C}}-\overset{O}{\underset{\backslash\ /}{C}}-H} \xrightarrow[\Delta]{H_2O} \underset{\text{2-অক্সোবিউটান্যাল}}{CH_3CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H} \xrightarrow{+H_2O_2} \underset{\text{প্রোপানোয়িক এসিড}}{CH_3CH_2COOH} + \underset{\text{ফরমিক এসিড}}{HCOOH}$$

$$\underset{\text{বিউটাইন-2}}{CH_3-C\equiv C-CH_3} + O_3 \xrightarrow{CCl_4} \underset{\text{ওজোনাইড}}{CH_3-\overset{O}{\overset{/\ \backslash}{C}}-\overset{O}{\underset{\backslash\ /}{C}}-CH_3} \xrightarrow[\Delta]{H_2O} \underset{\text{2,3 - বিউটাডাইওন}}{CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3} \xrightarrow{H_2O_2} \underset{\text{ইথানোয়িক এসিড}}{2CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH}$$

সিদ্ধান্ত : (১) বিউটাইন-1 এর ওজোনাইড যৌগকে আর্দ্র বিশ্লেষণ করে প্রোপানোয়িক এসিড ও ফরমিক এসিড–এ দুটি উৎপাদ পাওয়া যায়। **(২)** বিউটাইন-2 এর ওজোনাইড যৌগকে আর্দ্র বিশ্লেষণ করে কেবল ইথানোয়িক এসিড পাওয়া যায়।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

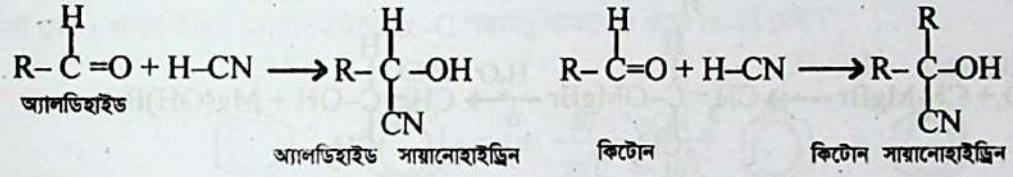
Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

(খ) নিউক্লিওফিলিক সংযোজন বিক্রিয়া

দ্বিযোজী কার্বনিল মূলক ($>C=O$) যুক্ত অ্যালডিহাইড-কিটোনে নিউক্লিওফিলিক সংযোজন বিক্রিয়া ঘটে। অক্সিজেন ও কার্বন পরমাণুর তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্য (3.5 – 2.5 = 1.0) অধিক হওয়ায় $>C=O$ মূলকের পাই (π) বন্ধনের ইলেকট্রন অক্সিজেন পরমাণুর দিকে অধিক আকৃষ্ট হয়। ফলে অক্সিজেন পরমাণুতে আংশিক ঋণাত্মক চার্জ ($\delta-$) এবং কার্বন পরমাণুতে আংশিক ধনাত্মক চার্জ ($\delta+$) সৃষ্টি হয় ($>\overset{\delta+}{C}=\overset{\delta-}{O}$)। এরূপে পোলারিত কার্বনিল মূলকের ধনাত্মক C পরমাণুকে ঋণাত্মক কেন্দ্রাকর্ষী বিকারক বা নিউক্লিওফাইল সহজে আক্রমণ করে নিউক্লিওফিলিক সংযোজন ঘটায়।

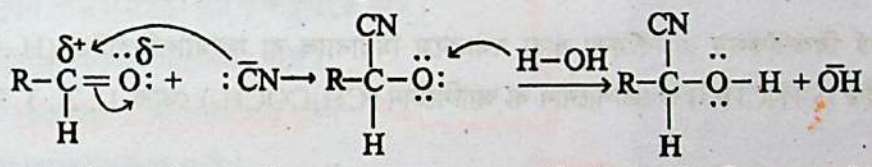
এক্ষেত্রে রূপে সায়ানাইড (CN^-) আয়ন (HCN), সোডিয়াম সালফাইট ($-OSO_2Na$) আয়ন ($NaHSO_3$), $\ddot{N}H_3$ অণু, গ্রিগনার্ড বিকারক ($\overset{-}{R}\overset{+}{M}gX$) ও কার্বানায়ন কাজ করে।

(i) কার্বনিল যৌগে HCN সংযোজন : সব অ্যালডিহাইড ও অধিকাংশ কিটোন হাইড্রোজেন সায়ানাইড (HCN) এর দ্রবণে নিউক্লিওফিলিক সংযোজন বিক্রিয়া দ্বারা অ্যালডিহাইড বা কিটোন সায়ানোহাইড্রিন যুত যৌগ গঠন করে।

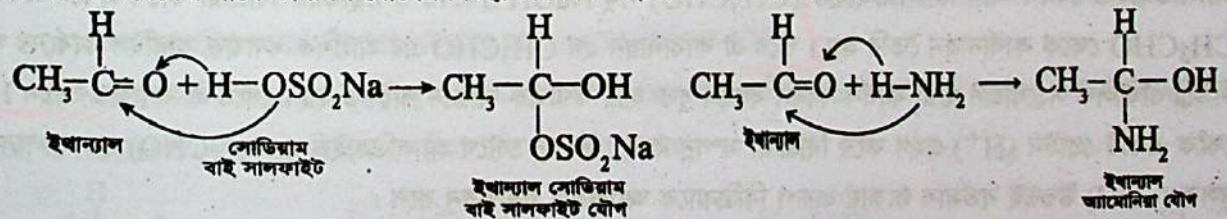


নিউক্লিওফিলিক সংযোজন কৌশল : লঘু NaOH ক্ষার দ্রবণের উপস্থিতিতে HCN এর আয়নীকরণ বৃদ্ধি পায়। উৎপন্ন অধিক সংখ্যক সায়ানাইড ($:\overline{C}N$) আয়ন নিউক্লিওফাইলরূপে আংশিক ধনাত্মক কার্বনিল কার্বনকে আক্রমণ করে। শেষ ধাপে ঋণাত্মক অক্সিজেন পরমাণুটি পানি (H_2O) অণু থেকে প্রোটন (H^+) গ্রহণ করলে সংযোজন বিক্রিয়া শেষ হয়।

$$HCN + \overline{O}H \longrightarrow :\overline{C}N + H_2O$$



(ii) অনুরূপভাবে, সোডিয়াম বাইসালফাইট ($NaHSO_3$), NH_3 ও মিথাইল ম্যাগনেসিয়াম ব্রোমাইড (CH_3MgBr) বা গ্রিগনার্ড বিকারকের সাথে কার্বনিল যৌগের নিউক্লিওফিলিক সংযোজন বিক্রিয়া ঘটে।



* উভয় উৎপাদ নির্দিষ্ট গলনাঙ্কবিশিষ্ট কেলাসাকার যৌগ। তাই জৈব যৌগের মিশ্রণ থেকে কার্বনিল যৌগ পৃথকীকরণে এ বিক্রিয়ার ব্যবহার আছে।

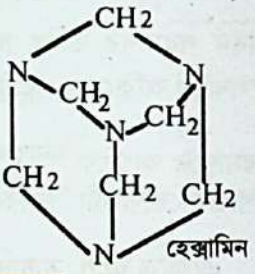
বিশেষ দ্রষ্টব্য : একমাত্র ফরম্যালডিহাইড (HCHO) অন্যান্য অ্যালডিহাইড ও কিটোনের মতো NH_3 এর সাথে নিউক্লিওফিলিক সংযোজন বিক্রিয়া দেয় না। ফরম্যালডিহাইডের 40% জলীয় দ্রবণ বা ফরমালিনকে গাঢ় NH_3 দ্রবণের সাথে উত্তপ্ত করলে ছয় অণু H–CHO এর সাথে চার অণু NH_3 এর মধ্যে ঘনীভবন বিক্রিয়ার ফলে হেক্সামিথিলিন টেট্রাঅ্যামিন বা

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

হেক্সামিন নামক সাইক্লিক পলিমার গঠিত হয়। হেক্সামিন রিউমেটিক ফিভার বা বাতজ্বর ও প্রস্রাবের থলি সংক্রান্ত প্রদাহ রোগে ওষুধরূপে ব্যবহৃত হয়।

$$\underset{\text{ফরম্যালডিহাইড}}{6H\text{–}CHO} + 4NH_3 \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{হেক্সামিন}}{(CH_2)_6N_4} + 6H_2O$$



হেক্সামিন

★ **গ্রিগনার্ড বিকারকসহ বিক্রিয়া** : গ্রিগনার্ড বিকারক হলো অ্যালকাইল ম্যাগনেসিয়াম হ্যালাইড (RMgX) ও অ্যারাইল ম্যাগনেসিয়াম হ্যালাইড (ArMgX)। কার্বনিল যৌগ ও গ্রিগনার্ড বিকারকের সাথে নিউক্লিওফিলিক সংযোজন বিক্রিয়ায় গঠিত যুত যৌগকে আর্দ্র বিশ্লেষিত করলে বিভিন্ন অ্যালকোহল উৎপন্ন হয়। যেমন,

এ গ্রিগনার্ড বিক্রিয়ায় ফরম্যালডিহাইড বা মিথান্যাল (H–CHO) থেকে 1° অ্যালকোহল, অ্যাসিট্যালডিহাইড CH_3CHO থেকে 2°-অ্যালকোহল ও অ্যাসিটোন বা প্রোপানোন (CH_3COCH_3) থেকে 3°-অ্যালকোহল উৎপন্ন হয়।

$$\underset{\text{মিথান্যাল}}{H\text{–}C(=O)\text{–}H} + CH_3MgBr \longrightarrow CH_3\text{–}C(H)(H)\text{–}O\text{–}MgBr \xrightarrow[\Delta]{H_2O} \underset{\text{ইথানল}}{CH_3\text{–}CH_2\text{–}OH} + Mg(OH)Br$$

$$\underset{\text{ইথান্যাল}}{CH_3\text{–}C(H)=O} + CH_3MgBr \longrightarrow CH_3\text{–}C(H)(CH_3)\text{–}OMgBr \xrightarrow[\Delta]{H_2O} \underset{\text{প্রোপানল –2}}{CH_3\text{–}C(H)(CH_3)\text{–}OH} + Mg(OH)Br$$

$$\underset{\text{প্রোপানোন}}{CH_3\text{–}C(CH)=O} + CH_3MgBr \longrightarrow \underset{\text{মিথান্যাল}}{CH_3\text{–}C(CH_3)(CH_3)\text{–}OMgBr} \xrightarrow{H_2O} \underset{\text{2– মিথাইল প্রোপানল –2}}{CH_3\text{–}C(CH_3)(CH_3)\text{–}OH} + Mg(OH)Br$$

☆ **গ্রিগনার্ড বিকারকসহ** এ বিক্রিয়া দ্বারা যথাক্রমে মিথান্যাল বা ফরম্যালডিহাইড (H–CHO), ইথান্যাল বা অ্যাসিট্যালডিহাইড (CH_3CHO) ও প্রোপানোন বা অ্যাসিটোন (CH_3COCH_3) থেকে 1°, 2°, 3° অ্যালকোহল প্রস্তুত করা যায়।

(iii) কার্বনিল যৌগে কার্বানায়ন সংযোজন : অ্যালডল ঘনীভবন : অম্লধর্মী আলফা (α) H-পরমাণুযুক্ত অ্যালডিহাইড যেমন অ্যাসিট্যালডিহাইড (CH_3CHO) লঘু NaOH দ্রবণের উপস্থিতিতে বিক্রিয়া কালে প্রথমে এক অণু CH_3CHO থেকে কার্বানায়ন তৈরি হয়। পরে ঐ কার্বানায়ন ২য় CH_3CHO এর আংশিক ধনাত্মক কার্বনিল কার্বনের সাথে নিউক্লিওফিলিক সংযোজন দ্বারা কার্বন-কার্বন বন্ধনে যুক্ত হয়ে ঋণাত্মক আয়নে পরিণত হয়। শেষে ঐ ঋণাত্মক আয়ন H_2O থেকে একটি প্রোটন (H^+) গ্রহণ করে বিক্রিয়া সম্পন্ন করে। উৎপন্ন যৌগে অ্যালডিহাইড মূলক (–CHO) ও অ্যালকোহল মূলক (–OH) উভয়ই বর্তমান থাকায় এরূপ বিক্রিয়াকে অ্যালডল ঘনীভবন বলে।

$$\underset{\text{ক্ষার}}{HO^-} + H : \overset{\alpha}{CH_2}\text{–}CHO \longrightarrow \underset{\text{কার্বানায়ন}}{:\bar{C}H_2\text{–}CHO} + H_2O \quad [\text{এক্ষেত্রে } \alpha\text{–H অম্লধর্মী হয়।}]$$
$$\underset{\text{অ্যাসিট্যালডিহাইড}}{}$$

$$\underset{\text{ইথান্যাল}}{CH_3\text{–}C(H)(=O^{\delta-})^{\delta+}} + \underset{\text{নিউক্লিওফাইল কার্বানায়ন}}{:\bar{C}H_2\text{–}CHO} \longrightarrow \underset{\text{ঋণাত্মক আয়ন}}{CH_3\text{–}C(H)(O^-)\text{–}CH_2\text{–}CHO} \xrightarrow[\text{পানি}]{H\text{–}OH} \underset{\text{3-হাইড্রক্সি বিউটান্যাল বা, অ্যালডল}}{CH_3\text{–}C(H)(OH)\text{–}CH_2\text{–}CHO} + \bar{O}H$$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

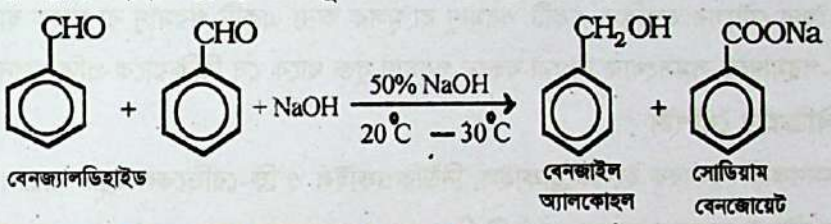
Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

☆ উল্লেখ্য আলফা (α)–H যুক্ত কিটোন যেমন, CH_3COCH_3 এর বেলায়ও এরূপ নিউক্লিওফিলিক সংযোজন ঘটে; তবে উৎপন্ন যৌগে কিটো মূলক (–CO–) এবং (–OH) মূলক থাকে; এক্ষেত্রেও এ বিক্রিয়াকে অ্যালডল ঘনীভবন বলে। এক্ষেত্রে বিক্রিয়া হার কম হয়।

☆ **ক্যানিজারো বিক্রিয়া :** আলফা (α)–H বিহীন অ্যালডিহাইডে যেমন ফরম্যালডিহাইড (H–CHO) অ্যালডল বিক্রিয়া দেয় না। বরঞ্চ গাঢ় **NaOH** দ্রবণে দুই অণু ফরম্যালডিহাইডে জারণ-বিজারণ বিক্রিয়ার ফলে এক অণু ফরম্যালডিহাইড বিজারিত হয়ে মিথানল (CH_3OH) ও অপর ফরম্যালডিহাইড (H–CHO) অণু জারিত হয়ে সোডিয়াম ফরমেট (HCOONa) গঠন করে। আলফা (α)–H বিহীন অ্যালডিহাইডের দুটি অণুর মধ্যে এরূপ অসামঞ্জস্যতা পূর্ণ বিক্রিয়াকে আবিষ্কারকের নামানুসারে ক্যানিজারো বিক্রিয়া বলে।

$$\underset{\text{ফরম্যালডিহাইড}}{H–CHO} + \underset{\text{ফরম্যালডিহাইড}}{H–CHO} + NaOH \xrightarrow[20^\circ C - 30^\circ C]{50\%\ NaOH} \underset{\text{মিথানল (বিজারিত উৎপাদ)}}{CH_3OH} + \underset{\text{সোডিয়াম ফরমেট (জারিত উৎপাদ)}}{H–COONa}$$

* অনুরূপভাবে বেনজ্যালডিহাইড (C_6H_5CHO) ও ট্রাইমিথাইল অ্যাসিট্যালডিহাইড $[(CH_3)_3C–CHO]$ ক্যানিজারো বিক্রিয়া দেয়। কারণ উভয় অ্যালডিহাইডে α–C পরমাণু থাকলেও এতে α–H নেই।



জেনে নাও : * **অ্যালডল ঘনীভবন বিক্রিয়ার শর্ত হলো :**

(১) অম্লধর্মী α-H যুক্ত অ্যালডিহাইড ও কিটোনে ঘটে।

(২) লঘু ক্ষার দ্রবণ NaOH(aq) এর উপস্থিতিতে ঘটে।

(৩) এক্ষেত্রে নিউক্লিওফিলিক সংযোজন ঘটে।

* **ক্যানিজারো বিক্রিয়ার শর্ত হলো :**

(১) α-H বিহীন অ্যালডিহাইডে ঘটে।

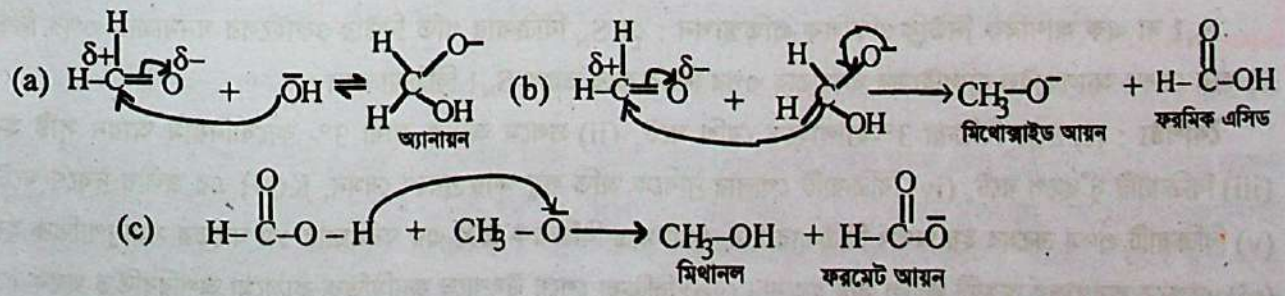
(২) গাঢ় ক্ষার দ্রবণ NaOH(aq) এর উপস্থিতিতে কার্বনায়ন সৃষ্টি হয়।

(৩) আন্তঃআণবিক জারণ-বিজারণ সহকারে অসামঞ্জস্যতা বিক্রিয়া ঘটে।

গাঢ় NaOH এর উপস্থিতিতে দুই অণু অ্যালডিহাইড পারস্পরিক রিডক্স বিক্রিয়ায় অ্যালকোহল ও কার্বক্সিলেট আয়ন গঠন করে, যা NaOH সহ শেষে সোডিয়াম কার্বক্সিলেট লবণ উৎপন্ন করে।

* **জেনে নাও :** নিম্নোক্ত কার্যকরী মূলক (–CHO, –OH, –COOH) যে C–পরমাণুতে যুক্ত থাকে, তাকে আলফা (α) কার্বন বলে।

* আলফা কার্বনে যুক্ত H পরমাণুকে আলফা (α) H বলে।

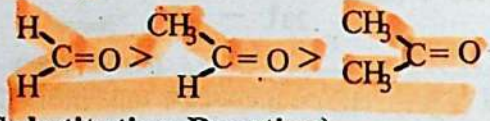


www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

নিউক্লিওফিলিক সংযোজন বিক্রিয়ায় অ্যালডিহাইড ও কিটোনের সক্রিয়তা :

নিউক্লিওফিলিক সংযোজন বিক্রিয়ায় অ্যালডিহাইড-কিটোনের সক্রিয়তা কার্বনিল মূলক ($\overset{\delta+}{C}=\overset{\delta-}{O}$) এর কার্বনের ধনাত্মক চার্জের পরিমাণের ওপর নির্ভরশীল। ঐ কার্বনিল কার্বনে কোনো কারণে ধনাত্মক চার্জের মাত্রা ($\delta+$) কমে গেলে ঐ যৌগে সক্রিয়তাও কমে। অ্যালকাইল মূলক (–R) যেমন, $-CH_3$ মূলক এর ধনাত্মক আবেশধর্মিতা বা ইলেকট্রন ঘনত্ব যোগান দেয়া ধর্ম আছে; তাই কার্বনিল মূলক ($\overset{\delta+}{C}=\overset{\delta-}{O}$) এর সাথে মিথাইল ($-CH_3$), ইথাইল ($-C_2H_5$) ইত্যাদি মূলক যুক্ত হলে তখন কার্বনিল মূলকে ধনাত্মক চার্জের মাত্রা কমে এবং সক্রিয়তা হ্রাস পায়। এজন্য মিথান্যাল অপেক্ষা ইথান্যাল এবং ইথান্যাল অপেক্ষা প্রোপানোন কম সক্রিয় হয়। অর্থাৎ অ্যালডিহাইড অপেক্ষা কিটোন কম সক্রিয় হয়। এছাড়া কিটোনে থাকা বেশি সংখ্যক অ্যালকাইল (R-) মূলক নিউক্লিওফাইলকে বিক্রিয়ার পথে স্থানিক বাধা (Steric hindrance) সৃষ্টি করে। কার্বনিল যৌগসমূহের সক্রিয়তা ক্রম হলো :



২.১০.২ প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া (Substitution Reaction)

যে বিক্রিয়ায় জৈব যৌগের অণুস্থিত একটি পরমাণু বা মূলক অন্য একটি পরমাণু বা মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়; ফলে উৎপাদ যৌগের C-পরমাণুতে সমসংখ্যক সিগমা বন্ধনে পরমাণু যুক্ত থাকে সে বিক্রিয়াকে প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া বলে।

প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার বৈশিষ্ট্য :

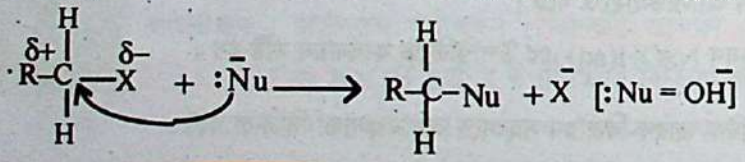
★ (১) আক্রমণকারী বিকারক ইলেকট্রোফাইল, নিউক্লিওফাইল ও ফ্রি-রেডিকেল হতে পারে।

★ (২) জৈব যৌগের আক্রান্ত প্রান্তের কার্বনটি সিগমা বন্ধনযুক্ত থাকে।

★ (৩) উল্লেখ্য অ্যালিফেটিক সম্পৃক্ত কার্বনের অধিকাংশ প্রতিস্থাপন বিক্রিয়াই নিউক্লিওফিলিক।

★ (৪) অ্যারোমেটিক বেনজিন বলয়ে সব প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া ইলেকট্রোফিলিক। কারণ বেনজিনয়েড বলয়ের π ইলেকট্রন মেঘ দ্বারা নিউক্লিওফাইল বিকর্ষিত হয়।

(ক) নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন (Nucleophilic Substitution) : যে জৈব বিক্রিয়ায় সম্পৃক্ত কার্বন পরমাণুতে নিউক্লিওফাইল দ্বারা প্রতিস্থাপন ঘটে, তাকে নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন বা সংক্ষেপে S_N বিক্রিয়া বলে।



S_N বিক্রিয়ার শ্রেণিবিভাগ : অ্যালকাইল হ্যালাইডের বেলায় S_N বিক্রিয়া দু'প্রকার। যেমন, এক আণবিক S_N বিক্রিয়া (S_N1) ও দ্বি-আণবিক S_N বিক্রিয়া (S_N2)।

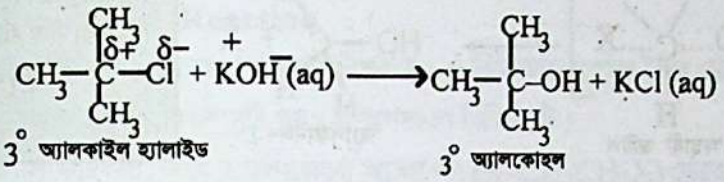
S_N1 বা এক আণবিক নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন : যে S_N বিক্রিয়ার গতি নিউক্লিওফাইলের ঘনমাত্রার ওপর নির্ভর না করে কেবল অ্যালকাইল হ্যালাইডের ঘনমাত্রার ওপর নির্ভর করে তাকে S_N1 বিক্রিয়া বলে।

বৈশিষ্ট্য : (i) S_N1 বিক্রিয়া 3°-হ্যালাইডে বেশি ঘটে, (ii) প্রথমে অধিক স্থায়ী 3°- কার্বোনিয়াম আয়ন সৃষ্টি হয়, (iii) বিক্রিয়াটি দু'ধাপে ঘটে, (iv) বিক্রিয়াটি পোলার দ্রাবকে অতি লঘু ক্ষার দ্রবণে যেমন, KOH এর জলীয় দ্রবণে ঘটে। (v) বিক্রিয়াটি প্রথম ক্রমের হয় অর্থাৎ বিক্রিয়ার হার একটিমাত্র বিক্রিয়ক RX এর ঘনমাত্রার ১ম ঘাতের সমানুপাতিক হয়; (vi) এক্ষেত্রে অবস্থান্তর অস্থায়ী জটিল সৃষ্টি হয় না। (vii) বিক্রিয়া শেষে উৎপাদে জ্যামিতিক কাঠামো অপরিবর্তিত থাকে।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

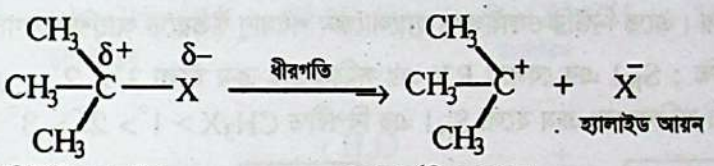
উদাহরণ :



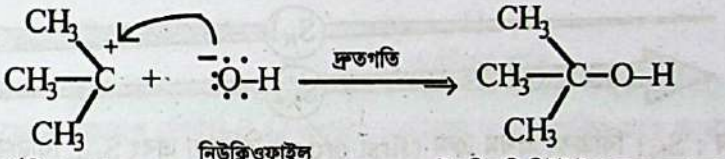
S_N1 → এক-আণবিক, নিউক্লিওফিলিক, প্রতিস্থাপন

S_N1 বিক্রিয়ার কৌশল : ১ম ধাপে 3°-অ্যালকাইল হ্যালাইড ধীর গতিতে বিয়োজিত হয়ে অধিক স্থায়ী 3° কার্বোনিয়াম আয়ন ও হ্যালাইড আয়ন সৃষ্টি করে। এক্ষেত্রে RX এর বিয়োজনে পোলার দ্রাবক পানি (H_2O) অণুর সাথে $H\bar{O}$ আয়নের পানি-যোজন কালে নির্গত তাপ শক্তি মূল ভূমিকা থাকে। ২য় ধাপে নিউক্লিওফাইল $H\bar{O}$ আয়ন ঐ কার্বোনিয়াম আয়নে দ্রুত গতিতে যুক্ত হয়।

১ম ধাপ :



২য় ধাপ :



S_N1 বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে RX এর সক্রিয়তার ক্রম হলো : 3° RX > 2° RX > 1° RX

S_N2 বা দ্বি-আণবিক নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন : যে S_N বিক্রিয়ার হার বা গতি নিউক্লিওফাইল ও অ্যালকাইল হ্যালাইড (বা সাবস্ট্রেট) উভয়ের ঘনমাত্রার ওপর নির্ভর করে, তাকে S_N2 বিক্রিয়া বলে।

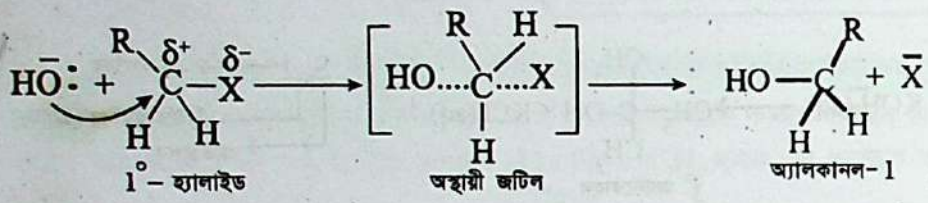
S_N2 → দ্বি-আণবিক, নিউক্লিওফিলিক, প্রতিস্থাপন

বৈশিষ্ট্য : (i) 1° হ্যালাইডে S_N2 বেশি ঘটে, কারণ এতে স্টেরিক বাধা কম; (ii) বিক্রিয়াটি একধাপে ঘটে, (iii) নিউক্লিওফাইল $O\bar{H}$ আয়নে ঘনমাত্রা বেশি থাকতে হয়; (iv) বিক্রিয়াটি ২য় ক্রমের হয় অর্থাৎ বিক্রিয়ার হার RX ও OH^- আয়ন উভয়ের ঘনমাত্রার ওপর নির্ভর করে। (v) S_N2 বিক্রিয়াটি সরাসরি নিউক্লিওফাইল $O\bar{H}$ আয়নের আক্রমণে ঘটে বলে নতুন বন্ধন গঠন ও পুরাতন বন্ধন ভাঙ্গনজনিত অবস্থান্তর অস্থায়ী জটিল সৃষ্টি হয়। (vi) তাই S_N2 বিক্রিয়ায় কার্বোনিয়াম আয়ন সৃষ্টি হয় না; (vii) RX অণুর ত্রিমাত্রিক গঠনে কার্বনের যে পার্শ্বে X পরমাণু থাকে এর বিপরীত দিক থেকে 180° অবস্থানে নিউক্লিওফাইল আক্রমণ করে। তাই উৎপাদের জ্যামিতিক কাঠামো উল্টে গিয়ে সম্পূর্ণ বিপরীত হয়।

S_N2 বিক্রিয়ার কৌশল : $R-\overset{\delta+}{C}H_2-\overset{\delta-}{X}$ এর X পরমাণু যে দিকে থাকে, তার বিপরীত দিক থেকে আংশিক ধনাত্মক কার্বন পরমাণুকে নিউক্লিওফাইল ($:\bar{O}H$) আক্রমণ করে। তখন নতুন সমযোজী বন্ধন গড়ন এবং পুরাতন C–X বন্ধন ভাঙ্গন সহকারে অস্থায়ী জটিল সৃষ্টি হয়। শেষে C–X বন্ধনটি ভেঙ্গে গিয়ে হ্যালাইড (X^-) আয়ন মুক্ত হয় এবং নিউক্লিওফাইলটি C–পরমাণুর সাথে পূর্ণ সমযোজী বন্ধনে আবদ্ধ হয়ে পড়ে। তখন উৎপাদ অণুর কনফিগারেশনটি C পরমাণুর সাথে যুক্ত অন্য তিন পরমাণু বা মূলক ঝড়ে উল্টানো ছাতার মতো উল্টে গিয়ে নতুন ত্রিমাত্রিক গঠন লাভ করে। এরূপে যৌগের ত্রিমাত্রিক কাঠামো পরিবর্তনকে বিজ্ঞানী পল ওয়ালডেনের নামানুসারে ওয়ালডেন ইনভারসন (Walden inversion) বলে।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com



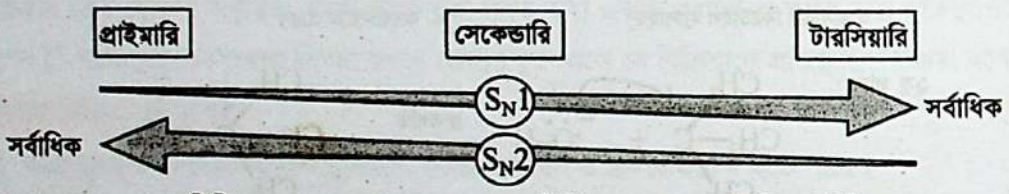
MCQ-2.14 : S_N1 বিক্রিয়া কয় ধাপে ঘটে?
(ক) 1 (খ) 2
(গ) 3 (ঘ) 4

S_N2 বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে RX এর সক্রিয়তার ক্রম হলো 1° RX〉 2° RX 〉3°RX। অর্থাৎ 1° RX প্রধানত S_N2 বিক্রিয়া, 3°RX প্রধানত S_N1 বিক্রিয়া এবং 2°RX এর বেলায় S_N1 ও S_N2 সমভাবে ঘটে।

S_N1 ও S_N2 বিক্রিয়ার তুলনা :

(১) **বিক্রিয়ার ধাপ :** S_N1 এর বেলায় দুই ধাপে বিক্রিয়া ঘটে। প্রথমে কার্বোনিয়াম আয়ন সৃষ্টি হয় এবং পরে নিউক্লিওফাইল যুক্ত হয়ে 'উৎপাদ' গঠন করে। S_N2 এর বেলায় এক ধাপে বিক্রিয়া ঘটে। এক্ষেত্রে অবস্থান্তর অস্থায়ী জটিল গঠিত হয়। এতে নিউক্লিওফাইল ও হ্যালোজেন পরমাণু উভয়তে আংশিক ঋণাত্মক চার্জ (δ–) সৃষ্টি হয়।

(২) **RX-এর প্রকৃতি :** S_N1 এর বেলায় RX এর সক্রিয়তার ক্রম হলো $3^\circ > 2^\circ > 1^\circ > CH_3X$। কিন্তু S_N2 এর বেলায় RX এর সক্রিয়তার ক্রম হলো S_N1 এর বিপরীত $CH_3X > 1^\circ > 2^\circ > 3^\circ$ R-X।



(৩) **বিক্রিয়ার ক্রম :** S_N1 বিক্রিয়া প্রথম ক্রম (first order) বিক্রিয়া এবং S_N2 বিক্রিয়া দ্বিতীয় ক্রম (second order) বিক্রিয়া হয়।

(৪) **বিক্রিয়ার ফেক্টর :** S_N1 এর গতির মূলে রয়েছে ইলেকট্রনিক ফেক্টর বা অধিক শাখাযুক্ত কার্বন শিকল। কিন্তু S_N2 এর গতির মূলে রয়েছে steric factor বা ত্রিমাত্রিক স্থানিক বাধা। 1° হ্যালাইডের বেলায় ত্রিমাত্রিক স্থানিক বাধা কম, তাই S_N2 বিক্রিয়া অধিক ঘটে।

(৫) **নিউক্লিওফাইলের ঘনমাত্রা :** নিউক্লিওফাইলের ঘনমাত্রা বেশি হলে S_N2 মেকানিজম এবং ঘনমাত্রা কম হলে S_N1 মেকানিজম অনুসৃত হয়।

(৬) **দ্রাবকের প্রকৃতি :** অধিক পোলার দ্রাবকে কার্বোনিয়াম আয়ন সৃষ্টি সহজতর হয় বলে পোলার দ্রাবকে S_N1 মেকানিজম এবং কম পোলার বা নন্‌পোলার দ্রাবকে S_N2 মেকানিজম বেশি ঘটে।

(৭) **নিউক্লিওফাইলের প্রকৃতি :** সবল নিউক্লিওফাইল S_N2 এবং দুর্বল নিউক্লিওফাইল S_N1 মেকানিজমের গতি নিয়ন্ত্রণ করে। যেমন, নিউ-পেন্টাইল ব্রোমাইড সবল নিউক্লিওফাইল ইথোক্সাইড (EtO^-) এর সঙ্গে S_N2 মেকানিজম, কিন্তু দুর্বল নিউক্লিওফাইল যেমন, পানি ও ইথানল (EtOH) এর সঙ্গে S_N1 মেকানিজম অনুসরণ করে। শক্তিশালী ক্ষার EtO^- দ্বারা RX থেকে X পরমাণু সহজেই বিতাড়িত হয়। কিন্তু দুর্বল ক্ষার EtOH তা পারে না বলে কার্বোনিয়াম আয়ন সৃষ্টির জন্যে অপেক্ষা করে।

* **দ্রষ্টব্য :** সব নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া অ্যালিফেটিক যৌগের আংশিক ধনাত্মক চার্জযুক্ত C পরমাণুতে ঘটে। অপরদিকে সব ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া ঘটে অ্যারোমেটিক বেনজিন বলয়ে। কারণ নিউক্লিওফাইলকে বেনজিন বলয়ের সঞ্চরণশীল π ইলেকট্রন বিকর্ষণ করে। অনুচ্ছেদ-২.৮.৪ এর (খ) বেনজিনে ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়াসমূহ দেয়া হয়েছে।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

২.১০.৩ অপসারণ বিক্রিয়া
Elimination Reaction

অপসারণ বিক্রিয়াটি সংযোজন বিক্রিয়ার বিপরীত। এ বিক্রিয়ায় সম্পৃক্ত জৈব যৌগ অসম্পৃক্ত যৌগে পরিণত হয়। এক্ষেত্রে কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন অথবা ত্রিবন্ধন সৃষ্টি হয়। এ অপসারণ বিক্রিয়াটি :

(১) ক্ষারের অ্যালকোহলীয় দ্রবণে হ্যালোজেনো অ্যালকেন ($R-CH_2CH_2X$) থেকে HX অপসারণ এবং

(২) গাঢ় H_2SO_4 এর উপস্থিতিতে অ্যালকোহল ($R-CH_2CH_2OH$) থেকে H_2O অপসারণের মাধ্যমে ঘটে।

(ক) ইলেকট্রোফিলিক অপসারণ : অ্যালকোহল থেকে গাঢ় H_2SO_4 এর সাহায্যে পানি অণু অপসারণ দ্বারা অ্যালকিন উৎপন্ন হয়। এক্ষেত্রে প্রথমে অ্যালকোহলের OH মূলকে প্রোটন (H^+) যুক্ত হয়ে প্রোটনযুক্ত অ্যালকোহল থেকে পানি অণু (H_2O) অপসারণের মাধ্যমে কার্বোনিয়াম আয়ন সৃষ্টি হয়। পরে প্রোটন (H^+) অপসারণের মাধ্যমে অ্যালকিন উৎপন্ন হয়।

$$\text{যেমন, } \underset{\text{অ্যালকোহল}}{R-CH_2-CH_2-OH} + \text{গাঢ় } H_2SO_4 \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{অ্যালকিন}}{R-CH=CH_2} + H_2O$$

মেকানিজম :

$$R-CH_2-CH_2-\ddot{O}H \xrightarrow{H^+} R-CH_2-CH_2-\overset{+}{O}H_2 \xrightarrow{-H_2O} R-\underset{H}{CH}-\overset{+}{C}H_2 \longrightarrow R-CH=CH_2 + \overset{+}{H}$$

অ্যালকোহল — প্রোটনযুক্ত অ্যালকোহল — কার্বোনিয়াম আয়ন — অ্যালকিন

(খ) নিউক্লিওফিলিক অপসারণ : হ্যালোজেনো অ্যালকেন থেকে অ্যালকোহলীয় ক্ষারের সাহায্যে HX অপসারণে অ্যালকিন উৎপন্ন হয়। প্রথমে ক্ষারের আক্রমণে (বিটা) β-H পরমাণু প্রোটনরূপে অপসারিত হয়ে কার্বানায়ন সৃষ্টি হয়। পরে হ্যালোজেন পরমাণু হ্যালাইড আয়ন ($:\bar{X}$) রূপে মুক্ত হয়ে অ্যালকিন উৎপন্ন হয়। এরূপ বিক্রিয়াকে β-অপসারণ বিক্রিয়া বলে। যেমন,

$$\underset{\text{1° অ্যালকাইল হ্যালাইড}}{R-CH_2-CH_2-X} + KOH(alc) \longrightarrow \underset{\text{অ্যালকিন}}{R-CH=CH_2} + KX + H_2O$$

মেকানিজম :

$$HO:^- + R-\overset{H}{\underset{H}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}}-\overset{\beta}{\overset{|}{C}}-\overset{\alpha}{X} \longrightarrow H_2O + R-\ddot{C}H-CH_2-X \longrightarrow R-CH=CH_2 + X^-$$

কার্বানায়ন — অ্যালকিন

জেনে নাও : অ্যালকাইল হ্যালাইডের অপসারণ বিক্রিয়ায় নিউক্লিওফাইলের উৎসরূপে অ্যালকোহল (C_2H_5OH) এ দ্রবীভূত NaOH ও সোডিয়াম ইথোক্সাইড (C_2H_5ONa) প্রভৃতি ব্যবহৃত হয়। এক্ষেত্রে নিউক্লিওফাইল হলো OH^-, $C_2H_5O^-$ আয়ন। অ্যালকোহলীয় দ্রবণ ব্যবহৃত হওয়ার কারণ হলো এক্ষেত্রে নিউক্লিওফাইলের ঘনত্ব কম থাকা দরকার হয়। তখন বিক্রিয়ার গতি ঐ কম পরিমাণ নিউক্লিওফাইলের (OH^-, $C_2H_5O^-$) মোলার ঘনমাত্রা দ্বারা প্রভাবিত হয়। অধিকন্তু নিউক্লিওফাইল OH^- আয়নগুলো পানির তুলনায় ইথানল দ্বারা কম সলভেটেড (দ্রাবক-যোজিত) থাকে; ফলে সবল নিউক্লিওফাইল ও ক্ষারকরূপে OH^- আয়নসমূহ β-H কে প্রোটনরূপে অপসারণ করতে পারে।

অপরদিকে জলীয় দ্রবণে NaOH ও KOH সম্পূর্ণরূপে আয়নিত হয় এবং পানি দ্বারা অধিক সলভেটেড থাকে। ফলে ঐ সলভেটেড OH^- আয়ন দুর্বল নিউক্লিওফাইল হয়। ঐ সব দুর্বল নিউক্লিওফাইল আংশিক পোলার RX এর C-পরমাণুকে আক্রমণ করতে সক্ষম হয় এবং অপসারণ বিক্রিয়ার চেয়ে প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া তুলনামূলকভাবে অধিক ঘটে। মনে রাখা দরকার যে, অপসারণ বিক্রিয়ার তুলনায় প্রতিস্থাপন বেশি ঘটে এবং অপসারণ বিক্রিয়া RX-এর অবস্থা নির্ভর দু প্রকার বিক্রিয়া হয়।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া : $CH_3CH_2–CH_2Cl + KOH(aq) \xrightarrow{\Delta} CH_3CH_2–CH_2–OH + KCl$
(প্রোপাইল ক্লোরাইড) (প্রোপানল)

অপসারণ বিক্রিয়া : $CH_3CH_2\text{-}CH_2Cl + KOH\ (alc) \xrightarrow{\Delta} CH_3CH{=}CH_2 + KCl + H_2O$
(প্রোপাইল ক্লোরাইড) (প্রোপিন)

এ অপসারণ বিক্রিয়ায় ইথারও উৎপন্ন হয়। যেমন, ব্রোমোইথেন ও alc.KOH এর বিক্রিয়া একই সঙ্গে ডাইইথাইল ইথার (90%) ও ইথিলিন (10%) উৎপন্ন করে।

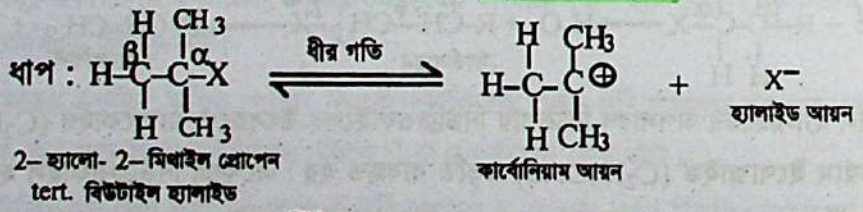
$$CH_3–CH_2–Br + alc.KOH \xrightarrow{\Delta} C_2H_5–O–C_2H_5 + CH_2{=}CH_2 + KBr + H_2O$$

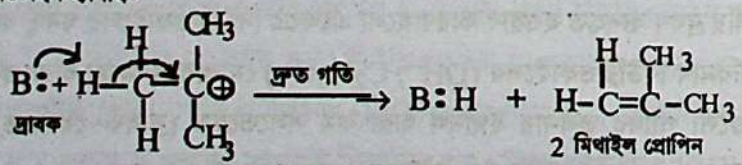
অনুরূপভাবে iso-প্রোপাইল ব্রোমাইড ও alc. KOH এর বিক্রিয়ায় 80% প্রোপাইলিন উৎপন্ন হয়। কিন্তু tert-বিউটাইল ব্রোমাইড alc. KOH এর সঙ্গে বিক্রিয়ায় 100% iso-বিউটাইলিন উৎপন্ন করে। এ সব উদাহরণ থেকে দেখা যায় যে, **অপসারণ বিক্রিয়া হ্যালোজেনো অ্যালকেনের আণবিক গঠন প্রকৃতি (structure) এর ওপর নির্ভর করে।**

অপসারণ বিক্রিয়ার শ্রেণিবিভাগ

প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার মতো অপসারণ বিক্রিয়াও এক-আণবিক অপসারণ (E_1) ও দ্বিআণবিক অপসারণ (E_2) – এই দুই প্রকার মেকানিজমে ঘটে। প্রধানত টারসিয়ারি হ্যালোজেনো অ্যালকেন থেকে (E_1) মেকানিজম দ্বারা এবং প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি হ্যালোজেনো অ্যালকেন থেকে E_2 মেকানিজম দ্বারা অ্যালকোহলীয় KOH এর উপস্থিতিতে অ্যালকিন উৎপন্ন হয়। যেমন,

এক আণবিক অপসারণ বা E_1 এর মেকানিজম : S_N1 প্রতিস্থাপনের মেকানিজমের মতো E_1 মেকানিজমও দু ধাপে ঘটে। প্রথম ধাপে R-X থেকে বিদায়ী গ্রুপ হ্যালাইড আয়ন ($:X^-$) ধীরগতিতে পৃথক হয়ে যায় এবং কার্বোনিয়াম আয়ন সৃষ্টি হয়। দ্বিতীয় ধাপে দ্রাবক (B:) এর আক্রমণে কার্বোনিয়াম আয়নের β-কার্বন থেকে একটি H পরমাণু প্রোটনরূপে অপসারিত হয়। ফলে β–কার্বনের মুক্ত ইলেকট্রন যুগল α ও β কার্বনের মধ্যে বিন্যস্ত হয়ে কার্বন–কার্বন দ্বিবন্ধন গঠন করে। ফলে অ্যালকিন উৎপন্ন হয়। প্রথম ধাপ ধীরগতিতে এবং দ্বিতীয় ধাপ দ্রুতগতিতে ঘটে। যেমন,

প্রথম ধাপ : 

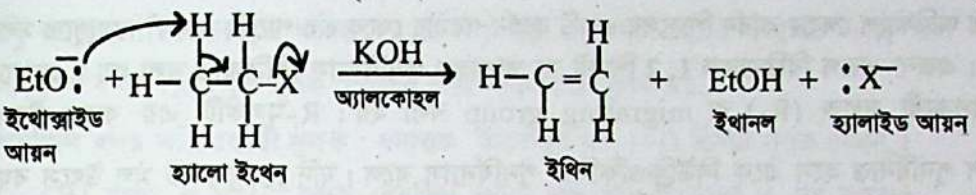
দ্বিতীয় ধাপ : 

দ্বিআণবিক অপসারণ বা E_2 এর মেকানিজম : প্রতিস্থাপনের S_N2 মেকানিজমের মতো E_2 মেকানিজমও এক ধাপে ঘটে। এ বিক্রিয়ায় ক্ষারের ($EtO:^-$ আয়ন) প্রভাবে β–কার্বন থেকে একটি H^+ এবং বিদায়ী গ্রুপ হ্যালাইড আয়ন ($:X^-$) এক সাথে অপসারিত হয়। ফলে β–কার্বনের ইলেকট্রন যুগল α ও β কার্বনের মধ্যে বিন্যস্ত হয়ে কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন গঠন করে।

এক্ষেত্রে ইথানলের $K_a = 10^{-16}$ (25°C) এবং পানির $K_a = 10^{-14}$। খুব দুর্বল এসিডরূপে ইথানল (EtOH) সবল ক্ষার (KOH) দ্রবণে অল্প আয়নিত হয়ে ইথোক্সাইড আয়ন উৎপন্ন করে। $EtOH + KOH \rightleftharpoons EtO^- + H_2O + K^+$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com



প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া বনাম অপসারণ বিক্রিয়া : হ্যালোজেনো অ্যালকেনের সঙ্গে নিউক্লিওফিলিক বিকারকের বিক্রিয়ায় প্রতিস্থাপন ও অপসারণ বিক্রিয়ার মধ্যে কোন্ বিক্রিয়াটি প্রাধান্য লাভ করবে তা নিম্নরূপ অবস্থার ওপর নির্ভর করে।

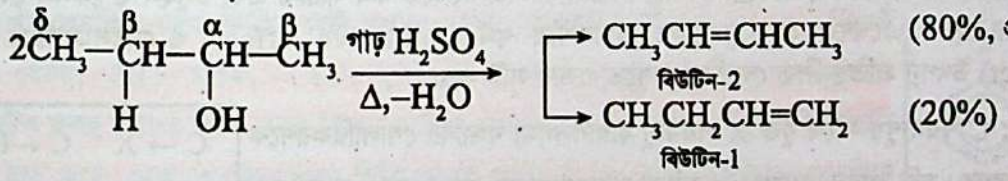
(১) হ্যালোজেনো অ্যালকেনের গঠন যতই টারসিয়ারি থেকে প্রাইমারির দিকে হবে বিক্রিয়াটি ততই E_2 মেকানিজমে ঘটবে। এর বিপরীতক্রমে S_N2 মেকানিজম প্রাধান্য লাভ করে।

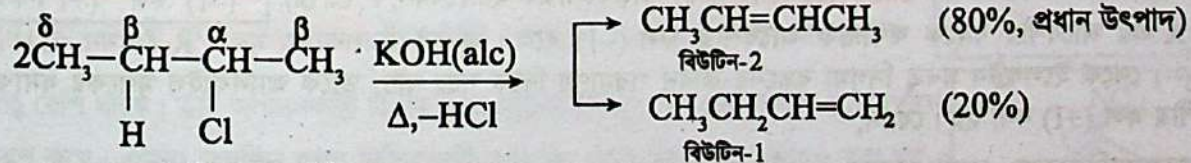
(২) শক্তিশালী ক্ষারক বা নিউক্লিওফাইল যেমন, অ্যালকোহলীয় KOH অর্থাৎ অ্যালকোক্সাইড আয়ন অপসারণ E_2 বিক্রিয়ার সহায়তা করে। কিন্তু অপেক্ষাকৃত কম শক্তিশালী ক্ষারক বা নিউক্লিওফাইল যেমন, জলীয় KOH অর্থাৎ সলভেটেড হাইড্রক্সিল আয়ন দ্বারা প্রতিস্থাপনে S_N2 বিক্রিয়া প্রাধান্য পায়।

(৩) অধিক মেরুক দ্রাবক S_N1 বিক্রিয়াকে প্রাধান্য দেয়; কিন্তু অপেক্ষাকৃত কম মেরুক দ্রাবক E_1 বিক্রিয়াকে ত্বরান্বিত করে। আবার E_2 বিক্রিয়ায় কম মেরুক দ্রাবক ও শক্তিশালী ক্ষারক (অ্যালকোহলীয় EtO^-) অধিক কার্যকরী; পক্ষান্তরে S_N2 বিক্রিয়ায় অধিক মেরুক দ্রাবক ও কম শক্তিশালী ক্ষারক যেমন, জলীয় KOH দ্রবণ কার্যকরী হয়।

2°-অ্যালকাইল হ্যালাইড ও 2°-অ্যালকোহলের বেলায় অপসারণ বিক্রিয়া দ্বারা অ্যালকিন গঠন নিম্নোক্ত সাইজেফ নিয়ম দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয়ে থাকে।

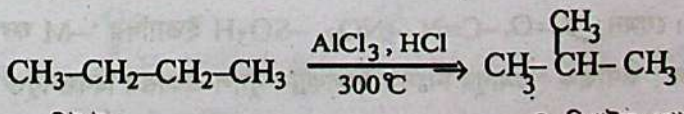
সাইজেফ নিয়ম (Saytzeff rule) : সেকেন্ডারি অ্যালকোহল ও সেকেন্ডারি অ্যালকাইল হ্যালাইড থেকে যথাক্রমে পানি (H_2O) ও HX অপসারণ বিক্রিয়ায় একাধিক অ্যালকিন উৎপন্ন হওয়ার ক্ষেত্রে অধিক শাখাযুক্ত অ্যালকিনটিই প্রধান উৎপাদ হবে। এ নিয়মটিকে β –অপসারণের সাইজেফ নিয়ম বলে। যেমন :





২.১০.৪ পারমাণবিক পুনর্বিন্যাস বা সমাণুকরণ
Rearrangement or isomerization

যে বিক্রিয়ায় কোনো যৌগের অণুস্থিত বিভিন্ন পরমাণু বা মূলক পরস্পরের মধ্যে পুনর্বিন্যস্ত হয়ে নতুন গাঠনিক সংকেতবিশিষ্ট নতুন যৌগ উৎপন্ন করে, তাকে পারমাণবিক পুনর্বিন্যাস বা সমাণুকরণ বলা হয়। এক্ষেত্রে উভয় যৌগের আণবিক সংকেত একই হয়। যেমন, অনার্দ্র $AlCl_3$ ও HCl গ্যাস মিশ্রণের প্রভাবে 300°C তাপমাত্রায় বিউটেন অণুর পারমাণবিক পুনর্বিন্যাস বা সমাণুকরণের ফলে 2-মিথাইল প্রোপেন উৎপন্ন হয়। যেমন,



www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

এ বিক্রিয়ায় অধিকাংশ ক্ষেত্রে কার্বন শিকলের একটি কার্বন পরমাণু থেকে এর পার্শ্বের কার্বন পরমাণুতে মূলক বা পরমাণু স্থানান্তরিত হয়। এজন্য এরূপ বিক্রিয়াকে **1, 2 শিফ্‌ট বা স্থানান্তর পুনর্বিন্যাস বিক্রিয়াও** বলা হয়। এক্ষেত্রে চলে আসা মূলকটিকে ভ্রমণকারী মূলক (R-) বা migrating group বলা হয়। R-মূলকটি এর বন্ধন ইলেকট্রন-জোড় ($\bar{R}:$) নিয়ে এসে পুনর্বিন্যস্ত হলে একে **নিউক্লিওফিলিক পুনর্বিন্যাস বলে**। যদি R- মূলকটি মূল উৎসে বন্ধন ইলেকট্রন যুগল রেখে আসে এবং কার্বোক্যাটায়ন বা কার্বোনিয়াম আয়ন (R^+) রূপে অপর কার্বনে যুক্ত হয়, একে **ইলেকট্রোফিলিক পুনর্বিন্যাস বলে**। উচ্চ তাপমাত্রায় অ্যালকেনের বেলায় R মূলকটি ফ্রি-রেডিকেল ($R^\bullet$) রূপে পুনর্বিন্যাস বিক্রিয়া করতে পারে।

২.১০.৫ বেনজিনে বহু প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া ও ওরিয়েন্টেশন
Multiple Substitutions in Benzene and Orientation

বেনজিন বলয়ের একটি H পরমাণু যখন কোনো মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়, তখন উৎপন্ন যৌগকে বেনজিনের একক প্রতিস্থাপিত যৌগ বলে। যেমন,

তখন উৎপন্ন যৌগটির সক্রিয়তা বেনজিনের সক্রিয়তার চেয়ে ভিন্ন অর্থাৎ কম বেশি হয়। যেমন, যদি প্রতিস্থাপক মূলকটি বেনজিন বলয়ের থেকে ইলেকট্রন ঘনত্ব নিজের দিকে টেনে নেয়, তখন ঐ উৎপন্ন প্রতিস্থাপিত বেনজিন যৌগটি বেনজিনের তুলনায় কম সক্রিয় হয়ে থাকে। যেমন, নাইট্রো বেনজিন হলো বেনজিন থেকে কম সক্রিয় এবং টলুইন ও ফেনল বেনজিন থেকে অধিক সক্রিয় হয়। এক্ষেত্রে প্রতিস্থাপকের **আবেশীয় ধর্ম** (inductive effect) ও **মেসোমারিক ফল** (mesomeric effect) উৎপন্ন প্রতিস্থাপিত বেনজিন অণুতে প্রভাব সৃষ্টি করে।

আবেশীয় ফল : C পরমাণুর সাথে যুক্ত X পরমাণু দ্বারা সিগ্‌মা বন্ধনের পোলারিকরণকে X এর আবেশীয় ধর্ম বলে। যদি কার্বন অপেক্ষা X অধিক তড়িৎঋণাত্মক হয় (যেমন, F, Cl, Br), তখন X এর আবেশীয় ধর্মকে **ঋণাত্মক আবেশীয় ফল** (–I) বলে। আবার অ্যালকাইল মূলক R-(যেমন, CH_3–, C_2H_5–) থেকে ইলেকট্রন ঘনত্ব সিগ্‌মা বন্ধনের কার্বন পরমাণুর দিকে সরে যায়, তাকে অ্যালকাইল মূলকের **ধনাত্মক আবেশীয় ফল** (+I) বলা হয়। যেমন,

$C \rightarrow X$	$C \leftarrow R$
(–I) ফল	(+I) ফল

মেসোমারিক ফল : কার্বন পরমাণু ও অধিক তড়িৎঋণাত্মক মৌলের (O) পরমাণুর মধ্যবর্তী পাই (π) বন্ধন পোলারিত হয়ে পড়ে। অধিক তড়িৎঋণাত্মক পরমাণুর দিকে পাই (π) বন্ধনের ইলেকট্রন স্থানান্তরণকে মেসোমারিক (M) ফল বলে। একান্তর σ বন্ধন ও π বন্ধনের কার্বন শিকলের সাথে এরূপ ঋণাত্মক পরমাণু যুক্ত থাকলে π ইলেকট্রনের স্থানান্তরণ সহজে হয়। কনজুগেট π বন্ধন মেসোমারিক ফলের সহায়ক বলে একে **কনজুগেট ফল**ও বলে। আবেশীয় ফলের মতো মেসোমারিক ফল ধনাত্মক (+M) ও ঋণাত্মক (–M) হতে পারে।

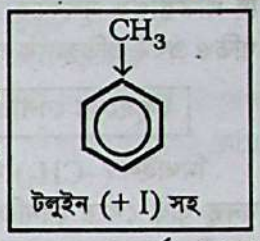
ঋণাত্মক মেসোমারিক ফল : ঋণাত্মক পরমাণু বা মূলকের দিকে π ইলেকট্রনের স্থায়ী স্থানান্তরণকে **ঋণাত্মক মেসোমারিক ফল** (–M) বলে। যেমন, >C=O, –C≡N, $-NO_2$, $-SO_3H$ ইত্যাদির '–M ফল' আছে।

ধনাত্মক মেসোমারিক ফল : ঋণাত্মক পরমাণুর নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল একান্তর দ্বিবন্ধনযুক্ত কার্বন শিকল বা বলয়ের দিকে স্থানান্তরিত হলে, তাকে ধনাত্মক মেসোমারিক (+M) ফল বলে। যেমন, $-\ddot{O}H$, $-\ddot{N}H_2$, $-\ddot{N}HCOCH_3$,

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

$\cdot\ddot{Cl}:$ ইত্যাদি একান্তর দ্বিবন্ধনে যুক্ত থাকলে '+M ফল' ঘটে। ফেনলে –OH মূলকের '+M ফল' কার্যকরী থাকে। ধনাত্মক মেসোমারিক ফল (+M) যুক্ত মূলক বেনজিন বলয় সক্রিয়কারী মূলক হয়।

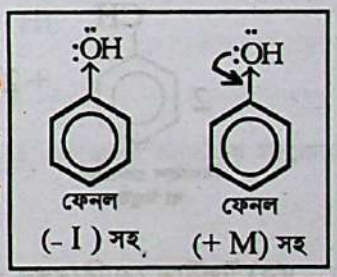


(ক) বেনজিন বলয় সক্রিয়কারী মূলক : ধনাত্মক আবেশীয় ফল (+I) বিশিষ্ট মূলক যেমন, CH_3 মূলক, –OH মূলক ও NH_2^- মূলক বেনজিন বলয়ে যুক্ত থাকলে তখন এ সব মূলক বেনজিন বলয়কে ইলেকট্রন প্রদান করে অনুরণনে সাহায্য করে। তখন বেনজিন বলয়ে অর্থো ও প্যারা অবস্থানে ইলেকট্রন ঘনত্ব বৃদ্ধি করে; ফলে ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন সহজে ঘটতে পারে। একে **বেনজিন বলয় সক্রিয়করণ** বলা হয় এবং এসব মূলককে বেনজিন বলয় **সক্রিয়কারী মূলক ও অর্থো-প্যারা নির্দেশক মূলক** বলে। যেমন, NO_2^+ মূলক দ্বারা টলুইন সহজে আক্রান্ত হয়। প্রতিস্থাপক -OH মূলকের বেলায় (এবং Cl পরমাণুর বেলায়) বেনজিন বলয়ে ইলেকট্রন আদান প্রদান একটু জটিল। এক্ষেত্রে -OH মূলকের ঋণাত্মক আবেশীয় ফল (–I) ও ধনাত্মক মেসোমারিক ফল উভয়েই (+M) ক্রিয়া করে ইলেকট্রন ঘনত্ব বৃদ্ধি পায় অর্থাৎ বেনজিন বলয় অধিক সক্রিয় হয়। অক্সিজেনের নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন স্থানান্তরকরণ বাঁকা তীর দ্বারা দেখানো হলো। কিন্তু ঋণাত্মক আবেশীয় ফল (–I) দ্বারা বেনজিন বলয় থেকে ইলেকট্রন ঘনত্ব টেনে নেয়। এক্ষেত্রে +M > –I হয়। সুতরাং ফেনলের বেনজিন বলয় সক্রিয় হয়ে থাকে। তাই -OH মূলক ও Cl পরমাণু অর্থো-প্যারা নির্দেশকমূলক।

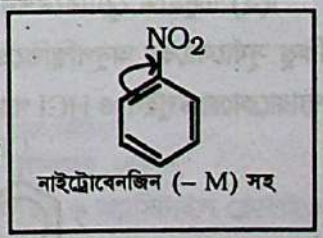
অর্থো-প্যারা নির্দেশক গ্রুপ : $-CH_3$, $-\ddot{N}H_2$, $-\ddot{O}H_2$, $-\ddot{O}CH_3$, $-\ddot{Cl}:$

অর্থো-প্যারা নির্দেশক গ্রুপের বৈশিষ্ট্য : (১) অর্থো-প্যারা নির্দেশক গ্রুপের ধনাত্মক আবেশীয় ধর্ম (+ 1) থাকে। যেমন, অ্যালকাইল মূলকসমূহ, $-CH_3$, $-C_2H_5$ ইত্যাদি।

(২) অর্থো-প্যারা নির্দেশক গ্রুপের কমপক্ষে একটি নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল থাকে, যা ধনাত্মক মেসোমারিক ফল ঘটাতে পারে। যেমন, $-\ddot{N}H_2$, $-\ddot{O}H$, $-\ddot{O}CH_3$, $-\ddot{Cl}:$ ইত্যাদি।



(খ) বেনজিন বলয় নিষ্ক্রিয়কারী মূলক : ঋণাত্মক মেসোমারিক ফল (–M) বিশিষ্ট মূলক যেমন, $-NO_2$ মূলক, –CHO মূলক ও $-SO_3H$ মূলক বেনজিন বলয় থেকে ইলেকট্রন ঘনত্ব নিজের দিকে টেনে নিয়ে বেনজিন বলয়ে অর্থো ও প্যারা অবস্থানে ইলেকট্রন ঘনত্ব হ্রাস করে; একে **বেনজিন বলয় নিষ্ক্রিয়করণ** বলা হয় এবং এসব মূলককে **বেনজিন বলয় নিষ্ক্রিয়কারী মূলক** বলা হয়। কিন্তু মেটা অবস্থানে তুলনামূলকভাবে ইলেকট্রন ঘনত্ব বেশি থাকে। তাই আগমনকারী দ্বিতীয় ইলেকট্রোফাইল মূলকটি মেটা অর্থাৎ 3-অবস্থানে প্রবেশ করে। এজন্য বেনজিন বলয় নিষ্ক্রিয়কারী মূলককে **মেটা নির্দেশক মূলকও** বলা হয়। যেমন, বেনজিন বলয় থেকে $-NO_2$ মূলক ইলেকট্রন ঘনত্ব টেনে নেয়; তাই নাইট্রোবেনজিন দ্বিতীয়বার সহজে $-NO_2^+$ মূলক দ্বারা আক্রান্ত হয় না। অধিক তাপে আক্রান্ত হয়।



মেটা নির্দেশক গ্রুপসমূহ : $-\overset{+}{N}(=O)-O$, $-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$, $-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$, $-C\equiv N$ গ্রুপ ইত্যাদি।

মেটা নির্দেশক গ্রুপের বৈশিষ্ট্য : (১) মেটা নির্দেশক গ্রুপে O-পরমাণুর সাথে দ্বিবন্ধন থাকে; যেমন নাইট্রো গ্রুপ $-\overset{+}{N}(=O)-O$; অ্যালডিহাইড গ্রুপ $-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$, কার্বক্সিল গ্রুপ, $-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$, অথবা কার্বন নাইট্রোজেন পরমাণুর মধ্যে ত্রিবন্ধন থাকে; যেমন সায়ানাইড গ্রুপ, $-C\equiv N$ ইত্যাদি।

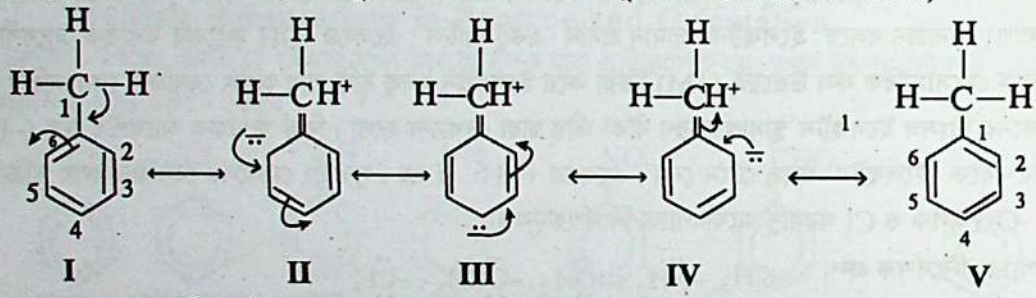
www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

(ক) বেনজিন বলয়ে দ্বি-প্রতিস্থাপন : বেনজিন বলয়ে উপস্থিত প্রথম প্রতিস্থাপক যেমন $-CH_3$, $-OH$, $-NH_2$, $-NO_2$ মূলকের মধ্যে কোন ধরনের আবেশীয় ফল ও মেসোমারিক ফল রয়েছে, তার ওপর নির্ভর করে বেনজিন বলয়ে দ্বি-প্রতিস্থাপক মূলককে অর্থো-প্যারা অথবা মেটা অবস্থানে প্রবেশ করতে হয় এবং ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার গতিও প্রথম প্রতিস্থাপক দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয়। যেমন,

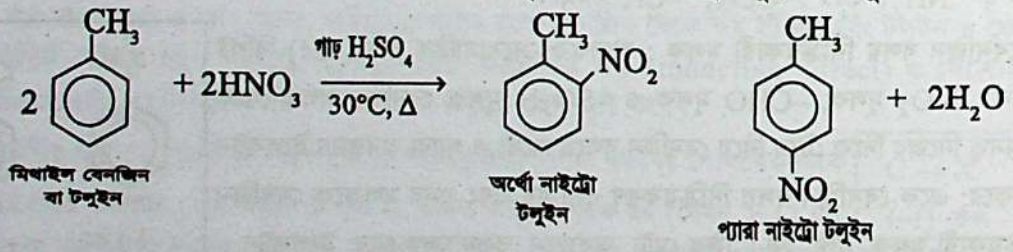
টলুইনের বেনজিন বলয়ে ($-CH_3$) মূলকের প্রভাব

মিথাইল ($-CH_3$) মূলকের প্রভাবে বেনজিন বলয়ে অনুরণন নিম্নরূপে ঘটে। তখন অর্থো ও প্যারা অবস্থানে ইলেকট্রন ঘনত্ব বৃদ্ধি পেয়ে বেনজিন বলয়টি অধিক সক্রিয় হয়। এক্ষেত্রে $-CH_3$ মূলকে নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল না থাকা সত্ত্বেও বেনজিনের কনজুগেট দ্বিবন্ধনের সাথে যুক্ত $-CH_3$ মূলকের C–H বন্ধনের σ ইলেকট্রনদ্বয় বেনজিন বলয়ে **হাইপারকনজুগেটিড বা 'বন্ধনবিহীন'** অনুরণন নামে এক বিশেষ অনুরণনে অংশগ্রহণ করে। যেমন,

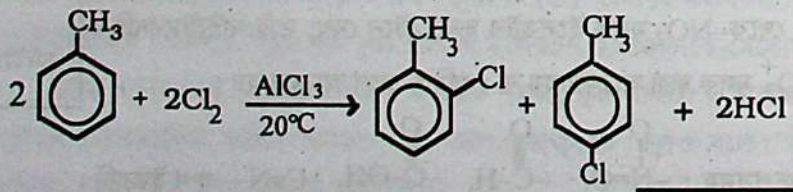


অনুরণনের ফলে হাইব্রিড গঠন, **II, III** ও **IV** এ অর্থাৎ দুটি অর্থো ও একটি প্যারা অবস্থানে ঋণাত্মক চার্জ সৃষ্টি হয়েছে এবং এ সব স্থানে ইলেকট্রোফাইল, নাইট্রেশনের বেলায় নাইট্রো ($-NO_2$) গ্রুপ সহজে আকৃষ্ট হয়। যেমন :

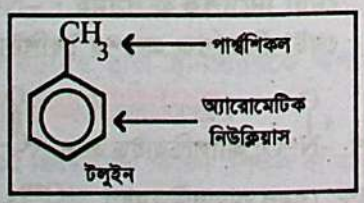
(১) টলুইনে নাইট্রেশন : বেনজিনের নাইট্রেশন তাপমাত্রার (60°C) তুলনায় নিম্ন তাপমাত্রায়, 30°C তাপমাত্রায় টলুইন বা মিথাইল বেনজিনের নাইট্রেশন করলে অর্থো নাইট্রো টলুইন ও প্যারা নাইট্রো টলুইন যৌগ দুটির মিশ্রণ উৎপন্ন হয়।



(২) টলুইনে ক্লোরিনেশন : হ্যালোজেন বাহক শুষ্ক $AlCl_3$, $FeCl_3$, আয়রন গুঁড়া বা আয়োডিনের গুঁড়ার উপস্থিতিতে কিন্তু সূর্যালোকের অনুপস্থিতিতে 20°C-এ টলুইন ও Cl_2 এর ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ায় অর্থোক্লোরো টলুইন, প্যারাক্লোরো টলুইন ও HCl গ্যাস উৎপন্ন হয়।

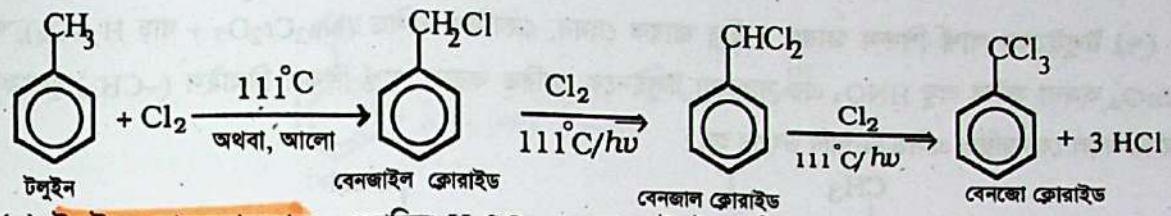


অপরদিকে **সূর্যালোকের উপস্থিতিতে** অথবা ফুটন্ত টলুইনের সাথে 111°C-এ Cl_2 এর ফ্রি রেডিকেল মেকানিজমের মাধ্যমে টলুইনের পার্শ্ব শিকল মিথাইল মূলকে ($-CH_3$ এ) প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া দ্বারা যথাক্রমে বেনজাইল ক্লোরাইড, বেনজাল ক্লোরাইড এবং শেষে বেনজোক্লোরাইড ও HCl গ্যাস উৎপন্ন হয়।

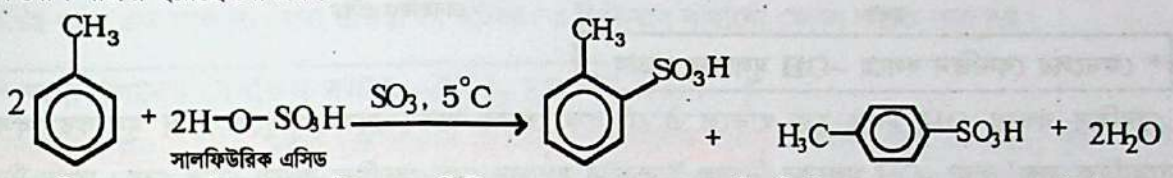


www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

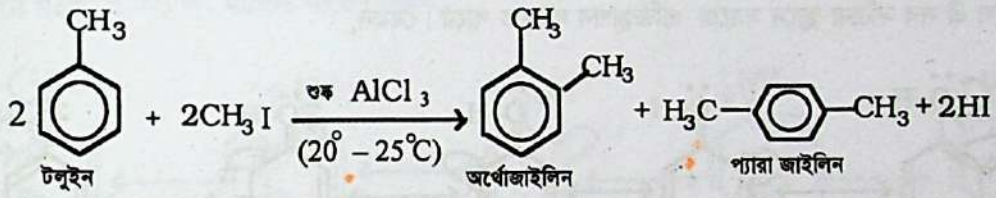
Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com



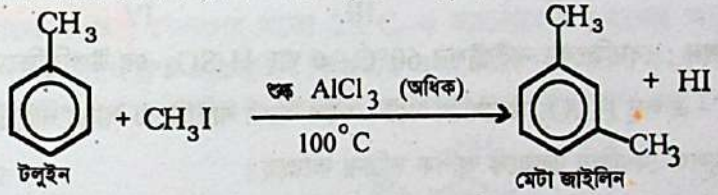
(৩) **টলুইনে সালফোনেশন** : ধূমায়িত H_2SO_4 এর সাথে টলুইন 5°C তাপমাত্রায় বিক্রিয়া করে অর্থো টলুইন সালফোনিক এসিড ও প্যারা টলুইন সালফোনিক এসিড উৎপন্ন করে। কক্ষ তাপমাত্রার নিচে বিক্রিয়া ঘটায় বেনজিনের চেয়ে টলুইন বেশি সক্রিয় হয়েছে বোঝায়।



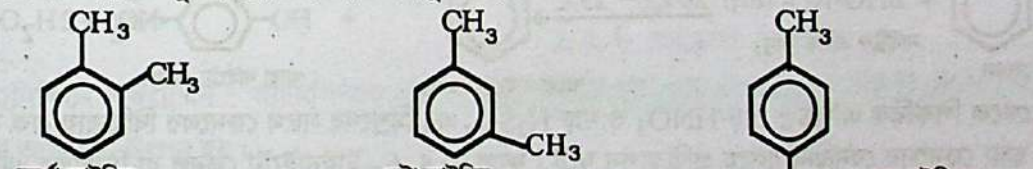
(৪) **ফ্রিডেল ক্রাফট অ্যালকাইলেশন বিক্রিয়া** : শুষ্ক $AlCl_3$ এর উপস্থিতিতে কক্ষ তাপমাত্রায় টলুইনের সাথে মিথাইল আয়োডাইডের প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ায় অর্থো জাইলিন, প্যারা জাইলিন ও HI উৎপন্ন হয়।



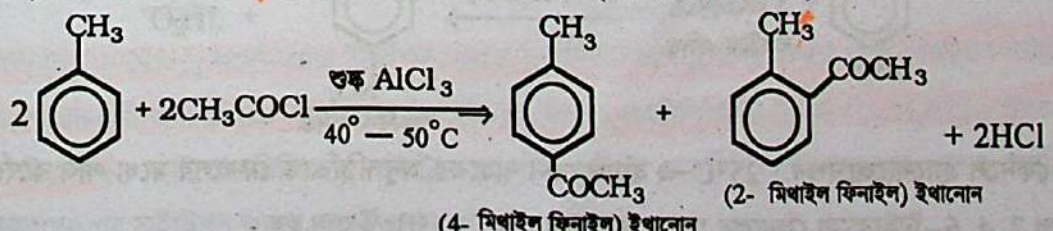
(৫) **মেটা জাইলিন প্রস্তুতি** : অধিক পরিমাণ শুষ্ক $AlCl_3$ প্রভাবকের উপস্থিতিতে ও 100°C তাপমাত্রায় টলুইনের সাথে CH_3I এর প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ায় মেটাজাইলিন ও HI গ্যাস উৎপন্ন হয়।



* সুতরাং বেনজিনের দ্বিপ্রতিস্থাপিত যৌগ যেমন ডাইমিথাইল বেনজিন $C_6H_4(CH_3)_2$ এর একই আণবিক সংকেত কিন্তু ভিন্ন গাঠনিক সংকেত যুক্ত নিম্নোক্ত তিনটি সমাণু আছে।



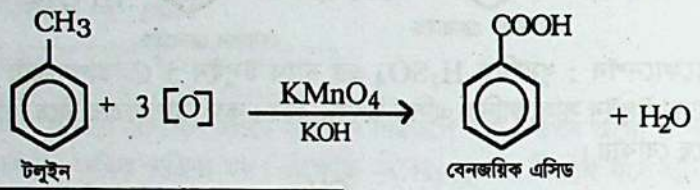
(৬) **ফ্রিডেল ক্রাফট অ্যাসাইলেশন বিক্রিয়া** : অনার্দ্র বা শুষ্ক $AlCl_3$ এর উপস্থিতিতে টলুইন ও অ্যাসিটাইল ক্লোরাইড (CH_3COCl) এর মিশ্রণকে 40°–50°C এ উত্তপ্ত করলে প্রধানত (4-মিথাইল ফিনাইল) ইথানোন উৎপন্ন হয়।



www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

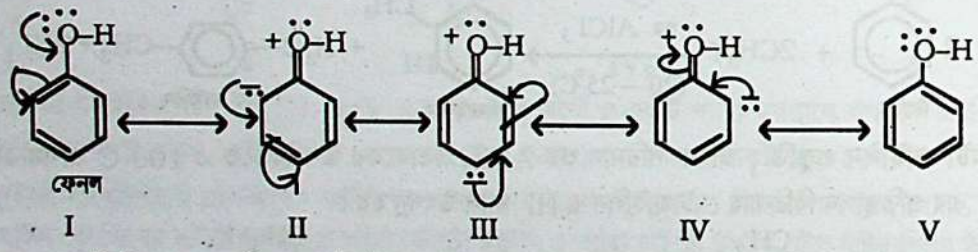
Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

(৭) টলুইনের পার্শ্ব শিকল জারণ : তীব্র জারক যেমন, ক্রোমিক এসিড ($Na_2Cr_2O_7$ + গাঢ় H_2SO_4), ক্ষারীয় $KMnO_4$ অথবা ফুটন্ত লঘু HNO_3 এর সাহায্যে টলুইনকে জারিত করলে পার্শ্ব শিকল মিথাইল ($-CH_3$) মূলকের পূর্ণ জারণের ফলে বেনজয়িক এসিড ও পানি উৎপন্ন হয়।

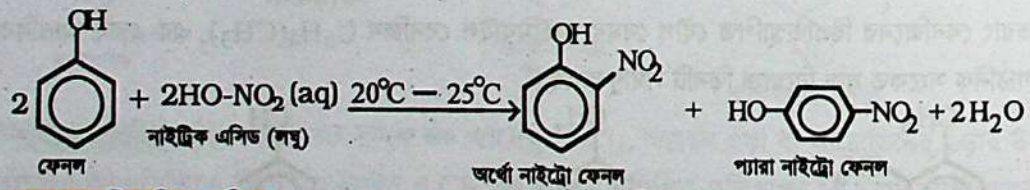


*** ফেনলের বেনজিন বলয়ে –OH মূলকের প্রভাব :**

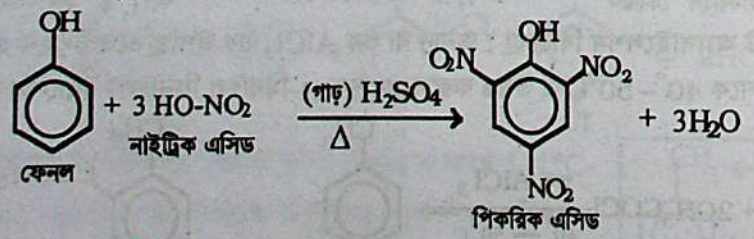
বেনজিন বলয়ে–OH মূলক যুক্ত থাকলে ঐ যৌগকে ফেনল বলে। ফেনল অণুতে–OH মূলকের 'ধনাত্মক মেসোমারিক ফল' দ্বারা –OH মূলকের নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগলের মেঘ বেনজিন বলয়ে ঠেলে দেয়। তখন নিম্নরূপে বেনজিন বলয়ে অনুরণন ঘটে। ফলে –OH মূলকের অর্থো ও প্যারা অবস্থানে ইলেকট্রন ঘনত্ব বৃদ্ধি পায়; তখন আগমনকারী ইলেকট্রোফাইল ঐ সব সক্রিয় স্থানে সহজে প্রতিস্থাপন ঘটাতে পারে। যেমন,



(১) ফেনলে নাইট্রেশন : বেনজিনের নাইট্রেশন 60°C- এ গাঢ় H_2SO_4 এর উপস্থিতিতে গাঢ় HNO_3 সহ ঘটলেও ফেনলের নাইট্রেশন 25°C- এ লঘু HNO_3 সহযোগে ঘটে। ফলে অর্থো নাইট্রো ও প্যারা নাইট্রো ফেনল সমাণু উৎপন্ন হয়। এতে প্রমাণিত হয় –OH মূলক বেনজিন বলয়কে অধিক সক্রিয় করেছে।



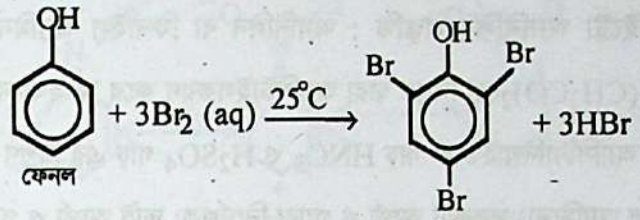
ফেনল থেকে পিকরিক এসিড : গাঢ় HNO_3 ও গাঢ় H_2SO_4 এর মিশ্রণের সাথে ফেনলের বিক্রিয়ায় এক সঙ্গে তিনটি নাইট্রো গ্রুপ দ্বারা ফেনলের বেনজিন বলয়ে প্রতিস্থাপন ঘটে। ফলে 2, 4, 6–ট্রাইনাইট্রো ফেনল বা পিকরিক এসিড (পোড়া ত্বকে অ্যান্টিসেপটিক রূপে ব্যবহৃত) ও পানি উৎপন্ন হয়।



(২) ফেনলে হ্যালোজেনেশন : 25°C–এ হ্যালোজেন বাহকের অনুপস্থিতিতে ফেনলের মধ্যে লাল বর্ণের Br_2 পানি যোগ করলে 2, 4, 6–ট্রাইব্রোমো ফেনলের হলুদে সাদা অধঃক্ষেপ ও HBr উৎপন্ন হয়।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com



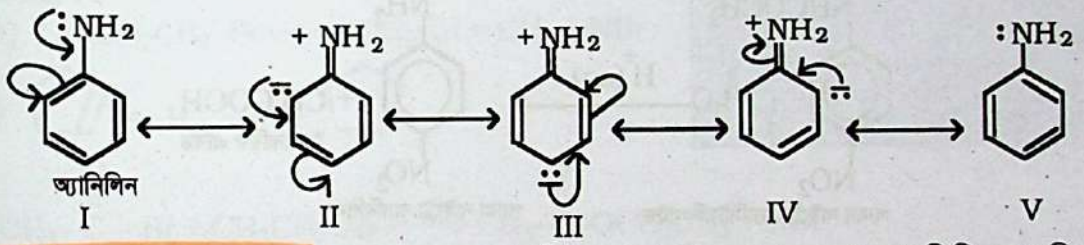
ফেনল

2, 4, 6–ট্রাইব্রোমো ফেনল

এক্ষেত্রে–OH মূলক বেনজিন বলয়ে এর অর্থো ও প্যারা অবস্থানগুলোকে অধিক সক্রিয় করেছে প্রমাণিত হয়। তাই ঐ সব সক্রিয় স্থানে এক সঙ্গে Br_2 দ্বারা প্রতিস্থাপন ঘটেছে। এ বিক্রিয়ার সাহায্যে ফেনল শনাক্ত করা হয়।

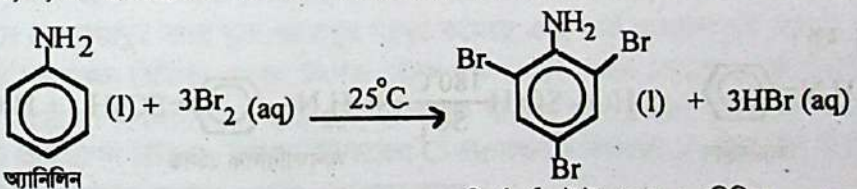
* অ্যানিলিনের বেনজিন বলয়ে $-NH_2$ মূলকের প্রভাব

বেনজিন বলয়ে $—NH_2$ মূলক যুক্ত থাকলে ঐ যৌগকে অ্যানিলিন বলে। অ্যানিলিন অণুতে $-NH_2$ মূলক **'ধনাত্মক মেসোমারিক ফল'** দ্বারা এর নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগলের মেঘ বেনজিন বলয়ে ঠেলে দেয়। তখন অনুরণন কাঠামো II – IV মতে অর্থো ও প্যারা অবস্থানে ইলেকট্রন ঘনত্ব বৃদ্ধি পেয়ে বেনজিন বলয় অধিক সক্রিয় হয়। আগমনকারী ইলেকট্রোফাইল ঐ সব সক্রিয় স্থানে সহজে প্রতিস্থাপন ঘটাতে পারে। যেমন,



অ্যানিলিন
I II III IV V

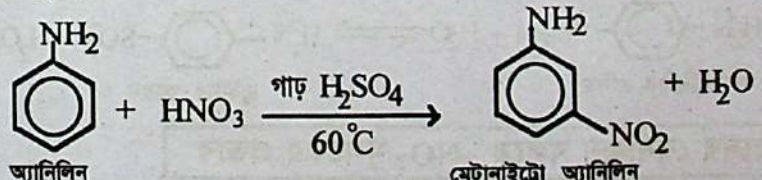
(১) অ্যানিলিনে হ্যালোজেনেশন : ফেনলের মতো 25°C–এ হ্যালোজেন বাহকের অনুপস্থিতিতে অধিক সক্রিয় অ্যানিলিন লাল বর্ণের Br_2 পানির সাথে দ্রুত প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ায় একই সঙ্গে দুটি অর্থো ও একটি প্যারা স্থানে Br পরমাণু প্রবেশ করে, ফলে 2, 4, 6 –ট্রাইব্রোমো অ্যানিলিন বা ফিনাইল অ্যামিনের সাদা অধঃক্ষেপ দেয়।



অ্যানিলিন

2, 4, 6- ট্রাইব্রোমো অ্যানিলিন

(২) অ্যানিলিনে নাইট্রেশন : অ্যানিলিনকে 60°– 70°C তাপমাত্রায় গাঢ় HNO_3 ও গাঢ় H_2SO_4 সহ উত্তপ্ত করলে মেটানাইট্রো অ্যানিলিন উৎপন্ন হয়।



অ্যানিলিন

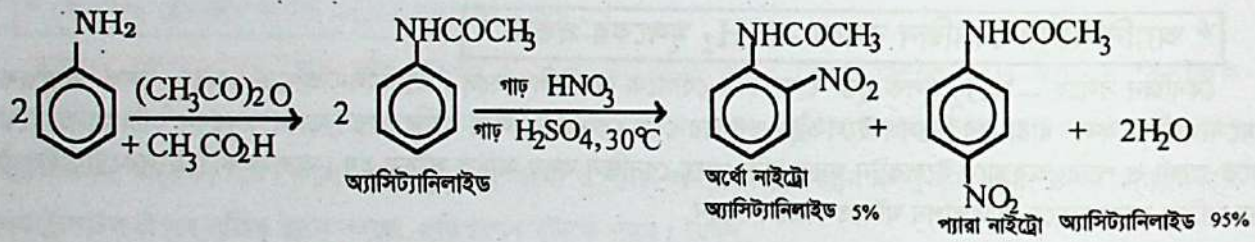
মেটানাইট্রো অ্যানিলিন

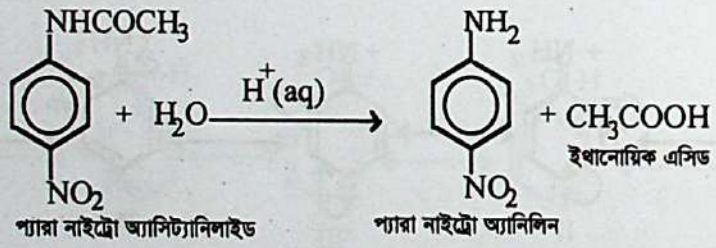
অ্যামিনোমূলক ($–NH_2$) অর্থো-প্যারা নির্দেশক হলেও অ্যানিলিনে নাইট্রেশনের ক্ষেত্রে মেটা-অবস্থানে নাইট্রেশন ঘটার কারণ হলো, ক্ষারকরূপী অ্যানিলিনের সঙ্গে এসিডের বিক্রিয়ায় প্রথমে অ্যানিলিনিয়াম আয়ন ($C_6H_5\overset{+}{N}H_3$) উৎপন্ন হয় এবং এটি মেটা নির্দেশক। তাই অ্যানিলিনের নাইট্রেশনে মেটা নাইট্রো অ্যানিলিন উৎপন্ন হয়। তবে অ্যামিনোমূলকে অ্যাসিটাইলকরণের পর নাইট্রেশন করলে অর্থো ও প্যারা উৎপাদ পাওয়া যায়।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

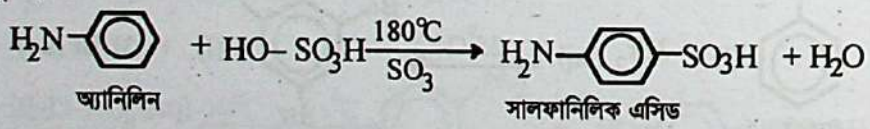
Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

(৩) অর্থো-প্যারা নাইট্রো অ্যানিলিন প্রস্তুতি : অ্যানিলিন বা ফিনাইল অ্যামিনকে প্রথমে অ্যাসিটিক এসিড ও অ্যাসিটিক অ্যান্‌হাইড্রাইড [$(CH_3CO)_2O$] মিশ্রণ দ্বারা অ্যাসিটাইলকরণ করে N ইথানোয়িক ফিনাইল অ্যাসিট্যানিলাইডে পরিণত করা হয়। অতঃপর অ্যাসিট্যানিলাইডকে গাঢ় HNO_3 ও H_2SO_4 গাঢ় এর মিশ্রণ দ্বারা নাইট্রেশন করা হয়। যেহেতু $-NHCOCH_3$ (অ্যাসিটাইল অ্যামিনো) মূলকটি অর্থো ও প্যারা নির্দেশক; তাই অর্থো ও প্যারা অ্যাসিট্যানিলাইড উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন সমাণু দুটিকে পৃথক করে লঘু H_2SO_4 দ্বারা আর্দ্র বিশ্লেষণ করলে অর্থো নাইট্রো অ্যানিলিন এবং প্যারা নাইট্রো অ্যানিলিন বা 4- নাইট্রো ফিনাইল অ্যামিন পাওয়া যায়।

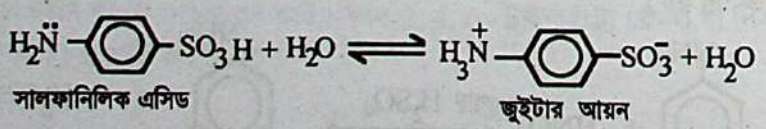




(৪) অ্যানিলিনে সালফোনেশন : অ্যানিলিন বা ফিনাইল অ্যামিনকে ধূমায়িত সালফিউরিক এসিডের সাথে 180°– 200°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে উভয়ের বিক্রিয়ার ফলে 4– অ্যামিনো বেনজিন সালফোনিক এসিড বা সালফানিলিক এসিড ও পানি উৎপন্ন হয়।



বৈশিষ্ট্য : সালফানিলিক এসিড জলীয় দ্রবণে 'জুইটার আয়ন' গঠন করতে পারে। কারণ একই অণুতে ক্ষারধর্মী $-NH_2$ মূলক ও অম্লীয় $-SO_3H$ মূলক বর্তমান।

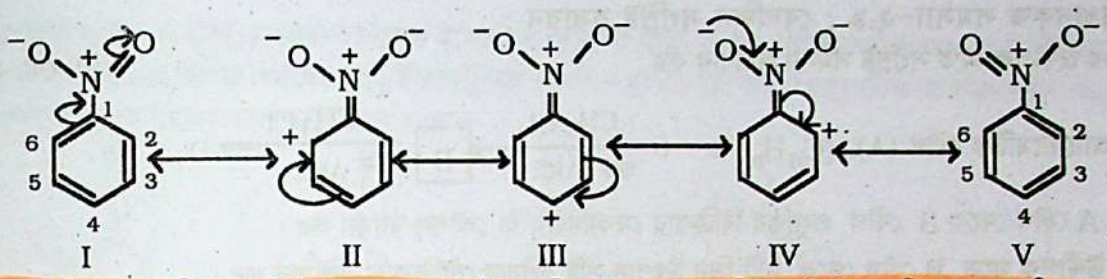


* নাইট্রো বেনজিনের বেনজিন বলয়ে $-NO_2$ মূলকের প্রভাব

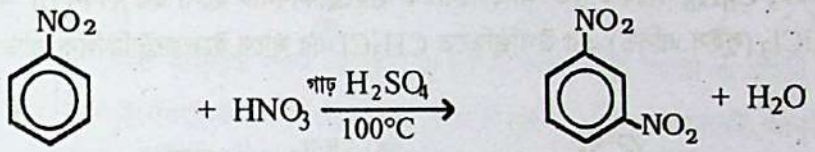
নাইট্রো মূলকের ঋণাত্মক মেসোমারিক ফলের প্রভাবে বেনজিন বলয়ের π ইলেকট্রন মেঘ নিজের দিকে টেনে নেয়। তখন বেনজিন বলয়ে অনুরণন নিম্নরূপে ঘটে। ফলে অনুরণন কাঠামো II– IV মতে অর্থো ও প্যারা অবস্থানে ইলেকট্রন ঘনত্ব হ্রাস পায়; অর্থাৎ বেনজিন বলয়টি কিছুটা নিষ্ক্রিয় হয়। তখন তুলনামূলকভাবে মেটা অবস্থানে ইলেকট্রন ঘনত্ব বেশি থাকে। তাই ইলেকট্রোফাইল উক্ত মেটা স্থানে প্রতিস্থাপন ঘটাতে পারে।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com



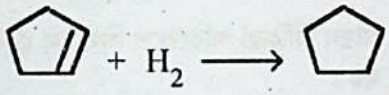
যেমন, বেনজিনকে 60°C-এ নাইট্রেশন করলে নাইট্রোবেনজিন উৎপন্ন হয়। কিন্তু নাইট্রোবেনজিনকে 100°C-এ নাইট্রেশন করলে 1, 3-ডাইনাইট্রোবেনজিন উৎপন্ন হয়। এতে প্রমাণিত হয় বেনজিনের চেয়ে নাইট্রোবেনজিন কম সক্রিয় হয়েছে।



সমাধানকৃত সমস্যা– ২.৮: জৈব রাসায়নিক বিক্রিয়ার শ্রেণি শনাক্তকরণ :

নিম্নোক্ত বিক্রিয়াগুলোর মধ্যে কোনটি সংযোজন, অপসারণ বা প্রতিস্থাপন তা শনাক্ত কর।

(ক) $CH_3CH_2CH_2–Br \longrightarrow CH_3CH = CH_2 + HBr$

(খ) 

(গ) $CH_3–\underset{\underset{O}{\|}}{C}–Br + CH_3CH_2OH \longrightarrow CH_3–\underset{\underset{O}{\|}}{C}–OCH_2CH_3 + HBr$

MCQ– 2.15 : বেনজিন থেকে কোনটি কম সক্রিয়?

(ক) C_6H_5Cl (খ) C_6H_5OH

(গ) $C_6H_5NH_2$ (ঘ) $C_6H_5NO_2$

দক্ষতা : শিকলে C–পরমাণুর সাথে যুক্ত পরমাণুর সংখ্যার পরিবর্তন থেকে বিক্রিয়ার শ্রেণি নির্ণয় করা যাবে। সংযোজনের বেলায় পরমাণু সংখ্যা বাড়বে, অপসারণের বেলায় কমবে এবং প্রতিস্থাপনের বেলায় সমান থাকবে।

সমাধান : (ক) এটি হলো অপসারণ বিক্রিয়া; কারণ এক্ষেত্রে বিক্রিয়কের C–H ও C–Br বন্ধন দুটি উৎপাদের অণুতে নেই। অর্থাৎ উৎপাদে C পরমাণুর সাথে যুক্ত পরমাণুর সংখ্যা কমেছে এবং পাই π বন্ধন সৃষ্টি হয়েছে।

(খ) এটি হলো সংযোজন বিক্রিয়া; কারণ উৎপাদ যৌগে দুটি C–H বন্ধন বেড়েছে। অর্থাৎ উৎপাদে C পরমাণুর সাথে যুক্ত পরমাণু সংখ্যা বেড়েছে। দ্বিবন্ধনের π বন্ধনটি দুটি σ বন্ধনে পরিণত হয়েছে এবং পাই π বন্ধন দূর হয়েছে।

(গ) এটি হলো প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া; কারণ বিক্রিয়কের C–Br বন্ধনটি উৎপাদে C–O বন্ধনে হয়েছে। অর্থাৎ C–পরমাণুর সাথে বিক্রিয়ক ও উৎপাদে সমান সংখ্যক পরমাণু বন্ধনযুক্ত আছে।

শিক্ষার্থীর কাজ –২.১১ : বেনজিন বলয়ে বহু প্রতিস্থাপনভিত্তিক বিক্রিয়া

সমস্যা- ২.১৮ : p-জাইলিনের সাথে নিম্নোক্ত বিকারকের বিক্রিয়ায় কোন্ কোন্ যৌগ উৎপন্ন হবে?

(ক) $Br_2, FeBr_3$ (খ) গাঢ় HNO_3, গাঢ় H_2SO_4, (গ) $CH_3Br, AlBr_3$

সমস্যা–২.১৯ : টলুইনের সাথে Br_2 ($FeBr_3$) এর বিক্রিয়ায় তিনটি দ্বিপ্রতিস্থাপিত উৎপাদ পাওয়া যায়। প্রত্যেক উৎপাদের গাঠনিক সংকেত ও IUPAC নাম লেখ।

সমস্যা-২.২০ : জৈব বিক্রিয়ার শ্রেণি মতে, সমতাযুক্ত সমীকরণ লেখ :

(ক) বিউটিন–2 ও Cl_2 এর যুত বিক্রিয়ার সমীকরণ লেখ :

(খ) $CH_3CH_2CH_2Br$ ও OH^- আয়নের মধ্যে প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া লেখ।

(গ) $(CH_3)_3C–OH$ থেকে H_2O অপসারণ বিক্রিয়ার সমীকরণ লেখ।

(ঘ) $CH_3CH_2CHClCH_3$ থেকে HCl অপসারণ বিক্রিয়ার সমীকরণ লেখ।

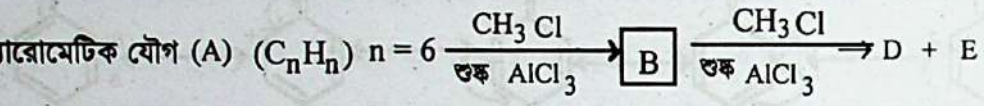
সমস্যা - ২.২১ : ওজোনোলাইসিস দ্বারা কার্বন শিকলে পাই (π) বন্ধনের অবস্থান নির্ণয় সমীকরণের মাধ্যমে বোঝাও।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সমাধানকৃত সমস্যা–২.৯ : বেনজিন সংশ্লিষ্ট রসায়ন :

নিচের উদ্দীপক মতে সংশ্লিষ্ট সমস্যা সমাধান কর : [য. বো. ২০১৬]

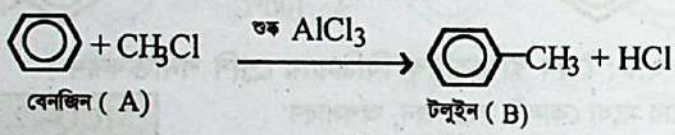


(ক) A যৌগ থেকে B যৌগ প্রস্তুতির বিক্রিয়ার মেকানিজম বা কৌশল ব্যাখ্যা কর।

(খ) উদ্দীপক মতে, B যৌগ থেকে দুটি ভিন্ন উৎপাদ সৃষ্টি হওয়ার যৌক্তিকতা মূল্যায়ন কর।

সমাধান : (ক) A যৌগ থেকে B যৌগের প্রস্তুতির মেকানিজম :

উদ্দীপক মতে, C_nH_n সংকেত যুক্ত অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বনটি হলো ছয় কার্বন (n =6) বিশিষ্ট বেনজিন C_6H_6। বেনজিন শুষ্ক $AlCl_3$ (লুইস এসিড) এর উপস্থিতিতে CH_3Cl এর সাথে ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ায় টলুইন উৎপন্ন করে। যেমন,



এ বিক্রিয়াকে ফ্রিডেল ক্রাফট অ্যালকাইলেশন বলা হয়। এ বিক্রিয়ার কৌশল বা মেকানিজম হলো নিম্নরূপ :

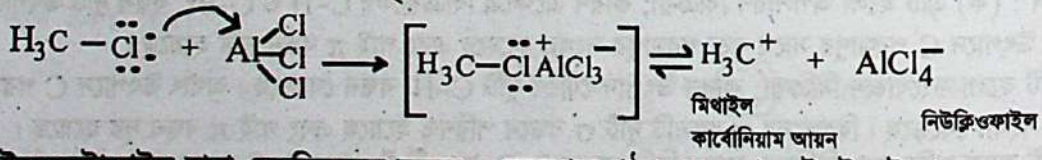
ফ্রিডেল ক্রাফট অ্যালকাইলেশন বিক্রিয়াটি হলো বেনজিন চক্রে ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া।

(১) তাই প্রথম ধাপে ইলেকট্রোফাইল মিথাইল কার্বোনিয়াম ($\overset{+}{C}H_3$) আয়ন বিক্রিয়া পরিবেশে মিথাইল ক্লোরাইড (CH_3Cl) থেকে শুষ্ক $AlCl_3$ এর (লুইস এসিড) প্রভাবে উৎপন্ন হয়।

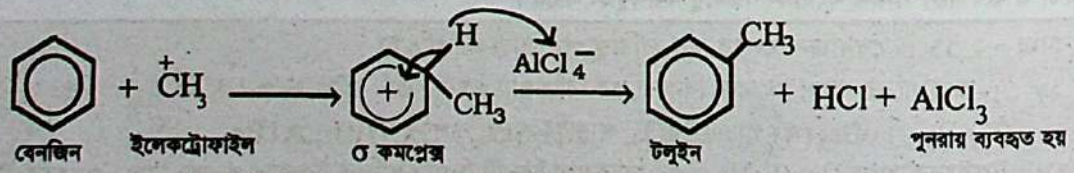
(২) ২য় ধাপে ঐ কার্বোনিয়াম আয়ন বেনজিনয়েড বলয়ের π ইলেকট্রন দ্বারা আকৃষ্ট হয়ে সিগমা কমপ্লেক্স গঠন করে।

(৩) শেষ ধাপে বিক্রিয়া পরিবেশে থাকা নিউক্লিওফাইল ($AlCl_4^-$) এর সংস্পর্শে σ কমপ্লেক্স থেকে একটি প্রোটন (H^+) অপসারিত হয়ে উৎপাদ যৌগ টলুইন সৃষ্টি হয়। যেমন,

(i) ইলেকট্রোফাইল ও নিউক্লিওফাইল সৃষ্টি :



(ii) ইলেকট্রোফাইল দ্বারা বেনজিনয়েড বলয়ে σ কমপ্লেক্স গঠন এবং শেষে টলুইন উৎপন্ন হয় :



সমাধান : (খ) B যৌগ (টলুইন) থেকে পুনরায় শুষ্ক $AlCl_3$ এর উপস্থিতিতে CH_3Cl এর সাথে ফ্রিডেল ক্রাফট অ্যালকাইলেশন দ্বারা দু'টি ভিন্ন সমাণু সৃষ্টি হয়। এ সমাণু দুটি হলো D ও E।

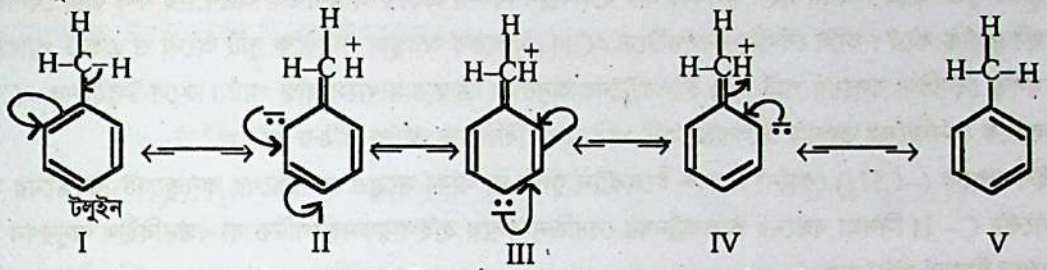
দুটি ভিন্ন উৎপাদ D ও E উৎপন্ন হওয়ার কারণের ব্যাখ্যা নিম্নরূপ :

B যৌগ টলুইনের গঠনে বেনজিন বলয়ে পার্শ্বশিকলরূপে মিথাইল ($-CH_3$) মূলক যুক্ত আছে। এ মিথাইল মূলকটি এর ইলেকট্রন বিকর্ষী প্রভাব বা ধনাত্মক আবেশীয় ফল দ্বারা বেনজিন বলয়ে ইলেকট্রন ঘনত্ব বৃদ্ধি করে। ফলে বেনজিন বলয়টিতে মিথাইল মূলকের অবস্থান সাপেক্ষে দুটি অর্থো ও একটি প্যারা অবস্থানে ইলেকট্রন ঘনত্ব বেনজিন বলয়ের পাই (π) ইলেকট্রনের অনুরণন ক্রিয়ার মাধ্যমে বৃদ্ধি পায়। মিথাইল ($-CH_3$) মূলকের প্রভাবে বেনজিন বলয়ে অনুরণন নিম্নরূপে ঘটে।

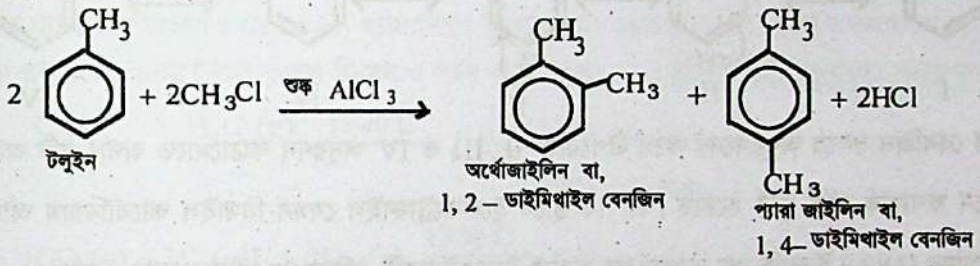
www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

মিথাইল মূলকে ($-CH_3$) কোনো নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল না থাকা সত্ত্বেও বেনজিনের কনজুগেট দ্বিবন্ধনের সাথে যুক্ত $-CH_3$ মূলকের C–H সিগমা বন্ধনের (σ) ইলেকট্রনদ্বয় বেনজিন বলয়ে হাইপার কনজুগেটিভ বা বন্ধনবিহীন অনুরণন নামে এক বিশেষ অনুরণন ক্রিয়ায় অংশ গ্রহণ করে। যেমন –



বেনজিন বলয়ে অনুরণনের ফলে উপরোক্ত হাইব্রিড গঠন II, III ও IV এ অর্থাৎ দুটি অর্থো ও একটি প্যারা অবস্থানে ঋণাত্মক চার্জ সৃষ্টি হয়েছে। এ সব স্থানে ইলেকট্রোফাইল মিথাইল কার্বোনিয়াম আয়ন ($\overset{+}{C}H_3$) সহজেই আকৃষ্ট হয়ে অর্থো ও প্যারা অবস্থানে যুক্ত হয়ে থাকে। এরূপে ডাই মিথাইল বেনজিনের দুটি সমাণু সৃষ্টি হয়। একটি হলো অর্থো জাইলিন এবং অপর সমাণুটি হলো প্যারা জাইলিন।



সমাধানকৃত সমস্যা –২.৯.১ : নিচের উদ্দীপকভিত্তিক সংশ্লিষ্ট প্রশ্নের উত্তর দাও। [ঢা. বো. ২০১৭]

উদ্দীপক : (2– কার্বন বিশিষ্ট অসম্পৃক্ত যৌগ) $\boxed{\begin{matrix}A\\C=2\end{matrix}} \xrightarrow[400^\circ C]{Fe} \boxed{B} \xrightarrow[\text{অনার্দ্র } AlCl_3]{CH_3Cl} \boxed{C} \rightarrow TNT$

(ক) উদ্দীপকের 'A' যৌগ থেকে কীরূপে কার্বক্সিলিক এসিড প্রস্তুত করা যায়, তা সমীকরণসহ লেখ।

(খ) উদ্দীপকের 'B' যৌগ ও 'C' যৌগের মধ্যে কোনটি ইলেকট্রনাকর্ষী প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ায় অধিক সক্রিয় তা বিশ্লেষণ কর।

সমাধান : (ক) উদ্দীপকের ক্রম পরিবর্তন অনুসারে 'C' হলো টলুইন, 'B' হলো বেনজিন এবং 'A' হলো ইথাইন বা অ্যাসিটিলিন ($CH \equiv CH$)।

'A' যৌগ বা অ্যাসিটিলিন ($CH \equiv CH$) থেকে কার্বক্সিলিক এসিড প্রস্তুতি :

আমরা জানি, অ্যাসিটিলিন বা ইথাইন ($CH \equiv CH$) এর সাথে পানি সংযোজন বিক্রিয়ায় অ্যাসিট্যালডিহাইড বা ইথান্যাল (CH_3-CHO) উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন CH_3-CHO কে শক্তিশালী জারক পদার্থ ক্রোমিক এসিড (গাঢ় (H_2SO_4 + $K_2Cr_2O_7$) মিশ্রণ দ্বারা উত্তপ্ত করলে CH_3CHO জারিত হয়ে ইথানোয়িক এসিড বা অ্যাসিটিক এসিড উৎপন্ন করে।

$$\underset{\text{ইথাইন}}{H-C\equiv CH} + \underset{\text{পানি}}{H-OH} \xrightarrow[20\%\ H_2SO_4]{2\%\ Hg^{2+}} \underset{\text{ভিনাইল অ্যালকোহল}}{H-\overset{H}{\overset{|}{C}}=\overset{OH}{\overset{|}{C}}-H} \xrightarrow{\text{পুনর্বিন্যাস}} \underset{\text{ইথান্যাল}}{CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H}$$

$$\underset{\text{ইথান্যাল}}{CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H} + [O] \xrightarrow[\text{গাঢ় } H_2SO_4]{K_2Cr_2O_7} \underset{\text{ইথানোয়িক এসিড}}{CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-H}$$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

আরো দেখুন

প্রতিদিনের চাকুরীর সার্কুলার পেতে এখানে ক্লিক করুন

প্রতি মাসের কারেন্ট অ্যাফেয়ার্স পিডিএফ এখানে ক্লিক করুন

চাকুরীর প্রয়োজনীয় সকল পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

বিসিএস এর প্রয়োজনীয় পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

প্রতি সপ্তাহের চাকুরী পত্রিকা ডাউনলোড এখানে ক্লিক করুন

সকল নিয়োগ পরীক্ষার প্রশ্ন সমাধান এখানে ক্লিক করুন

বিডিনিয়োগ.কম দেশের সেরা পিডিএফ কালেকশন

SSC এর প্রয়োজনীয় সকল পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

HSC এর প্রয়োজনীয় সকল পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

বিশ্ববিদ্যালয় ভর্তির সকল পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

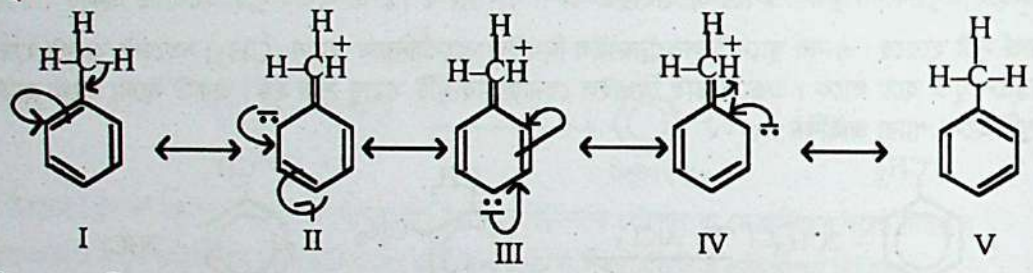
সকল ধরনের সাজেশন ডাউনলোড এখানে ক্লিক করুন

ORIGINAL
BDNIYOG.COM
COPYRIGHT

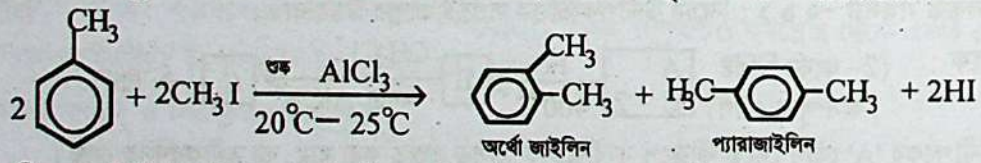
Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সমাধান : (খ) 'B' যৌগটি হলো বেনজিন (C_6H_6) এবং 'C' যৌগটি হলো টলুইন ($C_6H_5–CH_3$)। ইলেকট্রনাকর্ষী প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ায় বেনজিন অপেক্ষা টলুইন অধিক সক্রিয়। কারণ টলুইনের গঠনে বেনজিন বলয়ে পার্শ্বশিকলরূপে মিথাইল ($–CH_3$) মূলক যুক্ত আছে। এ মিথাইল মূলকটি এর ইলেকট্রন বিকর্ষী প্রভাব বা ধনাত্মক আবেশীয় ফল দ্বারা বেনজিন বলয়ে ইলেকট্রন ঘনত্ব বৃদ্ধি করে। ফলে বেনজিন বলয়টিতে $–CH_3$ মূলকের অবস্থান সাপেক্ষে দুটি অর্থো ও একটি প্যারা অবস্থানে ইলেকট্রন ঘনত্ব বেনজিন বলয়ের পাই (π) ইলেকট্রনের অনুরণন ক্রিয়ার মাধ্যমে বৃদ্ধি পায়। ফলে টলুইনের $–CH_3$ মূলক বেনজিন বলয়কে বেনজিনের তুলনায় ইলেকট্রনাকর্ষী প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ায় অধিক সক্রিয় করে।

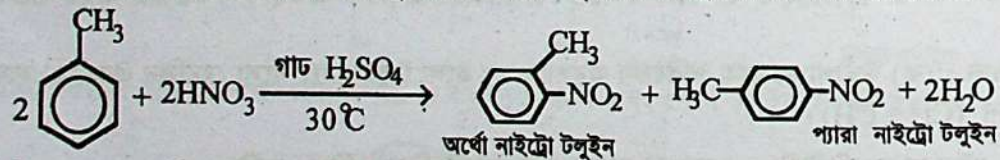
মিথাইল মূলকে ($–CH_3$) কোনো নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল না থাকা সত্ত্বেও বেনজিনের কনজুগেট দ্বিবন্ধনের সাথে যুক্ত $–CH_3$ মূলকের C– H সিগমা বন্ধনের ইলেকট্রনদ্বয় বেনজিন বলয়ে হাইপারকনজুগেটিভ বা বন্ধনবিহীন অনুরণন নামে এক বিশেষ অনুরণন ক্রিয়ায় অংশ নেয়।



টলুইনের বেনজিন বলয়ে অনুরণনের ফলে উপরোক্ত II, III ও IV অনুরণন কাঠামোতে অর্থাৎ দুটি অর্থো ও একটি প্যারা অবস্থানে ঋণাত্মক চার্জ সৃষ্টি হয়েছে। এ সব স্থানে ইলেকট্রোফাইল যেমন মিথাইল কার্বোনিয়াম আয়ন ($\overset{+}{C}H_3$), নাইট্রোনিয়াম আয়ন ($\overset{+}{N}O_2$) ইত্যাদি কম তাপমাত্রায় সহজে ইলেকট্রনাকর্ষী প্রতিস্থাপন ঘটাতে পারে। যেমন –



(ii) বেনজিনের নাইট্রেশন 60°C এ ঘটে। কিন্তু অধিক সক্রিয় টলুইনের নাইট্রেশন নিম্নতাপমাত্রায় 30°C– এ ঘটে।



এসব বিক্রিয়া দ্বারা প্রমাণিত হলো বেনজিন অপেক্ষা টলুইন অধিক সক্রিয় এবং এ সক্রিয়তার কারণ $–CH_3$ মূলকের ধনাত্মক আবেশধর্মিতা।

২.১১ অ্যালকেন প্রস্তুতি ও এর শনাক্তকরণ বিক্রিয়া

Alkane Preparation and its Identification Reactions

অ্যালকেন হলো কার্বন ও হাইড্রোজেন দ্বারা গঠিত সম্পৃক্ত দ্বিমৌল জৈব যৌগ; এ শ্রেণির সাধারণ সংকেত হলো C_nH_{2n+2} বা, R–H। অ্যালকেনের কার্বন শিকলে প্রতিটি C পরমাণু sp^3 সংকরিত। অ্যালকেনে চেইন সমাণুতা ও আলোক সমাণুতা (3– মিথাইল হেক্সেনে) সম্ভব। এ শ্রেণির $C_1–C_4$ যৌগ হলো গ্যাস; $C_5–C_{17}$ হলো তরল; অবশিষ্ট C_{18} থেকে সব অ্যালকেন বর্ণহীন, গন্ধহীন মোমসদৃশ কঠিন পদার্থ। অ্যালকেন মূলত জ্বালানিরূপে ব্যবহৃত হয়। অ্যালকেন রাসায়নিকভাবে কম সক্রিয়; তাই এদেরকে প্যারাফিনও (Paraffin) বলে। Parum অর্থ কম, affinis অর্থ আসক্তি। তাই Paraffin অর্থ কম সক্রিয় বা বিক্রিয়ায় কম আসক্তির যৌগ।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

অ্যালকেনের সাধারণ প্রস্তুতি (General Preparation of R–H) :

১। কার্বক্সিলিক এসিডের সোডিয়াম লবণ থেকে : কার্বক্সিলিক এসিডের সোডিয়াম লবণ ও সোডালাইম (NaOH + CaO) এর মিশ্রণকে উত্তপ্ত করলে ডিকার্বক্সিলেশন (Decarboxylation) প্রক্রিয়ায় অ্যালকেন ও Na_2CO_3 উৎপন্ন হয়।

$$\underset{\text{Na– কার্বক্সিলেট}}{R–COONa} + \underset{\text{সোডালাইম}}{NaOH(CaO)} \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{অ্যালকেন}}{R–H} + Na_2CO_3(CaO)$$

$$\underset{\text{Na- প্রোপিয়নেট}}{CH_3CH_2COONa} + NaOH(CaO) \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{ইথেন}}{CH_3–CH_3} + Na_2CO_3(CaO)$$

দ্রষ্টব্য : কার্বন শিকল হ্রাসকরণ পদ্ধতি বা, অবরোহ পদ্ধতি : ডিকার্বক্সিলেশন বিক্রিয়া দ্বারা কার্বন শিকলে কার্বন-পরমাণু সংখ্যা হ্রাস পায়। যেমন– CH_3CH_2COONa যৌগে C–পরমাণুর সংখ্যা হলো তিনটি; কিন্তু উৎপন্ন $CH_3–CH_3$ অণুতে C–পরমাণুর সংখ্যা হলো দুটি অর্থাৎ এ বিক্রিয়ায় উৎপন্ন যৌগে বিক্রিয়কের চেয়ে একটি C– পরমাণু হ্রাস পেয়েছে।

২। কয়লা থেকে মিথেন উৎপাদন : লোহিত তপ্ত পাউডার কয়লা বা কোক কয়লার মধ্যে 1300°C এ স্টিম চালনা করলে ওয়াটার গ্যাস বা সমমোলার CO ও H_2 গ্যাস মিশ্রণ উৎপন্ন হয়। ওয়াটার গ্যাসে আরো সমআয়তন H_2 গ্যাস মিশিয়ে 300°C-এ Ni প্রভাবকের ওপর চালনা করলে মিথেন ও পানি বাষ্প উৎপন্ন হয়। কুলিং পদ্ধতিতে CH_4 পৃথক করা যায়।

$$C\,(s) + H_2O\,(g) \xrightarrow{1300\,^\circ C} \underset{\text{ওয়াটার গ্যাস মিশ্রণ}}{[CO\,(g) + H_2\,(g)]}$$

$$[CO\,(g) + H_2\,(g)] + 2H_2\,(g) \xrightarrow[Ni]{1300\,^\circ C} CH_4\,(g) + H_2O\,(g)$$

৩। পেট্রোল সংশ্লেষণ (Petrol Synthesis) : কার্বন মনোক্সাইড ও H_2 গ্যাস থেকে কৃত্রিম উপায়ে পেট্রোল উৎপাদন করা যায়। প্রায় 200°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত কোবাল্ট প্রভাবকের ওপর দিয়ে 5–10 atm চাপে CO গ্যাস ও H_2 গ্যাস মিশ্রণকে চালনা করলে তরল হাইড্রোকার্বনের মিশ্রণ উৎপন্ন হয়। লোহিত তপ্ত কোক কার্বনের মধ্যে স্টিম চালনা করে প্রয়োজনীয় CO ও H_2 গ্যাস প্রস্তুত করা হয়। [এ বিক্রিয়াটি CH_4 উৎপাদনের অনুরূপ]

$$nCO + (2n + 1)H_2 \xrightarrow[5–10\ atm]{200°C,\ Co} \underset{\text{তরল অ্যালকেন}}{C_nH_{2n+2}} + nH_2O$$

৪। অ্যালকিন ও অ্যালকাইন থেকে : প্রায় 150°– 200°C তাপমাত্রায় Ni প্রভাবকের উপস্থিতিতে অ্যালকিন ও অ্যালকাইনের সাথে H_2 সংযোজন দ্বারা অ্যালকেন প্রস্তুত করা যায়।

(i) **অ্যালকিন থেকে :** $\underset{\text{অ্যালকিন}}{R–CH=CH–R} + H_2 \xrightarrow{Ni,\ 180\,^\circ C} \underset{\text{অ্যালকেন}}{R–CH_2–CH_2–R}$

উদাহরণ : $\underset{\text{বিউটিন-2}}{CH_3–CH=CH–CH_3} + H_2 \xrightarrow{Ni,\ 180\,^\circ C} \underset{\text{বিউটেন}}{CH_3–CH_2–CH_3}$

(ii) **অ্যালকাইন থেকে :** $\underset{\text{অ্যালকাইন–1}}{R–C\equiv CH} + 2H_2 \xrightarrow{Ni,\ 150^\circ C} \underset{\text{অ্যালকেন}}{R–CH_2–CH_3}$

উদাহরণ : $\underset{\text{প্রোপাইন}}{CH_3–C\equiv C–H} + 2H_2 \xrightarrow{Ni,\ 150^\circ C} \underset{\text{প্রোপেন}}{CH_3–CH_2–CH_3}$

৫। অ্যালকাইল হ্যালাইড থেকে : উর্টজ বিক্রিয়া দ্বারা : শুষ্ক ইথারে ($C_2H_5OC_2H_5$-এ) দ্রবীভূত অ্যালকাইল হ্যালাইড ও ধাতব সোডিয়ামের মিশ্রণকে রিফ্লাক্স (reflux) করে উচ্চতর অ্যালকেন প্রস্তুত করা যায়। উৎপন্ন অ্যালকেনে ব্যবহৃত অ্যালকাইল হ্যালাইডের দ্বিগুণ সংখ্যক C পরমাণু থাকে। এ বিক্রিয়াকে উর্টজ বিক্রিয়া বলে।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

$$R\text{–}X + 2Na + X\text{–}R \xrightarrow{\text{শুষ্ক ইথার}} R\text{–}R + 2NaX$$

উদাহরণ : $C_2H_5I + 2Na + C_2H_5I \xrightarrow{\text{শুষ্ক ইথার}} CH_3CH_2{-}CH_2CH_3 + 2NaI$

দ্রষ্টব্য : **কার্বন শিকল বৃদ্ধিকরণ পদ্ধতি বা, আরোহ পদ্ধতি :** উর্টজ বিক্রিয়া দ্বারা উৎপন্ন যৌগে কার্বন শিকলে C-পরমাণুর সংখ্যা বৃদ্ধি পায়। যেমন C_2H_5I বিক্রিয়ক যৌগে দুটি C- পরমাণু আছে; কিন্তু উৎপন্ন $CH_3CH_2CH_2CH_3$ [বিউটেনে] চারটি C- পরমাণু হয়েছে অর্থাৎ কার্বন শিকলে C- পরমাণু সংখ্যা বৃদ্ধি পেয়েছে।

৬। কার্বনিল যৌগ থেকে : ক্লিমেনসেন বিজারণ দ্বারা : কার্বনিল যৌগ অর্থাৎ অ্যালডিহাইড ও কিটোনকে জিংক-অ্যামালগাম (Zn.Hg) ও গাঢ় HCl হতে উৎপন্ন জায়মান H-পরমাণু দ্বারা বিজারিত করে অ্যালকেন প্রস্তুত করা যায়। এক্ষেত্রে দ্বিযোজী কার্বনিল মূলক (–CO–) সরাসরি মিথিলিন মূলকে ($–CH_2–$) পরিণত হয়। এ বিক্রিয়াকে ক্লিমেনসেন বিজারণ বলা হয়।

$$\underset{\text{কার্বনিল যৌগ}}{R\text{–}\overset{\overset{O}{\|}}{C}\text{–}H/R} + 4[H] \xrightarrow[\text{গাঢ় HCl}]{Zn.Hg} \underset{\text{অ্যালকেন}}{R\text{–}CH_2\text{–}H/R} + H_2O$$

উদাহরণ : $\underset{\text{ইথান্যাল}}{CH_3\text{–}\overset{\overset{O}{\|}}{C}\text{–}H} + 4[H] \xrightarrow[\text{গাঢ় HCl}]{Zn.Hg} \underset{\text{ইথেন}}{CH_3\text{–}CH_3} + H_2O$

$$\underset{\text{প্রোপানোন}}{CH_3\text{–}\overset{\overset{O}{\|}}{C}\text{–}CH_3} + 4[H] \xrightarrow[\text{গাঢ় HCl}]{Zn.Hg} \underset{\text{প্রোপেন}}{CH_3\text{–}CH_2\text{–}CH_3} + H_2O$$

MCQ– 2.16 : কোন বিক্রিয়ায় অ্যালডিহাইড মূলক মিথিলিন মূলকে পরিণত হয়?
(ক) ডিকার্বক্সিলেশনে
(খ) উর্টজ বিক্রিয়ায়
(গ) ক্লিমেনসেন বিজারণে
(ঘ) গ্রিগনার্ড বিকারক দ্বারা

৭। গ্রিগ্‌নার্ড বিকারক থেকে অ্যালকেন : গ্রিগ্‌নার্ড বিকারক (RMgX) এর সাথে পানিসহ আর্দ্র বিশ্লেষণ বিক্রিয়ায় অ্যালকেন উৎপন্ন হয়।

$$R\text{–}MgX + H\text{–}OH \longrightarrow R\text{–}H + Mg(OH)X$$

উদাহরণ: $C_2H_5{-}MgCl + H\text{–}OH \longrightarrow C_2H_6 + Mg(OH)Cl$

অ্যালকেনের বিক্রিয়া (Reactions of Alkanes) : অ্যালকেন কম সক্রিয়; তাই এদেরকে প্যারাফিন বলে। অ্যালকেন এসিড, ক্ষার ও সাধারণ বিকারকের সাথে বিক্রিয়া করে না। তবে অক্সিজেন ও হ্যালোজেনের সাথে অ্যালকেন বিক্রিয়া করে। মোটর ইঞ্জিন ও চুল্লিতে দহনকালে অ্যালকেন জারিত হয়ে CO_2, পানি বাষ্প ও তাপ উৎপন্ন করে। যেমন,

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g) \quad \Delta H^\circ = -\ 802kJ$$

বোতল গ্যাস প্রোপেন, মোটর জ্বালানিরূপে ব্যবহৃত পেট্রোল বা গ্যাসোলিন (C_5– C_{11} অ্যালকেন) ও এরোপ্লেনের জ্বালানি কেরোসিন (C_{11}– C_{14} অ্যালকেন) প্রতি ক্ষেত্রে একই দহন বিক্রিয়া ঘটে। তবে দহন তাপের পরিমাণ ভিন্ন হয়।

অ্যালকেনের শনাক্তকারী বিক্রিয়া (Alkane Identification)

অ্যালকেন সম্পৃক্ত যৌগ; কার্যকরী মূলকের সারণি ২.৫ মতে অ্যালকেনে কোনো নির্দিষ্ট কার্যকরী মূলক নেই। অ্যালকেনের কার্বন শিকল কেবল সিগমা (σ) বন্ধন (C–C) দ্বারা গঠিত। অগ্নি সংযোগে অ্যালকেন প্রচুর কার্বনের কালি সৃষ্টি করে জ্বলতে থাকে। এটি হলো পর্যাপ্ত O_2 এর অভাবে অ্যালকেনের অসম্পূর্ণ দহন। এতে CO_2, পানিবাষ্প, বিষাক্ত CO ও কার্বনের গুঁড়া থাকে। অ্যালকেনের পূর্ণদহনে CO_2, পানিবাষ্প ও প্রচুর তাপ উৎপন্ন হয়।

অসম্পূর্ণ দহন : $C_{11}H_{24}(l) + 12O_2(g) \longrightarrow 5CO_2(g) + 2CO(g) + 12H_2O(g) + 4C(s)$

পূর্ণ দহন : $C_{11}H_{24}(l) + 17O_2(g) \longrightarrow 11CO_2(g) + 12H_2O(g)$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

শিক্ষার্থীর কাজ – ২.১২ : অ্যালকেন প্রস্তুতি ও এদের বিক্রিয়াভিত্তিক :

সমস্যা- ২.২২ : 2– মিথাইল প্রোপেন ও O_2 এর বিক্রিয়ায় তোমার ধারণা মতে উৎপন্ন সম্ভাব্য যৌগসহ রাসায়নিক বিক্রিয়াটি লেখ।

সমস্যা- ২.২৩ : জৈব যৌগের প্রথম সমগোত্রীয় শ্রেণি হলো অ্যালকেন। অ্যালকেন সদস্যকে পরবর্তী প্রত্যেক সমগোত্রীয় শ্রেণি যেমন অ্যালকিন, অ্যালকাইন, অ্যালকাইল হ্যালাইড, অ্যালডিহাইড কিটোন ও কার্বক্সিলিক এসিড সদস্য থেকে প্রস্তুত করা সম্ভব। এ উক্তির সমর্থনে একটি করে রাসায়নিক বিক্রিয়াসহকারে ইথেন ও প্রোপেন প্রস্তুত কর।

২.১১.১ অ্যালকিন প্রস্তুতি ও এর শনাক্তকরণ বিক্রিয়া

Alkene Preparation and its Identification Reactions

একক দ্বিবন্ধনযুক্ত মুক্ত শিকল হাইড্রোকার্বনসমূহ হলো অ্যালকিন (alkene)। অ্যালকিনের সাধারণ সংকেত C_nH_{2n}।

★ অ্যালকিন হলো জৈব যৌগের দ্বিবন্ধনযুক্ত কার্যকরী মূলকভিত্তিক প্রথম সমগোত্রীয় শ্রেণি। এতে কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন (C=C) থাকে।

★ দ্বিবন্ধনযুক্ত দ্বিতীয় কার্যকরী মূলক হলো কার্বনিল মূলক (C=O), যা অ্যালডিহাইড ও কিটোনে আছে।

★ দ্বিবন্ধনযুক্ত অ্যালকিনের পাই (π) বন্ধনে ইলেকট্রোফিলিক সংযোজন ঘটে।

★ কিন্তু C=O মূলকের π বন্ধনে নিউক্লিওফিলিক সংযোজন ঘটে।

★ অ্যালকিনে **অবস্থান সমাণুতা** ও **জ্যামিতিক সমাণুতা** (2– বিউটিনে) সম্ভব।

অ্যালকিনের C_2–C_4 সদস্য হলো গ্যাস, C_5–C_{15} সদস্যগুলো তরল এবং C_{16} থেকে অন্য সদস্যসমূহ কঠিন। পলিমার শিল্পে প্লাস্টিক ও কৃত্রিম সুতা তৈরিতে অ্যালকিন ব্যবহৃত হয়।

অ্যালকিনের সাধারণ প্রস্তুতি (General methods of Alkene Preparation)

১। অ্যালকোহলের প্রভাবকীয় নিরুদন : প্রায় 350°– 400°C-এ উত্তপ্ত অ্যালুমিনা (Al_2O_3) গুঁড়ার ওপর দিয়ে অ্যালকোহলের বাষ্পকে চালনা করলে এক অণু পানি অপসারিত হয়ে অ্যালকিন উৎপন্ন হয়।

$$\underset{\text{অ্যালকোহল}}{RCH_2-CH_2-OH} \xrightarrow{Al_2O_3,\Delta} \underset{\text{অ্যালকিন –1}}{RCH=CH_2} + H_2O$$

উদাহরণ : (i) $\underset{\text{প্রোপানল}}{CH_3CH_2-CH_2-OH} \xrightarrow[350°–400°C]{Al_2O_3} \underset{\text{প্রোপিন}}{CH_3CH=CH_2} + H_2O$

(ii) $\underset{\text{ইথানল}}{CH_3CH_2-OH} \xrightarrow[350°–400°C]{Al_2O_3} \underset{\text{ইথিন}}{CH_2=CH_2} + H_2O$

এছাড়া তরল নিরুদক গাঢ় H_2SO_4 এর দুই আয়তন এবং ইথানলের এক আয়তনের মিশ্রণকে 160°–170°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে প্রথমে 100°C-এ ইথাইল হাইড্রোজেন সালফেট এবং পরে 160°C এর ওপরে ঐ উৎপন্ন যৌগটি বিযোজিত হয়ে ইথিন বা ইথিলিন গ্যাস উৎপন্ন করে। এক্ষেত্রে ইথানলের নিরুদন ঘটে।

$$\underset{\text{ইথানল}}{CH_3CH_2-OH} + H-OSO_3H \xrightarrow{100\,^\circ C} \underset{\text{ইথাইল হাইড্রোজেন সালফেট}}{CH_3CH_2-OSO_3H} + H_2O$$

$$CH_3CH_2-OSO_3H \xrightarrow{160\,^\circ C} \underset{\text{ইথিলিন বা ইথিন}}{CH_2=CH_2} + H_2SO_4$$

২। পেট্রোলিয়াম থেকে অ্যালকিন : পেট্রোকেমিক্যাল শিল্পে ব্যবহৃত অনেক অ্যালকিন পেট্রোলিয়াম থেকে প্রাপ্ত উচ্চতর অ্যালকেনের প্রভাবকীয় বিযোজন দ্বারা উৎপন্ন করা হয়। যেমন পেট্রোলিয়ামের আংশিক পাতনে প্রাপ্ত কেরোসিনের

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

অন্যতম উপাদান ডোডেকেন ($C_{12}H_{26}$) কে Al_2O_3 ও Cr_2O_3 প্রভাবক মিশ্রণের উপস্থিতিতে 500°C তাপমাত্রায় বিযোজিত করে বিভিন্ন অ্যালকিন উৎপন্ন করা হয়।

$$C_{12}H_{26} \xrightarrow[500°C]{Al_2O_3, Cr_2O_3} C_{10}H_{22} + H_2C=CH_2$$

$$C_{12}H_{26} \xrightarrow[500°C]{\text{প্রভাবক}} C_8H_{16} + C_4H_8 + H_2$$

৩। অ্যালকাইল হ্যালাইড বা হ্যালো অ্যালকেন থেকে : HX অপসারণ দ্বারা : অ্যালকাইল হ্যালাইড বা হ্যালো অ্যালকেনকে অ্যালকোহলে দ্রবীভূত NaOH অথবা KOH এর গাঢ় দ্রবণসহ উত্তপ্ত করলে পাশাপাশি দুই কার্বন থেকে HX অপসারণে পাই (π) বন্ধন সৃষ্টি হয়ে অ্যালকিন উৎপন্ন করে। 1°-অ্যালকাইল হ্যালাইড থেকে অ্যালকিন -1 এবং 2°-অ্যালকাইল হ্যালাইড থেকে অন্য সব অ্যালকিন উৎপন্ন হয়।

$$\underset{\text{1°- বিউটাইল ব্রোমাইড}}{CH_3CH_2-CH_2-CH_2Br} + NaOH\,(alc) \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{বিউটিন - 1}}{CH_3CH_2-CH=CH_2} + NaBr + H_2O$$

$$\underset{\text{2°– বিউটাইল ব্রোমাইড}}{CH_3CH_2-CH(Br)CH_3} + NaOH\,(alc) \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{বিউটিন - 2}}{CH_3CH=CHCH_3} + NaBr + H_2O$$

৪। অ্যালকাইন থেকে অ্যালকিন : প্যালাডিয়াম (Pd) ও $BaSO_4$ এর মিশ্র প্রভাবকের উপস্থিতিতে অ্যালকাইন ও H_2 গ্যাসের সংযোজন বিক্রিয়ায় অ্যালকিন উৎপন্ন হয়। এক্ষেত্রে ব্যবহৃত $BaSO_4$ প্রভাবক– বিষরূপে Pd এর প্রভাবন ক্ষমতা হ্রাস করে অ্যালকাইনের সংযোজন বিক্রিয়াকে প্রথম ধাপ পর্যন্ত নিয়ন্ত্রিত করে। যেমন,

$$\underset{\text{অ্যালকাইন– 1}}{R-C\equiv C-H} + H_2 \xrightarrow[25°C]{Pd,\ BaSO_4} \underset{\text{অ্যালকিন- 1}}{R-CH=CH_2}$$

উদাহরণ : $H-C\equiv C-H + H_2 \xrightarrow[25°C]{Pd,\ BaSO_4} H_2C=CH_2$

অ্যালকিনের শনাক্তকারী বিক্রিয়া : অসম্পৃক্ততা পরীক্ষা (Unsaturation Test)

অসম্পৃক্ত জৈব যৌগ ও অসম্পৃক্ততা : কোনো জৈব যৌগে কার্বন-কার্বন π বন্ধন থাকলে ঐ যৌগকে অসম্পৃক্ত জৈব যৌগ বলে। যেমন, ইথিন ($H_2C=CH_2$), ইথাইন ($HC\equiv CH$) ইত্যাদি।

জৈব যৌগে কার্বন-কার্বন π বন্ধনের উপস্থিতিজনিত ধর্মাবলিকে জৈব যৌগের অসম্পৃক্ততা বলে। জৈব যৌগে অসম্পৃক্ততা নির্ণয়ের জন্য ব্রোমিন দ্রবণ পরীক্ষা ও বেয়ার পরীক্ষা রয়েছে।

(১) জৈব যৌগের অসম্পৃক্ততা পরীক্ষা : ব্রোমিন (Br_2) দ্রবণসহ : গাঢ় লাল বর্ণের তরল ব্রোমিনকে কার্বন টেট্রাক্লোরাইড (CCl_4)-এ দ্রবীভূত করে 5% দ্রবণ তৈরি করা হয়। কোনো জৈব যৌগের সঙ্গে ব্রোমিনের লাল দ্রবণ মিশানোর পর যদি ব্রোমিনের লাল বর্ণ সঙ্গে সঙ্গে দূরীভূত হয়, তবে জৈব যৌগে কার্বন-কার্বন π বন্ধন উপস্থিত প্রমাণ করে। যেমন, দ্বিবন্ধনযুক্ত ইথিনের সঙ্গে ব্রোমিন দ্রবণের ইলেকট্রোফিলিক সংযোজন বিক্রিয়ায় বর্ণহীন 1, 2-ডাইব্রোমো ইথেন উৎপন্ন করে।

$$\underset{\text{ইথিন}}{CH_2=CH_2} + Br_2 \xrightarrow{CCl_4} \underset{\text{1, 2- ডাইব্রোমো ইথেন}}{CH_2Br-CH_2Br}$$

অ্যালকাইন অণুতে দুটি π বন্ধন থাকে, তাই ব্রোমিন পরীক্ষা অ্যালকাইনের জন্যও প্রযোজ্য :

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

(২) বেয়ার পরীক্ষা : ক্ষারীয় $KMnO_4$এর গোলাপী বর্ণের দ্রবণ অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনকে জারিত করে গ্লাইকল ও কার্বক্সিলিক এসিডে পরিণত করে। ফলে পারম্যাঙ্গানেটের গোলাপী বর্ণ দূর হয়।

$$\underset{\text{ইথিন}}{CH_2 = CH_2} + [O] + H_2O \xrightarrow[KOH]{KMnO_4} \underset{\text{ইথিলিন গ্লাইকল}}{HOCH_2 - CH_2OH}$$

$$\underset{\text{অ্যাসিটিলিন}}{CH \equiv CH} + 4[O] \xrightarrow[KOH]{KMnO_4} \underset{\text{অক্সালিক এসিড}}{HOOC - COOH}$$

এক্ষেত্রে ক্ষারীয় $KMnO_4$ থেকে নিম্নরূপ বিক্রিয়ায় জায়মান অক্সিজেন পরমাণু [O] উৎপন্ন হয়।

দ্রষ্টব্য :
$$2KMnO_4 + 2KOH \longrightarrow 2K_2MnO_4 + H_2O + [O]$$
$$2K_2MnO_4 + 2H_2O \longrightarrow 2MnO_2 + 2KOH + [O]$$

যোগ করে :
$$2KMnO_4 + H_2O \longrightarrow 2MnO_2 + 2KOH + 3[O]$$

MCQ– 2.17 : অ্যালকিনের নিশ্চিতকরণ পরীক্ষা কোনটি?
(ক) Br_2 দ্রবণ
(খ) টলেন বিকারক
(গ) PCl_5 পরীক্ষা
(ঘ) নেসলার দ্রবণ

শিক্ষার্থীর কাজ–২.১৩ : অ্যালকিন প্রস্তুতি ও এদের বিক্রিয়াভিত্তিক সমস্যা
সমস্যা-২.২৪ : বিউটিন-2 এর সাথে নিম্নোক্ত বিকারকের বিক্রিয়া সমীকরণসহ লেখ।
(ক) CCl_4 এ Br_2 এর দ্রবণ,
(খ) NaOH মিশ্রিত $KMnO_4$ দ্রবণ
সমস্যা-২.২৫ : C_4H_8 আণবিক সংকেতের দুটি সমাণু হলো A ও B। যৌগ-A স্টেরিও সমাণুতা প্রদর্শন করে। যৌগ-B ও HBr এর সংযোজন বিক্রিয়ায় প্রধান উৎপাদ কী হবে তা ব্যাখ্যাসহ A ও B এর গাঠনিক সংকেত নিশ্চিত কর।

২.১১.২ অ্যালকাইন প্রস্তুতি ও এর শনাক্তকরণ বিক্রিয়া
Alkyne Preparation and its Identification Reactions

★ একক ত্রিবন্ধনযুক্ত মুক্ত শিকল হাইড্রোকার্বনসমূহ হলো অ্যালকাইন (Alkyne)। অ্যালকাইনের সাধারণ সংকেত C_nH_{2n-2}। এটি হলো জৈব যৌগের ত্রিবন্ধনযুক্ত কার্যকরী মূলকভিত্তিক প্রথম সমগোত্রীয় শ্রেণি।
★ দ্বিতীয় সমগোত্রীয় শ্রেণিটি হলো নাইট্রাইল বা, অ্যালকাইল সায়ানাইড (R–C≡N)।
★ অ্যালকাইনে শিকল ও অবস্থান সমাণুতা সম্ভব।

অ্যালকাইনের প্রথম তিন সদস্য অ্যাসিটিলিন (ইথাইন), প্রোপাইন ও বিউটাইন হলো গ্যাস। পরবর্তী C_5–C_{11} সদস্য তরল এবং C_{12} থেকে উচ্চতর সদস্য বর্ণহীন কঠিন।

$H–C\equiv C–H$	$CH_3–C\equiv C–H$	$CH_3– C\equiv C– CH_3$
ইথাইন	প্রোপাইন	বিউটাইন–2

অ্যালকাইনের সাধারণ প্রস্তুতি (General Preparation of Alkyne)

১। ডাইহ্যালো অ্যালকেন থেকে HX অপসারণ প্রক্রিয়ায় : ভিসিন্যাল ও জেমিন্যাল ডাইহ্যালো অ্যালকেনকে অ্যালকোহলে দ্রবীভূত কস্টিক পটাশের সাথে উত্তপ্ত করলে ডাইহ্যালো অ্যালকেন থেকে দুই অণু HX অপসারিত হয়ে অ্যালকাইন উৎপন্ন হয়। যেমন, ভিসিন্যাল ডাইহ্যালাইড যেমন, 1, 2- ডাইহ্যালাইড থেকে অ্যালকোহল মিশ্রিত KOH দ্বারা অ্যালকাইন উৎপাদন : [পাশাপাশি দুটি C পরমাণুতে দুটি X থাকলে ভিসিন্যাল (vic) এবং একই C পরমাণুতে দুটি X থাকলে জেমিন্যাল (gem) ডাই হ্যালাইড হয়।]

$$\underset{\text{vic-ডাইহ্যালাইড}}{R–\overset{X}{\underset{|}{C}}H–\overset{X}{\underset{|}{C}}H_2} + 2KOH\ (alc.) \xrightarrow[\Delta]{\text{অ্যালকোহল}} \underset{\text{অ্যালকাইন-1}}{R– C\equiv C–H} + 2KX + 2H_2O$$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

জেমিন্যাল ডাইহ্যালাইড যেমন, (2, 2-ডাইহ্যালাইড) থেকে alc. KOH দ্বারা অ্যালকাইন উৎপাদন :

$$R-\underset{X}{\overset{X}{C}}-\underset{X}{\overset{H}{C}}-CH_3 + 2KOH(alc.) \xrightarrow[\Delta]{\text{অ্যালকোহল}} \underset{\text{অ্যালকাইন-2}}{R-C\equiv C-CH_3} + 2KX + H_2O$$

★ পাশাপাশি দুই C–পরমাণুতে দুটি হ্যালোজেন পরমাণু থাকলে ঐ যৌগকে ভিসিন্যাল (vic.) ডাই হ্যালো অ্যালকেন বলে।

★ কার্বন শিকলে একই C–পরমাণুতে দুটি হ্যালোজেন পরমাণু থাকলে ঐ যৌগকে জেমিনাল (gem.) ডাই হ্যালো অ্যালকেন বলে।

২। টেট্রাহ্যালো অ্যালকেন থেকে Zn-গুঁড়া দ্বারা হ্যালোজেন অপসারণ প্রক্রিয়ায় : ভিসিন্যাল টেট্রাহ্যালো অ্যালকেন ও Zn-গুঁড়ার মিশ্রণকে উত্তপ্ত করলে অ্যালকাইন উৎপন্ন হয়।

$$R-\underset{Br}{\overset{Br}{C}}-\underset{Br}{\overset{Br}{C}}-R + 2Zn \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{অ্যালকাইন}}{R-C\equiv C-R} + 2ZnBr_2$$

উদাহরণ : $\underset{\text{2, 2, 3, 3- টেট্রা ব্রোমোবিউটেন}}{CH_3-CBr_2-CBr_2-CH_3} + 2Zn \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{বিউটাইন - 2}}{CH_3-C\equiv C-CH_3} + 2ZnBr_2$

অ্যাসিটিলিনের প্রস্তুতি (Preparation of Acetylene) :

(১) প্রাকৃতিক গ্যাস থেকে : প্রাকৃতিক গ্যাস মিথেনের আংশিক জারিত করে অ্যাসিটিলিন উৎপাদন করা হয়। এ বিক্রিয়ায় বিস্ফোরণ প্রবণতা রোধ করার জন্য উৎপন্ন গ্যাসকে উচ্চ চাপে প্রোপানোনের (CH_3COCH_3 এর) মধ্যে সংগ্রহ করা হয়।

$$6CH_4(g) + O_2 \xrightarrow{1500°C} 2H-C\equiv C-H + 2CO + 10H_2$$

(২) ক্যালসিয়াম কার্বাইড থেকে : ক্যালসিয়াম কার্বাইডের আর্দ্রবিশ্লেষণে শিল্প ক্ষেত্রে প্রচুর পরিমাণে অ্যাসিটিলিন গ্যাস উৎপাদন করা হয়। এজন্য কোক কার্বন ও লাইমের মিশ্রণকে বৈদ্যুতিক চুল্লিতে 2000°–3000°C এ উত্তপ্ত করে ক্যালসিয়াম কার্বাইড উৎপন্ন করা হয়। পরীক্ষাগারেও ক্যালসিয়াম কার্বাইডের আর্দ্রবিশ্লেষণে অ্যাসিটিলিন প্রস্তুত করা হয়।

$$CaCO_3(s) \xrightarrow{\Delta} CaO(s) + CO_2(g)\ ;\ CaO(s) + 3C(s) \xrightarrow{2500°C} CaC_2(s) + CO(g)$$

$$CaC_2(s) + 2H_2O(l) \longrightarrow H-C\equiv C-H(g) + Ca(OH)_2(s)$$

অ্যালকাইনের শনাক্তকারী বিক্রিয়া : অ্যালকাইনের অণুতে দুটি পাই π বন্ধন থাকায় অ্যালকাইন সদস্য অসম্পৃক্ততা পরীক্ষা যেমন ব্রোমিন দ্রবণ পরীক্ষা ও বেয়ার পরীক্ষা দেয়। এছাড়া অ্যালকাইন -1 এর H-পরমাণু (–C≡C–H) মৃদু অম্লধর্মী হওয়ায় Na ধাতুসহ বিক্রিয়ায় বুদবুদসহ H_2 গ্যাস উৎপন্ন করে। অ্যামোনিয়াযুক্ত সিলভার নাইট্রেট দ্রবণসহ সিলভার দর্পণ ও অ্যামোনিয়াযুক্ত কিউপ্রাস ক্লোরাইড দ্রবণসহ বিক্রিয়ায় কপার অ্যাসিটিলাইডের লাল অধঃক্ষেপ সৃষ্টি করে। যেমন,

(১) সোডিয়াম (Na)-এর সঙ্গে অ্যালকাইন-1 এর বিক্রিয়া : তরল অ্যামোনিয়ায় দ্রবীভূত সোডিয়াম ধাতু অ্যালকাইন-1 বা অ্যাসিটিলিনের সঙ্গে প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ায় সোডিয়াম অ্যালকাইনাইড (Alkynide) বা সোডিয়াম অ্যাসিটিলাইড ও H_2 গ্যাস উৎপন্ন করে।

$$\underset{\text{অ্যালকাইন-1}}{2R-\overset{2}{C}\equiv\overset{1}{C}-H\ (g)} + 2Na\ (s) \xrightarrow{\text{তরল } NH_3} \underset{\text{সোডিয়াম অ্যালকাইনাইড}}{2R-C\equiv C.Na\ (s)} + H_2\ (g)$$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

$$\underset{\text{অ্যাসিটিলিন}}{H–C\equiv C–H\ (g)} + 2Na\ (s) \xrightarrow{\text{তরল } NH_3} \underset{\text{সোডিয়াম অ্যাসিটিলাইড}}{Na.C\equiv C.Na\ (s)} + H_2\ (g)$$

(২) অ্যালকাইন-1 অ্যামোনিয়া যুক্ত সিলভার নাইট্রেট অর্থাৎ ডাইঅ্যাম্মিন সিলভার (I) নাইট্রেট দ্রবণের সঙ্গে বিক্রিয়া করে সিলভার অ্যালকাইনাইডের সাদা অধঃক্ষেপ দেয়।

$$\underset{\text{অ্যালকাইন-1}}{R.C\equiv C–H\ (g)} + \underset{\text{ডাইঅ্যাম্মিন সিলভার (I) নাইট্রেট}}{\overset{+}{Ag}(NH_3)_2\overset{-}{NO_3}\ (aq)} \longrightarrow \underset{\text{সিলভার অ্যালকাইনাইড}}{R.C\equiv C.Ag\ (s)} + NH_4NO_3 + NH_3\ (g)$$

$$\underset{\text{অ্যাসিটিলিন}}{H–C\equiv C–H\ (g)} + 2\underset{\text{ডাইঅ্যাম্মিন সিলভার (I) নাইট্রেট}}{\overset{+}{Ag}(NH_3)_2\overset{-}{NO_3}\ (aq)} \longrightarrow \underset{\text{সিলভার অ্যাসিটিলাইড}}{Ag.C\equiv C.Ag\ (s)} + 2NH_4NO_3\ (aq) + 2NH_3\ (g)$$

(৩) অ্যালকাইন-1 অ্যামোনিয়া মিশ্রিত কিউপ্রাস ক্লোরাইড অর্থাৎ ডাইঅ্যাম্মিন কপার (I) ক্লোরাইড দ্রবণের সঙ্গে বিক্রিয়ায় কপার অ্যালকাইনাইডের লাল অধঃক্ষেপ দেয়।

$$R.C\equiv C–H\ (g) + \underset{\text{ডাইঅ্যাম্মিন কপার (I) ক্লোরাইড}}{\overset{+}{Cu}(NH_3)_2Cl^-\ (aq)} \longrightarrow \underset{\text{কপার অ্যালকাইনাইড}}{R.C\equiv C.Cu\ (s)} + NH_4Cl\ (aq) + NH_3\ (g)$$

$$\underset{\text{অ্যাসিটিলিন}}{H–C\equiv C–H\ (g)} + 2\underset{\text{ডাই-অ্যাম্মিন কপার (I) ক্লোরাইড}}{\overset{+}{Cu}(NH_3)_2Cl^-\ (aq)} \longrightarrow \underset{\text{কপার অ্যাসিটিলাইড}}{Cu.C\equiv C.Cu\ (s)} + 2NH_4Cl\ (aq) + 2NH_3\ (g)$$

যেহেতু অ্যালকাইন–1 ছাড়া অ্যালকাইন–2 বা অন্যান্য অ্যালকাইন ওপরের বিক্রিয়া দেয় না। তাই এ সব বিক্রিয়া দ্বারা অ্যালকাইন-1 কে অ্যালকাইন-2 থেকে পার্থক্য করা হয়।

শিক্ষার্থীর কাজ - ২.১৪ : অ্যালকাইনের প্রস্তুতি ও বিক্রিয়াভিত্তিক :
সমস্যা-২.২৬ : ইথিন থেকে কীরূপে ইথাইন প্রস্তুত করা যায়?
সমস্যা-২.২৭ : বিউটাইন -1 ও বিউটাইন--2 এর সাথে নিম্নোক্ত বিকারকের বিক্রিয়া সমীকরণসহ লেখ।
(ক) $Br_2(CCl_4)$, (খ) $KMnO_4(OH^-)$ দ্রবণ
সমস্যা-২.২৮ : বিউটাইন -1 ও বিউটাইন--2 এর মধ্যে পার্থক্যসূচক পরীক্ষা সমীকরণসহ লেখ।
সমস্যা-২.২৯ : ইথিন ও অ্যাসিটিলিন গ্যাসের মধ্যে পার্থক্যসূচক পরীক্ষা সমীকরণসহ লেখ।

জেনে নাও :

★ **১। অ্যালকাইন–1 বা ইথাইন অম্লধর্মী হয় কেন?** [চ. বো. ২০১৭]

অ্যালকাইন–1 এর ত্রিবন্ধনযুক্ত C পরমাণুর সাথে সমযোজী বন্ধনে আবদ্ধ H-পরমাণু (–C≡C–H) মৃদু অম্ল ধর্ম প্রকাশ করে। কারণ ইথেন, ইথিন ও ইথাইন -এ তিন শ্রেণির যৌগে C-পরমাণু যথাক্রমে sp^3, sp^2 ও sp সংকরিত হওয়ায় সৃষ্ট সংকর অরবিটালে s : p বৈশিষ্ট্য ক্রমান্বয়ে বেড়েছে যেমন, 1: 3, 1: 2 ও 1: 1 হয়েছে। সংকর অরবিটালে s-অরবিটাল বৈশিষ্ট্য বেশি থাকলে সিগমা বন্ধন গঠনে ঐ অরবিটালের অধিক্রমণ বেশি ঘটে। তাই ইথাইন অণুতে কার্বন-কার্বন সিগমা বন্ধনে উভয় C-পরমাণুর নিউক্লিয়াস অধিকতর আকৃষ্ট হয়ে থাকে। তখন অ্যালকাইনের কার্বন-কার্বন ত্রিবন্ধন C≡C দূরত্ব (0.120 nm) অ্যালকিনের কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন C=C দূরত্ব (0.134 nm) অপেক্ষা কম হয়। অপরদিকে C–H সিগমা বন্ধনের ইলেকট্রন মেঘ ক্রমে C-পরমাণুর দিকে অ্যালকিনের চেয়ে অ্যালকাইনে অধিক আকৃষ্ট হয়ে পড়ে। অর্থাৎ অ্যালকাইন-1 এর C–H বন্ধন দুর্বল হয়ে পড়ায় তা ধাতু দ্বারা প্রতিস্থাপনযোগ্য হয়। তাই ইথাইন (HC≡CH) ও অ্যালকাইন-1 মৃদু অম্লধর্মী হয়। তখন অ্যালকাইন–1 এর H পরমাণু Na ধাতু দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়।

$$H–C\equiv C–H\ (g) + 2\ Na\ (s) \xrightarrow{\text{তরল } NH_3} Na.C\equiv C.Na\ (s) + H_2\ (g)$$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

★ ২। ইথেন, ইথিন ও ইথাইনের মিশ্রণ থেকে উপাদান গ্যাস কীরূপে পৃথক করা যায়?

(i) ইথেন (C_2H_6), ইথিন (C_2H_4) ও ইথাইন (C_2H_2) গ্যাসের মিশ্রণকে প্রথমে অ্যামোনিয়া মিশ্রিত কিউপ্রাস ক্লোরাইডের দ্রবণে চালনা করতে হয়; তখন ইথাইন গ্যাস শোষিত হয়ে লাল বর্ণের কপার অ্যাসিটিলাইড অধঃক্ষিপ্ত হয়। ইথেন ও ইথিন বিক্রিয়া না করে বের হয়। লাল অধঃক্ষেপকে পৃথক করে লঘু HCl এসিডসহ উত্তপ্ত করে উৎপন্ন ইথাইন গ্যাস সংগ্রহ করা যায়।

$$HC{\equiv}CH\,(g) + 2Cu(NH_3)_2Cl\,(aq) \longrightarrow Cu.C{\equiv}C.Cu\,(s) + 2NH_4Cl\,(aq) + 2NH_3\,(g)$$

$$Cu.C{\equiv}C.Cu\,(s) + 2HCl(aq) \longrightarrow HC{\equiv}CH\,(g) + 2\,CuCl\,(aq)\,(g)$$

(ii) তারপর নির্গত ইথেন ও ইথিন গ্যাসের মিশ্রণকে গাঢ় H_2SO_4 এসিডে চালনা করলে ইথাইল হাইড্রোজেন সালফেটরূপে ইথিন গ্যাস শোষিত হয়। ইথেন গ্যাস বুদবুদসহকারে বের হয়। নির্গত ইথেন গ্যাসকে পানি অপসারণ প্রক্রিয়ায় সংগ্রহ করা হয়।

(iii) শেষে ইথাইল হাইড্রোজেন সালফেটকে 160°–170°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করে নির্গত ইথিন গ্যাসকে পানি অপসারণ প্রক্রিয়ায় সংগ্রহ করা হয়।

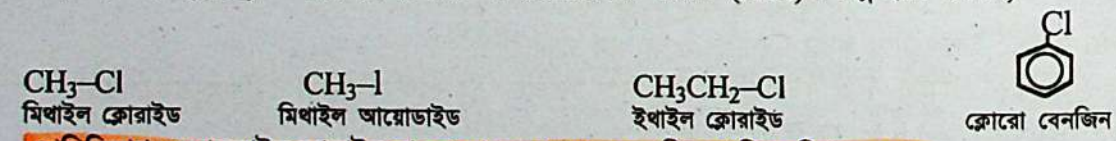
$$CH_2{=}CH_2\,(g) + H_2SO_4\,(aq) \xrightarrow{25^\circ C} CH_3CH_2 - OSO_3H\,(aq)$$

$$CH_3\,CH_2 - OSO_3H\,(aq) \xrightarrow{165^\circ C} CH_2{=}CH_2\,(g) + H_2SO_4\,(aq)$$

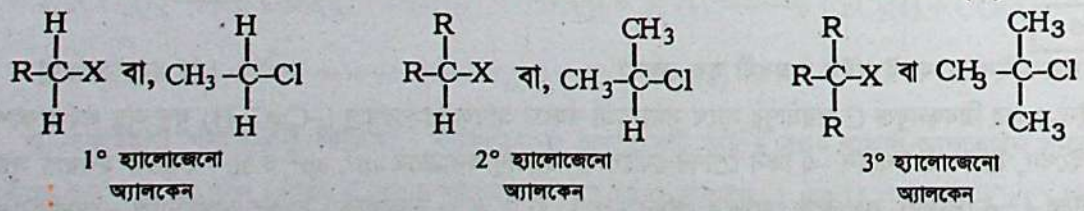
২.১১.৩ অ্যালকাইল হ্যালাইড ও অ্যারাইল হ্যালাইড

Alkyl Halides and Aryl Halides

অ্যালকেন ও অ্যারিন অণু থেকে একটি H–পরমাণুকে একটি হ্যালোজেন পরমাণু দ্বারা প্রতিস্থাপন করলে যথাক্রমে অ্যালকাইল হ্যালাইড (R-X) ও অ্যারাইল হ্যালাইড বা হ্যালোজেনো অ্যারিন (ArX) উৎপন্ন হয়। যেমন,



শ্রেণিবিভাগ : অ্যালকাইল হ্যালাইড বা হ্যালোজেনো অ্যালকেন তিন শ্রেণিতে বিভক্ত। যেমন, প্রাইমারি বা 1°, সেকেন্ডারি বা 2°, টারসিয়ারি বা 3° অ্যালকাইল হ্যালাইড।



অ্যালকাইল হ্যালাইড প্রস্তুতি (Preparation of Alkyl Halide)

অ্যালকোহল, অ্যালকিন ও অ্যালকেন থেকে নিম্ন পদ্ধতিতে অ্যালকাইল হ্যালাইড প্রস্তুত করা হয়।

১। অ্যালকোহল থেকে : অ্যালকোহল (R–OH) এর হাইড্রক্সিল মূলক (OH) কে হ্যালোজেন পরমাণু দ্বারা প্রতিস্থাপিত করে হ্যালোজেনো অ্যালকেন প্রস্তুত করা যায়। এজন্য হ্যালোজেন হাইড্রাসিড, ফসফরাস হ্যালাইড, বা থায়োনিল ক্লোরাইড ($SOCl_2$) প্রভৃতি দ্বিতীয় বিক্রিয়করূপে অ্যালকোহলের সাথে ব্যবহৃত হয়।

(ক) অ্যালকোহল (R–OH) ও হাইড্রোজেন হ্যালাইড HX-এর বিক্রিয়ায় : অ্যালকোহল ও হাইড্রোজেন হ্যালাইডের বিক্রিয়ার ফলে অ্যালকাইল হ্যালাইড উৎপন্ন হয়। এ বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন হ্যালাইডের পরমাণু দ্বারা অ্যালকোহল (–OH) মূলক প্রতিস্থাপিত হয়।

$$R{-}OH\,(l) + HX\,(g) \rightleftharpoons R{-}X\,(l) + H_2O\,(l) \qquad [X = F, Cl, Br, I]$$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

এ বিক্রিয়াটি উভয়মুখী। তাই বিক্রিয়ায় উৎপন্ন পানিকে অপসারণের জন্য নিরুদক পদার্থরূপে গাঢ় H_2SO_4, অনার্দ্র জিঙ্ক ক্লোরাইড ($ZnCl_2$) ইত্যাদি ব্যবহৃত হয়। অনার্দ্র $ZnCl_2$ লুইস এসিডরূপে কাজ করে। এ পদ্ধতিকে গ্রোভস Grouve's পদ্ধতি বলে। $ZnCl_2$ পানি শোষণ করে বিক্রিয়াটিকে সম্মুখমুখী করে।

$$R—OH\ (l) + HCl\ (g) \xrightarrow{\text{অনার্দ্র } ZnCl_2} R—Cl\ (l) + H_2O\ (l)$$

অ্যালকোহলের বিক্রিয়ার ক্রম হলো 3° > 2° > 1°। HX এর বিক্রিয়ার ক্রম হলো HI > HBr > HCl > HF। কম সক্রিয় HX কম সক্রিয় অ্যালকোহলের বিক্রিয়া নিরুদকরূপে অনার্দ্র $ZnCl_2$ এবং শক্তিশালী HX ব্যবহার করলে গাঢ় H_2SO_4 অধিক কার্যকরী হয়।

$$R_3C–OH\ (l) + HCl\ (g) \xrightarrow{ZnCl_2} R_3C—Cl\ (l) + H_2O\ (l)$$

অ্যালকাইল ব্রোমাইড প্রস্তুতির ক্ষেত্রে 48% HBr ও গাঢ় H_2SO_4 ব্যবহার করা হয়।

$$CH_3–OH\ (l) + HBr\ (aq) \xrightarrow{\text{গাঢ় } H_2SO_4} CH_3—Br\ (l) + H_2O\ (l)$$

অ্যালকাইল আয়োডাইড প্রস্তুতির ক্ষেত্রে 57% এসিড (HI) ব্যবহৃত হয়। এক্ষেত্রে গাঢ় H_2SO_4 প্রয়োজন হয় না।

$$CH_3–OH\ (l) + HI\ (aq) \xrightarrow{\Delta} CH_3—I\ (l) + H_2O\ (l)$$

★ HF এর সাথে অ্যালকোহলের বিক্রিয়া খুব ধীর গতিতে ঘটে। তাই অ্যলকাইল ক্লোরাইডের সাথে কতগুলো অজৈব ফ্লোরাইডের যেমন, AgF, Hg_2F_2 SbF_3, AsF_3 ইত্যাদির বিক্রিয়া ঘটিয়ে অ্যালকাইল ফ্লোরাইড প্রস্তুত করা যায়। এ বিক্রিয়াটিকে সোয়ার্টস বিক্রিয়া (Swarts reaction) বলে। যেমন,

$$\underset{\text{ইথাইল ক্লোরাইড}}{2\ CH_3CH_2Cl\ (l)} + Hg_2F_2\ (s) \longrightarrow \underset{\text{ইথাইল ফ্লোরাইড}}{2CH_3CH_2F\ (l)} + Hg_2Cl_2\ (s)$$

(খ) **অ্যালকোহল থেকে ফসফরাস হ্যালাইডের বিক্রিয়া দ্বারা** : অ্যালকোহল ও ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইড (PCl_5) বা ট্রাইক্লোরাইড (PCl_3) সহ বিক্রিয়ায় অ্যালকাইল ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়।

$$R—OH\ (l) + PCl_5\ (s) \longrightarrow R—Cl\ (l) + \underset{\text{ফসফরাস অক্সিক্লোরাইড}}{POCl_3\ (l)} + HCl\ (g)$$

$$\underset{\text{অ্যালকোহল}}{3R—OH\ (l)} + PCl_3\ (l) \longrightarrow 3R—Cl\ (l) + \underset{\text{ফসফরাস এসিড}}{H_3PO_3\ (l)}$$

যেমন, মিথাইল অ্যালকোহলের সাথে ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইডের বিক্রিয়ায় মিথাইল ক্লোরাইড, ফসফরাস অক্সিক্লোরাইড ও HCl গ্যাস উৎপন্ন হয়।

$$\underset{\text{মিথাইল অ্যালকোহল}}{CH_3–OH\ (l)} + PCl_5\ (s) \longrightarrow \underset{\text{মিথাইল ক্লোরাইড}}{CH_3Cl\ (l)} + POCl_3\ (l) + HCl\ (g)$$

আবার লাল ফসফরাস ও তরল ব্রোমিন বা আয়োডিন গুঁড়া যোগ করে ফসফরাস ট্রাই-ব্রোমাইড (PBr_3) বা ফসফরাস ট্রাইআয়োডাইড (PI_3) উৎপন্ন করা যায়। শেষে এটি অ্যালকোহলের সাথে বিক্রিয়ায় হ্যালোজেনো অ্যালকেন ও ফসফরাস এসিড উৎপন্ন করে। $2P\ (s) + 3I_2\ (s) \longrightarrow 2PI_3\ (l)$

$$3CH_3OH\ (l) + PI_3\ (l) \longrightarrow 3CH_3I\ (l) + H_3PO_3\ (l)$$

(গ) **অ্যালকোহল থেকে থায়োনিল ক্লোরাইডের বিক্রিয়া** : অ্যালকোহল ও থায়োনিল ক্লোরাইড ($SOCl_2$) এর বিক্রিয়ায় অ্যালকাইল ক্লোরাইড প্রস্তুত করা যায়। এক্ষেত্রে অতিরিক্ত উৎপাদ SO_2 ও HCl গ্যাস হওয়ায় উৎপন্ন অ্যালকাইল ক্লোরাইড থেকে সহজে বের হয়ে যায়। ফলে উৎপন্ন RCl বিশুদ্ধ অবস্থায় পাওয়া যায়। এ বিক্রিয়াটিকে ডার্জেন (Darzen)

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

বিক্রিয়া বলে। এক্ষেত্রে দুর্বল ক্ষারক পিরিডিন (C_5H_5N) কে HCl শোষকরূপে ব্যবহার করা যায়; তবে একান্ত প্রয়োজন নয়।

$$R\text{–}OH\ (1^\circ \text{বা}, 2^\circ) + SOCl_2 \longrightarrow R\text{-}Cl + SO_2\ (g) + HCl\ (g)$$

উদাহরণ : $CH_3CH_2\text{–}OH + SOCl_2 \longrightarrow CH_3CH_2Cl + SO_2\ (g) + HCl\ (g)$

ইথানল থায়োনিল ক্লোরাইড

২। অ্যালকিন থেকে : সামান্য উষ্ণতায় অ্যালকিন ও HX এর সংযোজন বিক্রিয়ায় 2°-অ্যালকাইল হ্যালাইড প্রস্তুত করা যায়। HX-এর সক্রিয়তার ক্রম হলো : HI > HBr > HCl > HF.

$$R\text{–}CH{=}CH_2 + HX \longrightarrow R\text{–}CHX\text{–}CH_3$$

উদাহরণ : $CH_3\text{–}CH{=}CH_2 + HBr \longrightarrow CH_3CHBr - CH_3$

প্রোপিন 2-ব্রোমো প্রোপেন

জেনে নাও : অপ্রতিসম অ্যালকিনের সাথে HX এর বিক্রিয়ায় মারকনিকভের নিয়ম অনুসারে 2°–অ্যালকাইল হ্যালাইড প্রধান উৎপাদ হয়। 1°–অ্যালকাইল হ্যালাইল অল্প উৎপন্ন হয়।

$2CH_3CH = CH_2 + 2HBr \rightarrow CH_3CHBr\text{-}CH_3 + CH_3\text{–}CH_2CH_2Br$

iso-প্রোপাইল ব্রোমাইড (90%) n-প্রোপাইল ব্রোমাইড (10%)

* কিন্তু জৈব পার অক্সাইড যেমন বেনজোয়িল পারঅক্সাইড $(C_6H_5CO)_2O_2$ এর উপস্থিতিতে অপ্রতিসম অ্যালকিনের সাথে HBr এর বিক্রিয়ায় 1°-অ্যালকাইল হ্যালাইড প্রধান উৎপাদ হয়। এটিকে মারকনিকভের বিপরীত নিয়ম বা পারঅক্সাইড প্রভাব বলে।

(৩) অ্যালকেন থেকে হ্যালোজেন দ্বারা প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ায়

প্রায় 400°C তাপমাত্রায় অথবা UV রশ্মির উপস্থিতিতে অ্যালকেনকে হ্যালোজেন (Cl_2 বা, ও Br_2) দ্বারা প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ায় অ্যালকাইল ক্লোরাইড বা অ্যালকাইল ব্রোমাইড প্রস্তুত করা যায়।

$$CH_4 + Cl_2 \xrightarrow[25^\circ C]{UV} CH_3Cl + HCl,\ CH_4 + Br_2 \xrightarrow[25^\circ C]{UV} CH_3Br + HBr$$

$$CH_3CH_2CH_2CH_3 + Br_2 \xrightarrow[127^\circ C]{\text{বিক্ষিপ্ত সূর্যালোক}} \underset{\text{1- ব্রোমো বিউটেন (2%)}}{CH_3CH_2CH_2CH_2Br} + \underset{\text{2- ব্রোমো বিউটেন (98%)}}{CH_3CH_2CHBrCH_3}$$

অধিক Cl_2 ও CH_4 এর বিক্রিয়ায় পলি হ্যালো অ্যালকেন উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন যৌগসমূহকে আংশিক পাতন প্রক্রিয়ায় পৃথক করা হয়। যেমন,

$$CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{400^\circ C} CH_3Cl \xrightarrow[400^\circ C]{Cl_2} CH_2Cl_2 \xrightarrow[400^\circ C]{Cl_2} CCl_4$$

* অ্যালকেনে উপস্থিত বিভিন্ন প্রকার H-পরমাণুর সক্রিয়তার ক্রম হলো 3°H > 2°H >1°H এবং হ্যালোজেনের সক্রিয়তার ক্রম হলো $F_2 > Cl_2 > Br_2 > I_2$।

* উল্লেখ্য যে, C–পরমাণুতে H–পরমাণু যুক্ত থাকে, সে C–পরমাণুতে যুক্ত অ্যালকাইল মূলক (–R) এর সংখ্যা অনুসারে ঐ H–পরমাণুকে 1°H, 2°H, 3°H পরমাণু বলা হয়। যেমন প্রোপেন $CH_3\text{–}CH_2\text{–}CH_3$ অণুতে 1°H ও 2°H আছে। কিন্তু 2-মিথাইল প্রোপেন [$(CH_3)_2CH\text{–}CH_3$] অণুতে 3°H পরমাণু আছে।

* অ্যালকেনে এ সব হ্যালোজেন দ্বারা প্রতিস্থাপন ফ্রি-রেডিকেল মেকানিজমে ঘটে।

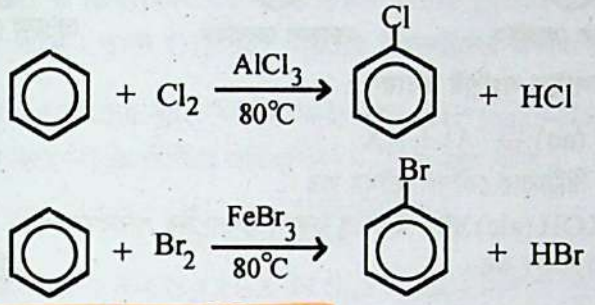
* বেনজিনে হ্যালোজেন প্রতিস্থাপন ইলেকট্রোফিলিক; তাই হ্যালোজেন বাহকরূপী লুইস এসিড যেমন শুষ্ক $AlCl_3$ দরকার হয়। অ্যালকেনের হ্যালোজেনেশনে হ্যালোজেন বাহকের প্রয়োজন নেই; সূর্যালোক অথবা উচ্চ তাপমাত্রা দরকার।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

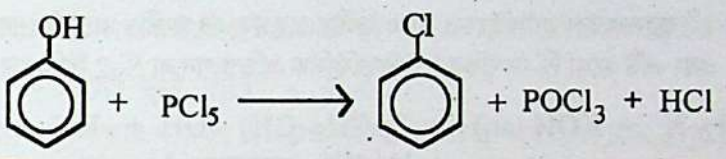
হ্যালোজেনো অ্যারিন বা অ্যারাইল হ্যালাইড প্রস্তুতি (Preparation of Aryl Halide)

(১) বেনজিন হ্যালোজেনেশন দ্বারা : হ্যালোজেন বাহক শুষ্ক $AlCl_3$, $FeBr_3$ এর উপস্থিতিতে প্রায় 80°C তাপমাত্রায় বেনজিনের সাথে ক্লোরিন অথবা ব্রোমিনের বিক্রিয়ায় যথাক্রমে ক্লোরো বেনজিন ও ব্রোমো বেনজিন প্রস্তুত করা যায়।



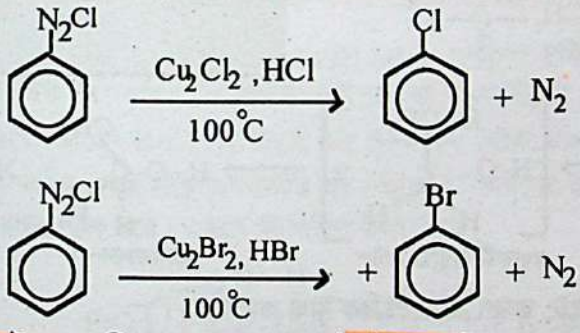
MCQ–2.18 : বেনজিন বলয় সক্রিয়কারী মূলক কোনটি?
(ক) –CHO (খ) –COOH
(গ) $-NO_2$ (ঘ) $-NHCH_3$

(২) ফেনল থেকে PCl_5 সহ বিক্রিয়ায় : ফেনলের সাথে ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইডের বিক্রিয়ায় ক্লোরো বেনজিন উৎপন্ন হয়। এছাড়া ফসফরাস অক্সি ক্লোরাইড ও HCl গ্যাস উৎপন্ন হয়ে থাকে।



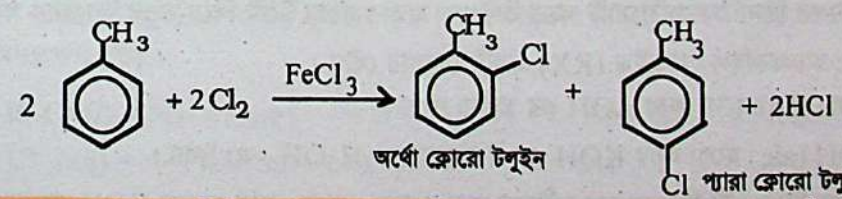
(৩) বেনজিন ডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড থেকে : স্যান্ডমেয়ার বিক্রিয়া দ্বারা

100°C তাপমাত্রায় বেনজিন ডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইডের সাথে কিউপ্রাস ক্লোরাইড (Cu_2Cl_2) ও অধিক HCl এসিডের বিক্রিয়ায় ক্লোরোবেনজিন ও N_2 গ্যাস উৎপন্ন করে। কিন্তু কিউপ্রাস ব্রোমাইড (Cu_2Br_2) ও অধিক HBr এসিডের বিক্রিয়ায় ব্রোমো বেনজিন উৎপন্ন হয়। এক্ষেত্রে ডায়াজো মূলকটি N_2 গ্যাসে পরিণত হয়। এ বিক্রিয়াকে স্যান্ডমেয়ার বিক্রিয়া বলে।



MCQ–2.19 : কোনটি কার্বনিয়াম আয়ন ?
(ক) $\bar{C}H_3$ (খ) $:CH_3$
(গ) $\overset{+}{C}H_3$ (ঘ) $\cdot CH_3$

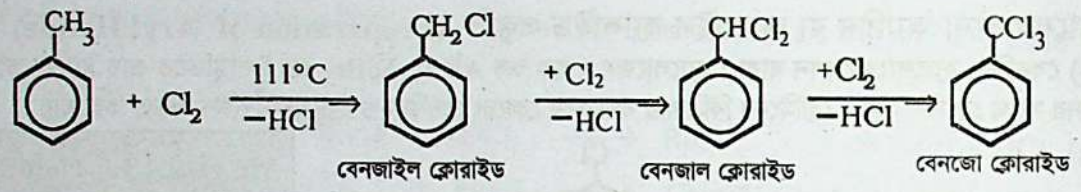
(৪) টলুইনে ক্লোরিনেশন দ্বারা ক্লোরো টলুইন প্রস্তুতি : হ্যালোজেনের বাহক যেমন $AlCl_3$, $FeCl_3$, আয়রন বা I_2 এর উপস্থিতিতে এবং সূর্যালোকের অনুপস্থিতিতে টলুইনের সাথে Cl_2 এর ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন দ্বারা অর্থোক্লোরো টলুইন ও প্যারা ক্লোরো টলুইন মিশ্রণ উৎপন্ন হয়।



কিন্তু হ্যালোজেন বাহকের অনুপস্থিতিতে, টলুইনকে সূর্যালোকে অথবা ফুটন্ত টলুইনে (111°C-এ) Cl_2 গ্যাস চালনা করলে টলুইনের পার্শ্ব শিকল মিথাইল মূলক ($-CH_3$) এর তিনটি H-পরমাণু পর পর Cl-পরমাণু দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়ে যথাক্রমে বেনজাইল ক্লোরাইড, বেনজাল ক্লোরাইড ও বেনজো ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়। এ বিক্রিয়া ফ্রি-রেডিকেল মেকানিজমে ঘটে।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com



বেনজাইল ক্লোরাইড বেনজাল ক্লোরাইড বেনজো ক্লোরাইড

সমাধানকৃত সমস্যা–২.১০ : অ্যালকাইল হ্যালাইড সংশ্লিষ্ট রসায়ন :

উদ্দীপক : $R–CH_2–CH_2–X + KOH\,(aq) \rightarrow \boxed{A} + KX$

(ক) উদ্দীপকের উৎপাদ যৌগ (A) প্রস্তুতির বিক্রিয়ার কৌশল ব্যাখ্যা কর। [চ. বো. ২০১৬]

(খ) উদ্দীপকে KOH(aq) এর পরিবর্তে KOH (alc) দ্রবণ ব্যবহার করলে উৎপাদের পরিবর্তন হয়। –প্রয়োজনীয় সমীকরণসহ এ উক্তির যথার্থতা প্রমাণ কর। [চ. বো. ২০১৬]

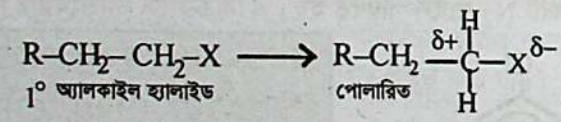
সমাধান : (ক) $R–CH_2–CH_2X + KOH(aq) \rightarrow \boxed{A} + KX$

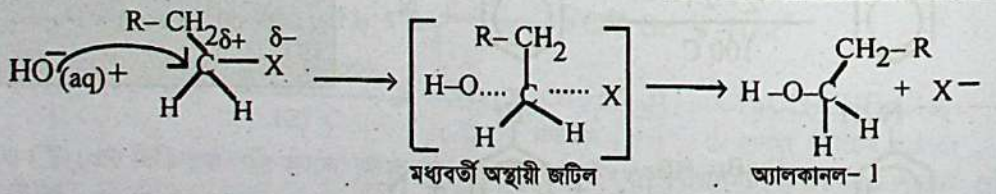
অ্যালকাইল হ্যালাইডের সাথে জলীয় ক্ষার দ্রবণ ও অ্যালকোহলীয় ক্ষার দ্রবণের বিক্রিয়ার কৌশল বা মেকানিজম ভিন্ন হয়। এ বিক্রিয়াটি হলো 1° অ্যালকাইল হ্যালাইডের সাথে জলীয় KOH এর ক্ষারীয় আর্দ্র বিশ্লেষণ বিক্রিয়া। এ বিক্রিয়ায় 1° অ্যালকোহল উৎপন্ন হয় এবং এটি হলো দ্বি-আণবিক নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন বা S_N2 বিক্রিয়ার একটি উদাহরণ।

$$R–CH_2–CH_2–X + KOH\,(aq) \rightarrow \underset{\text{'A' যৌগ}}{R–CH_2–CH_2–OH} + KX$$
অ্যালকানল–1

S_N2 বিক্রিয়ার কৌশল : $KOH\,(aq) \rightarrow \overset{+}{K}\,(aq) + H\bar{O}\,(aq)$
নিউক্লিওফাইল

MCQ–2.20 : কোনটি কার্বানায়ন?
(ক) $CH_3\overset{+}{C}H_2$ (খ) $\bar{C}H_3$
(গ) NO_2^+ (ঘ) $\overset{+}{C}H_3$





মধ্যবর্তী অস্থায়ী জটিল অ্যালকানল– 1

(i) S_N2 বিক্রিয়া 1° অ্যালকাইল হ্যালাইডে বেশি ঘটে; কারণ এতে স্টেরিক বাধা কম থাকে।

(ii) বিক্রিয়াটি এক ধাপে ঘটে। তখন মধ্যবর্তী অস্থায়ী জটিল ঘটিত হয়।

(iii) R–X অণুর ত্রিমাত্রিক গঠনে কার্বনের যে পার্শ্বে X পরমাণু থাকে, এর বিপরীত দিক থেকে নিউক্লিওফাইল যেমন $H\bar{O}$ (aq) আয়ন আংশিক ধনাত্মক কার্বন পরমাণুকে আক্রমণ করে থাকে। তখন মধ্যবর্তী অস্থায়ী জটিল সৃষ্টি হয়। শেষে উৎপন্ন যৌগের ত্রিমাত্রিক কাঠামোটি ঝড়ে উল্টানো ছাতার মতো উল্টে গিয়ে নতুন ত্রিমাত্রিক কাঠামো লাভ করে।

সমাধান –(খ) : অ্যালকাইল হ্যালাইড (RX) একটি পোলার যৌগ।

KOH (aq) হলো ক্ষার KOH এর জলীয় দ্রবণ।

KOH (alc) হলো ক্ষার KOH এর ইথানলে (C_2H_5OH –এ) দ্রবণ।

এক্ষেত্রে KOH ক্ষারটিকে দুটি ভিন্ন দ্রাবকে দ্রবীভূত করা হয়েছে। ফলে পৃথক দ্রাবকে KOH এর আয়নীকরণ কম বেশি হবে। KOH জলীয় দ্রবণে সর্বাধিক আয়নিত হয়; কিন্তু ইথানলে কম আয়নিত হয়। এছাড়া উৎপন্ন OH^- আয়ন পানিতে অধিক পরিমাণে সলভেটেড বা দ্রাবক–যোজিত হয়। ইথানলে OH^- আয়ন কম পরিমাণে সলভেটেড বা দ্রাবক–যোজিত হয়। ফলে OH^- আয়নের পানি-যোজন থেকে নির্গত অধিক পরিমাণ তাপ শক্তির প্রভাবে R–X এর বন্ধন দুর্বল হয়ে বিয়োজন সহজেই

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

ঘটে। তখন KOH (aq) এ প্রভাবে R-X এর বিক্রিয়ার মেকানিজমে এবং KOH (alc) এর প্রভাবে R–X এর বিক্রিয়ার মেকানিজমে ভিন্ন হয়ে থাকে। এক্ষেত্রে বিক্রিয়ায় দ্রাবকের প্রভাব প্রাধান্য পেয়েছে।

(i) KOH (aq) বা KOH এর লঘু জলীয় দ্রবণে KOH পূর্ণভাবে আয়নিত হয়ে প্রতিটি OH^- আয়ন পানি অণু দ্বারা অধিক সলভেটেড থাকে। তখন $OH^-(aq)$ আয়নের ইলেকট্রনের প্রভাব ক্ষার ও নিউক্লিওফাইলরূপে হ্রাস পেয়ে দুর্বল নিউক্লিওফাইল হয়। এ অবস্থায় দুর্বল নিউক্লিওফাইলরূপে $OH^-(aq)$ আয়ন $R-\overset{\delta+}{C}H_2-\overset{\delta-}{X}$ এর আংশিক ধনাত্মক কার্বন পরমাণুকে আক্রমণ করে নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন (S_N2) বিক্রিয়া ঘটায়।

$$KOH\ (aq) \rightarrow K^+(aq) + \underset{\text{দুর্বল নিউক্লিওফাইল}}{OH^-}\ (aq)\ [\text{পানিযোজিত}]$$

OH^- (aq) আয়ন দ্বারা $R\text{-}CH_2CH_2X$ এর S_N2 বিক্রিয়ার কৌশল পূর্বে দেখানো হয়েছে।

(ii) অপরদিকে KOH (alc) বা ইথানলে KOH এর দ্রবণে KOH কম পরিমাণে আয়নিত হয় এবং কম পরিমাণে সলভেটেড হওয়ায় কম তাপ শক্তি নির্গত হয়। ফলে R-X এর বিয়োজন ঘটে না। এ অবস্থায় KOH ও ইথানল (C_2H_5OH) এর সাথে বিক্রিয়ায় অল্প সংখ্যক ইথোক্সাইড আয়ন ($C_2H_5O^-$) বা EtO^- উৎপন্ন হয়।

$$EtOH + KOH \rightleftharpoons EtO^- + H_2O + K^+$$

উৎপন্ন EtO^- (alc) আয়ন সবল ক্ষার ও সবল নিউক্লিওফাইলরূপে ক্রিয়া করে এবং $R–CH_2CH_2X$ এর বিটা (β)H পরমাণুকে আক্রমণ করে কার্বানায়ন সৃষ্টির মাধ্যমে β অপসারণ বিক্রিয়ায় E_2 মেকানিজমে বা কৌশলে অ্যালকিন তৈরি করে।

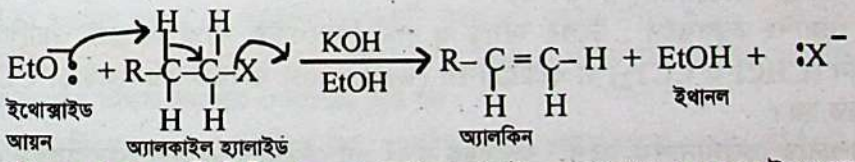
KOH (aq) এর সাথে R-X এর বিক্রিয়া : S_N2 বিক্রিয়া দ্বারা অ্যালকোহল উৎপন্ন করে।

$$R\text{-}CH_2\,CH_2X + KOH\ (aq) \xrightarrow{\Delta} RCH_2CH_2\,OH + KX$$

KOH (alc) এর সাথে RX এর বিক্রিয়া : E_2 বিক্রিয়া দ্বারা অ্যালকিন উৎপন্ন করে।

$$R–CH_2–CH_2X + KOH\ (alc) \xrightarrow{\Delta} R–CH = CH_2 + KX + H_2O$$

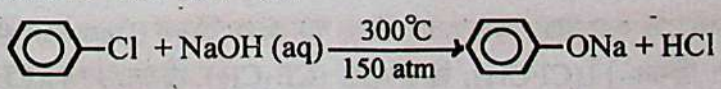
এ দ্বি-আণবিক অপসারণ বিক্রিয়ার কৌশল বা মেকানিজম : ইথানল মিশ্রিত KOH মিশ্রণে উৎপন্ন সবল ইথোক্সাইড EtO^- আয়ন $R\text{-}CH_2CH_2X$ এর β–কার্বন থেকে একটি H কে প্রোটনরূপে অপসারিত করলে বিদায়ী হ্যালাইড ($:X^-$) আয়ন একই সঙ্গে অপসারিত হয়। ফলে β– কার্বনের ইলেকট্রন যুগল α ও β– কার্বনের মধ্যে বিন্যস্ত হয়ে কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন গঠন করে। এরূপে অ্যালকিন উৎপন্ন হয়।



অ্যালকাইল হ্যালাইডের শনাক্তকারী বিক্রিয়া : অ্যালকাইল হ্যালাইডকে গাঢ় NaOH সহ উত্তপ্ত করলে ক্ষারীয় আর্দ্র বিশ্লেষণে অ্যালকোহল ও ক্লোরাইড আয়ন (Cl^-) মুক্ত হয়। ঐ দ্রবণে সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ যোগ করলে সিলভার ক্লোরাইড (AgCl) এর সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে।

$$R–Cl\ (l) + NaOH\ (aq) \xrightarrow{\Delta} R\text{-}OH\ (aq) + Na^+\ (aq) + Cl^-\ (aq)$$
$$Cl^-\ (aq) + AgNO_3\ (aq) \longrightarrow AgCl\ (s) + NO_3^-\ (aq)$$

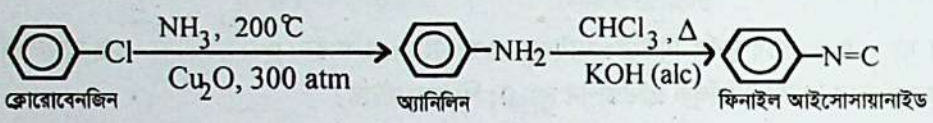
তবে অ্যারাইল হ্যালাইড ক্ষার দ্রবণে সহজে আর্দ্র বিশ্লেষিত হয় না। অধিক চাপ 150 atm ও অধিক তাপমাত্রা 300°C তাপমাত্রায় ক্ষারসহ বিক্রিয়ায় ফিনেট লবণে পরিণত হয়।



www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

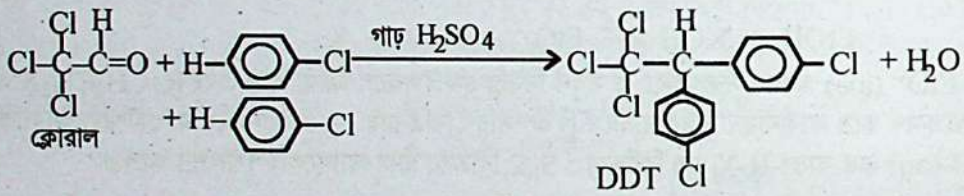
অ্যারাইল হ্যালাইডের শনাক্তকারী বিক্রিয়া : অ্যারাইল হ্যালাইড যেমন ক্লোরোবেনজিনকে Cu_2O প্রভাবকের উপস্থিতিতে ও 300 atm চাপে NH_3 গ্যাসের সাথে 200°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে অ্যানিলিন উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন যৌগ অ্যানিলিনকে ক্লোরোফরম ($CHCl_3$) ও KOH (alc.) সহ 60°–70°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে উগ্র গন্ধযুক্ত কার্বিল অ্যামিন বা ফিনাইল আইসো সায়ানাইড উৎপন্ন হয়।



ক্লোরোবেনজিনের ব্যবহার : ক্লোরোবেনজিন থেকে বিভিন্ন গুরুত্বপূর্ণ যৌগ যেমন ডি.ডি.টি (D.D.T), অ্যানিলিন ও ফেনল প্রভৃতি উৎপাদন করা যায়। এছাড়া দ্রাবক হিসেবে ক্লোরোবেনজিন শিল্পক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়।

ডিডিটি (DDT) এর পুরো নাম হলো প্যারা-প্যারা-ডাইক্লোরো ডাইফিনাইল ট্রাই ক্লোরো ইথেন।

ডিডিটি (DDT) প্রস্তুতি : গাঢ় H_2SO_4 এর উপস্থিতিতে ক্লোরোবেনজিনকে ক্লোরাল বা ট্রাইক্লোরো অ্যাসিট্যালডিহাইড (CCl_3–CHO) সহ উত্তপ্ত করলে ডিডিটি বা প্যারা-প্যারা ডাইক্লোরো ডাইফিনাইল ট্রাইক্লোরো ইথেন উৎপন্ন হয়।



১৯৪০ – ১৯৫০ দশকে DDT পাউডার কীটনাশক ও জীবাণুনাশক হিসেবে প্রচুর ব্যবহৃত হতো। ডিডিটি পাউডার পরিবেশের জন্যে ক্ষতিকর প্রমাণিত হওয়ায় বর্তমানে আন্তর্জাতিকভাবে কৃষিক্ষেত্রে এর ব্যবহার নিষিদ্ধ করা হয়েছে।

হ্যালোজেনো অ্যালকেনের বিশেষ ব্যবহার :

(১) দ্রাবকরূপে : অ্যালকেনের হ্যালোজেন জাতকসমূহ তেল, চর্বি ও গ্রীজ প্রভৃতির উত্তম দ্রাবকরূপে শিল্পক্ষেত্রে যন্ত্রপাতিতে লেগে থাকা তৈলাক্ত পদার্থ পরিষ্কার করতে ব্যবহৃত হয়। যেমন (i) ড্রাইক্লোরো মিথেন (CH_2Cl_2) (ii) ট্রাইক্লোরো ইথিন ($CCl_2 = CHCl$), (iii) টেট্রাক্লোরো ইথিন ($CCl_2 = CCl_2$) ইত্যাদি। আবার রাবার, ভার্নিস, পেইন্ট, তৈল ও চর্বির দ্রাবকরূপে ভারী অদাহ্য তরল (b.p = 146°C) অ্যাসিটিলিন টেট্রাক্লোরাইড ($CHCl_2 – CHCl_2$) বা ওয়েস্ট্রন (westron) ব্যবহৃত হয়।

(২) ড্রাই ওয়াশিং তরলরূপে : উলের কাপড় ও দামী সিনথেটিক কাপড়ের ড্রাই ওয়াশিং তরলরূপে 1, 1, 2–ট্রাইক্লোরো ইথিন ($CHCl = CCl_2$) বা ওয়েস্ট্রোসল (westrosol) ব্যবহৃত হয়। এছাড়া CCl_4 দ্রাবক ড্রাইওয়াশিং তরলরূপে ব্যবহৃত হয়।

(৩) অস্ত্রোপচারে চেতনানাশক রূপে : বহু বছর যাবৎ পূর্ণ চেতনানাশকরূপে ক্লোরোফরম ($CHCl_3$) অস্ত্রোপচারে পূর্বে ব্যবহৃত হতো। এটি লিভারে ক্ষতিকর ও ক্যান্সার সৃষ্টির প্রবণতা থাকায় বর্তমানে এর পরিবর্তে স্থানিক চেতনা নাশক (local anaesthetic) রূপে ক্লোরো মিথেন (CH_3Cl), ক্লোরো ইথেন (C_2H_5Cl) ও 2–ব্রোমো-2- ক্লোরো-1, 1, 1–ট্রাইফ্লোরো ইথেন ($CHBrCl–CF_3$) বা ফ্লোথেন (Fluothane) ব্যবহৃত হয়।

(৪) অগ্নি নির্বাপকরূপে : বর্তমানে উত্তম অগ্নি নির্বাপক রূপে ডাইব্রোমো ক্লোরো ফ্লোরো মিথেন (CBr_2ClF) বা বি.সি.এফ (BCF) ব্যবহৃত হয়। এটি অদাহ্য, উদ্বায়ী ও বায়ু অপেক্ষা ভারী। এটিকে হ্যালোনস্ (Halons)ও বলা হয়।

(৫) হিমায়করূপে (Refrigerant) ও প্রোপেল্যান্ট গ্যাস (Propellant) রূপে : ক্লোরো ফ্লোরো কার্বন বা CFC হলো মিথেন ও ইথেনের ক্লোরো ফ্লোরো জাতক। এরা গন্ধহীন, অদাহ্য, অবিষাক্ত পানিতে অদ্রবণীয় ও নিম্ন স্ফুটনাঙ্ক বিশিষ্ট এবং অল্প চাপে তরলীভূত করা যায়। এদের বাণিজ্যিক নাম হলো ফ্রিয়ন (freons)। এরা ওজোন স্তর ক্ষয় করে। হিমায়ক যন্ত্রের তরলরূপে ফ্রিয়ন–11($CFCl_3$), ফ্রিয়ন–12 (CF_2Cl_2), ফ্রিয়ন–114 ($CF_2Cl–CF_2Cl$) বা 1, 2-

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

আরো দেখুন

প্রতিদিনের চাকুরীর সার্কুলার পেতে এখানে ক্লিক করুন

প্রতি মাসের কারেন্ট অ্যাফেয়ার্স পিডিএফ এখানে ক্লিক করুন

চাকুরীর প্রয়োজনীয় সকল পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

বিসিএস এর প্রয়োজনীয় পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

প্রতি সপ্তাহের চাকুরী পত্রিকা ডাউনলোড এখানে ক্লিক করুন

সকল নিয়োগ পরীক্ষার প্রশ্ন সমাধান এখানে ক্লিক করুন

বিডিনিয়োগ.কম দেশের সেরা পিডিএফ কালেকশন

SSC এর প্রয়োজনীয় সকল পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

HSC এর প্রয়োজনীয় সকল পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

বিশ্ববিদ্যালয় ভর্তির সকল পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

সকল ধরনের সাজেশন ডাউনলোড এখানে ক্লিক করুন

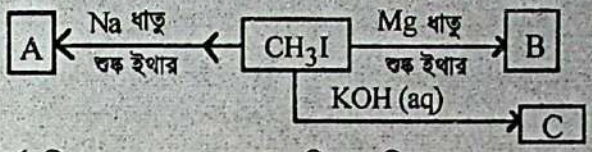
ORIGINAL
BDNIYOG.COM
COPYRIGHT

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

ড্রাইক্লোরো-1, 1, 2, 2-টেট্রাফ্লোরো ইথেন ব্যবহৃত হয়। এ সব CFC এরোসল-স্প্রে তৈরিতে প্রোপেল্যান্ট গ্যাসরূপে, হেয়ার স্প্রে, কীটনাশক ও সুগন্ধি রূপে গৃহ সামগ্রীতে ব্যবহৃত হয়।

শিক্ষার্থীর কাজ– ২.১৫ : অ্যালকাইল হ্যালাইড ও অ্যারাইল হ্যালাইডের বিক্রিয়াভিত্তিক :

সমস্যা – ২.৩০ : নিচের উদ্দীপকটি লক্ষ্য কর এবং সংশ্লিষ্ট প্রশ্নের উত্তর দাও। [ঢা. বো. ২০১৫]



(ক) C যৌগে বিদ্যমান কার্যকরী মূলকের শনাক্তকরণ পরীক্ষা সমীকরণসহ লেখ।

(খ) B যৌগের আর্দ্র বিশ্লেষণে প্রাপ্ত যৌগটি A এর সমগোত্রক কীনা মূল্যায়ন কর।

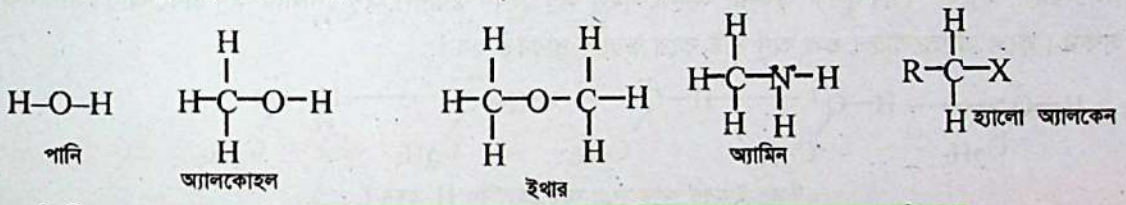
সমস্যা-২.৩১ : 2– ক্লোরো বিউটেন-এর সাথে KOH(aq) এর বিক্রিয়া উৎপাদের নামসহ লেখ।

সমস্যা-২.৩২ : অর্থোনাইট্রো ক্লোরো বেনজিনকে কীরূপে অর্থোনাইট্রো ফেনলে পরিণত করবে তা সমীকরণসহ লেখ।

২.১১.৪ অ্যালকোহল, ইথার ও অ্যামিন

Alcohols, Ethers and Amines

গাঠনিক সংকেতের দিক থেকে অজৈব পানি অণু, জৈব অ্যালকোহল অণু ও ইথার অণুর মধ্যে একটা সাদৃশ্য রয়েছে। পানি অণু (H_2O) তে অক্সিজেন পরমাণু দুটি H পরমাণুর সাথে যুক্ত আছে। অ্যালকোহল অণুতে অক্সিজেন পরমাণু একটি H পরমাণু ও একটি জৈব অ্যালকাইল মূলকের সাথে যুক্ত আছে। কিন্তু ইথার অণুতে অক্সিজেন পরমাণু দুটি অ্যালকাইল মূলকের সাথে যুক্ত থাকে। NH_3 অণুর H পরমাণু অ্যালকাইল মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপনে অ্যামিন উৎপন্ন হয়।



* কার্যকরী মূলকে একক বন্ধন আছে অ্যালকোহল, ইথার, অ্যামিন ও হ্যালো অ্যালকেন যৌগে। এ চার শ্রেণির যৌগের কার্যকরী মূলকে একক বন্ধনে প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া দেয়।

জেনে নাও :

* পানি অণুতে দুটি H পরমাণু একটি O পরমাণুর সাথে দুটি সমযোজী বন্ধনে আবদ্ধ আছে। O পরমাণু ও H পরমাণুর তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্য হলো (3.5–2.1) = 1.4। তাই পানির উভয় H পরমাণুতে আংশিক ধনাত্মক চার্জ ($\delta+$) সৃষ্টি হয়। সুতরাং পানি O পরমাণুতে অধিক ঋণাত্মক পোলারিটি সৃষ্টি হয়।

* অ্যালকোহল অণুতে একদিকের C–O বন্ধনটিতে উভয় পরমাণুর তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্য হলো (3.5–2.5) = 1.0 এবং O–H বন্ধনটিতে উভয় পরমাণুর তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্য হলো (3.5–2.1) =1.4। সুতরাং অ্যালকোহল অণুর O পরমাণুতে পানি অণুর তুলনায় কম পরিমাণে ঋণাত্মক পোলারিটি সৃষ্টি হয়। অর্থাৎ পানি অণুর তুলনায় অ্যালকোহল অণু কম পোলার অণু হয়।

* ইথার অণুতে উভয় দিকে C–O সমযোজী বন্ধন আছে; যেমন (–C–O–C–)। এক্ষেত্রে উভয় C–O বন্ধনের পরমাণু দুটির তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্য হলো (3.5–2.5) = 1.0। অপরদিকে অ্যালকোহল অণুতে একদিকে C–O বন্ধনটির উভয় পরমাণুর তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্য 1.0 হলেও অ্যালকোহলের O–H সমযোজী বন্ধনটিতে উভয় পরমাণুর তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্য হলো (3.5–2.1) = 1.4। তাই অ্যালকোহলের তুলনায় ইথার অণুতে কার্বন অক্সিজেন পোলারিটির মান কম হবে। অর্থাৎ ইথার অণু অ্যালকোহল অণুর তুলনায় কম পোলার হয়। পোলারিটির ক্রম অনুসারে,

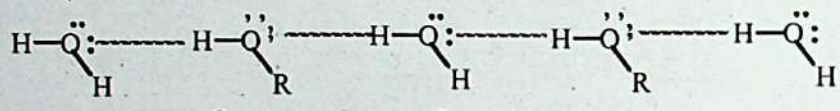
$$H_2O > CH_3–OH > CH_3OCH_3$$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

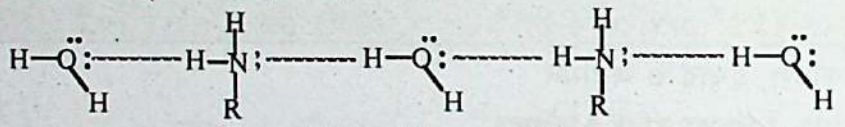
*** অ্যালকোহল ও অ্যামিন পানিতে দ্রবণীয়; কিন্তু ইথার পানিতে অদ্রবণীয়।** এর ব্যাখ্যা হলো নিম্নরূপ :

অ্যালকোহল অণুসমূহে –OH মূলক থাকে। তাই অ্যালকোহল অণু পোলার অণু এবং H বন্ধন করতে সক্ষম। অ্যালকোহল অণুসমূহ পোলার পানি অণুর সাথে হাইড্রোজেন বন্ধন করতে পারে। তাই H বন্ধনের মাধ্যমে পানিতে অ্যালকোহল অণুসমূহ দ্রবীভূত থাকে।



চিত্র : অ্যালকোহল ও পানি অণুর মধ্যে H–বন্ধন

অ্যামিনের অণুতে N–H বন্ধন আছে। তাই অ্যামিন পোলার অণু। এছাড়া অ্যামিনসমূহের N-পরমাণুতে নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগলের সাথে পানি অণু হাইড্রোজেন বন্ধন করতে পারে। তাই H বন্ধন দ্বারা সব অ্যামিন পানিতে দ্রবীভূত হয়। তবে অ্যালকাইল মূলকের আকার বৃদ্ধির সাথে দ্রাব্যতা হ্রাস পায়।

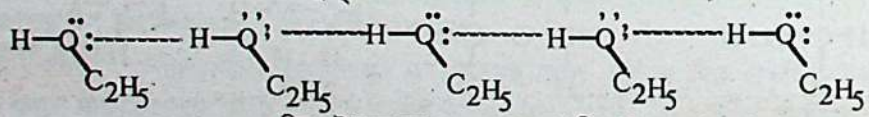


চিত্র : অ্যামিন ও পানি অণুর মধ্যে H- বন্ধন।

* অপরদিকে ইথার অণুতে O-পরমাণুর সাথে কোনো H পরমাণু সমযোজী বন্ধনে আবদ্ধ না থাকায় ইথার অণু পানিতে H বন্ধন করতে পারে না। তাই ইথার পানিতে অদ্রবণীয়।

* কক্ষ তাপমাত্রায় ইথেন (C_2H_6) হলো গ্যাস; কিন্তু ইথানল (C_2H_5OH) হলে তরল। এর ব্যাখ্যা হলো নিম্নরূপ :

অ্যালকোহল অণুতে –OH মূলক থাকায়, অ্যালকোহল অণু যেমন ইথানল অণু পোলার অণু এবং আন্তঃআণবিক H-বন্ধন করতে সক্ষম। ফলে অ্যালকোহল গুচ্ছ অণু সৃষ্টি করে তরলে পরিণত হয়।

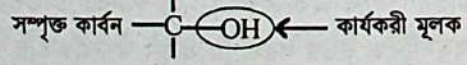


চিত্র : ইথানল অণুর মধ্যে আন্ত:ঃআণবিক H–বন্ধন (.....)

অপরদিকে ইথেন হলো সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন। ইথেন (C_2H_6) অণু অপোলার; তাই ইথেন অণুতে H–বন্ধন সম্ভব নয়। ইথেন অণু একক অণু হিসেবে কক্ষ তাপমাত্রায় গ্যাসীয় অবস্থায় থাকে। ইথেন অণুসমূহে দুর্বল ভ্যানডার ওয়ালস আকর্ষণ বল থাকে।

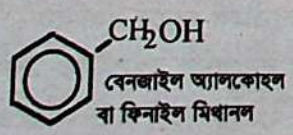
অ্যালকোহলের সংজ্ঞা : অ্যালিফেটিক হাইড্রোকার্বনের অণুস্থিত সম্পৃক্ত C–পরমাণুর সাথে যুক্ত H–পরমাণুগুলো থেকে কেবল একটি H–পরমাণুকে একটি হাইড্রক্সি (–OH) মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত করলে যে সব হাইড্রক্সি জৈবযৌগ উৎপন্ন হয়, এদেরকে অ্যালকোহল বলে। যেমন,

CH_3-OH	CH_3-CH_2-OH
মিথাইল অ্যালকোহল বা, মিথানল	ইথাইল অ্যালকোহল বা, ইথানল

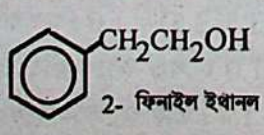


অ্যালকোহল অণুস্থিত সম্পৃক্ত কার্বন ও কার্যকরী মূলক।

অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বনের পার্শ্ব শিকল যেমন মিথাইল ($-CH_3$) মূলক ও ইথাইল ($CH_3CH_2^-$) মূলকের একটি H- পরমাণুকে -OH মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত করলে উৎপন্ন যৌগকে অ্যারোমেটিক অ্যালকোহল বলে। যেমন –



বেনজাইল অ্যালকোহল বা ফিনাইল মিথানল



2- ফিনাইল ইথানল

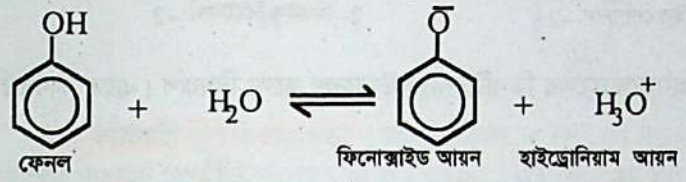
ফেনল

ফেনলের সংজ্ঞা : বেনজিন বলয়ের কোনো H পরমাণু –OH মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত করলে উৎপন্ন যৌগকে ফেনল (Phenol) বলে।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

অ্যালকোহলসমূহ লিটমাস নিরপেক্ষ অর্থাৎ লিটমাসের বর্ণ পরিবর্তন করতে না পারলেও ফেনল অম্লরূপে নীল লিটমাসের বর্ণ-পরিবর্তন করে লাল করে। অর্থাৎ ফেনলের –OH মূলকের H পরমাণুটি পানিতে H^+ আয়নরূপে বিয়োজিত হয়ে থাকে এবং পানির সাথে হাইড্রোনিয়াম আয়ন H_3O^+ তৈরি করে।



ফেনল ফিনোক্সাইড আয়ন হাইড্রোনিয়াম আয়ন

MCQ–2.21 : কোনটিতে H–বন্ধন ঘটে?
(ক) CH_4 (খ) CH_3OH
(গ) CH_3OCH_3 (ঘ) CH_3Cl

অ্যালকোহল বলতে মনোহাইড্রিক অ্যালকোহলকে বোঝায়। মনোহাইড্রিক অ্যালকোহলে একটি (–OH) মূলক থাকে। এর সাধারণ সংকেত হলো $C_nH_{2n+1}OH$ বা R–OH। সম্পৃক্ত পলিহাইড্রিক অ্যালকোহলের সাধারণ সংকেত হলো- $C_nH_{2n+2-x}–(OH)x$।

অ্যালকোহলের শ্রেণিবিভাগ

অ্যালকোহলের অণুস্থিত –OH মূলকের সংখ্যানুসারে অ্যালকোহলসমূহকে প্রধানত দু'শ্রেণিতে ভাগ করা হয়। যেমন,

(১) মনোহাইড্রিক অ্যালকোহল ও (২) পলিহাইড্রিক অ্যালকোহল

মনোহাইড্রিক অ্যালকোহল : একটি মাত্র -OH মূলক যুক্ত অ্যালকোহলসমূহকে মনোহাইড্রিক অ্যালকোহল বলে (mono = এক)। যেমন, মিথাইল অ্যালকোহল, ইথাইল অ্যালকোহল, প্রোপাইল অ্যালকোহল।

$CH_3–OH$	$CH_3–CH_2–OH$	$CH_3–CH_2–CH_2–OH$
মিথাইল অ্যালকোহল বা, মিথানল	ইথাইল অ্যালকোহল বা, ইথানল	প্রোপাইল অ্যালকোহল বা, প্রোপানল–1

(ক) মনোহাইড্রিক অ্যালকোহলের শ্রেণিবিভাগ : মনোহাইড্রিক অ্যালকোহলের কার্বন শিকলে –OH মূলকের অবস্থান বা -OH মূলক যুক্ত C-পরমাণুতে H-পরমাণুর সংখ্যা অনুসারে এদেরকে নিম্নোক্ত তিন শ্রেণিতে ভাগ করা যায়। যেমন,

(১) প্রাইমারি বা 1° অ্যালকোহল, (২) সেকেন্ডারি বা 2° অ্যালকোহল ও (৩) টারসিয়ারি বা 3° অ্যালকোহল।

প্রাইমারি অ্যালকোহল : প্রাইমারি মনোহাইড্রিক অ্যালকোহলে একযোজী $–CH_2OH$ মূলক থাকে। অর্থাৎ –OH মূলক যুক্ত C–পরমাণুতে কমপক্ষে দুটি H–পরমাণু থাকে। তখন দুটি H–পরমাণুযুক্ত C–পরমাণুতে ১টি অ্যালকাইল মূলক থাকে। যেমন,

$R–CH_2–OH$	$H–CH_2–OH$	$CH_3–CH_2–OH$
প্রাইমারি বা 1° অ্যালকোহল	মিথানল	ইথানল

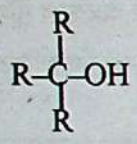
সেকেন্ডারি অ্যালকোহল : সেকেন্ডারি মনোহাইড্রিক অ্যালকোহলে দ্বিযোজী $–\overset{|}{C}HOH$ মূলক থাকে। অর্থাৎ –OH মূলক যুক্ত C–পরমাণুতে একটি মাত্র H–পরমাণু ও দুটি অ্যালকাইল মূলক যুক্ত থাকে। যেমন,

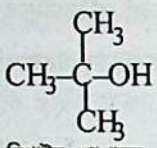
$R–\overset{R}{\overset{|}{C}}H–OH$	$CH_3–\overset{CH_3}{\overset{|}{C}}H–OH$	$CH_3–CH_2–\overset{CH_3}{\overset{|}{C}}H–OH$
সেকেন্ডারি বা 2° অ্যালকোহল	প্রোপানল–2	বিউটানল –2

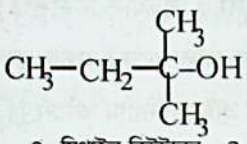
টারসিয়ারি অ্যালকোহল : টারসিয়ারি মনোহাইড্রিক অ্যালকোহলে ত্রিযোজী $>C–OH$ মূলক থাকে। অর্থাৎ –OH মূলকযুক্ত C–পরমাণুতে কোনো H– পরমাণু থাকে না, এতে তিনটি অ্যালকাইল মূলক যুক্ত থাকে। যেমন,

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

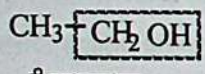
Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

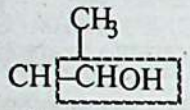

টারসিয়ারি বা 3° অ্যালকোহল

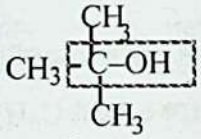

2–মিথাইল প্রোপানল –2


2–মিথাইল বিউটানল –2

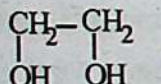
সুতরাং 1° অ্যালকোহল, 2° অ্যালকোহল ও 3° অ্যালকোহলের তিনটি সহজ উদাহরণ হলো নিম্নরূপ। এতে কার্যকরী মূলক বক্সের মধ্যে দেখানো হলো।

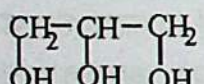

1° অ্যালকোহল

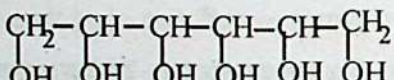

2° অ্যালকোহল


3° অ্যালকোহল

(খ) পলিহাইড্রিক অ্যালকোহল : কার্বন শিকলের ভিন্ন ভিন্ন কার্বনে দুই বা ততোধিক –OH মূলক যুক্ত থাকলে ঐ সব অ্যালকোহলকে পলিহাইড্রিক অ্যালকোহল বলে। (poly = অনেক, একের বেশি)। আবার পলি-হাইড্রিক অ্যালকোহলে দুটি –OH মূলক থাকলে ঐ অ্যালকোহলকে ডাইঅল (diol), তিনটি –OH মূলক থাকলে ট্রাইঅল (triol) এবং চারটি –OH মূলক থাকলে টেট্রাঅল ((tetraol) বলা হয়। এছাড়া বিশেষ নামযুক্ত গ্লাইকল, গ্লিসারিন ইত্যাদি আছে। যেমন –


ইথেন- 1, 2 ডাইঅল বা ইথিলিন গ্লাইকল

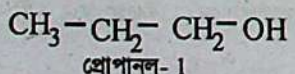

গ্লিসারিন (গ্লিসারল)

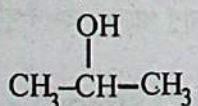

হেক্সান - 1, 2, 3, 4,5, 6– হেক্স-অল বা সরবিটল

জেনে নাও : * পলিহাইড্রিক অ্যালকোহলসমূহ moisturizing agent রূপে চোখের ড্রপ (চোখের dryness এর জন্য) এবং ক্রিমের বিভিন্ন ক্রিম তৈরিতে ব্যবহৃত হয়। এসব পলিহাইড্রিক অ্যালকোহল –OH মূলকের মাধ্যমে H–বন্ধন দ্বারা বায়ু থেকে পানি অণুকে আবদ্ধ করে রাখে।

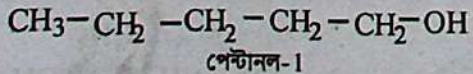
অ্যালকোহলের সমাণুতা : মনোহাইড্রিক আলকোহলসমূহ নিম্নোক্ত তিন প্রকার গাঠনিক সমাণুতা প্রদর্শন করে।

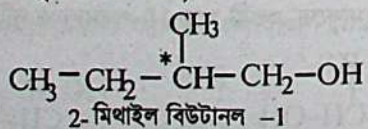
(১) অবস্থান সমাণুতা : অ্যালকোহল অণুর C–শিকলে–OH মূলকের অবস্থানের ভিন্নতার কারণে অবস্থান সমাণুতা দেখা যায়। যেমন, প্রোপানল (C_3H_7OH) এর নিম্নোক্ত দুটি সমাণু আছে।


প্রোপানল- 1


প্রোপানল –2

(২) চেইন সমাণুতা : অ্যালকোহল অণুর কার্বন শিকলের শাখাযুক্ত অথবা সরল চেইন থাকার কারণে চেইন সমাণুতার উদ্ভব ঘটে। যেমন, পেন্টানল ($C_5H_{11}OH$) এর নিম্নোক্ত দুটি চেইন সমাণু সম্ভব। যেমন,

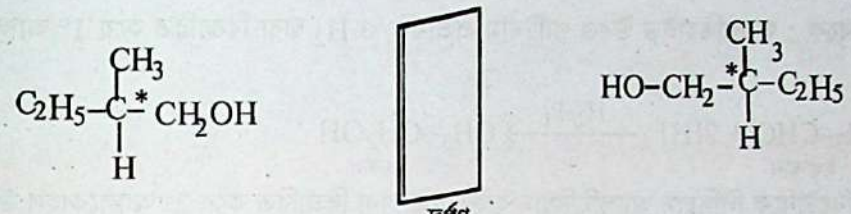

পেন্টানল-1


2- মিথাইল বিউটানল –1

উল্লেখ্য 2–মিথাইল বিউটানল–1 হলো কাইরাল কেন্দ্র (Chiral Centre) বিশিষ্ট একটি অ্যালকোহল [কাইরাল কেন্দ্রটি তারকা (*) চিহ্নিত করা হয়েছে।] সুতরাং 2–মিথাইল রিউটানল–1 হলো একটি আলোক সক্রিয় যৌগ। অ্যালকোহলের আলোক সমাণুর ক্ষেত্রে অবস্থান সমাণু ও চেইন সমাণু জড়িত থাকে।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com



2- মিথাইল বিউটানল – 1 এর দুটি ভিন্ন কনফিগারেশন যারা পরস্পরের দর্পণ প্রতিবিম্ব।

(৩) কার্যকরী মূলক সমাণুতা : অ্যালকোহল ও ইথারের মধ্যে কার্যকরী মূলক সমাণুতা দেখা যায়। অ্যালকোহল ও ইথারের সাধারণ আণবিক সংকেত হলো $C_nH_{2n+2}O$ যেমন C_2H_6O। C_2H_6O এর নিম্নোক্ত অ্যালকোহল ও ইথার সমাণু আছে। এক্ষেত্রে উভয়ের কার্যকরী মূলক ভিন্ন থাকে। যেমন –

$CH_3–CH_2–OH$
ইথানল
কার্যকরী মূলক (–C–OH)

$CH_3–O–CH_3$
ডাইমিথাইল ইথার বা মিথোক্সি মিথেন
কার্যকরী মূলক (–C–O–C–)

অ্যালকোহলের সাধারণ প্রস্তুত পদ্ধতি :

(১) RX-এর আর্দ্র বিশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় : হ্যালোজেনো অ্যালকেন (R–X) কে কস্টিক সোডা (NaOH) এর জলীয় দ্রবণে উত্তপ্ত করে এর আর্দ্র বিশ্লেষণ দ্বারা অ্যালকোহল উৎপন্ন করা যায়।

$$\underset{\text{হ্যালোজেনো অ্যালকেন}}{R–CH_2–X} + NaOH\ (aq) \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{অ্যালকোহল}}{R–CH_2–OH} + NaX$$

যেমন, $\underset{\text{1–ক্লোরো প্রোপেন}}{CH_3CH_2CH_2–Cl} + NaOH\ (aq) \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{1–প্রোপানল}}{CH_3CH_2CH_2–OH} + NaCl$

* প্রাইমারি হ্যালোজেনো অ্যালকেন থেকে অ্যালকোহল উৎপাদন ভালো হলেও 2° বা 3° হ্যালোজেনো অ্যালকেন থেকে অ্যালকোহলের সাথে অ্যালকিনও উৎপন্ন হয়। দুর্বল ক্ষারক যেমন, আর্দ্র সিলভার অক্সাইড বা জলীয় K_2CO_3 ব্যবহারে উৎপাদন ভালো হয়। হ্যালোজেনো অ্যালকেন এর সক্রিয়তা ক্রম হলো R–I > R–Br > R–Cl.

(২) অ্যালকিন থেকে অ্যালকোহল প্রস্তুতি : পানি সংযোজন প্রক্রিয়ায় : অ্যালকিন ও গাঢ় H_2SO_4 এসিডের সংযোজনে অ্যালকাইল হাইড্রোজেন সালফেট উৎপন্ন হয়। শেষে প্রাপ্ত যৌগকে আর্দ্রবিশ্লেষিত করলে অ্যালকোহল উৎপন্ন হয়। [মার্কনিকভের সূত্র অনুসৃত হয়।]

$$\underset{\text{অ্যালকিন}}{R–CH=CH_2} + H–OH \xrightarrow[\Delta]{\text{গাঢ় } H_2SO_4} \underset{\text{অ্যালকোহল}}{R–CH(OH)–CH_3}$$

$$\underset{\text{প্রোপিন}}{CH_3–CH=CH_2} + H–OH \xrightarrow[100℃]{\text{গাঢ় } H_2SO_4} \underset{\text{প্রোপানল–2}}{CH_3–CH(OH)–CH_3}$$

$$\underset{\text{ইথিন}}{CH_2=CH_2} + \underset{\text{সালফিউরিক এসিড}}{H–OSO_3H} \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{ইথাইল হাইড্রোজেন সালফেট}}{CH_3–CH_2–OSO_3H}$$

$$\underset{\text{ইথাইল হাইড্রোজেন সালফেট}}{CH_3CH_2–OSO_3H} + \underset{\text{পানি}}{H_2O} \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{ইথানল}}{CH_3CH_2–OH} + H_2SO_4$$

(৩) কার্বনিল যৌগসমূহ (অ্যালডিহাইড ও কিটোন) থেকে অ্যালকোহল প্রস্তুতি : কার্বনিল মূলক যুক্ত যৌগ যেমন, অ্যালডিহাইড (R–CHO) ও কিটোন (R_2CO) কে সঠিক বিজারণের ফলে সমসংখ্যক কার্বন পরমাণু যুক্ত অ্যালকোহল উৎপন্ন হয়। অধিক চাপ ও উত্তপ্ত প্রভাবক যেমন, Ni, Pt বা, Pd সহ H_2 অথবা নিষ্ক্রিয় দ্রাবকে যেমন, ইথোক্সি ইথেনে লিথিয়াম অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রাইড ($LiAlH_4$) উত্তম বিজারকরূপে এক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়। যেমন,

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

(i) অ্যালডিহাইড থেকে : অ্যালডিহাইড উত্তপ্ত প্লাটিনাম প্রভাবক ও H_2 দ্বারা বিজারিত হয়ে 1° অ্যালকোহল উৎপন্ন করে।

$$\underset{\text{ইথান্যাল}}{CH_3–CHO} + 2[H] \xrightarrow{H_2/Pt} \underset{\text{ইথানল}}{CH_3–CH_2OH}$$

(ii) কিটোন থেকে : কিটোনকে লিথিয়াম অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রাইড দ্বারা বিজারিত করে 2° অ্যালকোহল উৎপন্ন করা হয়।

$$\underset{\text{প্রোপানোন}}{CH_3–CO–CH_3} + 2[H] \xrightarrow[\text{ইথোক্সিইথেন}]{LiAlH_4} \underset{\text{প্রোপানল–2}}{CH_3–CH(OH)–CH_3}$$

(৪) কার্বক্সিলিক এসিড থেকে অ্যালকোহল প্রস্তুতি : ডাইইথাইল ইথার (বা ইথোক্সি ইথেন) এ দ্রবীভূত লিথিয়াম অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রাইড দ্বারা কার্বক্সিলিক এসিডকে উত্তপ্ত করলে কার্বক্সিল মূলকের অংশ কার্বনিল মূলকটি ($>C=O$) বিজারিত হয়ে 1° অ্যালকোহল উৎপন্ন হয়।

$$\underset{\text{কার্বক্সিলিক এসিড}}{R–\overset{O}{\overset{\|}{C}}–OH} + 4[H] \xrightarrow[\text{ইথোক্সি ইথেন}]{LiAlH_4} \underset{\text{1° অ্যালকোহল}}{R–CH_2–OH} + H_2O$$

$$\underset{\text{ইথানোয়িকএসিড}}{CH_3–COOH} + 4[H] \xrightarrow[C_2H_5OC_2H_5]{LiAlH_4} \underset{\text{ইথানল}}{CH_3–CH_2–OH} + H_2O$$

(৫) কার্বক্সিলিক এসিডের জাতক থেকে অ্যালকোহল প্রস্তুতি : কার্বক্সিলিক এসিডের তিনটি জাতক যেমন, অ্যাসাইল ক্লোরাইড বা এসিড ক্লোরাইড (R-COCl), এস্টার (R-COOR) ও এসিড অ্যানহাইড্রাইড $[(RCO)_2O]$ কে শক্তিশালী বিজারক যেমন শুষ্ক ডাই ইথাইল ইথারে দ্রবীভূত লিথিয়াম অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রাইড ($LiAlH_4$) দ্বারা বিজারিত করলে প্রতি ক্ষেত্রে 1°– অ্যালকোহল উৎপন্ন হয়। যেমন,

(i) এসিড ক্লোরাইড থেকে :

$$\underset{\text{এসিড ক্লোরাইড}}{R–\overset{O}{\overset{\|}{C}}–Cl} + 4[H] \xrightarrow[\text{শুষ্ক ইথার}]{LiAlH_4} \underset{\text{1° অ্যালকোহল}}{R–CH_2OH} + HCl$$

উদাহরণ : এসিড ক্লোরাইড যেমন, ইথানোয়িল ক্লোরাইডকে শুষ্ক ইথারে দ্রবীভূত লিথিয়াম অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রাইড নামক শক্তিশালী বিজারক দ্বারা বিজারিত করলে ইথানল উৎপন্ন হয়।

$$\underset{\text{অ্যাসিটাইল ক্লোরাইড}}{CH_3–\overset{O}{\overset{\|}{C}}–Cl} + 4[H] \xrightarrow[\text{শুষ্ক ইথার}]{LiAlH_4} \underset{\text{ইথানল}}{CH_3CH_2–OH} + HCl$$

(ii) এস্টার থেকে :

$$\underset{\text{এস্টার}}{R–\overset{O}{\overset{\|}{C}}–O–R'} + 4[H] \xrightarrow[\text{শুষ্ক ইথার}]{LiAlH_4} \underset{\text{1° অ্যালকোহল}}{R\text{-}CH_2OH} + \underset{\text{অ্যালকোহল}}{R'\text{-}O\text{-}H}$$

উদাহরণ : ইথাইল ইথানোয়েট এস্টারকে শক্তিশালী বিজারক যেমন শুষ্ক ইথারে দ্রবীভূত লিথিয়াম অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রাইড দ্বারা বিজারিত করলে দুই অণু ইথানল উৎপন্ন হয়।

$$\underset{\text{ইথাইল ইথানোয়েট}}{CH_3–\overset{O}{\overset{\|}{C}}–O–C_2H_5} + 4[H] \xrightarrow[\text{শুষ্ক ইথার}]{LiAlH_4} \underset{\text{ইথানল}}{CH_3CH_2OH} + \underset{\text{ইথানল}}{C_2H_5OH}$$

(iii) এসিড অ্যানহাইড্রাইড থেকে :

$$\underset{\text{এসিড অ্যানহাইড্রাইড}}{(R–\overset{O}{\overset{\|}{C}}–)_2O} + 8[H] \xrightarrow[\text{শুষ্ক ইথার}]{LiAlH_4} \underset{\text{1° অ্যালকোহল}}{2R–CH_2–OH} + H_2O$$

উদাহরণ : অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড বা ইথানোয়িক অ্যানহাইড্রাইডকে শুষ্ক ইথারে দ্রবীভূত লিথিয়াম অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রাইড ($LiAlH_4$) দ্বারা বিজারিত করলে ইথানল ও পানি উৎপন্ন হয়।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

$$(CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-)_2O + 8[H] \xrightarrow[\text{শুষ্ক ইথার}]{LiAlH_4} \underset{\text{ইথানল}}{2CH_3CH_2OH} + H_2O$$
অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড

(৬) গ্রিগনার্ড বিকারক থেকে 1°, 2°, 3° অ্যালকোহল প্রস্তুতি : গ্রিগনার্ড বিকারক হলো অ্যালকাইল ম্যাগনেসিয়াম হ্যালাইড (RMgX) অথবা অ্যারাইল ম্যাগনেসিয়াম হ্যালাইড (ArMgX)।

(i) গ্রিগ্রনার্ড বিকারক থেকে 1° অ্যালকোহল : শুষ্ক ইথারে দ্রবীভূত অ্যালকাইল ম্যাগনেসিয়াম হ্যালাইড বা গ্রিগনার্ড বিকারক (RMgX) এর সাথে ফরম্যালডিহাইড (H–CHO) গ্যাসের বিক্রিয়ায় প্রথমে যুত যৌগ উৎপন্ন হয়। পরে ঐ যুত যৌগকে অম্লীয় মাধ্যমে আর্দ্র বিশ্লেষণ করলে 1° বা প্রাইমারি অ্যালকোহল উৎপন্ন হয়। যেমন,

$$R-MgX + H-\underset{\text{ফরম্যালডিহাইড}}{\overset{H}{\overset{|}{C}}=O} \xrightarrow{\text{শুষ্ক ইথার}} \underset{\text{যুত যৌগ}}{R-\overset{H}{\overset{|}{C}}-\overset{-}{O}\overset{+}{M}gX} \xrightarrow[HCl\,(aq)]{H_2O\,\Delta} \underset{1^\circ\text{ অ্যালকোহল}}{R-\overset{H}{\overset{|}{C}}-OH} + Mg(OH)X$$

$$\text{যেমন, } \underset{\text{মিথাইল Mg ব্রোমাইড}}{CH_3-MgBr} + H-\underset{\text{ফরম্যালডিহাইড}}{\overset{H}{\overset{|}{C}}=O} \xrightarrow{\text{শুষ্ক ইথার}} \underset{\text{যুত যৌগ}}{CH_3-\overset{H}{\overset{|}{C}}-OMgBr} \xrightarrow[HCl\,(aq)]{H_2O,\ \Delta} \underset{\text{ইথানল}}{CH_3-\overset{H}{\overset{|}{C}}-OH} + Mg(OH)Br$$

(ii) গ্রিগনার্ড বিকারক থেকে 2° অ্যালকোহল : শুষ্ক ইথারে দ্রবীভূত গ্রিগনার্ড বিকারক (RMgX) এর সাথে ফরম্যালাডিহাইড ছাড়া অন্য যেকোনো অ্যালডিহাইড যেমন বিশুদ্ধ অ্যাসিট্যালডিহাইড (CH_3CHO) এর বিক্রিয়ায় প্রথমে যুত যৌগ উৎপন্ন হয়। পরে ঐ যুত যৌগকে অম্লীয় মাধ্যমে উত্তপ্ত করলে যুত যৌগটি আর্দ্র-বিশ্লেষিত হয়ে 2° অ্যালকোহল উৎপন্ন করে। যেমন,

$$RMgX + \underset{\text{অ্যাসিট্যালডিহাইড}}{CH_3-\overset{H}{\overset{|}{C}}=O} \xrightarrow{\text{শুষ্ক ইথার}} \underset{\text{যুত যৌগ}}{R-\overset{H}{\overset{|}{C}}-\overset{-}{O}\overset{+}{M}gX} \xrightarrow[HCl\,(aq)]{H_2O,\ \Delta} \underset{2^\circ\text{ অ্যালকোহল}}{R-\overset{H}{\overset{|}{C}}-OH} + Mg(OH)X$$

$$\text{যেমন, } \underset{\text{মিথাইল Mg ব্রোমাইড}}{CH_3MgBr} + CH_3-\overset{H}{\overset{|}{C}}=O \xrightarrow{\text{শুষ্ক ইথার}} \underset{\text{যুত যৌগ}}{CH_3-\overset{H}{\overset{|}{C}}-\overset{-}{O}\overset{+}{M}gBr} \xrightarrow[HCl\,(aq)]{H_2O,\ \Delta} \underset{\text{প্রোপানল-2}}{CH_3-\overset{H}{\overset{|}{C}}-OH} + Mg(OH)Br$$

(iii) গ্রিগ্নার্ড বিকারক থেকে 3° অ্যালকোহল : শুষ্ক ইথারে দ্রবীভূত গ্রিগনার্ড (RMgX) এর সাথে কিটোন যেমন অ্যাসিটোন (CH_3COCH_3) এর বিক্রিয়ায় প্রথমে যুত যৌগ উৎপন্ন হয়। পরে ঐ যুতযৌগকে অম্লীয় মাধ্যমে উত্তপ্ত করলে যুত যৌগটি আর্দ্র বিশ্লেষিত হয়ে 3° অ্যালকোহল উৎপন্ন করে। যেমন,

$$RMgX + \underset{\text{অ্যাসিটোন}}{CH_3-\overset{CH_3}{\overset{|}{C}}=O} \xrightarrow{\text{শুষ্ক ইথার}} \underset{\text{যুত যৌগ}}{R-\overset{CH_3}{\overset{|}{C}}-\overset{-}{O}\overset{+}{M}gX} \xrightarrow[HCl\,(aq)]{H_2O,\ \Delta} \underset{3^\circ\text{ অ্যালকোহল}}{R-\overset{CH_3}{\overset{|}{C}}-OH} + Mg(OH)X$$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

$$CH_3-MgBr + CH_3-\underset{\text{অ্যাসিটোন}}{\overset{CH_3}{\overset{|}{C}}}=O \xrightarrow{\text{শুষ্ক ইথার}} CH_3-\underset{\text{যুত যৌগ}}{\overset{CH_3}{\overset{|}{C}}}-OMgBr \xrightarrow[HCl\ (aq)]{H_2O,\ \Delta} CH_3-\underset{\text{2- মিথাইল প্রোপানল –2}}{\overset{CH_3}{\overset{|}{C}}}-OH + Mg(OH)Br$$

মিথানল প্রস্তুতি (Preparation of Methanol) :

বর্তমানে পৃথিবীতে উৎপাদিত মিথানলের প্রায় 90% ওয়াটার গ্যাস ($CO + H_2$) থেকে সংশ্লেষণ করা হয়। লোহিত তপ্ত কোক (1400°C) ও স্টিম থেকে ওয়াটার গ্যাস উৎপাদন করা হয়।

$$C\ (s) + H_2O\ (g) \xrightarrow{1400°C} \underbrace{[CO\ (g) + H_2\ (g)]}_{\text{ওয়াটার গ্যাস}}$$

ওয়াটার গ্যাস ও এর অর্ধেক আয়তনের পরিমাণ H_2 গ্যাসের মিশ্রণকে 200 atm চাপে এবং 300°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত জিংক অক্সাইড ও ক্রোমিক অক্সাইড বা Al_2O_3 মিশ্র প্রভাবকের ওপর দিয়ে বিক্রিয়া প্রকোষ্ঠে চালনা করলে CO ও H_2 এর সংযোজনে মিথানল উৎপন্ন হয়। এ পদ্ধতিতে উৎপাদিত মিথানলের বিশুদ্ধতা প্রায় 99% হয়।

$$\underset{\text{ওয়াটার গ্যাস}}{[CO\ (g) + H_2\ (g)]} + H_2\ (g) \xrightarrow[300°C,\ 200\ atm]{ZnO,\ Cr_2O_3} \underset{\text{মিথানল}}{CH_3OH(l)}$$

ইথানল প্রস্তুতি (Preparation of Ethanol)

গ্লুকোজের লঘু 10% জলীয় দ্রবণে ঈস্ট কোষ যোগ করে প্রায় 20°– 25°C উষ্ণতায় কয়েক ঘণ্টা রেখে দিলে ঐ ঈস্ট থেকে নিঃসৃত 'জাইমেস' নামক এনজাইমের প্রভাবে গ্লুকোজ অণু বিযোজিত হয়ে ইথানল ও বুদ্‌বুদসহ CO_2 গ্যাস উৎপন্ন হয়। এটি একটি গাঁজন বা ফারমেন্টেশন প্রক্রিয়া। ফারমেন্টেশন পদ্ধতিতে ইথানল উৎপাদনে গ্লুকোজের উৎসরূপে নিম্নোক্ত দু'শ্রেণির কার্বোহাইড্রেট ব্যবহৃত হয়। যেমন,

শ্বেতসার বা স্টার্চ $[(C_6H_{10}O_5)_n]$ জাতীয় পদার্থ; যেমন, আলু, গম, চাউল, বার্লি, ভুট্টা ইত্যাদি।

ডাইস্যাকারাইড ($C_{12}H_{22}O_{11}$) জাতীয় পদার্থ; চিটাগুড় বা মোলাসেস, ইক্ষু রস, বীট ইত্যাদি।

স্টার্চের উৎস আলুকে 140°C তাপমাত্রায় স্টিম দ্বারা উত্তপ্ত করে মণ্ড বা 'ম্যাশ' (mash) তৈরি করা হয়। এতে মল্টগুঁড়া ও পানি মিশিয়ে 40°C তাপমাত্রায় প্রায় এক ঘণ্টাকাল রেখে দেয়া হয়। মল্টের মধ্যস্থ 'ডায়াস্টেস' এনজাইম স্টার্চকে আর্দ্র বিশ্লেষিত করে মল্টোজ 'সুগারে' পরিণত করে।

$$\underset{\text{স্টার্চ}}{2(C_6H_{10}O_5)_n} + nH_2O \xrightarrow[40°–50°C]{\text{ডায়াস্টেস্}} \underset{\text{মল্টোজ}}{n.C_{12}H_{22}O_{11}}$$

শেষে 25°C তাপমাত্রায় 10% মল্টোজ দ্রবণে 'ঈস্ট' যোগ করা হয়। ঈস্ট থেকে 'ম্যালটেস' ও 'জাইমেস' নামক দুটি এনজাইম নিঃসৃত হয়। ম্যালটেস্ মল্টোজকে আর্দ্র বিশ্লেষিত করে গ্লুকোজে এবং জাইমেস গ্লুকোজকে বিযোজিত করে ইথানল ও CO_2 গ্যাসে পরিণত করে।

$$\underset{\text{মল্টোজ}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O \xrightarrow[25°C]{\text{ম্যালটেস}} \underset{\text{গ্লুকোজ}}{2\ C_6H_{12}O_6} \quad \underset{\text{গ্লুকোজ}}{2\ C_6H_{12}O_6} \xrightarrow[25°C]{\text{জাইমেস}} \underset{\text{ইথানল}}{4\ C_2H_5-OH} + 4\ CO_2$$

এ প্রক্রিয়ায় 12–15% ইথানল, পানি ও গ্লিসারিন ইত্যাদির মিশ্রণ উৎপন্ন হয়। এ মিশ্রণকে আংশিক পাতন করে রেক্‌টিফাইড স্পিরিট (rectified spirit) পাওয়া যায়। রেকটিফাইড স্পিরিট হলো 95.6% ইথানল ও 4.4% পানির সমস্ফুটন মিশ্রণ এবং এর স্ফুটনাঙ্ক হলো 78.1°C।

রেকটিফাইড স্পিরিট থেকে বিশুদ্ধ ইথানল প্রস্তুতি :

(১) পাথুরে চুনসহ পাতন : রেকটিফাইড স্পিরিটকে পাথুরে চুন বা কুইক লাইম (CaO) সহযোগে পাতন (78.3°C) করে বিশুদ্ধ ইথানল 99.5% পাওয়া যায়।

(২) বেনজিনসহ পাতন : বেনজিনসহ সমস্ফুটন পাতন দ্বারা বিশুদ্ধ ইথানল প্রস্তুত করা যায়। যেমন,

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

রেকটিফাইড স্পিরিটে প্রয়োজনমতো বেনজিন মিশিয়ে পাতন করলে 64.8°C ও 68.2°C তাপমাত্রায় নিম্নোক্ত দুটি সমস্ফুটন মিশ্রণের পাতন শেষে অবশেষরূপে বিশুদ্ধ ইথানল পাওয়া যায়।

১ম সমস্ফুটন মিশ্রণটির সংযুক্তি হলো : 7.4% পানি + 18.5% ইথানল ও 74.1% বেনজিন। এটির পাতন তাপমাত্রা হলো 64.8°C।

এ পাতন প্রক্রিয়ায় সমস্ত পানি দূর হয়। যদি মিশ্রণে বেনজিন অবশিষ্ট থাকে তখন তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেয়ে 68.2°C হলে ইথানল ও অবশিষ্ট বেনজিনের ২য় সমস্ফুটন মিশ্রণরূপে সমস্ত বেনজিন দূর হয়।

২য় সমস্ফুটন মিশ্রণের সংযুক্তি হলো 32.4% ইথানল ও 67.6% বেনজিন। এটির পাতন তাপমাত্রা হলো 68.2°C। এরপর তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেয়ে 78.3° তাপমাত্রায় 100% বিশুদ্ধ ইথানল পাতিত তরলরূপে সংগ্রহ করা হয়।

জেনে নাও :

★ **মিথিলেটেড স্পিরিট (Methylated Spirit) :** রেকটিফাইড স্পিরিট অর্থাৎ 95.6% ইথানলকে পানীয় (hard drink) হিসেবে অযোগ্য করার জন্যে এর মধ্যে বিষাক্ত পদার্থরূপে 5–10% মিথানল মিশানো হয়। বিষাক্ত মিথানল মিশ্রিত রেক্‌টিফাইড স্পিরিটকে **মিথিলেটেড স্পিরিট বা ডিনেচারড** (denatured) **অ্যালকোহল** বলে। মিথানল ছাড়াও এর মধ্যে 3% বেনজিন অথবা পেট্রোলিয়াম উপজাত ন্যাপ্‌থা ও দুর্গন্ধযুক্ত রঙিন পিরিডিন (C_5H_5N) প্রভৃতি বিষাক্ত পদার্থ মিশানো হয়ে থাকে। মিথিলেটেড স্পিরিট বাজারে নিম্নোক্ত দুই নামে পাওয়া যায়।

(ক) মিনারাল ন্যাপথা স্পিরিট : শতকরা 90 ভাগ রেকটিফাইড স্পিরিটের মধ্যে 9 ভাগ মিথানল ও 1 ভাগ পেট্রোল মিশিয়ে মিনারাল ন্যাপথা স্পিরিট তৈরি করা হয়।

(খ) বাণিজ্যিক মিথিলেটেড স্পিরিট : শতকরা 95 ভাগ পরিমাণ রেকটিফাইড স্পিরিটের মধ্যে 5 ভাগ পরিমাণ মিথানল মিশিয়ে বাণিজ্যিক মিথিলেটেড স্পিরিট তৈরি করা হয়।

ব্যবহার : উভয় প্রকার মিথিলেটেড স্পিরিট বিভিন্ন শিল্পে এবং বিশেষ করে বার্নিশের কাজে উত্তম দ্রাবক হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

* **পাওয়ার অ্যালকোহল (Power alcohol) :** বিশুদ্ধ ইথানলের সাথে বেনজিন ও পেট্রোল মিশিয়ে মোটর গাড়ির বিকল্প জ্বালানিরূপে ব্যবহার করা যায়। তাপশক্তি উৎপাদনে ব্যবহৃত এরূপ ইথানলের মিশ্রণকে পাওয়ার অ্যালকোহল বা শক্তি উৎপাদক অ্যালকোহল বলা হয়।

* **প্রুফ স্পিরিট (Proof Spirit) :** আয়তন হিসেবে 57.1 ভাগ বিশুদ্ধ ইথানল ও 42.9 ভাগ পানির মিশ্রণকে প্রুফ স্পিরিট বলে। বিদেশ থেকে আমদানিকৃত কোনো অ্যালকোহলের শক্তি-মাত্রা নির্ণয়ে প্রুফ স্পিরিটকে মাপকাঠি বা standard রূপে ব্যবহার করা হয়। প্রুফ স্পিরিটের শক্তি-মাত্রাকে শূন্য ডিগ্রি (0°) ধরে নমুনা অ্যালকোহলসমূহের শক্তিকে ঊর্ধ্ব শক্তিমাত্রার বা ধনাত্মক মাত্রার (ডিগ্রিতে) অ্যালকোহল অথবা নিম্ন শক্তিমাত্রার বা ঋণাত্মক মাত্রার অ্যালকোহল রূপে ধরা হয়। যেমন, কোনো নমুনা অ্যালকোহলের 100 mL আয়তনে যত মিলিলিটার পানি মিশালে ঐ পানি-মিশ্রিত অ্যালকোহলটি প্রুফ্-স্পিরিটের সমতুল্য (আ: গুরুত্বে সমান) হয়, তবে ঐ পানির মিলি লিটার আয়তনের সংখ্যাটি হলো নমুনা অ্যালকোহলের ঊর্ধ্ব শক্তিমাত্রা।

যেমন, 100 mL নমুনা অ্যালকোহলে 5 mL পানি মিশানো প্রুফ্–স্পিরিটের সমতুল্য হয়, তবে ঐ নমুনা অ্যালকোহলের শক্তিমাত্রা + 5° বা, 5° ঊর্ধ্বে। আবার কোনো নমুনা অ্যালকোহলের 100 mL আয়তন (পানি না মিশিয়ে) 95 mL প্রুফ-স্পিরিটের সমতুল্য হয়, তবে ঐ অ্যালকোহলের শক্তিমাত্রা হবে– 5° বা 5° নিম্নে ধরা হয়। কোনো দেশের মাদক দ্রব্য শুল্ক অধিদপ্তর বা আবগারি শুল্ক দপ্তর আমদানিকৃত অ্যালকোহলের শক্তির পরিমাপ করে দেশের নিয়ম অনুযায়ী শুল্ক বা আবগারি ট্যাক্স ধার্য করে থাকে।

* **উড-স্পিরিট (Wood Spirit) :** কাঠের অন্তর্ধূম পাতনে (350°C-এ) প্রাপ্ত পাইরোলিগনাস এসিড মিশ্রণ থেকে পৃথককৃত অবিশুদ্ধ মিথানল (CH_3OH) কে উড-স্পিরিট বলে। উড স্পিরিটে 98% মিথানল ও 1–2% অ্যাসিটোন মিশ্রিত থাকে। এর স্ফুটনাঙ্ক 65°C।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

অ্যালকোহলের শনাক্তকারী বিক্রিয়া : জৈব যৌগে অ্যালকোহলিক হাইড্রক্সিল (–OH) মূলকের শনাক্তকরণ নিম্নোক্ত পরীক্ষা দ্বারা করা হয় :

(১) ধাতব Na সহ পরীক্ষা : বিশুদ্ধ জৈব যৌগ বা নিষ্ক্রিয় দ্রাবক, ইথারে দ্রবীভূত কোনো জৈব যৌগ সোডিয়াম ধাতুসহ বিক্রিয়ায় H_2 উৎপন্ন করলে ঐ জৈব যৌগে অ্যালকোহলিক –OH মূলক আছে প্রমাণিত হয়।

$$2R\text{–}O\text{–}H\ (l) + 2Na\ (s) \xrightarrow{\Delta} 2R\text{–}\bar{O}\overset{+}{Na}\ (s) + \boxed{H_2\ (g)}$$

অ্যালকোহল — সোডিয়াম অ্যালকোক্সাইড

$$2C_2H_5OH\ (l) + 2Na\ (s) \longrightarrow 2C_2H_5\bar{O}\overset{+}{Na}\ (s) + \boxed{H_2\ (g)}$$

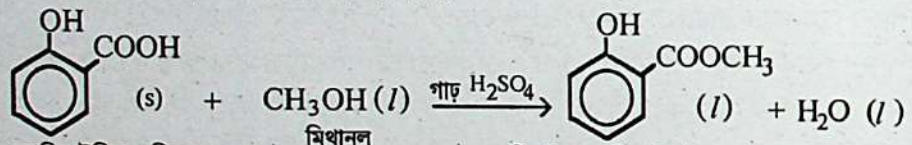
ইথানল — সোডিয়াম ইথোক্সাইড

(২) PCl_5 সহ পরীক্ষা : অনার্দ্র জৈব যৌগ বা নিষ্ক্রিয় দ্রাবক 'ইথার' বা 'বেনজিনে' দ্রবীভূত জৈব যৌগকে PCl_5 এর সঙ্গে উত্তপ্ত করলে যদি HCl গ্যাস নির্গত হয় এবং নির্গত গ্যাস NH_3 দ্রবণ সিক্ত কাচ রডের সংস্পর্শে NH_4Cl এর সাদা ধোঁয়া সৃষ্টি করে, তবে যৌগটি অ্যালকোহল হবে।

$$R\text{–}OH\ (l) + PCl_5\ (l) \xrightarrow{\Delta} R\text{–}Cl\ (l) + POCl_3\ (l) + \boxed{HCl\ (g)}$$

$$HCl\ (g) + NH_3\ (g) \longrightarrow NH_4Cl\ (s)\ \text{(সাদা ধোঁয়া)}$$

মিথানল শনাক্তকরণ : অল্প মিথানল ও স্যালিসাইলিক এসিডের মিশ্রণে 2/3 ফোঁটা গাঢ় H_2SO_4 যোগ করলে মিথাইল স্যালিসাইলেটের আয়োডেক্সের মতো গন্ধ পাওয়া যায়।



স্যালিসাইলিক এসিড — মিথানল — মিথাইল স্যালিসাইলেট

ইথানলের শনাক্তকরণ : আয়োডোফরম পরীক্ষা : ইথানলকে গাঢ় NaOH ও আয়োডিন দ্রবণসহ উত্তপ্ত করলে হলুদ বর্ণের আয়োডোফরম উৎপন্ন হয়।

$$CH_3CH_2OH\ (l) + 4I_2\ (aq) + 6NaOH\ (aq) \xrightarrow[60°C]{\Delta} \underset{\text{হলুদ}}{CHI_3\ (s)} + HCOONa\ (aq) + 5NaI\ (aq) + 5H_2O\ (l)$$

আয়োডোফরম বা হ্যালোফরম পরীক্ষা : মিথাইল কার্বনিল মূলক (CH_3CO–) যুক্ত যে কোনো কার্বনিল যৌগ যেমন CH_3CHO এবং CH_3COCH_3 অথবা যেসব অ্যালকোহল হ্যালোজেন দ্বারা জারিত হয়ে CH_3CO- মূলক যুক্ত কার্বনিল যৌগে পরিণত হয় এরা হ্যালোফরম বিক্রিয়া দেয়। যেমন- ইথানল, প্রোপানল–2 ইত্যাদি। এ সব মিথাইল কার্বনিল মূলক যুক্ত কার্বনিল যৌগ হ্যালোজেন যেমন গাঢ় আয়োডিন দ্রবণ ও গাঢ় NaOH দ্রবণসহ উত্তপ্ত অবস্থায় জারিত হয়ে হলুদ বর্ণের আয়োডোফরম ও সোডিয়াম কার্বক্সিলেট লবণ উৎপন্ন করে। এ বিক্রিয়াকে হ্যালোফরম বিক্রিয়া বা আয়োডোফরম বিক্রিয়া বলে। যেমন,

$$R\text{–}\overset{\overset{O}{\|}}{C}\text{–}CH_3 + 3X_2 + 4NaOH \xrightarrow{\Delta} R\text{–}\overset{\overset{O}{\|}}{C}\text{–}ONa + CHX_3 + 3NaX + 3H_2O$$

এখানে $R = H, –CH_3, C_2H_5$ ইত্যাদি মূলক এবং $X_2 = Cl_2, Br_2, I_2$ ইত্যাদি।

অর্থাৎ কার্বনিল যৌগের মধ্যে $CH_3CO–H$ (বা CH_3CHO), $CH_3CO–CH_3$, $CH_3CO–CH_2CH_3$ (বিউটান -2 ওন), (অ্যাসিটোফেনোন) হ্যালোফরম বিক্রিয়া দেয়।

অ্যালকোহলের হ্যালোফরম বিক্রিয়ার সমীকরণ :

$$CH_3\text{–}\overset{\overset{OH}{|}}{C}H\text{–}R + 4X_2 + 6NaOH \xrightarrow{\Delta} CHX_3 + R\text{–}COONa + 5\ NaX;$$

এখানে $R = H, –CH_3, –C_2H_5, –C_6H_5$ ইত্যাদি মূলক (যুক্ত 2° অ্যালকোহল)

উদাহরণ : $CH_3CH_2\text{–}OH + I_2 \xrightarrow{\Delta} CH_3CHO + 2HI$

$$CH_3CHO + 3I_2 \longrightarrow I_3C\text{–}CHO + 3HI; \quad I_3C\text{–}CHO + NaOH \xrightarrow{\Delta} CHI_3 + HCOONa$$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

জেনে নাও :

★ (১) যে সব কার্বনিল যৌগে CH_3CO- মূলকের সাথে H পরমাণু অথবা অ্যালকাইল মূলক ($-CH_3$,$-C_2H_5$) অথবা অ্যারাইল মূলক ($-C_6H_5$) যুক্ত থাকে, এরা হ্যালোফরম বিক্রিয়া দেয়।

★ (২) হ্যালোফরম বিক্রিয়ায় হ্যালোজেন দ্বারা জারণযোগ্য অ্যালকোহল যেমন $CH_3-(CHOH)-R$ এবং কার্বনিল যৌগ যেমন CH_3CO-R এর প্রতি ক্ষেত্রে CH_3- অংশটি হ্যালোফরম অণুতে এবং এদের অবশিষ্ট অংশ যেমন $R-(CHOH)-$ বা $R-CO-$ অংশটি কার্বক্সিলিক এসিডের লবণে পরিণত হয়। [পূর্বের সমীকরণ লক্ষ্য করো।]

★ (৩) কোনো জৈব যৌগে CH_3CO-মূলক থাকলেই সে যৌগটি হ্যালোফরম বিক্রিয়া দেবে এমন কোনো নিশ্চয়তা নেই। যেমন,

(i) CH_3CO-Cl (অ্যাসিটাইল ক্লোরাইড), (ii) CH_3CO-NH_2 (অ্যাসিট্যামাইড), (iii) CH_3CO-OH (অ্যাসিটিক এসিড) ইত্যাদি যৌগে CH_3CO-মূলক আছে; কিন্তু এরা হ্যালোফরম বিক্রিয়া দেয় না। এর কারণ নিচে ব্যাখ্যা করা হলো।

ব্যাখ্যা : হ্যালোফরম বিক্রিয়ার প্রধান শর্ত হলো-(১) জৈব যৌগটি CH_3CO- মূলকযুক্ত কার্বনিল যৌগ হবে অথবা হ্যালোজেন দ্বারা জারণযোগ্য অ্যালকোহলটি জারণের পর CH_3CO- মূলকযুক্ত কার্বনিল যৌগ সৃষ্টি করবে।

(২) CH_3CO- মূলকটি H পরমাণু অথবা অ্যালকাইল মূলক (যেমন $-CH_3$) অথবা অ্যারাইল মূলক (যেমন $-C_6H_5$) এর সাথে যুক্ত থাকবে।

কিন্তু, CH_3COCl বা CH_3CO-NH_2 ইত্যাদি যৌগে CH_3CO- মূলকটি H পরমাণু বা অ্যালকাইল মূলকের সাথে যুক্ত হয়নি। তাই CH_3CO-Cl বা $CH_3-CO-NH_2$ কোনটিই প্রকৃত কার্বনিল যৌগ নয়। এরা হলো কার্বক্সিলিক এসিডের জাতক। কার্বক্সিলিক এসিড ও এর জাতকসমূহ হ্যালোফরম বিক্রিয়ার প্রধান শর্তটি পূরণ করে না। সুতরাং CH_3CO-Cl হ্যালোফরম বিক্রিয়া দেয় না।

প্রাইমারি (1°), সেকেন্ডারি (2°) ও টারসিয়ারি (3°) অ্যালকোহলের পরীক্ষা : লুকাস বিকারকসহ পরীক্ষা : গাঢ় HCl এসিডে দ্রবীভূত অনার্দ্র জিংক ক্লোরাইডের দ্রবণকে লুকাস বিকারক বলে। কক্ষতাপমাত্রায় লুকাস বিকারকের সঙ্গে 3° অ্যালকোহল যোগ করা মাত্রই সাদা অধঃক্ষেপ দেয়। 2° অ্যালকোহল 5–10 মিনিটে অধঃক্ষেপ দেয়। 1° অ্যালকোহল কক্ষতাপমাত্রায় বিক্রিয়া করে না। উত্তপ্ত করলে দীর্ঘ সময় পড়ে তৈলাক্ত স্তর সৃষ্টি করে।

$(CH_3)_3C-OH(l) + HCl(l) \xrightarrow[25°C]{ZnCl_2} (CH_3)_3C-Cl(s) + H_2O(l)$

tert-বিউটাইল অ্যালকোহল (3°) — tert-বিউটাইল ক্লোরাইড

$(CH_3)_2CH-OH(l) + HCl(l) \xrightarrow[25°C]{ZnCl_2} (CH_3)_2CH-Cl(s) + H_2O(l)$

iso-প্রোপাইল অ্যালকোহল (2°) — iso-প্রোপাইল ক্লোরাইড

$CH_3CH_2-OH(l) + HCl(l) \xrightarrow[\text{তাপ}]{ZnCl_2} CH_3CH_2-Cl(l) + H_2O(l)$

ইথাইল অ্যালকোহল (1°) — ইথাইল ক্লোরাইড

সমাধানকৃত সমস্যা–২.১১ : অ্যালকাইল হ্যালাইড ও অ্যালকোহল সংশ্লিষ্ট রসায়ন :

উদ্দীপক : $(A)\ R-X + Mg \xrightarrow{\text{শুষ্ক ইথার}} B \begin{cases} \xrightarrow[H_2O,\ H^+]{H-CHO} C \text{ যৌগ} \\ \xrightarrow[H_2O,\ H^+]{CH_3CHO} D \text{ যৌগ} \end{cases}$ [ঢা. বো. ২০১৭]

(ক) উদ্দীপকের 'A' যৌগ থেকে কীরূপে ইথানোয়িল ক্লোরাইড প্রস্তুত করা যায়, সমীকরণসহ তা লেখ।

(খ) উদ্দীপকের 'C' ও 'D' যৌগের মধ্যে লুকাস বিকারক যোগ করলে উভয় ক্ষেত্রে বিক্রিয়ার হার সমান হয় না; এর কারণ বিশ্লেষণ কর।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সমাধান : (ক) 'A' যৌগ থেকে ইথানোয়িল ক্লোরাইড প্রস্তুতি : 'A' যৌগটি হলো অ্যালকাইল হ্যালাইড। ইথানোয়িক এসিড ও PCl_5 থেকে ইথানোয়িল ক্লোরাইড প্রস্তুত করা যায়। তাই 'A' যৌগ থেকে প্রথমে ইথানোয়িক এসিড বা অ্যাসিটিক এসিড প্রস্তুত করতে হবে। এজন্য CH_3Cl ব্যবহার করতে হবে। [দ্রষ্টব্য : কার্বক্সিলিক এসিডের সাধারণ প্রস্তুতি (৩) গ্রিগনার্ড বিকারক থেকে]। বিক্রিয়ার ক্রম ধারাটি নিম্নরূপ :

(i) $CH_3Cl + Mg \xrightarrow{\text{শুষ্ক ইথার}} CH_3MgCl \xrightarrow{CO_2(s)} CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-MgCl \xrightarrow[H_2O]{H^+} CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH + Mg(OH)Cl$

(ii) $CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH + PCl_5 \longrightarrow CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-Cl + POCl_3 + HCl$

ইথনোয়িক এসিড ইথানোয়িল ক্লোরাইড

সমাধান : (খ) উদ্দীপক মতে, C ও D শনাক্তকরণ :

উদ্দীপকের বিক্রিয়ার ধারা অনুসরণ করে পাই, এক্ষেত্রে R – X এর জন্য CH_3Cl ধরা হলো :

(i) $CH_3Cl + Mg \xrightarrow{\text{শুষ্ক ইথার}} CH_3MgCl$ (B যৌগ)

(ii) $CH_3MgCl + H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H \longrightarrow CH_3-\overset{\overset{H}{|}}{\underset{\underset{H}{|}}{C}}-O-MgCl \xrightarrow[H_2O]{H^+} CH_3-\overset{\overset{H}{|}}{\underset{\underset{H}{|}}{C}}-OH + Mg(OH)Cl$

1° ইথানল (C যৌগ)

(iii) $CH_3MgCl + CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H \longrightarrow CH_3-\overset{\overset{CH_3}{|}}{\underset{\underset{H}{|}}{C}}-O-MgCl \xrightarrow[H_2O]{H^+} CH_3-\overset{\overset{CH_3}{|}}{\underset{\underset{H}{|}}{C}}-OH + Mg(OH)Cl$

2° প্রোপানল -2 (D যৌগ)

ইথানল (1°- অ্যালকোহল) ও প্রোপানল–2 (2°- অ্যালকোহল)- এর সাথে লুকাস বিকারক (অনার্দ্র $ZnCl_2$ ও গাঢ় HCl) এর বিক্রিয়ার হারের তুলনা।

আমরা জানি অ্যালকোহলের কার্বন-অক্সিজেন বন্ধনটি (C–OH) সবল; তাই অ্যালকাইল হ্যালাইড ($R\text{-}CH_2\text{–}X$) এর মতো অ্যালকোহল অণু আয়নিত হয় না।

কিন্তু সবল এসিড যেমন HCl এর সংস্পর্শে অ্যালকোহলের $-\ddot{\underset{\cdot\cdot}{O}}H$ মূলকের O পরমাণুতে প্রোটন (H^+) যুক্ত হলে O-পরমাণুটি ধনাত্মক চার্জযুক্ত হয়ে পড়ে। তখন অ্যালকোহল অণুর C–O বন্ধনটি দুর্বল হয়ে পড়ে। ফলে কার্বোনিয়াম আয়ন সৃষ্টি হয়। 2° অ্যালকোহল ও 3° অ্যালকোহলের বেলায় অধিক স্থায়ী কার্বোনিয়াম আয়ন তৈরি হয়। তখন S_N1 মেকানিজমে বিক্রিয়া ঘটে। কিন্তু 1° অ্যালকোহলে S_N2 মেকানিজমে বিক্রিয়া ঘটে। যেমন,

$$CH_3-\overset{\overset{CH_3}{|}}{\underset{\underset{H}{|}}{C}}-OH + HCl \underset{}{\overset{\text{fast}}{\rightleftharpoons}} Cl^- + CH_3-\overset{\overset{CH_3}{|}}{\underset{\underset{H}{|}}{C}}-\overset{+}{O}-H \overset{\text{Slow}}{\underset{S_N1}{\rightleftharpoons}} CH_3-\overset{\overset{CH_3}{|}}{\underset{\underset{H}{|}}{C^+}} + H_2O$$

প্রোপানল- 2 নিউক্লিওফাইল 2° কার্বোনিয়াম আয়ন

$$CH_3-\overset{\overset{CH_3}{|}}{\underset{\underset{H}{|}}{C}} + Cl^- \xrightarrow{\text{fast}} CH_3-\overset{\overset{CH_3}{|}}{\underset{\underset{H}{|}}{C}}-Cl$$

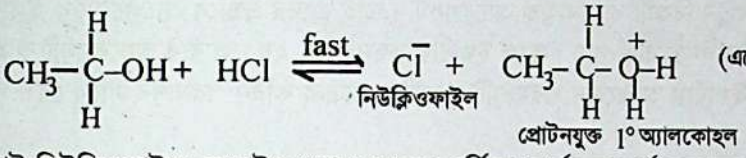
নিউক্লিওফাইল

যেহেতু কার্বোনিয়াম আয়ন তৈরি হওয়ার ওপর বিক্রিয়ার গতি বা হার নির্ভর করে এবং এক্ষেত্রে বিক্রিয়ক অ্যালকোহল অণুর ওপর তা নির্ভর করে; তাই এ বিক্রিয়াটির হার বা গতি ২য় ধাপের ওপর নির্ভরশীল এবং এক আণবিক নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন বা S_N1 বিক্রিয়া মতে দ্রুতগতিতে ঘটে।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

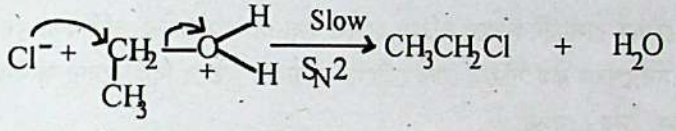
Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

অপরদিকে 1° অ্যালকোহল ইথানল নিম্নরূপ বিক্রিয়া করে। প্রোটনযুক্ত 1° অ্যালকোহল থেকে কম স্থায়ী 1° কার্বোনিয়াম আয়ন সহজে তৈরি হয় না।



(এক্ষেত্রে 1° কার্বোনিয়াম আয়ন তৈরি হয় না।)

তাই নিউক্লিওফাইল ক্লোরাইড (Cl^-) আয়ন কার্বিনল কার্বনকে অর্থাৎ আলফা কার্বনকে আক্রমণ করে S_N2 মেকানিজম মতে ধীরগতিতে বিক্রিয়া ঘটে।



উপরোক্ত মেকানিজম মতে, 'C' যৌগ ও 'D' যৌগ অর্থাৎ 1°-ইথানল ও 2° প্রোপানল-2 এর সাথে লুকাস বিকারকের বিক্রিয়ার হার সমান হয় না; 2° অ্যালকোহলের সাথে বিক্রিয়ার হার তুলনামূলকভাবে দ্রুত হয়।

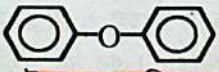
২.১১.৫ ইথার (Ethers)

ইথার : দ্বিযোজী অক্সিজেন পরমাণুতে দুটি যে কোনো অ্যালকাইল বা অ্যারাইল মূলক যুক্ত থাকলে, সে যৌগকে ইথার বলে। ইথারের কার্যকরী মূলক হলো >C–O–C<

ইথারের নামকরণ : IUPAC পদ্ধতিতে ইথারকে অ্যালকোক্সি অ্যালকেনরূপে গণ্য করা হয়। যেমন –

$CH_3–O–CH_3$ হলো মিথোক্সি মিথেন (বা, ডাই মিথাইল ইথার)

$CH_3–O–CH_2CH_3$ হলো মিথোক্সি ইথেন (বা, ইথাইল মিথাইল ইথার)

 হলো ফিনোক্সি বেনজিন (বা, ডাইফিনাইল ইথার)

ইথারের গঠন : ইথারের অক্সিজেন পরমাণুটি sp^3 সংকরিত যেমন, $2\Psi_1^2, 2\Psi_2^2, 2\Psi_3^1, 2\Psi_4^1$। এর একক ইলেকট্রনযুক্ত দুটি সংকর অরবিটাল $2\Psi_3^1, 2\Psi_4^1$, দুটি C পরমাণুর sp^3 সংকর অরবিটালের সাথে দুটি σ বন্ধন দ্বারা অ্যালিফেটিক ইথার গঠন করে। তখন O পরমাণুটির অবশিষ্ট দুটি সংকর অরবিটাল দুটি নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগলরূপে থাকে। ফলে ইথার মূলকে C–O–C বন্ধন কোণটি প্রায় 110° হয়, যা চতুস্তলকের কোণের (109.5° এর) প্রায় সমান।

অ্যালকোহল, ফেনল, ইথারের মধ্যে তুলনা ও ইথারের রাসায়নিক নিষ্ক্রিয়তার ব্যাখ্যা : কার্বন-অক্সিজেন একক বন্ধনযুক্ত জৈব যৌগ যেমন অ্যালকোহল, ফেনল ও ইথারের মধ্যে রাসায়নিক সক্রিয়তায় বেশ পার্থক্য দেখা যায়।

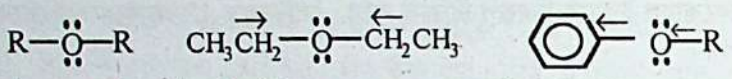
* (১) অ্যালকোহল অণুতে অক্সিজেন পরমাণু, কার্বন ও হাইড্রোজেন (C–O–H) উভয় পরমাণু থেকে ইলেকট্রন ঘনত্ব নিজের দিকে টেনে নেয়। ফলে উভয় পরমাণুতে আংশিক ধনাত্মক চার্জ $\overset{\delta+}{(C}—\overset{2\delta-}{O}—\overset{\delta+}{H)}$ সৃষ্টি হয়। এজন্য অ্যালকোহল অণুতে উভয় সমযোজী বন্ধনের ভাঙন সহজেই ঘটতে পারে। তাই অ্যালকোহলসমূহ সহজেই প্রতিস্থাপন, জারণ ও নিরুদন প্রভৃতি বিক্রিয়া দিয়ে থাকে।

* (২) অপরদিকে ফেনল অণুর বেনজিন চক্রে অনুরণনের কারণে অক্সিজেন পরমাণুর নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল কিছুটা আকৃষ্ট হয় বলে ফেনলের C–O বন্ধন বেশ দৃঢ় হয়, কিন্তু ফেনলের O–H বন্ধনে বেশ পোলারিটি সৃষ্টি হয়। এজন্য ফেনলও বেনজিনের তুলনায় বেশি সক্রিয়।

* (৩) কিন্তু অ্যালিফেটিক ও অ্যারোমেটিক উভয় শ্রেণির ইথার অণুতে দুটি অ্যালকাইল বা ফিনাইল মূলক অক্সিজেন পরমাণুর সঙ্গে যুক্ত হয়ে কার্বন-অক্সিজেন-কার্বন $(C—\ddot{O}—C)$ ইথার মূলক সহযোগে নিম্নরূপ গাঠনিক সংকেত সৃষ্টি করে। ফলে ইথারীয় অক্সিজেন পরমাণুটি নিষ্ক্রিয় অবস্থায় থাকে। এর দু'জোড়া নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন দু' পার্শ্বের দুটি সমযোজী বন্ধনকে দৃঢ় করে থাকে।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com



আমরা জানি, অ্যালকাইল মূলক ইলেকট্রন বিকর্ষী বা ধনাত্মক আবেশধর্মী। তাই এদের প্রভাবে অ্যালিফেটিক ইথার অণুর C–O–C বন্ধনদ্বয়ের অক্ষ বরাবর ইলেকট্রন ঘনত্ব বৃদ্ধি পায়। ফলে ইথারীয় বন্ধন সুদৃঢ় হয়। আবার অ্যারোমেটিক ইথারের অণুতে বেনজিন চক্রে অনুরণনের কারণে ইথারীয় অক্সিজেন পরমাণুটি বেনজিন চক্রের কার্বন পরমাণুর সাথে বেশ দৃঢ়ভাবে যুক্ত থাকে। সুতরাং সুস্পষ্ট হলো যে,

(i) ইথারীয় কার্বন-অক্সিজেন বন্ধন (C–O–C) বেশ সুদৃঢ় এবং অ্যালকোহল ও ফেনলের কার্যকরী মূলকের বন্ধন ভাঙনের মতো ইথারীয় বন্ধন ভাঙন সহজ নয়।

(ii) অ্যালকোহল ও ফেনল রাসায়নিকভাবে সক্রিয় হলেও ইথারের রাসায়নিক সক্রিয়তা খুবই কম।

(iii) তাই ইথারসমূহ সর্বাপেক্ষা কম সক্রিয় জৈব যৌগের অন্যতম। তবে বিকারকের অধিকতর তীব্র অবস্থায় অ্যালকেনের মতো কিছু বিক্রিয়া দেয়। যেমন,

★ ১। ইথারের হাইড্রোকার্বন মূলকদ্বয় এক্ষেত্রে অ্যালকেন অণুর মতো প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া দেয়; যেমন, হ্যালোজেনেশন।

★ ২। ইথারীয় কার্বন অক্সিজেন বন্ধনের ভাঙন ঘটে। যেমন গাঢ় এসিড, PCl_5 ইত্যাদির সঙ্গে ইথারীয় বন্ধন বিযোজন বিক্রিয়া দেয়। কিন্তু অধিকাংশ জারক ও বিজারকের সঙ্গে ইথারসমূহ কোনো বিক্রিয়া করে না।

PCl_5 সহ ডাইইথাইল ইথারের বিক্রিয়া :

$$C_2H_5–O–C_2H_5 + PCl_5 \xrightarrow{\Delta} 2C_2H_5–Cl + POCl_3$$

PCl_5 সহ অ্যালকোহলের বিক্রিয়া :

$$C_2H_5–OH + PCl_5 \longrightarrow C_2H_5–Cl + POCl_3 + \boxed{HCl}$$

এ বিক্রিয়া দ্বারা অ্যালকোহল ও ইথারের মধ্যে পার্থক্য করা যায়। কারণ অ্যালকোহল ও PCl_5 সহ বিক্রিয়ায় ইথারের তুলনায় অতিরিক্ত উৎপাদরূপে HCl গ্যাস উৎপন্ন হয়; যা NH_3 গ্যাসের সংস্পর্শে NH_4Cl এর সাদা ধোঁয়া তৈরি করে।

ডাইইথাইল ইথারের সংরক্ষণ (Preservation of diethyl ether) :

ইথার সূর্যালোকের উপস্থিতিতে বায়ুর O_2 এর সংস্পর্শে বিক্রিয়া করে খুব বিষাক্ত ও বিস্ফোরণধর্মী ডাইইথাইল পারঅক্সাইড ($C_2H_5–O–O–C_2H_5$) গঠন করে। তাই ইথারকে সরু মুখবিশিষ্ট বাদামি বা কালো বোতলে সিল করা অবস্থায় কালো কাগজ মুড়িয়ে রাখা হয়; যাতে বোতলে বায়ু ও আলো প্রবেশ করতে না পারে। পারঅক্সাইড যাতে উৎপন্ন না হয়, সেজন্য ইথারের বোতলে অল্প পরিমাণ কিউপ্রাস অক্সাইড, ইথানল বা হাইড্রোকুইনোন ($HO–C_6H_4–OH$, p– ডাই হাইড্রক্সি বেনজিন) যোগ করা হয়।

ইথারের নমুনায় পারঅক্সাইডের উপস্থিতি শনাক্তকরণ : ইথারের কোনো নমুনায় স্টার্চ মিশ্রিত KI এর জলীয় দ্রবণ যোগ করে ঝাঁকালে যদি দ্রবণটি নীল হয়, তবে ঐ ইথারের নমুনায় পারঅক্সাইড তৈরি হয়ে আছে বোঝায়। এক্ষেত্রে পারঅক্সাইড KI কে আয়োডিনে জারিত করে এবং উৎপন্ন I_2 স্টার্চের সাথে বিক্রিয়ায় নীল বর্ণের জটিল যৌগ গঠন করে।

$$C_2H_5–O–O–C_2H_5 + 2KI + H_2O \rightarrow C_2H_5–O–C_2H_5 + I_2 + 2KOH$$

I_2 + স্টার্চ → নীলবর্ণের জটিল যৌগ

ইথার থেকে পারঅক্সাইড দূরীকরণ : চেতনানাশকরূপে এবং সেলুলোজ এস্টার, তৈল-চর্বি ও রেজিনের উত্তম দ্রাবক রূপে ইথার ব্যবহৃত হয়। এজন্য পারঅক্সাইড মুক্ত ইথার প্রয়োজন। তাই $FeSO_4$ অথবা Na_2SO_3 বিজারক দ্রবণসহ ইথারকে ঝাঁকিয়ে নিলে পারঅক্সাইড মুক্ত ইথার পাওয়া যায়।

ডাইইথাইল ইথার হলো ইথার শ্রেণির প্রতিনিধিত্বকারী সদস্য। রাসায়নিকভাবে বেশ নিষ্ক্রিয় হওয়ায় ইথার দ্রাবকরূপে ব্যবহৃত হয়। ইথার অণুতে H–বন্ধন সম্ভব নয়; তাই ইথার অধিক উদ্বায়ী ও নিম্ন স্ফুটনাঙ্কবিশিষ্ট হয়।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

ইথারের সাধারণ প্রস্তুত পদ্ধতি

(১) **উইলিয়ামসন ইথার সংশ্লেষণ :** অ্যালকোহলে দ্রবীভূত সোডিয়াম বা পটাসিয়াম অ্যালকোক্সাইডের (বা ফিনক্সাইডের) সঙ্গে অ্যালকাইল হ্যালাইডকে উত্তপ্ত করলে ইথার উৎপন্ন হয়। এ প্রক্রিয়ায় সরল ও মিশ্র উভয় প্রকার ইথার উৎপন্ন করা যায়। ইথার প্রস্তুতির এ বিক্রিয়াকে **উইলিয়ামসন ইথার সংশ্লেষণ** বলা হয়।

$$R\text{–}ONa\ (alc) + X\text{–}R\ (alc) \xrightarrow{\Delta} R\text{–}O\text{–}R + NaX\ (s)$$

যেমন, $C_2H_5\text{–}ONa\ (alc) + I\text{–}CH_3\ (alc) \xrightarrow{\Delta} C_2H_5\text{–}O\text{–}CH_3\ (g) + NaI\ (s)$

সোডিয়াম ইথোক্সাইড, আয়োডো মিথেন, মিথোক্সি ইথেন

(২) **গ্রিগনার্ড বিকারক ও হ্যালোজেনেটেড ইথার থেকে :** এ পদ্ধতিতে সফলতার সঙ্গে উচ্চতর ইথার সংশ্লেষণ করা সম্ভব। সাধারণত ক্লোরো ইথারের সঙ্গে গ্রিগনার্ড বিকারকের বিক্রিয়া দ্বারা উচ্চতর ইথার প্রস্তুত করা হয়।

$$R\text{–}MgX + Cl.CH_2\text{–}O\text{–}R \longrightarrow R\text{–}O\text{–}CH_2\text{–}R + MgXCl$$

যেমন, $C_2H_5\text{–}MgBr + Cl.CH_2\text{–}O\text{–}CH_3 \longrightarrow C_2H_5.CH_2\text{–}O\text{–}CH_3 + MgBrCl$

ইথাইল Mg ব্রোমাইড, মিথোক্সি ক্লোরো মিথেন, মিথোক্সি প্রোপেন

ডাইইথাইল ইথার প্রস্তুতি (Preparation of Diethyl ether)

ইথানল বাষ্পকে 140°C তাপমাত্রায় রাখা সমপরিমাণ ইথানল ও গাঢ় H_2SO_4 মিশ্রণের ওপর চালনা করে বাণিজ্যিকভাবে ইথোক্সি ইথেন বা ডাইইথাইল ইথার উৎপাদন করা হয়।

$$2C_2H_5OH\ (vap) \xrightarrow[140°C]{H_2SO_4} C_2H_5\text{–}O\text{–}C_2H_5\ (vap) + H_2O\ (g)$$

ইথারের শনাক্তকারী বিক্রিয়া : (১) ইথারকে গাঢ় H_2SO_4 সহ উত্তপ্ত করলে অ্যালকোহল উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন অ্যালকোহল PCl_5 সাথে বিক্রিয়ায় HCl গ্যাস উৎপন্ন করে।

$$R\text{–}O\text{–}R + \text{গাঢ়}\ H_2SO_4 \xrightarrow{\Delta} R\text{–}O\text{–}H + R\text{–}SO_4H$$

ইথার, অ্যালকোহল, অ্যালকাইল H–সালফেট

(২) **PCl_5 সহ বিক্রিয়া :** ইথার উত্তপ্ত ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইডসহ বিক্রিয়া করে অ্যালকাইল ক্লোরাইড ও ফসফরাস অক্সিক্লোরাইড উৎপন্ন করে। $C_2H_5OC_2H_5 + PCl_5 \xrightarrow{\Delta} 2C_2H_5Cl + POCl_3$

কক্ষ তাপমাত্রায় অ্যালকোহল PCl_5 সহ বিক্রিয়ায় ধূমায়িত HCl গ্যাস উৎপন্ন করে; ইথার তা করে না। এ বিক্রিয়া দ্বারা অ্যালকোহল ও ইথারের মধ্যে পার্থক্য করা হয়।

সমাধানকৃত সমস্যা–২.১২ : অ্যালকোহল ও ইথার সংশ্লিষ্ট রসায়ন :
নিচের উদ্দীপকটি লক্ষ্য কর এবং সংশ্লিষ্ট প্রশ্নের উত্তর দাও।

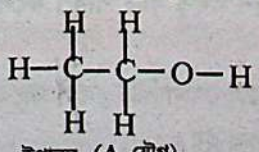
$$(A)\ C_2H_6O \xrightarrow{Na} (B) + H_2 \qquad \xrightarrow{PCl_5} (C) + HCl$$

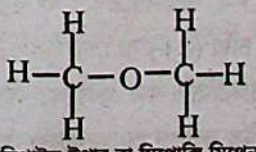
[ঢা. বো. ২০১৬।

MCQ– 2.22 : নিচের কোনটি নিউক্লিওফাইল?
(ক) $\ddot{N}H_3$ (খ) $\overset{+}{C}H_3$
(গ) $AlCl_3$ (ঘ) BF_3

(ক) B ও C যৌগ দুটি চিহ্নিত কর এবং C যৌগ থেকে কীভাবে অ্যালকিন পাওয়া যায় তা বিক্রিয়াসহ লেখ।
(খ) A সংকেতযুক্ত সমাণুদ্বয়ের মধ্যে কোন্‌টির পোলারিটি কম তা যুক্তিসহ প্রতিষ্ঠিত কর।

সমাধান : (ক) C_2H_6O সংকেতটি $C_nH_{2n+2}O$ সাধারণ সংকেতকে অনুসরণ করে, যা অ্যালকোহল ও ইথারের সাধারণ সংকেত। সুতরাং (A) যৌগের C_2H_6O দ্বারা নিম্নোক্ত সমাণুদ্বয় সম্ভব।


ইথানল (A যৌগ)


ডাইমিথাইল ইথার বা মিথোক্সি মিথেন

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

'A' যৌগের সাথে Na ধাতুর বিক্রিয়ায় H_2 গ্যাস ও সোডিয়াম ইথোক্সাইড উৎপন্ন হয়। A যৌগটি হলো ইথানল এবং B যৌগটি হলো সোডিয়াম ইথোক্সাইড

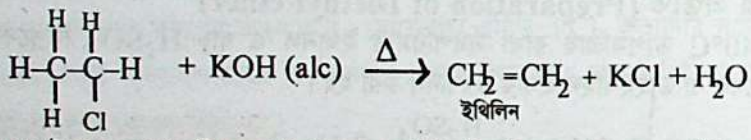
$$\underset{\text{A–যৌগ}}{2CH_3CH_2OH} + 2Na \rightarrow \underset{\text{B–যৌগ}}{2CH_3CH_2ONa} + H_2$$

'A' যৌগের সাথে PCl_5 এর বিক্রিয়ায় ইথাইল ক্লোরাইড ও HCl গ্যাস উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন HCl গ্যাস NH_3 এর সাথে সাদা NH_4Cl এর ধোঁয়া সৃষ্টি করে। C যৌগটি হলো ইথাইল ক্লোরাইড।

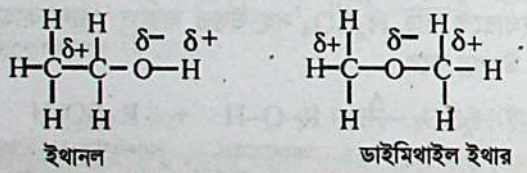
$$\underset{\text{ইথানল (A)}}{CH_3CH_2OH} + PCl_5 \longrightarrow \underset{\text{ইথাইল ক্লোরাইড (C)}}{CH_3CH_2Cl} + HCl + POCl_3$$

'C' যৌগ (CH_3CH_2Cl) থেকে অ্যালকিন প্রস্তুতি :

ইথাইল ক্লোরাইড (C–যৌগ) এর সাথে অ্যালকোহলীয় KOH দ্রবণ এর উত্তপ্ত অবস্থায় অপসারণ বিক্রিয়ায় অ্যালকিন সদস্য ইথিলিন উৎপন্ন হয়। এটি একটি E_2 বিক্রিয়া।



সমাধান : (খ) 'A' যৌগের সমাণু দুটি হলো ইথানল ও ডাইইথাইল ইথার। উভয়ের গাঠনিক সংকেত হলো নিম্নরূপ –



ইথানল ও ডাইমিথাইল ইথার যৌগ দুটির মধ্যে ডাইমিথাইল ইথারের পোলারিটি কম। এর কারণ হলো নিম্নরূপ :

(i) অ্যালকোহল অণুতে অধিক তড়িৎ ঋণাত্মক অক্সিজেন পরমাণুর সাথে যুক্ত H-পরমাণুর সমযোজী বন্ধনটি অধিক পোলার হয়। এর কারণ O পরমাণুর তড়িৎ ঋণাত্মকতার মান হলো 3.5 এবং H পরমাণুর তড়িৎ ঋণাত্মকতার মান হলো 2.1; সুতরাং O–H বন্ধনটিতে উভয় পরমাণুর তড়িৎ ঋণাত্মকতার মানের পার্থক্য হলো (3.5–2.1) = 1.4।

(ii) অপরদিকে ইথার অণুতে O পরমাণুর সাথে উভয়দিকে C–পরমাণুযুক্ত আছে। C–পরমাণুর তড়িৎ ঋণাত্মকতার মান হলো 2.5; তাই C–O বন্ধনটিতে উভয় পরমাণুর তড়িৎ ঋণাত্মকতার মানের পার্থক্য হলো (3.5 – 2.5) = 1.0

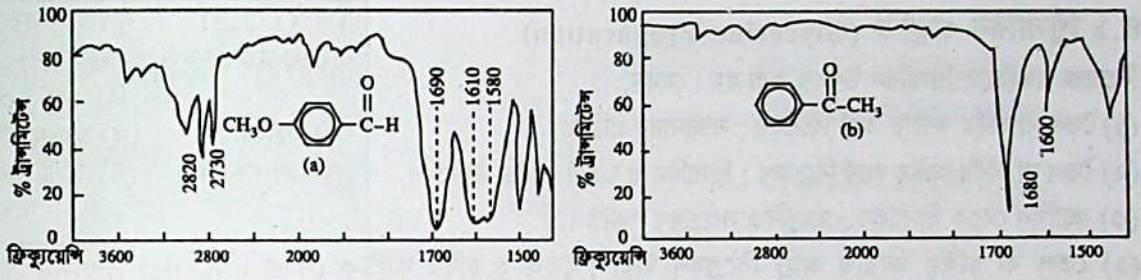
সুতরাং ইথানলের বেলায় O–H বন্ধনে উভয় পরমাণুর তড়িৎ ঋণাত্মকতার মানের পার্থক্য ইথারের বেলায় C–O বন্ধনে উভয় পরমাণুর তড়িৎ ঋণাত্মকতার মানের পার্থক্য অপেক্ষা বেশি হওয়ায় ইথানল অণুতে O–H বন্ধনটিতে অধিক পোলারিটি সৃষ্টি হবে এবং ইথারের অণুতে O–C বন্ধনটিতে কম পোলারিটি সৃষ্টি হবে।

(iii) আবার অ্যালকোহল অণুতে (R–O–H) একটি অ্যালকাইল মূলক (R)– যুক্ত থাকে; ইথানলের ক্ষেত্রে CH_3– মূলক আছে। কিন্তু ইথার অণুতে (R–O–R) দুটি অ্যালকাইল মূলক (R-) যুক্ত থাকে। অ্যালকাইল মূলক ইলেকট্রন বিকর্ষী অর্থাৎ ধনাত্মক আবেশধর্মী। তাই অ্যালকাইল মূলকের ধনাত্মক আবেশধর্মিতার কারণে অ্যালকোহল অণুর তুলনায় অ্যালিফেটিক ইথার অণুর C–O–C বন্ধনদ্বয়ের অক্ষ বরাবর ইলেকট্রন ঘনত্ব বৃদ্ধি পায়। ফলে ইথারীয় মূলকের উভয় C–পরমাণুতে সৃষ্ট আংশিক ধনাত্মক চার্জ (δ+) বা পোলারিটি হ্রাস পায়।

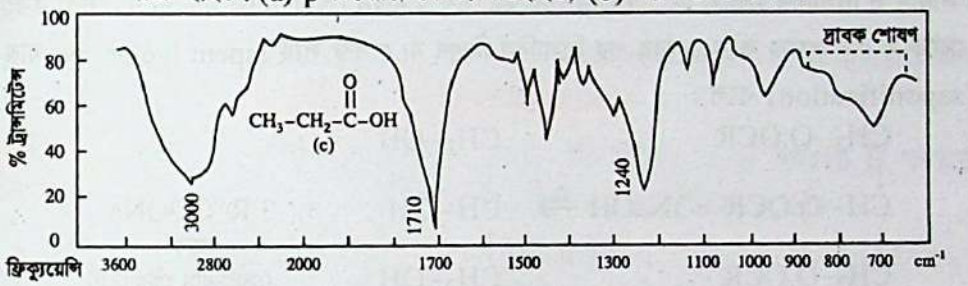
সুতরাং ইথারের অণুতে পোলারিটি কম এবং অ্যালকোহলের অণুতে পোলারিটি বেশি থাকে। ফলে ইথারীয় বন্ধন দৃঢ় ও প্রায় নিষ্ক্রিয় হয়। বেশি পোলারিটির কারণে অ্যালকোহল অণু অধিক সক্রিয় হয়।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com



চিত্র- ২.২৩ : (a) p-মিথোক্সি বেনজ্যালডিহাইড, (b) অ্যাসিটোফেনোন।



চিত্র- ২.২৩ (ক) : (c) প্রোপানোয়িক এসিড-এর IR-শোষণ ব্যান্ড।

শিক্ষার্থীর কাজ –২.১৯ : অ্যালডিহাইড-কিটোনভিত্তিক প্রশ্ন :

সমস্যা –২.৫২ : নিচের উদ্দীপকটি অনুধাবন করে সংশ্লিষ্ট প্রশ্নের উত্তর দাও।

C_3H_6O সংকেত বিশিষ্ট দু'টি সমাণু A ও B উভয়ই 2:4- DNP এর সাথে হলুদ অধঃক্ষেপ দেয়। A টলেন বিকারকের সাথে বিক্রিয়া করলেও B বিক্রিয়া করে না। [চ. বো. ২০১৫]

(ক) উক্ত সমাণুদ্বয়ের মধ্যে কোনটি কেন্দ্রাকর্ষী সংযোজন বিক্রিয়ায় অধিক সক্রিয়; – তা ব্যাখ্যা কর।

(খ) IR বর্ণালির সাহায্যে A ও B এর মধ্যে পার্থক্য করা যায় কি? তা ব্যাখ্যা কর।

২.১৪ গ্লিসারিন ও ফেনল (Glycerine and Phenol)

গ্লিসারিন ও ফেনল উভয় যৌগে অ্যালকোহলের মতো–OH মূলক কার্যকরী মূলকরূপে থাকলেও উভয় যৌগের রাসায়নিক বৈশিষ্ট্য সাধারণ অ্যালকোহল থেকে ভিন্ন। প্রকৃতিতে প্রাণিজ ও উদ্ভিজ্জ সব ফ্যাট বা চর্বি ও তৈল হলো উচ্চতর ফ্যাটি এসিডের ট্রাই গ্লিসারাইড। গ্লিসারিন ছাড়া এ তৈল ও চর্বি গঠন সম্ভব নয়। অপরদিকে ফেনল অণুতে বেনজিন বলয়ের π ইলেকট্রনের সাথে –OH মূলকের O পরমাণুর একটি p অরবিটালের সংমিশ্রণে বলয়ের সাথে বন্ধনটি বেশি পোলার হয়। ফলে ফেনল অম্লধর্মী হয়। শিল্পক্ষেত্রে ফেনল থেকে নাইলন, ইপোক্সি আঠা বা গ্লু ও থার্মোসেটিং ব্যাকেলাইট প্রস্তুত করা হয়।

অ্যালকোহল অণুতে -OH মূলক বৃদ্ধির সাথে আন্তঃআণবিক H-বন্ধন সংখ্যা বৃদ্ধি পায়। ফলে,

(i) যৌগের স্ফুটনাঙ্কও প্রায় 100°C ব্যবধানে বৃদ্ধি পায়।

(ii) অধিক H-বন্ধনের কারণে পলিহাইড্রিক অ্যালকোহল যেমন ডাইহাইড্রিক গ্লাইকল ও ট্রাইহাইড্রিক গ্লিসারিন eye-drop, স্নো, কোল্ড ক্রিম ও লিপস্টিক তৈরিতে ময়শ্চারিং এজেন্টরূপে ব্যবহৃত হয়।

$CH_3–CH_2–OH$	$HO–CH_2–CH_2–OH$	$HO–CH_2–CH(OH)–CH_2–OH$
ইথানল (b.p 78.3°C)	গ্লাইকল (b.p 197°C)	গ্লিসারিন (b.p 290°C সামান্য বিয়োজনসহ)

এক্ষেত্রে b. p মানে স্ফুটনাঙ্ক (boiling point)

গ্লিসারিন এর অপর নাম হলো গ্লিসারল বা প্রোপেন-1, 2, 3- ট্রাইঅল, $HO–CH_2–CH(OH)–CH_2–OH$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

২.১৪.১ গ্লিসারিন প্রস্তুতি (Glycerine Preparation)

MCQ–2.31 : লুকাস বিকারক ব্যবহৃত হয় কোনটি শনাক্তকরণে? [রা. বো. ২০১৭]
(ক) ফেনল (খ) অ্যালকোহল
(গ) অ্যালডিহাইড (গ) ফ্যাটি এসিড

নিম্নোক্ত পদ্ধতিতে গ্লিসারিন উৎপন্ন করা হয়। যেমন,

(১) তৈল বা চর্বির ক্ষারীয় আর্দ্র বিশ্লেষণ : সাবানায়ন প্রক্রিয়া,

(২) তৈল বা চর্বির অম্লীয় আর্দ্র বিশ্লেষণ : গ্লিসারিন ও ফ্যাটি এসিড উৎপাদন,

(৩) প্রোপিন থেকে গ্লিসারিন : আধুনিক সংশ্লেষণ পদ্ধতি।

(১) তৈল বা চর্বির ক্ষারীয় আর্দ্র বিশ্লেষণ দ্বারা : তৈল ও চর্বির কাস্টিক সোডা (NaOH) দ্রবণসহ ক্ষারীয় আর্দ্রবিশ্লেষণে সাবান ও গ্লিসারিন উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন পদার্থের মিশ্রণে ব্রাইন (NaCl-এর গাঢ় দ্রবণ) যোগ করলে সাবান ভেসে ওঠে। ওপর থেকে সাবান পৃথক করে নেয়ার পর গ্লিসারিন মিশ্রণ বা স্পেন্ট লাই (spent lye) পাওয়া যায়। এ পদ্ধতিকে সাবানায়ন (saponification) বলে।

$$\begin{array}{l} CH_2\text{–}O.OCR \\ | \\ CH\text{–}O.OCR \\ | \\ CH_2\text{–}O.OCR \\ \text{তৈল বা চর্বি} \end{array} + 3NaOH \xrightarrow{\Delta} \begin{array}{l} CH_2\text{–}OH \\ | \\ CH\text{–}OH \\ | \\ CH_2\text{–}OH \\ \text{গ্লিসারিন} \end{array} + \underset{\substack{\text{সাবান} \\ \text{[সোডিয়াম স্টেয়ারেট]}}}{3\ R\text{–}COONa}$$

'স্পেন্ট লাই'–এর মধ্যে 3–5% গ্লিসারিন থাকে। এর মধ্যে অ্যালাম বা ফিটকিরি [$K_2SO_4.Al_2(SO_4)_3.24H_2O$] যোগ করে অপদ্রব্য অধঃক্ষিপ্ত ও ফিল্টার করে পরিস্রুতকে নিম্নচাপে পাতন করলে 80 % গ্লিসারিন পাওয়া যায়। এটিকে সক্রিয় প্রাণিজ কয়লাসহ নিম্নচাপ পাতন প্রক্রিয়ায় বিশুদ্ধ গ্লিসারিন (আ. গুরুত্ব 1.26) পাওয়া যায়।

(২) তৈল বা চর্বির অম্লীয় আর্দ্র বিশ্লেষণ দ্বারা : তৈল বা চর্বির সাথে লঘু H_2SO_4 অথবা লঘু HCl মিশিয়ে উত্তপ্ত করলে তৈল বা চর্বি আর্দ্র বিশ্লেষিত হয়ে গ্লিসারিন ও অদ্রবণীয় ফ্যাটি এসিড উৎপন্ন হয়।

$$\begin{array}{l} CH_2\text{–}O.OC\text{-}R \\ | \\ CH\text{–}O.OC\text{-}R \\ | \\ CH_2\text{–}O.OC\text{-}R \\ \text{তৈল বা চর্বি} \end{array} + 3H\text{–}OH \xrightarrow{H^+,\ \Delta} \begin{array}{l} CH_2\text{–}OH \\ | \\ CH\text{–}OH \\ | \\ CH_2\text{–}OH \\ \text{গ্লিসারিন} \end{array} + \underset{\substack{\text{ফ্যাটি এসিড} \\ \text{[স্টেয়ারিক এসিড]}}}{R\text{-}CO.OH}$$

উৎপন্ন গ্লিসারিন পানিতে H বন্ধন দ্বারা দ্রবীভূত থাকে; অপরদিকে ফ্যাটি এসিডটি পানিতে অদ্রবণীয় হওয়ায় পৃথক স্তর গঠন করে। জলীয় স্তর পৃথক করে NaOH ক্ষার দ্বারা প্রশমিত করে 290°C তাপমাত্রায় পাতন করে গ্লিসারিন পাওয়া যায়। ফ্যাটি এসিড যেমন স্টেয়ারিক এসিড আলাদা করা হয়। গ্লিসারিন 1 atm চাপে 290°C তাপমাত্রায় সামান্য বিয়োজনসহ ফুটতে থাকে।

মোমবাতি শিল্পে মোমবাতির অধিক গলনরোধের জন্যে স্টেয়ারিক এসিড ($C_{17}H_{35}COOH$) মোমের সাথে মিশানো হয়। প্রাণিজ কঠিন চর্বিকে H_2SO_4 এর উপস্থিতিতে অম্লীয় আর্দ্র বিশ্লেষণ করলে কঠিন স্টেয়ারিক এসিড ও গ্লিসারিন মিশ্রণ উৎপন্ন হয়। স্টেয়ারিক এসিড পৃথক করে সাবানায়ন প্রক্রিয়ার 'স্পেন্ট লাই' এর মতো বিশোধন করে গ্লিসারিন পাওয়া যায়।

(৩) প্রোপিন থেকে গ্লিসারিন : আধুনিক সংশ্লেষণ পদ্ধতিতে পেট্রোলিয়ামের প্রভাবকীয় বিয়োজনে উৎপন্ন প্রোপিনকে 400°– 600°C-এ Cl_2 সহ বিক্রিয়ায় অ্যালাইল ক্লোরাইড প্রস্তুত করে এর সাথে HOCl এর সংযোজন দ্বারা গ্লিসারাইল ডাইক্লোরোহাইড্রিন তৈরি করা হয়। ক্লোরোহাইড্রিনকে কলিচুন $Ca(OH)_2$ সহ উত্তপ্ত করলে ইপিক্লোরোহাইড্রিন উৎপন্ন হয়। শেষে উৎপাদকে 150°C–এ NaOH সহ আর্দ্র বিশ্লেষণে গ্লিসারিন পাওয়া যায়।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

$$CH_3-CH=CH_2 \xrightarrow[500°C]{Cl_2} \underset{\text{অ্যালাইল ক্লোরাইড}}{Cl-CH_2-CH=CH_2} \xrightarrow{\overset{-+}{HOCl}} \underset{\text{গ্লিসারাইল ডাইক্লোরো হাইড্রিন}}{Cl-CH_2CH(OH)CH_2Cl}$$

$$\xrightarrow[\Delta]{Ca(OH)_2} \underset{\text{ইপিক্লোরোহাইড্রিন}}{Cl-CH_2-\underset{\diagdown\,O\,\diagup}{CH}-CH_2} \xrightarrow[150°C]{H_2O,\ NaOH} \underset{\text{গ্লিসারিন}}{HO-CH_2-CH(OH)-CH_2OH} + NaCl$$

গ্লিসারিনের শনাক্তকারী বিক্রিয়া (Identification Tests of Glycerine) :

গ্লিসারিন অণুর তিনটি –OH মূলকের মধ্যে দুটি হলো 1° অ্যালকোহল মূলক ($-CH_2OH$) এবং অপরটি 2° অ্যালকোহল মূলক (–CHOH–)। 1° CH_2–OH মূলকটি অধিক সক্রিয়।

প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া : সাধারণ অ্যালকোহল ইথানলের মতো গ্লিসারিনেও O–H বন্ধনের H পরমাণু Na ধাতু প্রতিস্থাপিত করে বুদবুদসহ H_2 গ্যাস তৈরি করে। 2° অ্যালকোহল মূলকটি Na সহ বিক্রিয়া করে না।

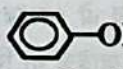
$$\begin{array}{l}CH_2OH\\|\\CH-OH\\|\\CH_2OH\end{array} + 2Na \xrightarrow{\Delta} \begin{array}{l}CH_2-ONa\\|\\CH-OH\\|\\CH_2-ONa\end{array} + H_2(g)$$

অপরদিকে PCl_5 এর সাথে বিক্রিয়ায়-OH মূলক Cl পরমাণু দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়ে গ্লিসারল ট্রাইক্লোরাইড, $POCl_3$ ও HCl গ্যাস উৎপন্ন হয়। অ্যালকোহল ও ইথারের পার্থক্যসূচক বিক্রিয়া অনুচ্ছেদ ২.১১.৫ দেখ।

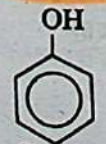
$$\begin{array}{l}H_2C-CH-CH_2\\|\quad|\quad|\\OH\ OH\ OH\end{array} + 3PCl_5 \longrightarrow \begin{array}{l}H_2C-CH-CH_2\\|\quad|\quad|\\Cl\ Cl\ Cl\end{array} + 3POCl_3 + 3HCl\,(g)$$

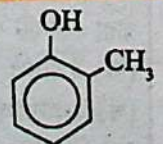
অপসারণ বিক্রিয়া : নিরুদক পটাসিয়াম হাইড্রোজেন সালফেট ($KHSO_4$) এর উপস্থিতিতে অথবা উচ্চ তাপমাত্রায় গ্লিসারিনকে উত্তপ্ত করলে গ্লিসারিন অণু থেকে দুই অণু পানি অপসারিত হয়ে দুর্গন্ধযুক্ত শ্বাস রোধক ঝাঁঝালো এক্রোলিন উৎপন্ন হয়। এটি গ্লিসারিন শনাক্তকরণের **এক্রোলিন টেস্ট**। তৈল ও চর্বি আগুনে পড়লে বিষাক্ত এক্রোলিনের ঝাঁঝালো গন্ধ বের হয়।

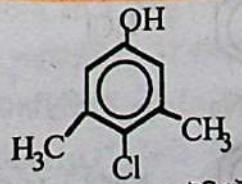
$$\underset{\text{গ্লিসারিন}}{\begin{array}{l}CH_2-CH-CH_2\\|\quad|\quad|\\OH\quad OH\quad OH\end{array}} \xrightarrow[\Delta]{KHSO_4} \underset{\text{এক্রোলিন}}{CH_2=CH-CHO} + 2H_2O$$

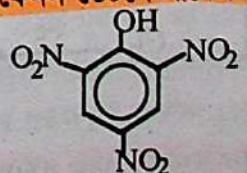
২.১৪.২ ফেনল, 

বেনজিন বলয়ের একটি হাইড্রোজেন পরমাণু একটি হাইড্রক্সিল মূলক (–OH) দ্বারা প্রতিস্থাপিত হলে কার্বলিক এসিড নামক ফেনল পাওয়া যায়। এছাড়া বিভিন্ন নামের ফেনল আছে। ফেনল যৌগ মৃদু অম্লধর্মী হওয়ায় disinfectant ও antiseptic অর্থাৎ জীবাণুনাশক ও পচনরোধক হয়। 2, 4, 6– ট্রাই নাইট্রোফেনল বা পিকরিক এসিড অ্যান্টি-সেপটিক হিসেবে বার্নল নামে ক্রিমরূপে পোড়া ক্ষতে ব্যবহৃত হয়। এছাড়া 4- ক্লোরো -3, 5– ডাইমিথাইল ফেনল ডেটলে থাকে। যেমন,


কার্বলিক এসিড (ফেনল)


2-মিথাইল ফেনল অর্থো-ক্রিসল


4-ক্লোরো -3, 5-ডাইমিথাইল ফেনল (ডেটলে থাকে)


2, 4, 6-ট্রাইনাইট্রোফেনল (পিকরিক এসিড, বার্নল)

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

জেনে নাও : ডিস্‌ইনফেক্ট্যান্ট ও অ্যান্টিসেপটিক বলতে কী বোঝায়? একই রাসায়নিক পদার্থ উভয় কাজে ব্যবহৃত হতে পারে, তার উদাহরণ দাও।

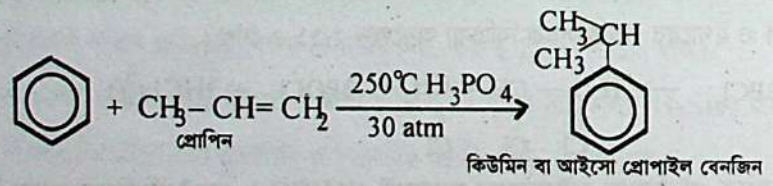
★ যে সব রাসায়নিক পদার্থ জীবাণুকে মেরে ফেলে সংক্রমণ রোধ করে তাদেরকে চিকিৎসা বিজ্ঞানে disinfectant বলে। এসব পদার্থ পরিবেশকে জীবাণু মুক্ত রাখে। অপরদিকে যে সব রাসায়নিক পদার্থ প্রাণিদেহের ক্ষতস্থানে জীবাণু আক্রমণে দেহকোষের পচন রোধ করে ও জীবাণুকে মেরে ফেলে তাদেরকে antiseptic পদার্থ বলে।

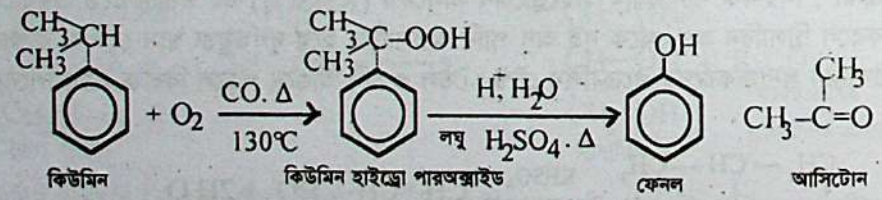
★ ফেনল উভয় কাজে ব্যবহৃত হয়। যেমন, ফেনলের 1% জলীয় দ্রবণ disinfectant হিসেবে এবং ফেনলের 0.2% জলীয় দ্রবণ antiseptic হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

★ অ্যান্টিসেপটিক দেহের ক্ষত স্থানের জীবন্ত কোষের ওপর দেয়া হয়। ডিস্‌ ইনফেকট্যান্ট পরিবেশে দেয়া হয়।

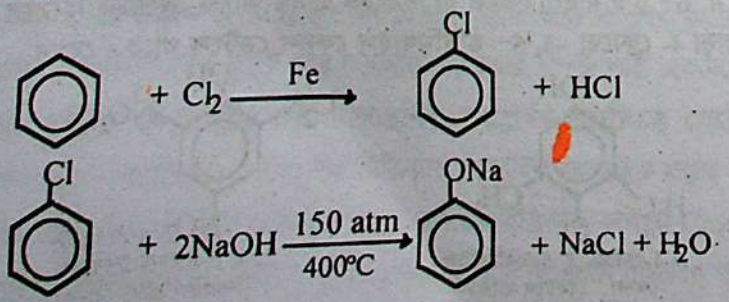
ফেনল প্রস্তুতি (Preparation of Phenol)

(১) কিউমিন ফেনল পদ্ধতি : বেনজিন থেকে ফেনল উৎপাদন : সর্বাধুনিক এ সংশ্লেষণ পদ্ধতিতে প্রায় 90% ব্যবহৃত ফেনলের শিল্পোৎপাদন করা হয়। পেট্রোলিয়াম থেকে উৎপাদিত বেনজিন-বাষ্প ও প্রোপিন থেকে ফ্রিডেল ক্র্যাফট বিক্রিয়ার সাহায্যে কিউমিন প্রস্তুত করা হয়। এ বিক্রিয়ায় 250°C তাপমাত্রা, 30 atm- চাপ ও প্রভাবকরূপে H_3PO_4 ব্যবহৃত হয়। উৎপন্ন কিউমিনকে 130°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত প্রভাবক CO অথবা Mn লবণসহকারে অক্সিজেন দ্বারা জারিত করে কিউমিন হাইড্রো পারঅক্সাইডে এবং পরে তাকে লঘু H_2SO_4 এসিড দ্বারা আর্দ্র বিশ্লেষিত করলে ফেনল ও অ্যাসিটোন পাওয়া যায়।





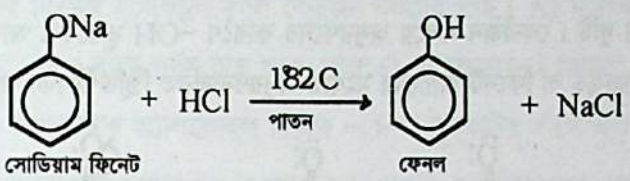
(২) ডাউ পদ্ধতিতে বেনজিন থেকে ফেনল উৎপাদন : ডাউ পদ্ধতিতে প্রথমে বেনজিনকে আয়রন গুঁড়া প্রভাবকের উপস্থিতিতে Cl_2 এর সাথে প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া দ্বারা ক্লোরোবেনজিন উৎপন্ন করা হয়। পরে ঐ ক্লোরোবেনজিনকে 10% NaOH দ্রবণের সাথে 150 atm চাপে ও 400°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে সোডিয়াম ফিনক্সাইড বা ফিনেট লবণ উৎপন্ন হয়। শেষে ঐ সোডিয়াম ফিনেট লবণকে গাঢ় HCl এসিডসহ 182°C তাপমাত্রায় পাতন করলে পাতিত তরলরূপে ফেনল পাওয়া যায়।



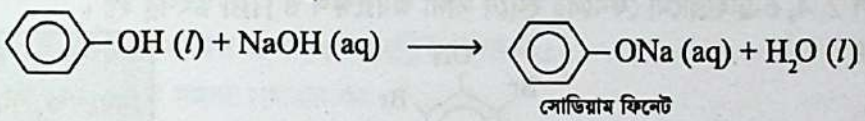
MCQ–2.32 : এক্রোলিন পরীক্ষা দ্বারা কোনটি শনাক্ত করা হয়?
(ক) ইথানল
(খ) ইথান্যাল
(গ) গ্লিসারিন
(ঘ) গ্লুকোজ

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

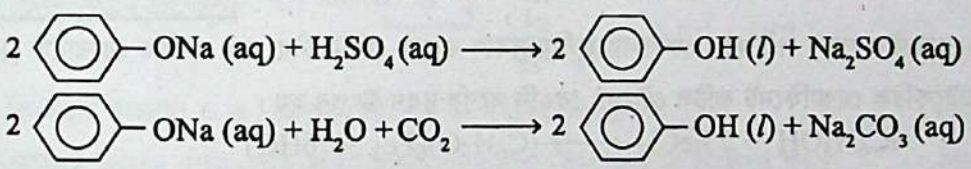
Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com



(৩) আলকাতরার মধ্যম তৈল থেকে ফেনল নিষ্কাশন : আলকাতরাকে 171°C– 230°C তাপমাত্রা পর্যন্ত আংশিক পাতনে প্রাপ্ত মধ্যম তৈল ফেনলের অন্যতম উৎস। মধ্যম তৈলে ফেনলের সাথে ক্রিসল ও বেশির ভাগ ন্যাফ্থালিন ($C_{10}H_8$) থাকে। মধ্যম তৈলকে শীতল করলে ন্যাফ্থালিন কেলাসিত হয়। পরিস্রাবণ মেশিনে চাপ ('ফিল্টার প্রেস') প্রয়োগে ছেঁকে ন্যাফ্থালিন কেলাস পৃথক করার পর পরিস্রুত তরলকে জলীয় 10% NaOH দ্রবণ সহযোগে ঝাঁকানো হয়। ফলে ফেনল দ্রবণীয় সোডিয়াম ফিনেট লবণরূপে জলীয় স্তরে দ্রবীভূত হয়।



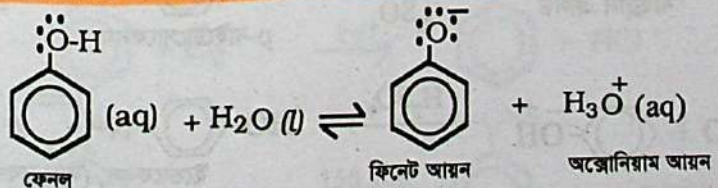
জলীয় স্তরকে ভারী তৈল স্তর থেকে পৃথক করে এর সাথে লঘু H_2SO_4 যোগ করা হয়; অথবা উচ্চ চাপে CO_2 গ্যাস চালনা করা হয়। ফলে ফিনেট লবণ অম্লীয় আর্দ্রবিশ্লেষিত হয়ে ফেনলে পরিণত হয়।



কালো বর্ণের গাঢ় তৈল স্তরকে আস্রাবণ প্রক্রিয়ায় ওপর থেকে ঢেলে পৃথক করার পর পানি দিয়ে ধৌত করে শুষ্ক করা হয়। পরে একে 180°– 182°C তাপমাত্রায় আংশিক পাতন করা হয়। প্রাপ্ত পাতিত তরলকে 41°C তাপমাত্রায় শীতল করলে বিশুদ্ধ ফেনলের কেলাস পাওয়া যায়। শেষে বিশুদ্ধ ফেনলের কেলাসকে পরিস্রাবণে পৃথক করা হয়।

ফেনলের শনাক্তকারী বিক্রিয়া (Identification Tests of Phenol)

ফেনলের অম্লধর্ম : পানিতে ফেনল সামান্য পরিমাণে বিয়োজিত হয়ে H^+ আয়ন দেয়। তাই ফেনল একটি দুর্বল এসিড ($pK_a = 10.0$)। ফেনলের জলীয় দ্রবণ নীল লিটমাসকে লাল করতে পারে।



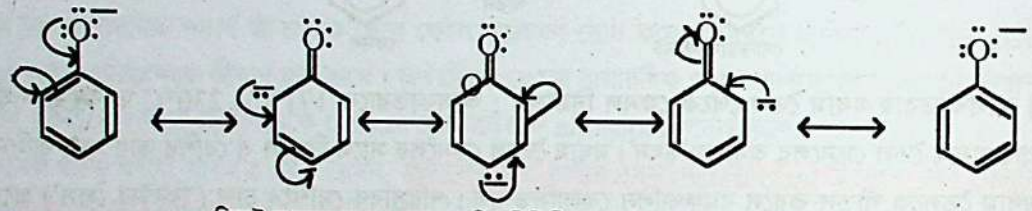
নীল লিটমাস + H_3O^+ (aq) ⟶ লাল লিটমাস + H_2O (*l*)

ফেনলের বেনজিন চক্রে পাই (π) ইলেকট্রনের অনুরণন বা রেজোন্যান্স প্রক্রিয়ায় ফেনলের–OH মূলকের নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল অংশ গ্রহণ করে (অনুচ্ছেদ-২.১০.১ দেখ)। ফলে ফেনলের –OH মূলকের অক্সিজেন পরমাণুটি আংশিক ধনাত্মক চার্জযুক্ত হয়ে পড়ে। এ অক্সিজেন পরমাণুটি O–H বন্ধনের ইলেকট্রনকে নিজের দিকে অধিক আকর্ষণ করে। তখন O–H বন্ধন দুর্বল হয়ে পড়ে। পানির উপস্থিতিতে ঐ -O–H মূলকের H পরমাণুটি প্রোটন (H^+) রূপে পৃথক হয়ে হাইড্রোনিয়াম আয়ন বা অক্সোনিয়াম আয়ন (H_3O^+) তৈরি করে। এরূপে প্রোটন প্রদানে সক্ষম হওয়ায় ফেনল অম্লধর্মী হয়। আবার প্রোটন ত্যাগের ফলে সৃষ্ট ফিনক্সাইড বা ফিনেট আয়নটি অনুরণনের মাধ্যমে সুস্থিতি লাভ করে। সুতরাং ফেনল

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

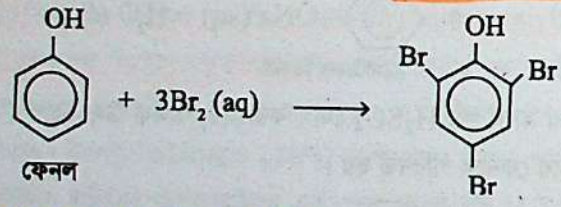
Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

অম্লধর্মী হওয়ার কারণ হলো দুটি। বেনজিন বলয়ে অনুরণনের কারণে –OH মূলকের আয়নিত হওয়ার প্রবণতা সৃষ্টি এবং প্রোটন ত্যাগের পর সৃষ্ট ফিনক্সাইড বা ফিনেট আয়নের মধ্যেও অনুরণনজনিত স্থিতিশীলতা অর্জন।



ফিনেট আয়নের মধ্যেও অনুরণনজনিত স্থিতিশীলতা অর্জন

Br_2 সহ ফেনলের বিক্রিয়া : কক্ষতাপমাত্রায় ও হ্যালোজেন বাহকের অনুপস্থিতিতে ফেনলের মধ্যে লাল বর্ণের ব্রোমিন পানি যোগ করলে 2, 4, 6-ট্রাইব্রোমো ফেনলের **হলুদে সাদা অধঃক্ষেপ** ও HBr উৎপন্ন হয়।



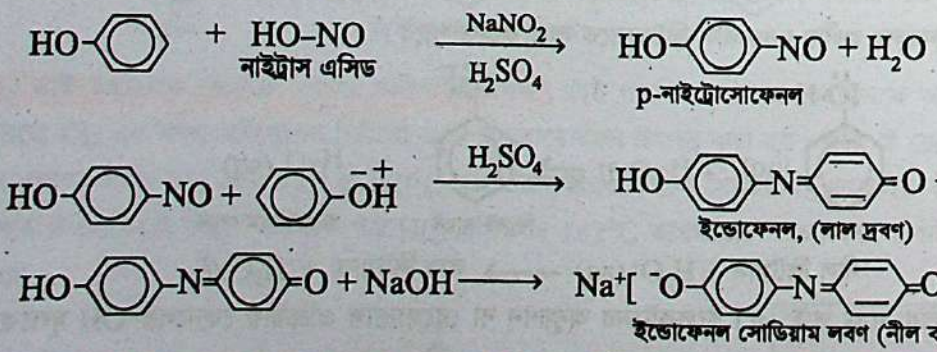
ফেনল

সমস্যা : ইথানল লিটমাস নিরপেক্ষ, কিন্তু ফেনল অম্লধর্মী হয়। এর কারণ ব্যাখ্যা কর। [অনুধাবনভিত্তিক]

ফেরিক ক্লোরাইড দ্রবণ পরীক্ষা : ফেনলের জলীয় দ্রবণে কয়েক ফোঁটা নিরপেক্ষ ফেরিক ক্লোরাইড ($FeCl_3$) দ্রবণ যোগ করলে ডাইফেরিক হেক্সাফিনেট জটিল যৌগের বেগুনি বর্ণের দ্রবণ উৎপন্ন হয়।

$$\underset{\text{ফেনল}}{6C_6H_5OH} + 2\,FeCl_3 \longrightarrow \underset{\text{জটিল যৌগ, বেগুনি বর্ণ}}{(C_6H_5O)_6Fe_2} + 6HCl$$

লিবারম্যান পরীক্ষা : ফেনলের সাথে সোডিয়াম নাইট্রাইট ($NaNO_2$) ও কয়েক ফোঁটা গাঢ় H_2SO_4 মিশ্রিত করে উত্তপ্ত করলে সবুজ অথবা নীল বর্ণের দ্রবণ উৎপন্ন হয়। এ দ্রবণের মধ্যে পানি যোগ করলে সে দ্রবণের বর্ণ হালকা লাল দেখায়। উক্ত লাল দ্রবণের মধ্যে অধিক NaOH দ্রবণ যোগ করলে পুনরায় সবুজ বর্ণ অথবা নীল বর্ণ ফিরে আসে। এ বিক্রিয়ার সাহায্যে ফেনল শনাক্ত করা যায়।



জেনে নাও : **ফেনল ও অ্যালকোহল উভয় শ্রেণির যৌগে কার্যকরী মূলকরূপে –OH মূলক থাকা সত্ত্বেও ফেনল অম্লধর্মী হয়; কিন্তু অ্যালকোহল লিটমাস নিরপেক্ষ হয়। এর কারণ হলো –**

(১) ফেনলের বেলায় –OH মূলকটি বেনজিন বলয়ের sp^2 সংকরিত অসম্পৃক্ত কার্বন পরমাণুর সাথে যুক্ত থাকে। অপরদিকে অ্যালকোহলের বেলায় –OH মূলকটি sp^3 সংকরিত সম্পৃক্ত কার্বন পরমাণুর সাথে যুক্ত থাকে।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

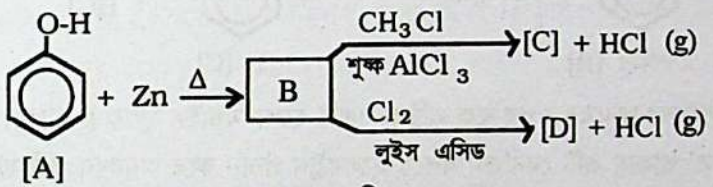
Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

(২) ফেনলের $-\ddot{\underset{\cdot\cdot}{O}}H$ মূলকের নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল বেনজিন বলয়ের পাই (π) ইলেকট্রনের সাথে অনুরণনে অংশ নেয়। তাই O–H মূলকের সিগমা (σ) বন্ধন দুর্বল হয়ে পড়ে; ফলে O-H বন্ধনের H পরমাণু পানির উপস্থিতিতে আয়নিত হয় বা প্রোটন দান করে থাকে। অপরদিকে অ্যালকোহল অণুতে –O–H মূলকটির সাথে ধনাত্মক আবেশধর্মী অ্যালকাইল মূলক যেমন $-CH_3$ বা, $-C_2H_5$ মূলক যুক্ত থাকায় O–H মূলকের H পরমাণু আয়নিত হতে পারে না অর্থাৎ অম্লধর্মী হয় না।

(৩) অম্লধর্মী ফেনল নীল লিটমাস দ্রবণকে লাল করে; NaOH এর সাথে বিক্রিয়ায় সোডিয়াম ফিনেট লবণ তৈরি করে। কিন্তু ফেনল $NaHCO_3$ দ্রবণের সাথে বিক্রিয়া করে না; অথচ কার্বক্সিলিক এসিড ও $NaHCO_3$ এর বিক্রিয়ায় CO_2 গ্যাস উৎপন্ন হয়। অপরদিকে অ্যালকোহল NaOH দ্রবণ ও $NaHCO_3$ দ্রবণের সাথে কোনো বিক্রিয়া করে না। এসব বৈশিষ্ট্য দ্বারা অ্যালকোহল, ফেনল ও কার্বক্সিলিক এসিডের মধ্যে সহজেই পার্থক্য করা যায়।

সমাধানকৃত সমস্যা–২.১৯ : বেনজিন ও ফেনল সংশ্লিষ্ট রসায়ন :

নিচের উদ্দীপক অনুসারে সংশ্লিষ্ট সমস্যা সমাধান কর। [কু. বো. ২০১৬]

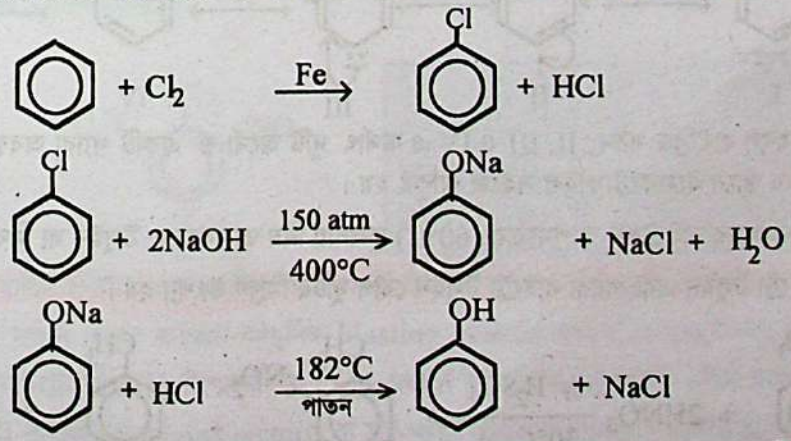


(ক) যে বিক্রিয়ার সাহায্যে A ও D প্রস্তুত করা যায় তা সমীকরণসহ লেখ। [কু. বো. ২০১৬]

(খ) 'C' যৌগের বলয়ের ওপর এটির প্রতিস্থাপকটি যে প্রভাব বিস্তার করে তা বিশ্লেষণ কর। [কু. বো. ২০১৬]

সমাধান : (ক) A–যৌগ বা ফেনল প্রস্তুতি

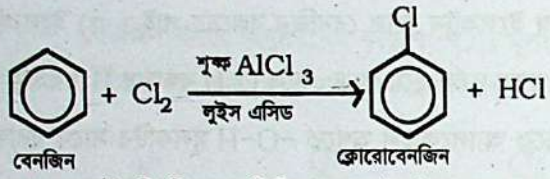
ডাউ পদ্ধতিতে বেনজিন থেকে ফেনল প্রস্তুতি : প্রথমে বেনজিনকে আয়রন গুঁড়া প্রভাবকের উপস্থিতিতে Cl_2 এর সাথে প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া দ্বারা ক্লোরোবেনজিন প্রস্তুত করা হয়। পরে উৎপন্ন ক্লোরোবেনজিনকে 10% NaOH দ্রবণের সাথে 150 atm চাপে ও 400°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে সোডিয়াম ফিনেট লবণ উৎপন্ন হয়। শেষে ঐ সোডিয়াম ফিনেট লবণকে গাঢ় HCl এসিডসহ 182°C তাপমাত্রায় পাতন করলে পাতিত তরলরূপে ফেনল পাওয়া যায়।



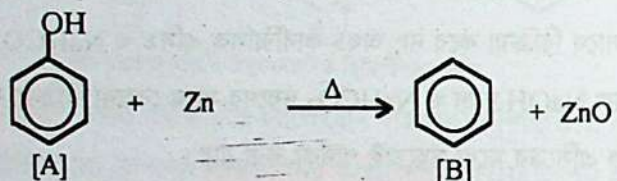
D যৌগ বা ক্লোরোবেনজিন প্রস্তুতি : বেনজিনকে হ্যালোজেন বাহক যেমন- শুষ্ক $AlCl_3$ এর উপস্থিতিতে Cl_2 এর সাথে প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া ঘটিয়ে ক্লোরোবেনজিন প্রস্তুত করা যায়।

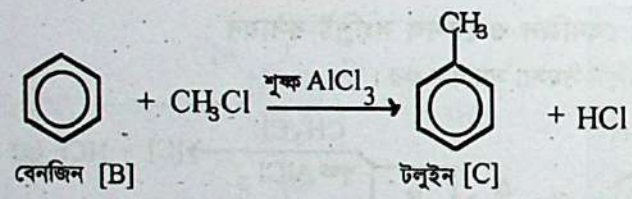
www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

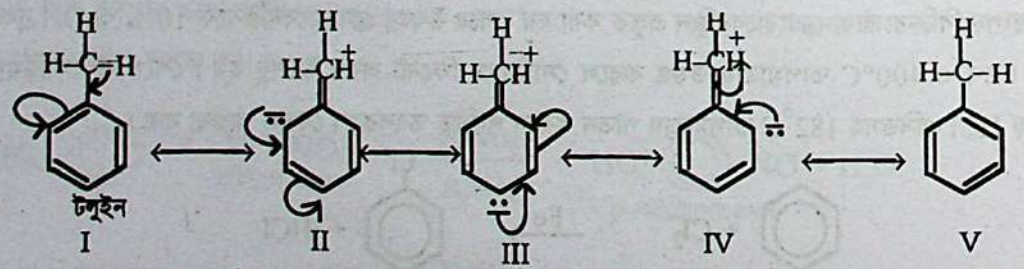


সমাধান : (খ) উদ্দীপকের 'C' যৌগটি নিম্নোক্ত বিক্রিয়া মতে টলুইন হয়। এক্ষেত্রে B যৌগটি হলো বেনজিন। উদ্দীপক মতে সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়া দুটি হলো নিম্নরূপ :



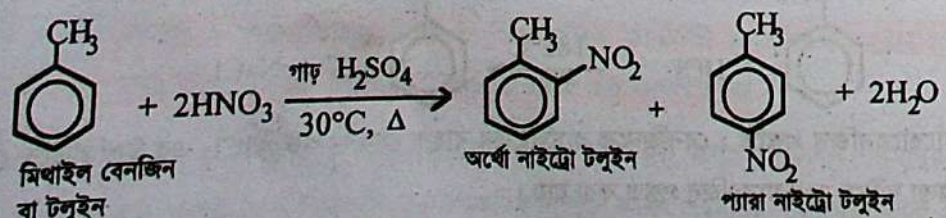


'C' যৌগের অর্থাৎ টলুইনের বলয়ের ওপর যুক্ত প্রতিস্থাপকটি হলো মিথাইল মূলক ($-CH_3$)। মিথাইল মূলক ($-CH_3$) এর ধনাত্মক 'আবেশীয় ফল' থাকায় এটি বেনজিন বলয়ে ইলেকট্রন প্রদান করে অনুরণন প্রক্রিয়ার মাধ্যমে বেনজিন বলয়ে CH_3- মূলকের অবস্থানের সাপেক্ষে অর্থো ও প্যারা অবস্থানে ইলেকট্রন ঘনত্ব বৃদ্ধি করে। একে মিথাইল মূলক দ্বারা বেনজিন বলয় সক্রিয়করণ বলা হয়। মিথাইল মূলকে নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল না থাকা সত্ত্বেও বেনজিনের কনজুগেট দ্বিবন্ধনের সাথে যুক্ত $-CH_3$ মূলকের C–H সিগমা (σ) বন্ধনের ইলেকট্রন বেনজিন বলয়ে হাইপার কনজুগেটিভ বা বন্ধনবিহীন অনুরণন নামে এক বিশেষ অনুরণনে নিম্নরূপে অংশ গ্রহণ করে। যেমন,



অনুরণনের ফলে হাইব্রিড গঠন, II, III ও IV এ অর্থাৎ দুটি অর্থো ও একটি প্যারা অবস্থানে ঋণাত্মক চার্জ সৃষ্টি হয়েছে এবং এ সব স্থানে ইলেকট্রোফাইল সহজে আকৃষ্ট হয়।

যেমন : বেনজিনের নাইট্রেশন তাপমাত্রার (60°C) তুলনায় নিম্ন তাপমাত্রায়, টলুইন বা মিথাইল বেনজিনের নাইট্রেশন করলে অর্থো নাইট্রো টলুইন এবং প্যারা নাইট্রো টলুইন যৌগ দুটির মিশ্রণ উৎপন্ন হয়।



www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

শিক্ষার্থীর কাজ–২.২০ : গ্লিসারিন ও ফেনলভিত্তিক প্রশ্ন :

সমস্যা–২.৫৩ : নিচের সমীকরণভিত্তিক উদ্দীপকটি অনুধাবন করে সংশ্লিষ্ট প্রশ্নের উত্তর দাও। [য. বো. ২০১৫]

(i) জৈব যৌগ (X) $\xrightarrow[\Delta]{KHSO_4}$ এক্রোলিন

(ii) জৈব যৌগ (Y) $+Br_2 \xrightarrow{H_2O}$ 2, 4, 6– ট্রাইব্রোমো ফেনল

(iii) $+ HNO_3 \xrightarrow{\text{গাঢ়}\ H_2SO_4}$ Z যৌগ

(ক) তৈল বা চর্বি থেকে X যৌগের প্রস্তুতি বিক্রিয়াসহ লেখ।

(খ) Y ও Z যৌগের সক্রিয়তার তুলনামূলক আলোচনা লেখ।

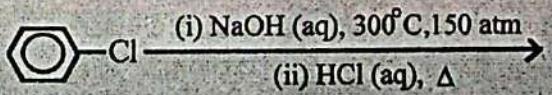
সমস্যা–২.৫৪ : $C_6H_5–OH + Zn \longrightarrow$ A যৌগ $\xrightarrow{3H_2,\ Ni,\ 200°C}$ B যৌগ

(ক) উদ্দীপকের প্রাথমিক যৌগটি কীরূপে রাসায়নিকভাবে শনাক্ত করা যায়?

(খ) উদ্দীপকের প্রাথমিক যৌগ ও ইথানলের –OH মূলক আছে। উভয়ের কীরূপে পার্থক্য করবে?

(গ) উদ্দীপকের A ও B যৌগের মধ্যে হাকেল নিয়ম অনুসরণ করে পার্থক্যসমূহ উল্লেখ কর।

সমস্যা–২.৫৫ : নিচের উদ্দীপকটি অনুধাবন কর এবং সংশ্লিষ্ট প্রশ্নের উত্তর দাও : [রা. বো. ২০১৫]

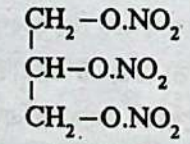


(ক) আলকাতরা থেকে 'A' যৌগের প্রস্তুতি (বা নিষ্কাশন) বর্ণনা কর।

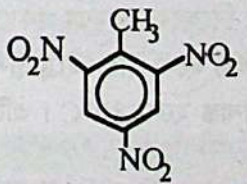
(খ) উদ্দীপক মতে, 'A' যৌগটির জলীয় দ্রবণের প্রকৃতি বিশ্লেষণ কর।

২.১৫ নাইট্রো গ্লিসারিন ও টিএনটি
Nitroglycerine and TNT

'নাইট্রোগ্লিসারিন' এর শুদ্ধ রাসায়নিক নাম হলো-গ্লিসারাইল ট্রাইনাইট্রেট এবং টিএনটি (TNT) এর পুরো নাম হলো ট্রাইনাইট্রো টলুইন বা 2, 4, 6–ট্রাইনাইট্রো টলুইন। উভয় নাইট্রো জৈব যৌগ বিস্ফোরক পদার্থ; প্রথমটি অ্যালিফেটিক ও দ্বিতীয়টি অ্যারোমেটিক শ্রেণিভুক্ত।



নাইট্রোগ্লিসারিন



MCQ–2.33 : ফেনল শনাক্তকরণে কোনটি ব্যবহৃত হয়?
(ক) লুকাস বিকারক (খ) $FeCl_3$ দ্রবণ
(গ) Na পরীক্ষা (ঘ) 5% $KMnO_4$

নাইট্রোগ্লিসারিন : নাইট্রোগ্লিসারিন বর্ণহীন তৈল জাতীয় পদার্থ। এটি বিস্ফোরক ডিনামাইট তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।

ব্যবহার : (১) তেলের খনি সন্ধান কাজে ব্যবহৃত আধুনিক blasting gelatin এবং Cordite তৈরিতে গান কটন (সেলুলোজ নাইট্রেট) এর সাথে নাইট্রো গ্লিসারিন মিশানো হয়। (২) এছাড়া হৃদরোগে ওষুধরূপে এটির ব্যবহার আছে। হৃদপিণ্ডের রক্ত নালিতে রক্ত প্রবাহে বাধাজনিত angina pictoris বা হৃদ-ব্যথা নিবারণে ওষুধরূপে নাইট্রোগ্লিসারিন ব্যবহৃত হয়, যা রক্তনালিকে প্রসারিত করে। ফলে রক্ত চাপ হ্রাস পায়। (৩) এটি হাঁপানি (asthma) রোগেও ওষুধরূপে ব্যবহৃত হয়। অধিক নাইট্রোগ্লিসারিন ব্যবহারে প্রবল মাথাধরা ও চেতনাহীন হয়ে পড়ে।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

প্রস্তুতি (Preparation) : প্রথমে বিশুদ্ধ বর্ণহীন গাঢ় নাইট্রিক এসিড ও ধূমায়িত সালফিউরিক এসিড বা ওলিয়াম 1 ঃ 1 অনুপাতের মিশ্রণ তৈরি করা হয়। বরফশীতল পানিতে এসিড মিশ্রণটিকে রেখে তাপমাত্রা 20°C এর নিচে রাখা হয়। এরপর এসিড মিশ্রণে গ্লিসারিন ধীরে ধীরে যোগ করা হয় যেন তাপমাত্রা সব সময় 20°C এর নিচে থাকে।

$$\begin{array}{l}CH_2-OH\\|\\CH-OH\\|\\CH_2-OH\end{array} + 3HO-NO_2 \xrightarrow[20°C]{H_2SO_4} \begin{array}{l}CH_2-O.NO_2\\|\\CH-O.NO_2\\|\\CH_2-O.NO_2\end{array} + 3H_2O$$

★ (১) নাইট্রেশন বিক্রিয়াটি তাপোৎপাদী।

★ (২) এক্ষেত্রে গাঢ় H_2SO_4 এর সংস্পর্শে HNO_3 প্রোটনযুক্ত হয়ে থাকে ($HNO_3 \cdot H^+$), তখন ধনাত্মক চার্জযুক্ত N পরমাণু গ্লিসারিনের নিউক্লিওফিলিক O পরমাণু দ্বারা আকৃষ্ট হয়ে থাকে। এরপর পানি অণু অপসারণের ফলে নাইট্রোমূলকযুক্ত এস্টার বন্ধন $C-O-NO_2$ সৃষ্টি হয়।

★ (৩) অ্যারোমেটিক নাইট্রেশনে এসিড মিশ্রণে সৃষ্ট নাইট্রোনিয়াম আয়ন ($\overset{+}{N}O_2$) দ্বারা বেনজিন বলয়ে ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন ঘটে।

★ (৪) গাঢ় H_2SO_4 নিরুদক হিসেবে উৎপন্ন পানিকে শোষণ করে।

ব্যবহারে সমস্যা :

(১) নাইট্রোগ্লিসারিন ব্যবহারে সমস্যা হলো তরল অবস্থার চেয়ে কঠিন অবস্থায় এটি বেশি বিস্ফোরণোন্মুখ হয় এবং 13°C তাপমাত্রায় জমাট বেঁধে কঠিন হয়। তবে বর্তমানে ইথিলিন গ্লাইকল ডাইনাইট্রেটের সাথে মিশিয়ে নিয়ে এর গলনাঙ্ক (freezing point) নিম্নতাপমাত্রা −29°C রাখা হয়।

(২) যেহেতু নাইট্রোগ্লিসারিন অণুতে N-পরমাণু পূর্ণভাবে O পরমাণু যুক্ত আছে; তাই বাহ্যিক চাপ ও অধিক তাপমাত্রায় অভ্যন্তরীণ দহনজনিত অধিক গ্যাস সৃষ্টির ফলে বিস্ফোরণ ঘটে থাকে। তখন সব C ও H পরমাণু যথাক্রমে CO_2 ও H_2O বাষ্পসহ N_2 ও O_2 গ্যাস তৈরি হয়। ফলে উৎপন্ন গ্যাস মিশ্রণের চাপ 20,000 atm, তাপমাত্রা 5,000°C এবং গ্যাস মিশ্রণের আয়তন নাইট্রোগ্লিসারিনের আয়তনের 1,200 গুণ হয়।

(৩) এটি 50°–60°C -এ বিযোজিত হতে থাকে এবং 218°C– এ বিস্ফোরিত হয়।

$$4\,C_3H_5(O\text{-}NO_2)_3 \xrightarrow[\text{কম্পন}]{\text{আঘাত}} 6N_2\,(g) + 12CO_2\,(g) + 10H_2O\,(g) + O_2\,(g)$$

২.১৫.১ টিএনটি বা 2, 4, 6 – ট্রাই নাইট্রোটলুইন

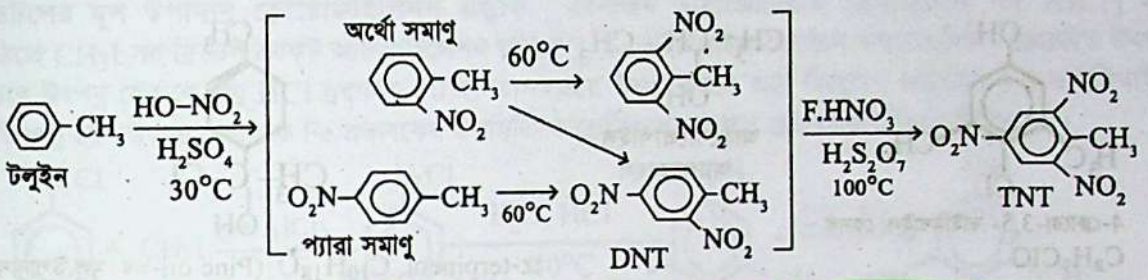
TNT এর আণবিক সংকেত $C_6H_2(NO_2)_3\text{-}CH_3$। হলুদ বর্ণের কঠিন TNT জৈব রাসায়নিক সংশ্লেষণে বিকারকরূপে ব্যবহৃত হয়। তবে পরিবহনে বিপদমুক্ত বিস্ফোরক দ্রব্যরূপে টিএনটি-এর বেশ গুরুত্ব আছে।

বিস্ফোরকরূপে বৈশিষ্ট্য : বিভিন্ন বিস্ফোরক পদার্থের বিস্ফোরণ ক্ষমতা প্রকাশের জন্যে TNT এর বিস্ফোরণ ক্ষমতাকে 'এককরূপে' ব্যবহার করা হয়। বিস্ফোরকরূপে এর বৈশিষ্ট্য হলো ট্রাইনাইট্রোগ্লিসারিনের মতো টিএনটি আঘাত বা কম্পন দ্বারা সহজে বিস্ফোরিত হয় না। কঠিন টিএনটি এর গলনাঙ্ক হলো 80°C। এটি পানিকে শোষণ করে না এবং পানিতে অদ্রবণীয়।

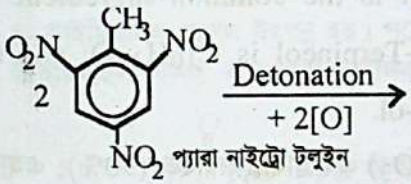
টিএনটি প্রস্তুতি (Preparation of TNT) : পরীক্ষাগারে 2, 4, 6 -ট্রাইনাইট্রো টলুইন দু'ধাপে প্রস্তুত করা হয়। নাইট্রেটিং মিশ্রণরূপে 1ঃ1 অনুপাতে গাঢ় HNO_3 ও গাঢ় H_2SO_4 এসিড মিশ্রণ ব্যবহার করা হয়। ধীরে ধীরে টলুইনকে এসিড মিশ্রণে যোগ করা হয় এবং তাপমাত্রাকে 60°C-এ নিয়ন্ত্রিত রাখা হয়। প্রথমে মনোনাইট্রো ও পরে ডাইনাইট্রো টলুইন (DNT) উৎপন্ন হয়। DNT মিশ্রণকে এসিড মিশ্রণ থেকে পৃথক করে সোডিয়াম বাইকার্বনেট দ্রবণ দ্বারা ধুয়ে নাইট্রোজেনের অক্সাইড মুক্ত করা হয়। পরে DNT মিশ্রণকে ধূমায়িত HNO_3 ও ওলিয়াম বা ধূমায়িত $H_2SO_4.SO_3$ মিশ্রণ দ্বারা স্টিম বার্থে রেখে 100°C-এ নাইট্রেশন করলে TNT উৎপন্ন হয়।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com



বিস্ফোরণের শর্ত : নাইট্রো গ্লিসারিনের মতো TNT আঘাত বা কম্পন দ্বারা বিস্ফোরিত হয় না, Detonator সহযোগে স্ফুলিঙ্গ ঘটালে TNT বিস্ফোরিত হয়। নাইট্রোগ্লিসারিনের চেয়ে কম চাপ ও কম তাপ সৃষ্টি করে। বিস্ফোরণ বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ :



$$14CO(g) + 2N_2(g) + 5H_2(g)$$

MCQ–2.34 : কোনটির বিস্ফোরণে detonator দরকার হয়?
(ক) TNB (খ) পিকরিক এসিড
(গ) TNT (ঘ) নাইট্রোগ্লিসারিন

ব্যবহার : শক্তিশালী বিস্ফোরকরূপে TNT ব্যবহৃত হয় হাত বোমা (hand grenade), সেনাবাহিনীর ব্যবহৃত bomb shell ও যুদ্ধ জাহাজ ধ্বংসকারক torpedo ইত্যাদি প্রস্তুত করতে। এ ছাড়া NH_4NO_3 ও TNT মিশ্রণে তৈরি করা হয় 'Amatol' নামক বিস্ফোরক, যা দ্বারা পুরাতন বিল্ডিং ও পাহাড় সমতল করা হয়।

শিক্ষার্থীর কাজ –২.২১ : বিস্ফোরক দ্রব্য সংক্রান্ত প্রশ্ন :

সমস্যা–২.৫৬ : চর্বি $\xrightarrow{NaOH,\ \Delta}$ P-যৌগ (b.P. = 290 °C) $\xrightarrow{\text{গাঢ় } HNO_3, H_2SO_4}$ Q–যৌগ

(ক) P- যৌগের শনাক্তকরণ সমীকরণসহ লেখ।
(খ) Q- যৌগের প্রস্তুতি সমীকরণসহ লেখ।
(গ) Q- যৌগটির বিভিন্ন ক্ষেত্রে ব্যবহারের সুবিধা, অসুবিধা কারণসহ ব্যাখ্যা কর।

সমস্যা –২.৫৭ : $C_6H_6 \xrightarrow[\text{শুষ্ক } AlCl_3]{CH_3Cl}$ A যৌগ $\xrightarrow[H_2S_2O_7,\ 100\,^\circ C]{F\text{-}HNO_3}$ B যৌগ (m.p = 80 °C)

(ক) A– যৌগটি বিক্রিয়ার সাহায্যে চিহ্নিত কর এবং B যৌগটির প্রস্তুতির প্রত্যেক ধাপের বিক্রিয়া তাপমাত্রাসহ লেখ।
(খ) যৌগ-B এর বৈশিষ্ট্য এবং ব্যবহারের সুবিধাসমূহ তোমার জানা মতে অপর অনুরূপ বৈশিষ্ট্যের যৌগের সাথে তুলনা কর।

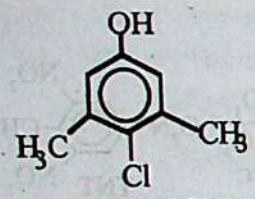
২.১৫.২ ডেটল (Dettol)

'Dettol হলো জীবাণুনাশক ও পচনরোধক (disinfectant and antiseptic); স্বাস্থ্যকর পরিবেশ রক্ষাকারী একটি বাণিজ্যিক প্রোডাক্ট। বাণিজ্যিক প্রতিষ্ঠান Reckitt Benckister 'অ্যান্টিসেপটিক ক্লিনিং প্রোডাক্ট' রূপে- এ 'Dettol' প্রথম বাজারজাত করে। ডেটলের রাসায়নিক সক্রিয় উপাদানটি হলো 4–ক্লোরো-3, 5- ডাইমিথাইল ফেনল। এর অপর নাম ক্লোরোজাইলিনল (Chloro-xylenol)। এছাড়া আইসোপ্রোপাইল অ্যালকোহল, পাইন অয়েল, কাস্টর-অয়েল সোপ, সুগন্ধ বস্তু ও পানি ডেটলে থাকে।

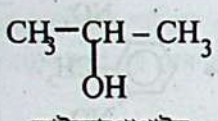
ডেটল- মিশ্রণের সংযুক্তি হলো– (১) ক্লোরোজাইলিনল (C_8H_9ClO) বা 4-ক্লোরো-3,5-ডাইমিথাইল ফেনল 4.8%(w/v), (২) আইসোপ্রোপাইল অ্যালকোহল 13.1% (v/v), (৩) পাইন তেল বা টারপিনিওল (9.9%v/v। (৪) অবশিষ্ট কাস্টর অয়েলের সাবান পানি ও সুগন্ধ মিলে 72.2% v/v।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

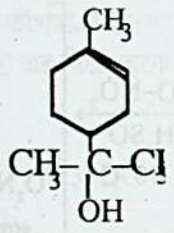
Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com



4-ক্লোরো-3,5- ডাইমিথাইল ফেনল
C_8H_9ClO



আইসোপ্রোপাইল অ্যালকোহল



α-terpineol, $C_{10}H_{18}O$ (Pine oil-এর মূল উপাদান)

দ্রষ্টব্য : (১) রাসায়নিকভাবে pine oil এর মূল উপাদান হলো α-terpineol. এছাড়া এতে থাকে উপাদান cyclic terpene alcohols, terpene hydrocarbons, ethers and esters. Pine oil is a disinfectant which is a mildly antiseptic. Terpineol is a mono-terpene alcohol. It is the common ingredient in different perfume, cosmetics and flavours. Formula of α-Terpineol is $C_{10}H_{18}O$; and its IUPAC name is 2–(4-Methyl cyclo hex-3-en-1-yl) propan-2-ol.

(২) Castor oil এর মূল উপাদান হলো ricinolic acid ($C_{18}H_{34}O_3$) এর ট্রাইগ্লিসারাইড (90%); এছাড়া oleic acid, linoleic acid এর গ্লিসারাইড থাকে। রাসায়নিকভাবে ricinolic acid হলো একক দ্বিবন্ধনযুক্ত হাইড্রক্সি কার্বক্সিলিক এসিড। এটির নাম হলো 12–hydroxy–9-cis octadecenoic acid. Castor oil is used to prepare soap, lubricant, paints & dyes etc. এটির কার্বন শিকলে 12নং C পরমাণুর সাথে –OH মূলক যুক্ত থাকায় এটি অধিক পোলার; এটির সাবান অধিক দ্রবণীয় হয়।

(ক) ক্লোরোজাইলিনল বা 4-ক্লোরো-3,5 -ডাইমিথাইল ফেনল : ডেটলের মূল উপাদান ক্লোরোজাইলিনল হলো জীবাণুনাশক; এটি প্রদাহ হ্রাস করে ও কার্যকর গৃহস্থালী পচনরোধক। ব্যক্তি বিশেষে ক্লোরোজাইলিনল এলার্জি সৃষ্টি করতে পারে। তখন চিকিৎসকের পরামর্শ প্রয়োজন হয়।

(খ) আইসোপ্রোপাইল অ্যালকোহল : আইসোপ্রোপাইল অ্যালকোহল একটি সেকেন্ডারি অ্যালকোহল; এটি বর্ণহীন মিষ্ট গন্ধযুক্ত দাহ্য তরল। এটির পচনরোধক ক্রিয়ার ফলে ডেটল ফাংগাস ও জীবাণু মেরে ফেলে। এটি ডেটলকে ভালো গৃহস্থালী ক্লিনিং প্রোডাক্টের গুণসম্পন্ন করেছে।

(গ) α- টারপিনিওল বা পাইন তৈল : এটি একটি নন্-পোলার দ্রাবক। ডেটলের মূল উপাদান ক্লোরোজাইলিনলের অণুতে –OH মূলক থাকলেও এটি পোলার পানিতে কম দ্রবণীয়; মাত্র 710 mg/L (at 25°C) দ্রবীভূত থাকে। তাই নন-পোলার টারপিনিওল ও আইসোপ্রোপাইল অ্যালকোহল উপযুক্ত দ্রাবক হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

(ঘ) সাবানের পানি : সাবানের পানি যোগ করে দ্রবণের pH মান প্রায় 10 এর মধ্যে রাখা হয়। তখন ক্লোরোজাইলিনলের দ্রাব্যতা বৃদ্ধি পেয়ে প্রায় 48 g/L হয়ে থাকে।

সুতরাং ডেটলের মিশ্রণের সংযুক্তি নিম্নরূপ হয়।

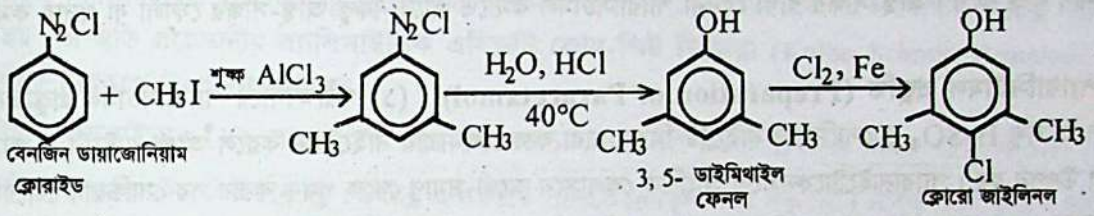
[ক্লোরোজাইলিনল + *iso* প্রোপাইল অ্যালকোহল + α- টারপিনিওল + সাবান + পানি] = ডেটল

4.8% (v/v) 13.1% (v/v) 9.9% (v/v) 3.5% (w/v) 68.7% (v/v)

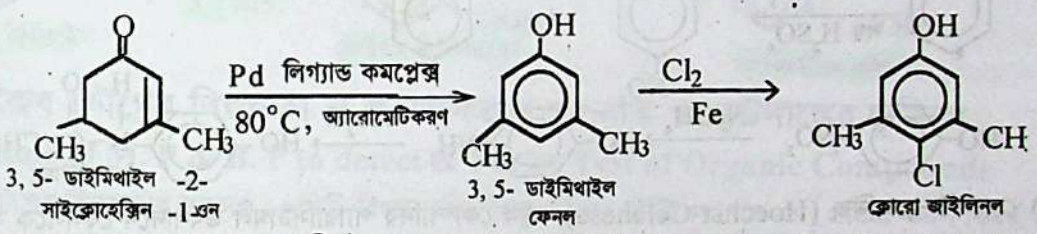
www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

ডেটলের মূল উপাদান ক্লোরোজাইলিনল প্রস্তুতি : বেনজিন ডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইডকে শুষ্ক $AlCl_3$ এর উপস্থিতিতে CH_3I সহ ফ্রিডেল ক্রাফট অ্যালকাইলেশন ঘটালে 3, 5- ডাইমিথাইল বেনজিন ডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়। পরে উৎপন্ন যৌগকে লঘু HCl দ্রবণসহ 40°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে আর্দ্র বিশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় 3.5-ডাইমিথাইল ফেনল উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন ফেনলকে Fe প্রভাবকের উপস্থিতিতে ক্লোরিনেশন করলে ক্লোরো-জাইলিনল উৎপন্ন হয়।



বিকল্প পদ্ধতি : 3, 5- ডাই-মিথাইল -2- সাইক্লোহেক্সিন -1- ওন নামক অ্যালিফেটিক সাইক্লিক কিটোনকে প্যালাডিয়াম লিগ্যান্ড কমপ্লেক্স (বা প্যালাডিয়াম ট্রাইফ্লোরো অ্যাসিটেট কমপ্লেক্স)সহ উত্তপ্ত করলে অ্যারোমেটিকরণ প্রক্রিয়ায় 3, 5- ডাইমিথাইল ফেনল উৎপন্ন হয়। পরে উৎপন্ন ফেনলকে Fe প্রভাবকের উপস্থিতিতে ক্লোরিনেশন করলে 4 ক্লোরো–3, 5- ডাইমিথাইল ফেনল বা ক্লোরো জাইলিনল উৎপন্ন হয়।



ডেটলের ব্যবহার : ডেটল হলো জীবাণুনাশক ও পচনরোধক disinfectant and antiseptic স্বাস্থ্যকর পরিবেশ রক্ষাকারী রাসায়নিক পদার্থের মিশ্রণ। এর লঘু দ্রবণ অ্যান্টিসেপটিক হিসেবে কাটা, ক্ষত ইত্যাদিকে জীবাণু সংক্রমণ থেকে রক্ষা করে। তাই শরীরের ক্ষতস্থান ড্রেসিং করতে ডেটল ব্যবহৃত হয়।

জেনে নাও : আমরা দৈনন্দিন জীবনে ডেটল ও স্যাভলন নামে দুটি বাণিজ্যিক স্বাস্থ্যরক্ষাকারী ব্রান্ড ব্যবহার করে থাকি। দুটি উপাদানের সংযুক্তি ভিন্ন। যেমন,

ডেটল : ডেটল হলো উপযুক্ত দ্রাবক আইসোপ্রোপাইল অ্যালকোহল 13.1% (v/v) ও টারপিনিওল 9.9% (v/v) এর মধ্যে ক্লোরোজাইলিনল 4.8% (v/v) এর দ্রবণ। এছাড়া এতে সাবানের জলীয় দ্রবণ থাকে।

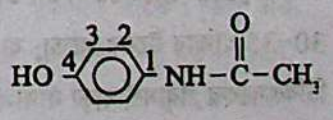
স্যাভলন : স্যাভলন হলো ক্লোরহেক্সিডিন গ্লুকোনেট 0.3% (w/v) ও সেট্রিমাইড 3% (w/v) এর মিশ্র দ্রবণ। শল্য চিকিৎসায়, কাটা ও ক্ষতস্থান এবং মুখ ধোয়ার জন্য স্যাভলন ব্যবহৃত হয়।

স্যালল : এটির রাসায়নিক নাম ফিনাইল স্যালিসাইলেট। এটি অভ্যন্তরীণ অ্যান্টিসেপটিক হিসেবে গলার অসুখে ব্যবহৃত হয়।

২.১৫.৩ প্যারাসিটামল (Paracetamol) বা অ্যাসিট্যামিনোফেন (Acetaminophen)

প্যারাসিটামলের পরিচিতি ও ব্যবহার : প্যারাসিটামল হলো ইথানোয়িক অ্যানহাইড্রাইডের ফেনলিক এস্টার। এর রাসায়নিক নাম হলো N-(4-হাইড্রক্সি ফিনাইল) ইথান্যামাইড। এটি জ্বর ও ব্যথা নিবারকরূপে কাজ করে (antipyretic & painkiller)। তবে প্যারাসিটামলের ব্যবহারের ক্ষেত্রগুলোর মধ্যে মাথাব্যথা, মাংসপেশিতে ব্যথা, অস্থিসন্ধিতে ব্যথা, পিঠের ব্যথা, দাঁতের ব্যথা ও ঠাণ্ডা লাগাজনিত জ্বরে প্যারাসিটামল নির্দিষ্ট মাত্রায় বড়দের জন্য ট্যাবলেট ও শিশুদের জন্য সিরাপরূপে ব্যবহৃত হয়। চিকিৎসকের ব্যবস্থাপত্রের মাত্রার চেয়ে বেশি প্যারাসিটামল ওষুধ সেবনে মারাত্মক শারীরিক ক্ষতি হতে পারে।

প্যারাসিটামল সেবন মাত্রা : পূর্ণবয়স্ক লোকের ক্ষেত্রে সর্বাধিক প্রতিবার বা প্রতি ডোজে 1g বা 1000 mg অর্থাৎ 500 mg ট্যাবলেট ২টি এবং দিনে 4g বা 4000 mg পর্যন্ত সেবন করতে পারে। দিনে 4g পরিমাণের অধিক প্যারাসিটামল সেবনে কিডনি নষ্ট হতে পারে। কিন্তু অ্যালকোহল সেবনে অভ্যস্ত ব্যক্তিদের জন্য প্যারাসিটামলের অনুমোদিত মাত্রা হলো দিনে 2g বা 2000 mg; চিকিৎসকের পরামর্শ মতো তা সেবন করতে হবে।



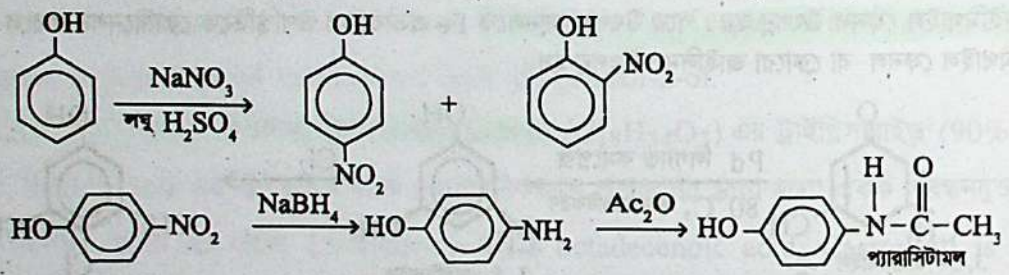
N-(4-হাইড্রক্সি ফিনাইল) ইথান্যামাইড
বা, প্যারাসিটামল

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

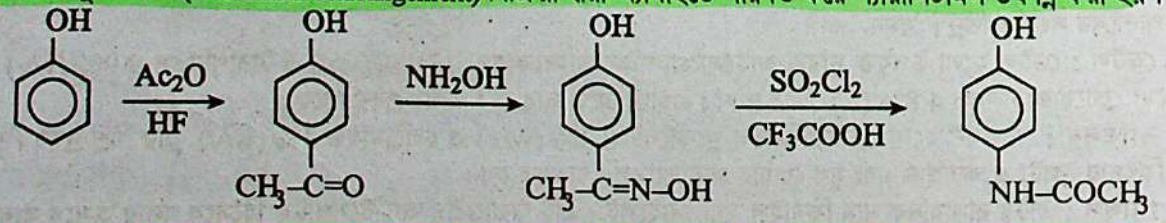
Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

ব্যথা উপশমে প্যারাসিটামল ও অ্যাসপিরিনের তুলনা : বিশ্ব স্বাস্থ্য সংস্থা (WHO) শিশুদের ক্ষেত্রে জ্বরে দেহের তাপমাত্রা 101.3°F (38.5°C) এর বেশি হলে প্যারাসিটামল ব্যবহারের অনুমোদন দিয়েছে। ব্যথা-বেদনা উপশমে প্যারাসিটামলের কার্যক্ষমতা অ্যাসপিরিনের সমতুল্য এবং অধিক গ্যাস্ট্রিক এসিড নিঃসরণে আক্রান্ত রোগীর ক্ষেত্রে ব্যথা-বেদনা উপশমে প্যারাসিটামল ব্যবহার করতে হয়। সেক্ষেত্রে অ্যাসপিরিন ব্যবহার করা যায় না; বিশেষত পাকস্থলীর ক্ষত স্থানে রক্তক্ষরণ বৃদ্ধি করে। অস্থি-সন্ধির ব্যথা বেদনা প্যারাসিটামল কমাতে পারে; কিন্তু অস্থি-সন্ধির ফোলা বা প্রদাহ কমাতে পারে না।

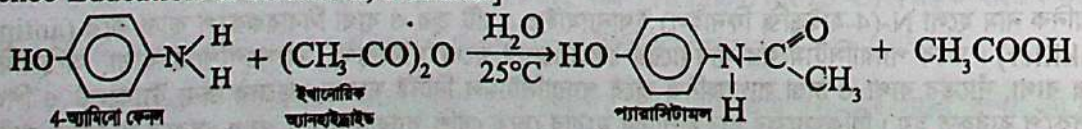
প্যারাসিটামল প্রস্তুতি (Preparation of Paracetamol) : (১) পরীক্ষাগারে প্যারাসিটামল প্রস্তুতিতে প্রথমে ফেনলকে লঘু H_2SO_4 ও সোডিয়াম নাইট্রেট মিশ্রণ দ্বারা কক্ষতাপমাত্রায় নাইট্রেশন করলে অর্থো নাইট্রো ও প্যারানাইট্রো ফেনল উৎপন্ন হয়। প্যারানাইট্রোফেনলকে আংশিক কেলাসনে অর্থো-সমাণু থেকে পৃথক করার পর সোডিয়াম বোরোহাইড্রাইড ($NaBH_4$) বা, H_2(Ni) দ্বারা নাইট্রো মূলককে বিজারিত করে 4 -অ্যামিনো ফেনল এবং পরে এটিকে অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড [$(CH_3CO)_2O$ বা, Ac_2O] সহ অ্যাসিটাইলেশন করে প্যারাসিটামল প্রস্তুত করা হয়।



(২) হোসেস্ট–চেলনিজ (Hoechst-Celanese) ওষুধ কোম্পানির প্যারাসিটামল উৎপাদনে ফেনলকে সরাসরি HF এসিড প্রভাবকের উপস্থিতিতে অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড [(Ac_2O) or, $(CH_3CO)_2O$] সহ অ্যাসিটাইলেশন করা হয়। পরে হাইড্রক্সিল অ্যামিন (NH_2OH) সহ বিক্রিয়ায় কিটোমূলকটিকে কিটোঅক্সাইমে পরিণত করা হয়। পরে এসিড প্রভাবন বেকম্যান পুনর্বিন্যাস (Beckmann rearrangement) বিক্রিয়া দ্বারা অ্যামাইডে পরিণত করে প্যারাসিটামল উৎপন্ন করা হয়।



(৩) এছাড়া 4-অ্যামিনো-ফেনলকে কক্ষতাপমাত্রায় ইথানোয়িক অ্যানহাইড্রাইডসহ অ্যাসিটাইলেশন করে প্যারাসিটামল প্রস্তুত করা যায়। এ পদ্ধতিতে তাত্ত্বিক পরিমাণের 45% উৎপাদন মাত্রা হয়। [Ref : Mr. S. B. Pal, Indian Institute of Science Education & Research, Kolkata.]



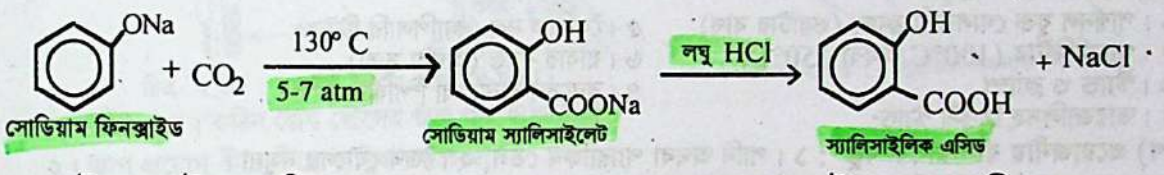
ওষুধের ব্যবহারে সতর্কতা : 1997 খ্রিস্টাব্দে এক জরিপে জানা যায়, যুক্তরাষ্ট্রে ব্যবহৃত প্যারাসিটামলের পরিমাণ ছিল 30–35 হাজার টনের মতো, যা পৃথিবীর অবশিষ্ট দেশসমূহে ব্যবহৃত প্যারাসিটামলের পরিমাণের সমান। এর মূলে রয়েছে চিকিৎসকের পরামর্শ ছাড়া ব্যথা-বেদনা উপশমে প্যারাসিটামল ব্যবহারের প্রবণতা। আমাদের রসায়নের শিক্ষার্থী হিসেবে জানা উচিত ওষুধরূপে ব্যবহৃত রাসায়নিক পদার্থ রোগ নিরাময়ে যেমন ভূমিকা রাখে, তেমনি প্রয়োজনীয় মাত্রার বেশি ব্যবহারে শরীরের স্নায়ুতন্ত্র, হৃদ যন্ত্র ও কিড়নির মারাত্মক ক্ষতির কারণ হয়।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

জেনে নাও : জ্বর ও ব্যথা নিবারক (anti pyretic & analgesic) রূপে প্যারাসিটামল ও অ্যাসপিরিন ব্যথা উপশমে ব্যবহৃত হয়। এছাড়া স্যালিসাইলিক এসিড antiseptic, analgesic ও antipyretic ঔষধ তৈরিতে বিশেষভাবে ব্যবহৃত হয়। মিথাইল স্যালিসাইলেট flavouring agent এবং ফিনাইল স্যালিসাইলেট অ্যান্টিসেপটিক লোশন 'Salol' তৈরিতে ব্যবহৃত হয়। এ অতি প্রয়োজনীয় স্যালিসাইলিক এসিডটি কোব-স্মিট বিক্রিয়া (Kolbe–Schmitt Reaction) দ্বারা ফেনল থেকে নিম্নরূপে উৎপাদন করা হয়।

সোডিয়াম ফিনক্সাইডকে CO_2 সহ 130°C তাপমাত্রায় ও 5–7 atm চাপে অটোক্লেভ বা আবদ্ধ পাত্রে বিক্রিয়া ঘটালে কঠিন সোডিয়াম স্যালিসাইলেট উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন এ লবণকে পানিতে দ্রবীভূত করে লঘু HCl এসিড যোগ করলে দানাদার স্যালিসাইলিক এসিড পৃথক হয়ে পড়ে। কোব–স্মিট বিক্রিয়া দ্বারা বেনজিন বলয়ে সরাসরি –COOH মূলক যুক্ত করা যায়।



২.১৬ জৈব যৌগের বিশুদ্ধতা ও শনাক্তকরণে গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্কের ভূমিকা

Role of M. P & B. P to detect & Purity Test of Organic Compounds

জৈব যৌগের বিশুদ্ধতার মানদণ্ড : প্রতিটি বিশুদ্ধ কঠিন জৈব যৌগের নির্দিষ্ট গলনাঙ্ক এবং প্রতিটি তরল বিশুদ্ধ যৌগের নির্দিষ্ট স্ফুটনাঙ্ক থাকে। তাই কঠিন পদার্থের স্থির গলনাঙ্ক ও তরল পদার্থের স্থির স্ফুটনাঙ্ককে জৈব যৌগের বিশুদ্ধতার মানদণ্ডরূপে গ্রহণ করা হয়। অবিশুদ্ধ কঠিন যৌগের গলনাঙ্ক এর প্রকৃত মান থেকে কয়েক ডিগ্রি সেলসিয়াস কম হয় এবং অবিশুদ্ধ তরল যৌগের বেলায় এর স্ফুটনাঙ্ক প্রকৃত স্ফুটনাঙ্ক থেকে কয়েক ডিগ্রি বেশি হয়।

গলনাঙ্ক : কোনো জৈব যৌগের গলনাঙ্ক বলতে সে তাপমাত্রাকে বোঝায় যে তাপমাত্রায় উক্ত যৌগের কঠিন ও তরল উভয় ভৌত অবস্থা সহঅবস্থান (co-exist) করে। যেমন, বেনজয়িক এসিডের গলনাঙ্ক হলো 121°C। তাই উক্ত নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় বা এক ডিগ্রি পার্থক্যের মধ্যে যৌগটি গলা শেষ হলে এটিকে বিশুদ্ধ বেনজয়িক এসিড ধরা হয়। আর যদি নির্দিষ্ট 121°C তাপমাত্রায় কঠিন যৌগের বিগলন শেষ না হয়ে প্রায় 2°–3°C তাপমাত্রার ব্যবধানসহ বিগলন হয়ে থাকে, তবে যৌগটিকে অর্থাৎ ঐ বেনজয়িক এসিডটিকে অবিশুদ্ধ ধরা হয়।

জৈব যৌগের গলনাঙ্ক সঠিকভাবে নির্ণয়ের জন্য আধুনিক বৈদ্যুতিক গলনাঙ্ক যন্ত্র (melting point apparatus) (চিত্র ২.২৬) পাওয়া যায়। তবে সাধারণভাবে পরীক্ষাগারে গলনাঙ্ক নির্ণয়ের জন্য কৈশিক নল পদ্ধতি বা ক্যাপিলারি টিউব পদ্ধতি (capillary tube) ব্যবহার করা হয় (চিত্র ২.২৫)। এ পদ্ধতি অনুযায়ী নিম্ন গলনাঙ্কবিশিষ্ট কঠিন জৈব যৌগের গলনাঙ্ক নির্ণয় ২.১৭ অনুচ্ছেদে বর্ণনা করা হলো।

স্ফুটনাঙ্ক : যে তাপমাত্রায় কোনো তরল পদার্থের বাষ্পচাপ উক্ত তরলের উপরিস্থিত বায়ুচাপের সমান হয়, সে তাপমাত্রাকে উক্ত তরলটির স্ফুটনাঙ্ক বলে। নির্দিষ্ট বায়ুচাপে প্রত্যেক তরলের একটি নির্দিষ্ট স্ফুটনাঙ্ক থাকে। কিন্তু এক বায়ুচাপ বা 760 mm (Hg) স্তম্ভের চাপে কোনো বিশুদ্ধ তরলের স্ফুটনাঙ্ককে তরলটির "সাধারণ স্ফুটনাঙ্ক' বলা হয়। যেমন, মিথানল বা মিথাইল অ্যালকোহলের স্ফুটনাঙ্ক হলো 65.5°C। এ নির্দিষ্ট 65.5°C তাপমাত্রায় যদি তরলটি ফুটতে থাকে, তবে তাকে বিশুদ্ধ মিথানল ধরা হয়। অপরদিকে তরলটির স্ফুটনের সময় প্রায় 2°–3°C তাপমাত্রার পরিবর্তন হলে তরলটিকে অবিশুদ্ধ মিথানল ধরা হয়। উল্লেখ্য স্ফুটনকালে প্রদত্ত তাপ থার্মোমিটারে তাপমাত্রা বৃদ্ধি না করে তা তরলের বাষ্পীভবনের লীনতাপরূপে ব্যয়িত হয়।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

আরো দেখুন

প্রতিদিনের চাকুরীর সার্কুলার পেতে এখানে ক্লিক করুন

প্রতি মাসের কারেন্ট অ্যাফেয়ার্স পিডিএফ এখানে ক্লিক করুন

চাকুরীর প্রয়োজনীয় সকল পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

বিসিএস এর প্রয়োজনীয় পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

প্রতি সপ্তাহের চাকুরী পত্রিকা ডাউনলোড এখানে ক্লিক করুন

সকল নিয়োগ পরীক্ষার প্রশ্ন সমাধান এখানে ক্লিক করুন

বিডিনিয়োগ.কম দেশের সেরা পিডিএফ কালেকশন

SSC এর প্রয়োজনীয় সকল পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

HSC এর প্রয়োজনীয় সকল পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

বিশ্ববিদ্যালয় ভর্তির সকল পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

সকল ধরনের সাজেশন ডাউনলোড এখানে ক্লিক করুন

ORIGINAL
BDNIYOG.COM
COPYRIGHT

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

তত্ত্বীয় আলোচনা	= ১৪
শ্রেণি কর্মকাণ্ড	= ৮
মোট পিরিয়ড	= ২২

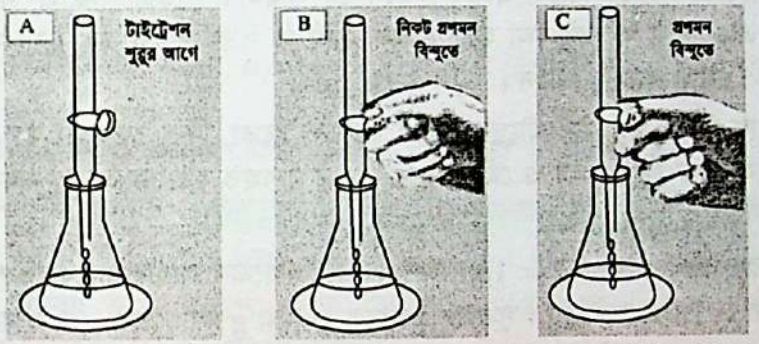
তৃতীয় অধ্যায়

পরিমাণগত রসায়ন

Stoichiometric Chemistry

ভূমিকা (Introduction)

রাসায়নিক বিক্রিয়ার বিক্রিয়ক ও উৎপাদের মোলভিত্তিক গণনাকে পরিমাণগত রসায়ন বা Stoichiometric Chemistry বলা হয়। বিক্রিয়ক ও উৎপাদ গ্যাস হলে মোলার আয়তন ও ভর এককে এবং তরল ও কঠিন হলে মোলার ভর এককে গণনা করা হয়। এসিড ক্ষার বিক্রিয়া ও রিডক্স বিক্রিয়া সব শিল্প উৎপাদনে জড়িত। এসব ক্ষেত্রে ব্যবহৃত দ্রবণের ঘনমাত্রাকে মোলারিটি এককে হিসাব করা হয়। কোনো শিল্পে 100% উৎপাদ পাওয়া সম্ভব হয় না। তাই শতকরা পরিমাণে উৎপাদের হিসাব করা হয়। আবার বায়ুর দূষণ, পানি ও খাদ্যে দূষণ মাত্রাকে বোঝাবার জন্য মিশ্রিত থাকা সূক্ষ্ম কণার পরিমাণকে ppm (parts per million) এককেও প্রকাশ করা হয়। আমরা এ অধ্যায়ে ঘনমাত্রাভিত্তিক রাসায়নিক গণনার ধারা ও বিভিন্ন ঘনমাত্রার মধ্যে সম্পর্ক জেনে বিভিন্ন বিক্রিয়াভিত্তিক রাসায়নিক গণনা করতে পারব।



অধ্যায়ের প্রধান শব্দসমূহ (Key words) : মোলার আয়তন, লিমিটিং বিক্রিয়ক, মোলারিটি, প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি স্ট্যান্ডার্ড পদার্থ, ppm, মোল-ভগ্নাংশ, প্রশমন বিক্রিয়া, প্রশমন বিন্দু, রিডক্স বিক্রিয়া, দর্শক আয়ন, নির্দেশক, টাইট্রেশন, ক্রোমাটো-গ্রাফি।

শিখনফল : এ অধ্যায় পাঠ শেষে শিক্ষার্থীরা—

১। রাসায়নিক গণনায় গ্যাসের মোলার আয়তন ব্যবহার করতে পারবে।

২। রাসায়নিক সমীকরণ থেকে উৎপাদ গ্যাসের আয়তন নির্ণয় করতে পারবে।

৩। বিক্রিয়কের পরিমাণ থেকে গ্যাসীয় উৎপাদের পরিমাণ (ভর ও আয়তন) হিসাব করতে পারবে।

৪। **ব্যবহারিক**
সুলভ উপকরণ ব্যবহার করে বিক্রিয়ায় উৎপাদ গ্যাসের আয়তন নির্ণয় করতে পারবে।

৫। **ব্যবহারিক :** কঠিন ও তরল পদার্থ পরিমাপ করে নির্দিষ্ট মোলার ঘনমাত্রার দ্রবণ প্রস্তুত করতে পারবে।

৬। দ্রবণের মোলারিটিকে শতকরা ও পিপিএম (ppm). এককে প্রকাশ করতে পারবে।

৭। **ব্যবহারিক :** নির্দিষ্ট ঘনমাত্রার দ্রবণ থেকে অন্য ঘনমাত্রার দ্রবণ প্রস্তুত করতে পারবে।

৮। এসিড-ক্ষার প্রশমন বিক্রিয়া ও প্রশমন বিন্দু ব্যাখ্যা করতে পারবে।

৯। জারণ-বিজারণ বিক্রিয়া ব্যাখ্যা করতে পারবে।

১০। জারণ-বিজারণ অর্ধ বিক্রিয়ায় ইলেকট্রন স্থানান্তর হিসাব করে বিক্রিয়ার সমতা করতে পারবে।

১১। বিক্রিয়ার সমাপ্তি বিন্দু নির্ণয়ে নির্দেশকের ভূমিকা ব্যাখ্যা করতে পারবে।

১২। **ব্যবহারিক :** রঙিন উদ্ভিদ ব্যবহার করে এসিড-ক্ষার বিক্রিয়ার প্রশমন বিন্দু নির্ণয় করতে পারবে।

১৩। **ব্যবহারিক :** অম্ল-ক্ষার টাইট্রেশনের মাধ্যমে অজানা দ্রবণে এসিড/ক্ষারের পরিমাণ নির্ণয় করতে পারবে।

১৪। **ব্যবহারিক:** জারণ-বিজারণ টাইট্রেশনের মাধ্যমে দ্রবণে বিদ্যমান ধাতব আয়নের পরিমাণ নির্ণয় করতে পারবে।

১৫। বিয়ার ল্যাম্বার্ট সূত্র ব্যবহার করে সরবরাহকৃত ডাটা থেকে দ্রবণের ঘনমাত্রা নির্ণয় করতে পারবে।

১৬। Atomic absorption, UV-Visible spectroscopy, HPLC ও GC-এর পরিমাণগত বিশ্লেষণের মূলনীতি ব্যাখ্যা করতে পারবে।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

৩.১ রাসায়নিক গণনা ও গ্যাসের মোলার আয়তন

Chemical Calculation and Gaseous Molar Volume

রসায়নবিদ্যায় যেকোনো রাসায়নিক গণনা করতে রাসায়নিক পদার্থের পরিমাণ প্রকাশক একক যেমন, 'মোল' (mole), গ্যাসের আয়তন প্রকাশক একক যেমন, 'মোলার আয়তন' (molar volume) এবং ঐ পদার্থের নির্দিষ্ট পরিমাণে থাকা কণার সংখ্যা (যেমন, অণু, পরমাণু, আয়ন ইত্যাদির সংখ্যা) প্রকাশক 'অ্যাভোগাড্রো সংখ্যা' (Avogadro number) সম্বন্ধে জ্ঞান থাকা দরকার। তাই পদার্থের মোল, মোলার আয়তন ও ঐ পদার্থে থাকা অ্যাভোগাড্রো সংখ্যার সমান কণার সংখ্যা সম্বন্ধে প্রথমে আলোচনা করা হলো :

গ্রাম আণবিক ভর বা মোল (Gram molecular Mass or Mole)

সংজ্ঞা : কোনো যৌগের আণবিক ভরকে গ্রামে প্রকাশ করলে যে পরিমাণ পাওয়া যায়, যৌগটির সে পরিমাণ তার এক মোল বলা হয়। উদাহরণস্বরূপ পানির আণবিক ভর = 18.02। সুতরাং 18.02 g পানি হচ্ছে এক মোল (mole বা সংক্ষেপে mol) পানি।

অপরদিকে কোনো মৌলের পারমাণবিক ভরকে গ্রামে প্রকাশ করলে যে পরিমাণ পাওয়া যায় ঐ পরিমাণকে সে মৌলের এক গ্রাম-পারমাণবিক ভর বা এক মোল পরমাণু বলা হয়। যেমন কার্বনের পারমাণবিক ভর 12। সুতরাং 12 g কার্বন = 1g পারমাণবিক ভর কার্বন বা 1 মোল পরমাণু কার্বন।

প্রসঙ্গত উল্লেখযোগ্য যে, পূর্বে মোল শব্দটি শুধুমাত্র যৌগের ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হতো, কিন্তু বর্তমানে তা যৌগ, মৌল, আয়ন এমনকি ইলেক্ট্রন প্রভৃতির ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়। যৌগ ও মৌল উভয় ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হওয়ার অনেক সময় অসাবধানে ছাত্রদের ভুল হওয়ার সম্ভাবনা আছে।

যেমন অক্সিজেন একটি মৌল, যার পারমাণবিক ভর = 16। অপরদিকে অক্সিজেন সাধারণভাবে দ্বি-পরমাণুক অণু হিসেবে থাকে, সুতরাং এর আণবিক ভর = $16 \times 2 = 32$। সুতরাং এক্ষেত্রে 16.00 g অক্সিজেন = 1 গ্রাম-পারমাণবিক ভর অক্সিজেন = 1 মোল পরমাণু অক্সিজেন এবং 32 গ্রাম অক্সিজেন = 1 মোল অণু অক্সিজেন।

একইভাবে 1.008 g হাইড্রোজেন = 1 g পরমাণবিক ভর হাইড্রোজেন = 1 মোল পরমাণু হাইড্রোজেন এবং 2.016 g হাইড্রোজেন = 1 মোল অণু হাইড্রোজেন।

এখানে উল্লেখ্য যে, আয়নিক যৌগে ক্যাটায়ন ও অ্যানায়নসমূহ পরস্পরের সংস্পর্শে থাকে, সেখানে কোনো অণু নেই। তাই এক্ষেত্রে 'আণবিক ভর' বলা সঠিক নয়। তাই আয়নিক যৌগের ক্ষেত্রে তার পরিবর্তে ফর্মুলা ভর ব্যবহৃত হয়। যেমন-NaCl এর ফর্মুলা ভর হচ্ছে 58.5।

মোল-এর ধারণার উৎপত্তি (Origin of Mole Concept)

মোল (Mole) এর আধুনিক সংজ্ঞা : কার্বন-স্কেল অনুসারে, 12 g কার্বনে 6.022×10^{23} টি কার্বন পরমাণু থাকে, কেনো পদার্থের যত গ্রাম ভরে ঐ সমসংখ্যক অণু বা পরমাণু বা আয়ন থাকে, তত গ্রাম ভরকে ঐ পদার্থের এক মোল বলা হয়। 'মোল'কে গ্রাম-আণবিক ভর বা গ্রাম-অণু, গ্রাম-পরমাণু ও গ্রাম-আয়ন বলা হয়। উদাহরণস্বরূপ,

(১) 1 মোল H-পরমাণু হলো 1.008 g সংক্ষেপে 1.0 g পরমাণু হাইড্রোজেন; এতে 6.022×10^{23} টি H-পরমাণু থাকে। তদ্রূপ 1 মোল H_2 অণু হলো 2.016 g সংক্ষেপে 2 g অণু হাইড্রোজেন; এতে 6.022×10^{23} টি হাইড্রোজেন অণু থাকে।

(২) 1 মোল পানি (H_2O) বলতে 18.0154 g সংক্ষেপে 18 g পানিকে বোঝায়; এবং 1 মোল পানি বা 18 g পানিতে 6.022×10^{23} টি পানি অণু থাকে।

মোলের গুরুত্ব ও তাৎপর্য : যে কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়ার প্রয়োজনীয় পদার্থ মোল এককে হিসাব ও ওজন করা হয়। 1 মোল পরমাণু, 1 মোল অণু ছাড়াও বর্তমানে আয়ন, ইলেকট্রন, ফোটন (Photon) এবং অন্যান্য কণার ক্ষেত্রেও মোলের প্রয়োগ দেখা যায়। এক মোল ইলেকট্রন বলতে 6.022×10^{23} টি ইলেকট্রন বোঝায়। আমরা জানি, একটি সিলভার আয়নকে (Ag^+) সিলভার পরমাণুতে পরিণত করতে একটি ইলেকট্রন প্রয়োজন হয়। সুতরাং 1 mol সিলভার

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

আয়নকে সিলভার পরমাণুতে পরিণত করতে 6.022×10^{23} টি ইলেকট্রন প্রয়োজন হবে। আবার 1 mol সিলভার আয়নকে সিলভার পরমাণুতে পরিণত করতে এক ফ্যারাডে (Faraday) বিদ্যুতের প্রয়োজন। সুতরাং 1 mol ইলেকট্রন মানে এক ফ্যারাডে বিদ্যুৎ। অণুর অন্তর্গত রাসায়নিক বন্ধন (Chemical bond)-এর ক্ষেত্রেও মোল ব্যবহৃত হয়। আবার 1 mol বন্ধন বলতে 6.022×10^{23} টি বন্ধন বোঝায়।

মোল-সংখ্যা (Mole number)

সংজ্ঞা : কোনো নির্দিষ্ট পরিমাণ মৌলিক ও যৌগিক পদার্থের পরিমাণকে যথাক্রমে গ্রাম পারমাণবিক ভর বা গ্রাম আণবিক ভর দ্বারা ভাগ করে প্রাপ্ত সংখ্যাকে ঐ পদার্থের মোল সংখ্যা বলে। মোল সংখ্যাকে 'n' দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

$$\therefore \text{ মোল সংখ্যা, } n = \frac{\text{পদার্থের ভর (g)}}{\text{পদার্থের গ্রাম পা: ভর বা গ্রাম আ: ভর}}$$

যেমন,

(১) 36 g কার্বনের মোল সংখ্যা, $n = \frac{36 \text{ g কার্বন}}{12 \text{ g mol}^{-1}} = 3 \text{ mol কার্বন}$।

(২) 36 g পানির মোল সংখ্যা, $n = \frac{36 \text{ g পানি}}{18 \text{ g mol}^{-1}} = 2 \text{ mol পানি}$।

MCQ-3.1: এক মোল পানি বলতে কী বোঝায়?
(ক) 18.02 (খ) 18.02 g পানি
(গ) 18.02 g (ঘ) 18 g পানি

পদার্থের মোলার আয়তন ও গ্যাসের মোলার আয়তন (Molar volume of a substance & of a Gas)

পদার্থের মোলার আয়তন : এক মোল পদার্থের আয়তনকে সে পদার্থের মোলার আয়তন বলা হয়। এ আয়তন পদার্থের অবস্থা, তাপমাত্রা ও চাপের উপর নির্ভরশীল। যেমন 1 মোল পানি হচ্ছে 18 g পানি। তরল অবস্থায় এর আয়তন প্রায় 18 mL। সুতরাং তরল অবস্থায় পানির মোলার আয়তন হচ্ছে 18 mL। অপরদিকে গ্যাসীয় অবস্থায় 100°C তাপমাত্রা ও 1 atm চাপে একই পরিমাণ পানি প্রায় 30.6 L আয়তন দখল করে। সুতরাং সে অবস্থায় পানির মোলার আয়তন হচ্ছে 30.6 L। রাসায়নিক গণনায় গ্যাসীয় অবস্থায় মোলার আয়তন গুরুত্বপূর্ণ।

(১) গ্যাসের মোলার আয়তন : নির্দিষ্ট তাপমাত্রা ও চাপে এক মোল গ্যাসের আয়তনকে গ্যাসের মোলার আয়তন বলে। অ্যাভোগ্যাড্রো সূত্রের অন্যতম গুরুত্বপূর্ণ অনুসিদ্ধান্ত হলো-একই তাপমাত্রা ও চাপে সব গ্যাসের মোলার আয়তন পরস্পর সমান এবং প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপে অর্থাৎ 0°C বা 273K এবং 1 atm চাপে বা STP তে তা 22.4 L হয়। আবার 25°C ও 1 atm চাপে গ্যাসের মোলার আয়তন 24.789 L হয়।

অ্যাভোগ্যাড্রো সংখ্যা বা অ্যাভোগ্যাড্রো ধ্রুবক (Avogadro number or constant)

সংজ্ঞা : কোনো বস্তুর 1 মোলে যত সংখ্যক অণু থাকে, সেই সংখ্যাকে অ্যাভোগ্যাড্রো সংখ্যা বা অ্যাভোগ্যাড্রো ধ্রুবক বলা হয়। উল্লেখ্য যে, কোনো মৌলের এক গ্রাম-পরমাণুতে সমসংখ্যক (6.022×10^{23} টি) পরমাণু এবং কোনো আয়নের এক গ্রাম-আয়নে সমসংখ্যক আয়ন থাকে। একে N_A দ্বারা সূচিত করা হয়। বিজ্ঞানী অ্যামাদিও অ্যাভোগ্যাড্রোর নামানুসারে অ্যাভোগ্যাড্রো ধ্রুবক নামকরণ হয়েছে। বিভিন্ন পদ্ধতি অবলম্বনে এই অ্যাভোগাড্রো সংখ্যা নির্ণয় করা সম্ভব হয়েছে এবং এই সংখ্যা $N_A = 6.022 \times 10^{23}$ বলে ধরা হয়।

বর্তমান অ্যাভোগ্যাড্রো সংখ্যা বা অ্যাভোগ্যাড্রো ধ্রুবক আরো সঠিকভাবে নির্ণয় করা সম্ভব হয়েছে।

এখন $N_A = 6.0221367 \times 10^{23}$ নির্ণীত হয়েছে।

উদাহরণ : এক গ্রাম (1 g) পরমাণু হাইড্রোজেনে 6.022×10^{23} টি হাইড্রোজেন পরমাণু থাকে। 1 মোল হাইড্রোজেন অণুতে 6.022×10^{23} টি হাইড্রোজেন অণু থাকে। আবার 1 মোল হাইড্রোজেন আয়ন বলতে 6.022×10^{23} টি হাইড্রোজেন আয়ন (H^+) বোঝায়। অদ্রুপ, 1 মোল পানি (H_2O) বা, 18 g H_2O এর মধ্যে 6.022×10^{23} টি H_2O এর অণু থাকে বোঝায়।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

প্রতীক n, N ও N_A এর তাৎপর্য ও সম্পর্ক : উল্লেখ্য কোনো পদার্থের মোল সংখ্যাকে n দ্বারা এবং কোন নমুনায় উপস্থিত অণুর সংখ্যাকে N দ্বারা প্রকাশ করা হয়। আবার অ্যাভোগ্যাড্রো সংখ্যাকে N_A দ্বারা চিহ্নিত করা হয়। 1 mol পদার্থের মধ্যে উপস্থিত অণুর সংখ্যা স্থির এবং এর মান $N_A = 6.022 \times 10^{23}$ হওয়ায় N_A কে অ্যাভোগ্যাড্রো ধ্রুবকও বলা হয়। বিভিন্ন পরিমাণ একই পদার্থের মধ্যে অণুর সংখ্যা ভিন্ন ভিন্ন হয় অর্থাৎ সেক্ষেত্রে N এর মান ভিন্ন ভিন্ন হয়। অর্থাৎ মোল সংখ্যা (n) এর উপর অণুর সংখ্যা N এর মান নির্ভর করে। তাই N ও N_A এর মধ্যে সম্পর্ক হলো $N = n \times N_A$।

অ্যাভোগাড্রো সংখ্যা ও মোলার আয়তনের গুরুত্ব

Importance of Avogadro number & of Molar volume

অ্যাভোগাড্রো সংখ্যা ও গ্যাসের মোলার আয়তন থেকে নিম্নোক্ত গাণিতিক সম্পর্ক পাওয়া যায়। যেমন,

(১) এক মোল অণু = এক গ্রাম আণবিক ভর = 6.022×10^{23} টি অণু।
= 22.4L গ্যাস (STP-তে)

(২) পদার্থের একটি অণুর ভর = $\frac{\text{গ্রাম আণবিক ভর}}{6.022 \times 10^{23}}$ গ্রাম।

(৩) এক গ্রাম পদার্থে অণুর সংখ্যা = $\frac{6.022 \times 10^{23}}{\text{পদার্থের গ্রাম আণবিক ভর}}$ টি

(৪) এক গ্রাম গ্যাসের আয়তন (STP-তে) = $\frac{22.4}{\text{গ্যাসের গ্রাম আ : ভর}}$ L

(৫) গ্যাসের একটি অণুর দখলকৃত আয়তন (STP-তে) = $\frac{22.4}{6.022 \times 10^{23}}$ L।

(৬) প্রমাণ অবস্থায় 1L গ্যাসে অণুর সংখ্যা = $\frac{6.022 \times 10^{23}}{22.4}$ টি

(৭) মৌলের একটি পরমাণুর ভর = $\frac{\text{গ্রাম পারমাণবিক ভর}}{6.022 \times 10^{23}}$ g

উপরিউক্ত সম্পর্ক ব্যবহার করে নিম্নোক্ত রাসায়নিক গণনাসমূহ করা যায়।

জেনে নাও : অ্যাভোগ্যাড্রো সংখ্যা, $N_A = 6.022 \times 10^{23}$ হলো এক অবিশ্বাস্য খুবই বড় সংখ্যা। কিছু তুলনা থেকে এ সংখ্যার বিশালত্ব বোঝা যাবে। যেমন, পৃথিবীর বয়স 13.7 বিলিয়ন বা শত কোটি (10×10^9) বছর।

পৃথিবীর সমুদ্রসমূহের পানির পরিমাণ লিটারে ↓ | পৃথিবীর বয়স সেকেন্ডে ↓ | পৃথিবীর জনসংখ্যা (স্থান নির্দেশক সংখ্যা) ↓

অ্যাভোগ্যাড্রো সংখ্যা, $N_A = 6.022 \times 10^{23} = 602,200,000,000,000,000,000,000$

↑ পৃথিবী থেকে সূর্যের দূরত্ব মিটারে

সমুদ্রের পানি $= 1.3 \times 10^{21}$L
পৃথিবীর বয়স $= 4.32 \times 10^{17}$s
পৃথিবীর জনসংখ্যা $= 7.5 \times 10^9$
সূর্যের দূরত্ব $= 1.5 \times 10^{11}$m

পরমাণুর ভরের ক্ষুদ্রতম একক (Atomic mass unit, amu) : 1 amu = 1.660539×10^{-24} g

ইলেকট্রনের ভর, $e_m = 9.10938 \times 10^{-28}$g $= 5.485799 \times 10^{-4}$ amu

ফসফরাস (P) পরমাণুর বেলায় প্রযোজ্য চিহ্নসমূহ : ভর সংখ্যা→31, পা: সংখ্যা→15 P 3– ←চার্জ সংখ্যা, 4 ← পরমাণু সংখ্যা

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

মোল, মোলার আয়তন ও অ্যাভোগ্যাড্রো সংখ্যাভিত্তিক গণনা :

সমাধানকৃত সমস্যা-৩.১ : একটি সোডিয়াম পরমাণুর ভর কত? (Na = 23)

সমাধান : সোডিয়ামের পারমাণবিক ভর = 23

∴ 1 g পরমাণু সোডিয়াম = 23 g সোডিয়াম। এতে N_A সংখ্যক পরমাণু বিদ্যমান।

N_A সংখ্যক সোডিয়াম পরমাণুর ভর = 23 g এখানে N_A = অ্যাভোগাড্রো সংখ্যা।

∴ 1টি সোডিয়াম পরমাণুর ভর = $\frac{23}{N_A}$ g = $\frac{23}{6.022 \times 10^{23}}$ g = 3.82×10^{-23} g (প্রায়) (উত্তর)।

সমাধানকৃত সমস্যা-৩.২ : একটি পানির অণুর ভর কত?

সমাধান : পানির আণবিক ভর = 18.016।

সুতরাং 1 mol পানি = 18.016 g পানি।

1 mol পানিতে 6.022×10^{23} টি অণু থাকে।

সুতরাং 6.022×10^{23} টি অণুর ভর = 18.016 g

∴ 1টি পানির অণুর ভর = $\frac{18.016 \text{ g}}{6.022 \times 10^{23}}$ = 2.991697×10^{-23} g (প্রায়) (উত্তর)

MCQ-3.2: পরমাণুর ভরের ক্ষুদ্রতম একক কী?
(ক) mole (খ) Na
(গ) 1 amu (ঘ) p

সমাধানকৃত সমস্যা-৩.৩। 1 g হাইড্রোজেনে কয়টি পরমাণু আছে?

সমাধান : 1 g পরমাণু হাইড্রোজেন = 1.008 g হাইড্রোজেন। অ্যাভোগ্যাড্রো সংখ্যা মতে 1 g পরমাণু বা 1 mol পরমাণুতে 6.022×10^{23} টি পরমাণু থাকে।

∴ 1 g হাইড্রোজেনে থাকে = $\frac{6.022 \times 10^{23}}{1.008}$ = 5.974206349×10 টি হাইড্রোজেন পরমাণু আছে। (উত্তর)।

সমাধানকৃত সমস্যা-৩.৪ : 500 টি স্বাক্ষর দিতে গ্রাফাইট পেন্সিলের 55.6 mg খরচ হয়। প্রতিটি স্বাক্ষরে কতটি কার্বন পরমাণু খরচ হয়?

সমাধান : গ্রাফাইট কার্বনের 1 মোল = 12 g = 12×1000 mg কার্বন

∴ 12×1000 mg কার্বন = 1 মোল কার্বন

∴ 55.6 mg কার্বন = $\frac{1 \times 55.6}{12 \times 1000}$ মোল কার্বন।

আবার 1 মোল কার্বনে পরমাণু থাকে = 6.022×10^{23} টি

∴ $\frac{1 \times 55.6}{12 \times 1000}$ মোল কার্বনে পরমাণু থাকে = $\frac{6.022 \times 10^{23} \times 1 \times 55.6}{12 \times 1000}$

প্রশ্নমতে, 500টি স্বাক্ষর দিতে খরচ হয় $\frac{6.022 \times 10^{23} \times 55.6}{12 \times 1000}$ টি কার্বন পরমাণু।

∴ 1টি স্বাক্ষর দিতে খরচ হয় $\frac{6.022 \times 10^{23} \times 1 \times 55.6}{12 \times 1000 \times 500}$ টি কার্বন পরমাণু।

= 5.580386×10^{18} টি কার্বন পরমাণু (উত্তর)।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সমাধানকৃত সমস্যা–৩.৫ : 11 g কার্বন ডাইঅক্সাইডে কয়টি অণু থাকে?

সমাধান : কার্বন ডাইঅক্সাইড (CO_2) এর গ্রাম-আণবিক ভর হলো 44 g।

অর্থাৎ 44 g কার্বন ডাইঅক্সাইডে অণুর সংখ্যা, $N_A = 6.022 \times 10^{23}$ টি

$\therefore$ 11 g কার্বন ডাইঅক্সাইডে অণুর সংখ্যা, $N = \dfrac{6.022 \times 10^{23} \times 11 \text{ টি}}{44}$

$= 1.5055 \times 10^{23}$ টি (উত্তর)।

সমাধানকৃত সমস্যা–৩.৬ : প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপে 1 mL অক্সিজেন গ্যাসে অক্সিজেনের কয়টি অণু বিদ্যমান?

সমাধান : আমরা জানি, প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপে 22.4 L বা, 22.4×10^3 mL গ্যাসে এক মোল পদার্থ বিদ্যমান। আবার 1 mol পদার্থে 6.022×10^{23} টি অণু বিদ্যমান।

প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপে 22.4×10^3 mL গ্যাসে অণুর সংখ্যা = 6.022×10^{23}টি।

$\therefore$ " " " 1 mL গ্যাসে অণুর সংখ্যা = $\dfrac{6.022 \times 10^{23}}{22.4 \times 10^3} = 2.6875 \times 10^{19}$টি।

বি: দ্র: (ক) এ হিসাব শুধু অক্সিজেন নয়, বরং সব গ্যাসের জন্য প্রযোজ্য।

(খ) যদি এ প্রশ্নে পরমাণুর সংখ্যা চাওয়া হতো, তবে উপরোক্ত সংখ্যাকে ২ দ্বারা গুণ করতে হবে; কেননা; প্রতিটি অক্সিজেন অণুতে ২টি অক্সিজেন পরমাণু বিদ্যমান। অন্যান্য দ্বিপরমাণুক গ্যাসের ক্ষেত্রেও একথা প্রযোজ্য।

সমাধানকৃত সমস্যা–৩.৭ : 16 g পরিমাণ O_2 গ্যাসে কয়টি অণু থাকে হিসাব কর।

সমাধান : অক্সিজেন গ্যাস (O_2) এর গ্রাম-আণবিক ভর হলো 32 g,

অতএব, 32 g বা 1 mol অক্সিজেনে অণুর সংখ্যা, $N_A = 6.022 \times 10^{23}$ টি

$\therefore$ 16 g অক্সিজেনে অণুর সংখ্যা, $N = \dfrac{6.022 \times 10^{23} \times 16 \text{ টি}}{32} = 3.011 \times 10^{23}$ টি (উত্তর)।

সমাধানকৃত সমস্যা–৩.৮ : কার্বন ডাইঅক্সাইডের একটি অণুর ভর গ্রাম এককে গণনা কর।

সমাধান : CO_2 এর আপেক্ষিক আণবিক ভর হলো 44। সুতরাং 44 g CO_2 হলো এক মোল CO_2। আমরা জানি, এক মোল যে কোনো পদার্থে অণু থাকে 6.022×10^{23} টি

সুতরাং 6.022×10^{23} টি CO_2 এর অণুর ভর = 44 g

বা, 1 অণু CO_2 এর ভর হবে = $\dfrac{44}{6.022 \times 10^{23}}$ g

$= 7.3065426 \times 10^{-23}$ g

MCQ-3.3: 1.008 g হাইড্রোজেনে কয়টি পরমাণু থাকে?

(ক) 6.01×10^{22} (খ) 6.02×10^{23}

(গ) 6.022×10^{23} (ঘ) 6.022×10^{-23}

উত্তর : CO_2 এর একটি অণুর ভর হলো $7.3065426 \times 10^{-23}$ g।

সমাধানকৃত সমস্যা–৩.৯। প্রমাণ অবস্থায় 1.7 g অ্যামোনিয়া গ্যাসের আয়তন কত?

সমাধান : অ্যামোনিয়া (NH_3) গ্যাসের আপেক্ষিক আণবিক ভর 17। সুতরাং এক মোল অ্যামোনিয়ার ভর হলো 17 g। প্রমাণ অবস্থায়,

17 g অ্যামোনিয়া গ্যাসের আয়তন = 22.4L $\therefore$ 1 g অ্যামোনিয়ার আয়তন হলো = $\dfrac{22.4}{17}$ L

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

∴ 1.7 g অ্যামোনিয়ার আয়তন হলো = $\frac{22.4 \times 1.7}{17}$ = 2.24 L। (উত্তর)।

সমাধানকৃত সমস্যা-৩.১০ : 72 g পানিতে কত মোল পানি ও কয়টি পানি অণু আছে?

সমাধান : পানি (H_2O) এর মোলার ভর, M = (1 × 2 + 16) g mol^{-1} = 18 g mol^{-1}

∴ 72 g পানিতে এর মোল সংখ্যা, n = $\frac{72\ g}{18\ g\ mol^{-1}}$ = 4 mol

আবার 1 mol পানিতে অণুর সংখ্যা, $N_A = 6.022 \times 10^{23}\ mol^{-1}$

∴ 4 mol পানিতে অণুর সংখ্যা, N = $6.022 \times 10^{23}\ mol^{-1} \times 4\ mol = 24.088 \times 10^{23}$

শিক্ষার্থী নিজে কর-৩.১ : অ্যাভোগ্যাড্রো সংখ্যা ও মোলার আয়তনভিত্তিক সমস্যা :

(i) $N_A = 6.022 \times 10^{23}$; (ii) STP তে V_m = 22.414L

সমস্যা-৩.১ (ক) : 90 g পানিতে কত মোল পানি ও কয়টি পানি অণু আছে? [উ: 5 mol ; 3.011×10^{24}টি অণু]

সমস্যা-৩.১ (খ): 5 g পানিতে H ও O পরমাণুর সংখ্যা হিসাব কর। [H = 1.008]
[উ: H = $3.342584368 \times 10^{23}$ টি; O = $1.671292184 \times 10^{23}$ টি]

সমস্যা-৩.১ (গ): 1g আক্সিজেনে কয়টি পরমাণু থাকে হিসাব কর। [উ: 3.76375×10^{22}]

সমস্যা-৩.১ (ঘ): 16 g পরিমাণ O_2 গ্যাসে কয়টি অণু থাকে হিসাব কর। [উ: 3.011×10^{23} টি অণু]

সমস্যা-৩.১ (ঙ): 5 g CO_2 গ্যাসে এর কয়টি অণু আছে? [উ: 6.8431×10^{22} টি]

সমস্যা-৩.১(চ): প্রমাণ অবস্থায় 2.2 g CO_2 গ্যাসের আয়তন কত হবে? [উ: 1.12L]

সমস্যা-৩.১(ছ) : প্রমাণ চাপে ও তাপমাত্রায় 2 g মিথেন গ্যাসে এর কয়টি অণু থাকে? [উ: 7.5275×10^{22} টি]

সমস্যা-৩.১: (জ) 10 g $CaCO_3$ থেকে 2×10^{20} অণু সরিয়ে নিলে কী পরিমাণ $CaCO_3$ অবশিষ্ট থাকবে।
[উ: 9.967g] [সি. বো. ২০১৫]

সমস্যা-৩.২(ক) : প্রমাণ অবস্থায় 10 mL অ্যামোনিয়া গ্যাসের ভর কত? [উ: 7.589×10^{-3} g]

সমস্যা-৩.২(খ) : প্রমাণ তাপমাত্রায় ও চাপে 1 mL নাইট্রোজেনে কয়টি অণু থাকে? [উ: 2.6883928×10^{19} টি]

সমস্যা-৩.২(গ) : প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপে 2L মিথেন গ্যাসে অণুর সংখ্যা হিসাব কর। [উ: 5.37678×10^{22} টি]

সমস্যা-৩.২(ঘ) : S.T.P-তে 200 mL CO_2 গ্যাসে কতটি অণু থাকে? [উ: 5.3767857×10^{21} টি]

সমস্যা-৩.২ (ঙ): 27°C তাপমাত্রায় ও 750 mm(Hg) চাপে 10 mL আয়তনের CO_2 গ্যাসে কয়টি অণু থাকে?
[উ: $2.41542475 \times 10^{20}$ টি]

সমস্যা-৩.২(চ) : 27°C তাপমাত্রায় ও 740 mm (Hg) চাপে 1.0 L SO_2 গ্যাসে কয়টি অণু থাকে?
[উ: 2.3820574×10^{22} অণু]

সমস্যা-৩.২(ছ): 27°C তাপমাত্রায় ও $95.66 \times 10^3\ Nm^{-2}$ চাপে $0.0011 m^3$ হাইড্রোজেন গ্যাসে কয়টি অণু আছে? [উ: 2.523096×10^{22} টি অণু]

সমস্যা-৩.২ (জ): 27°C তাপমাত্রায় ও 0.987 atm চাপে 1 mL হাইড্রোজেন গ্যাসে কয়টি অণু আছে?
[উ: 2.4146338×10^{19} টি (প্রায়)]

সমস্যা-৩.২ (ঝ): 30°C তাপমাত্রায় 740 mm (Hg) চাপে 25 mL কোন গ্যাসে কতটি অণু আছে?
[উ: 5.8962×10^{20} টি অণু]

সমস্যা-৩.৩ : (ক) 300টি স্বাক্ষর দিতে গ্রাফাইট পেন্সিলের 30 mg খরচ হয়। প্রতিটি স্বাক্ষরে কতটি কার্বন পরমাণু খরচ হয় তা নির্ণয় কর। [উ: 5.0183×10^{18} টি]

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সমস্যা-৩.৩(খ): 500টি স্বাক্ষর দিতে গ্রাফাইট পেন্সিলের 55.6 mg খরচ হয়। প্রতিটি স্বাক্ষরে কতটি কার্বন পরমাণু খরচ হয় তা নির্ণয় কর। [উ: 5.580386×10^{18} টি]

সমস্যা-৩.৩(গ) : এক গ্রাম কার্বনে কয়টি পরমাণু আছে? [উ: 5.01833×10^{22} টি]

সমস্যা-৩.৪ : (ক) এক বিকার পানি থেকে সাধারণ তাপমাত্রায় ও চাপে যদি প্রতি ঘণ্টায় 1 mg পানি বাষ্পীভূত হয়। তবে ঐ প্রক্রিয়ায় প্রতি ঘণ্টায় কতটি জলীয় বাষ্পের অণু উৎপন্ন হবে? [উ: 3.3455555×10^{19} টি অণু]

সমস্যা-৩.৪ : (খ) বাষ্পীভবনের কারণে একটি পাত্রের পানি যদি প্রতি ঘণ্টায় 10 mg ওজন হারায়, তবে প্রতি সেকেন্ডে ঐ প্রক্রিয়ায় জলীয় বাষ্পের কতটি অণু উৎপন্ন হবে? [উ: 9.29321×10^{16} টি]

৩.১.১ রাসায়নিক সমীকরণভিত্তিক গ্যাসের মোলার আয়তন গণনা

Calculation of Molar Volume of Gases from Chemical Equation

রাসায়নিক সমীকরণভিত্তিক যে কোনো গণনায় প্রথমে (i) রাসায়নিক সমীকরণ কী; (ii) রাসায়নিক সমীকরণ কীরূপে শুদ্ধভাবে ও সমতাযুক্ত করে লিখতে হয় তা জানা প্রত্যেক শিক্ষার্থীর প্রথম কর্তব্য। তাই এক্ষেত্রে এসব আলোচনা করা হলো।

রাসায়নিক সমীকরণ (Chemical Equation)

কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়ায় সমগ্র রাসায়নিক পরিবর্তনকে বিক্রিয়ক ও উৎপাদসমূহের প্রতীক ও সংকেত এবং কিছু বীজগণিতীয় চিহ্নের যেমন, যোগ চিহ্ন (+), তীর চিহ্ন (⟶) এর সাহায্যে প্রকাশ করার পদ্ধতিকে রাসায়নিক সমীকরণ বলে। অর্থাৎ রাসায়নিক সমীকরণ হলো কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়ার অর্থবোধক সংক্ষেপে লেখার পদ্ধতি।

যেমন, হাইড্রোজেন গ্যাস ও অক্সিজেন গ্যাস রাসায়নিক বিক্রিয়ার ফলে তরল পানি উৎপন্ন করে। এ পরিবর্তনকে বিক্রিয়ক ও উৎপাদের সংকেত ও অর্থবোধক কিছু চিহ্নের সাহায্যে নিম্নরূপ সমীকরণে প্রকাশ করা হয়।

$$2H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2H_2O\,(l)$$

কোনো বিক্রিয়ার সুষম বা সমতাযুক্ত রাসায়নিক সমীকরণ বিক্রিয়াটি সম্বন্ধে অনেক তথ্য প্রকাশ করে থাকে। তাই শুদ্ধ ও সুষম রাসায়নিক সমীকরণ লেখার পদ্ধতি জানা দরকার।

MCQ-3.4: 16 g O_2 গ্যাসে কয়টি অণু থাকে?
(ক) 3.011×10^{23} টি (খ) 3.011×10^{-23} টি
(গ) 2.03×10^{22} টি (ঘ) 2.03×10^{-23} টি

৩.১.২ সুষম রাসায়নিক সমীকরণ লেখার পদ্ধতি

Writing a Balanced Chemical Equation

নিম্নোক্ত কয়েকটি ধাপে রাসায়নিক সমীকরণকে শুদ্ধভাবে ও সমতাযুক্ত করে লেখা যায়।

ধাপ-১। সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়ার সব বিক্রিয়ক ও উৎপাদের নাম এবং এদের সংকেত (সব ধাতুরও কঠিন অধাতুর বেলায় প্রতীক) জানা প্রয়োজন। সমীকরণের বামদিকে বিক্রিয়ক ও ডানদিকে উৎপাদের সংকেত (বা প্রতীক) লিখে মাঝখানে তীর চিহ্ন (⟶) দিতে হয়। এটাকে কঙ্কাল সমীকরণ (Skeleton equation) বলে। যেমন,

Zn	+	HCl	⟶	$ZnCl_2$	+	H_2
জিঙ্ক		হাইড্রোক্লোরিক এসিড		জিঙ্ক ক্লোরাইড		হাইড্রোজেন

ধাপ-২। এবার বাম ও ডান দিকে বিক্রিয়ক ও উৎপাদের অণুতে প্রতিটি মৌলের পরমাণুর সংখ্যা সমান করার জন্য বিক্রিয়ক ও উৎপাদের সংকেত (বা প্রতীক) এর বাম দিকে উপযুক্ত পূর্ণসংখ্যা (এ সংখ্যাকে সহগ বলে) বসাতে হবে। তখন সমীকরণটিকে সুষম বা সমতাযুক্ত সমীকরণ (Balanced equation) বলে। যেমন, উপরের সমীকরণে দেখা যায় ডানদিকে দুটি Cl পরমাণু আছে। তাই বাম দিকে HCl এর সহগরূপে 2 বসালে উভয় দিকে Cl পরমাণুর সমতা হয়। তখন সমীকরণটি সমতাযুক্ত হবে। যেমন,

$$Zn + 2HCl \longrightarrow ZnCl_2 + H_2$$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

নিচে কয়েকটি উদাহরণের সাহায্যে বিভিন্ন বিক্রিয়ার শুদ্ধ ও সমতাযুক্ত সমীকরণ লেখার ধারণা সুস্পষ্ট করা হলো।

উদাহরণ-১। হেবার সংশ্লেষণ পদ্ধতিতে নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেন গ্যাস থেকে অ্যামোনিয়া উৎপাদন করা হয়। এ বিক্রিয়ার সমতাযুক্ত সমীকরণ নিম্নরূপে লেখা যায়।

১ম ধারা : এক্ষেত্রে বিক্রিয়ক হলো নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেন; এরা দ্বিপরমাণুক মৌলিক গ্যাস। তাই এদের সংকেত যথাক্রমে N_2 ও H_2। অপরদিকে অ্যামোনিয়ার সংকেত হলো NH_3। সুতরাং বিক্রিয়াটির কঙ্কাল সমীকরণ হবে নিম্নরূপ :

$$N_2 + H_2 \longrightarrow NH_3$$

২য় ধাপ : এ সমীকরণের বাম ও ডান দিকে লক্ষ করলে দেখা যায়, ডান দিকে NH_3 এর আগে সহগরূপে 2 বসালে N-পরমাণুর সংখ্যা উভয়দিকে সমান হয়। তখন ডানদিকে H-পরমাণুর সংখ্যা 6 হয়ে যায়। তাই বামদিকে H_2 এর সহগরূপে 3 বসালে উভয়দিকে প্রতিটি মৌলের পরমাণুর সংখ্যার সমতা আসে। তখন সমতাযুক্ত শুদ্ধ সমীকরণটি নিম্নরূপ হয়:

$$N_2 + 3H_2 \longrightarrow 2NH_3$$

উদাহরণ-২। অসওয়াল্ড পদ্ধতিতে নাইট্রিক এসিড উৎপাদনের প্রথম ধাপে অ্যামোনিয়া গ্যাসকে বায়ুর অক্সিজেন দ্বারা জারিত করে নাইট্রিক অক্সাইড ও পানি তৈরি করা হয়। এ বিক্রিয়ার সমতাযুক্ত সমীকরণ নিম্নরূপে লেখা যায়।

১ম ধাপ : এক্ষেত্রে বিক্রিয়ক হলো অ্যামোনিয়া ও অক্সিজেন এবং তাদের সংকেত যথাক্রমে NH_3 ও O_2। অপরদিকে উৎপাদ নাইট্রিক অক্সাইড ও পানির সংকেত যথাক্রমে NO ও H_2O। সুতরাং বিক্রিয়াটির কঙ্কাল সমীকরণ হবে নিম্নরূপ :

$$NH_3 + O_2 \longrightarrow NO + H_2O$$

২য় ধাপ : এ সমীকরণের বাম ও ডানদিকে লক্ষ করলে দেখা যায়, উভয়দিকে N পরমাণুর সংখ্যা ও O-পরমাণুর সংখ্যা সমান; কিন্তু H-পরমাণুর সংখ্যা অসমান। এখন NH_3 এর আগে 2 ও NO এর আগে 2 এবং H_2O এর আগে 3 বসালে N-পরমাণু ও H-পরমাণুর সংখ্যা উভয়দিকে সমান হয়ে যায়। যেমন,

$$2NH_3 + O_2 \longrightarrow 2NO + 3H_2O$$

এবার ডানদিকে দেখা যায় O-পরমাণুর মোট সংখ্যা হলো 5। তাই বামদিকে O_2 এর আগে $\frac{5}{2}$ বসালে 5টি O-পরমাণু হবে। এখন সমতাযুক্ত সমীকরণটি হবে নিম্নরূপ :

$$2NH_3 + \frac{5}{2}O_2 \longrightarrow 2NO + 3H_2O$$

কিন্তু অণুর সহগ পূর্ণসংখ্যায় দেখাতে হয়; তাই সমতাযুক্ত এ সমীকরণটিকে 2 দ্বারা গুণ করলে শুদ্ধ সমতাযুক্ত সমীকরণ নিম্নরূপ হবে :

$$4NH_3 + 5O_2 \longrightarrow 4NO + 6H_2O$$

বর্তমানে বিক্রিয়ক ও উৎপাদের ভৌত অবস্থা সহকারে সমীকরণ লেখার নিয়ম রয়েছে। তাই পদার্থের আণবিক সংকেতের পরে প্রথম বন্ধনী ( ) এর মধ্যে ভৌত অবস্থার প্রকাশক প্রতীক চিহ্ন লেখা হয়; যেমন কঠিন অবস্থার জন্য (s), তরল অবস্থার জন্য (*l*), গ্যাসীয় অবস্থার জন্য (g), জলীয় দ্রবণের জন্য (aq) বাষ্পের জন্য (vap)। এখন উপরের সমতাযুক্ত সমীকরণটিকে বিক্রিয়ক ও উৎপাদের ভৌত অবস্থা সহযোগে নিম্নরূপে লেখা হয় :

$$4NH_3(g) + 5O_2(g) \longrightarrow 4NO(g) + 6H_2O(l)$$

৩.১.৩ আয়নিক সমীকরণ

Ionic Equation

তোমরা নবম ও দশম শ্রেণিতে রসায়ন পরীক্ষাগারে ক্লোরাইড আয়নের শনাক্তকরণ করতে গিয়ে NaCl এর দ্রবণে সিলভার নাইট্রেট ($AgNO_3$) দ্রবণ যোগ করলে সাদা অধঃক্ষেপ সৃষ্টি হতে দেখেছো। এ সাদা অধঃক্ষেপটির নাম হলো সিলভার ক্লোরাইড (AgCl)। এ রাসায়নিক পরিবর্তনকে সমীকরণ দ্বারা নিম্নরূপে প্রকাশ করা যায়। যেমন,

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

$$NaCl\,(aq) + AgNO_3\,(aq) \longrightarrow AgCl\,(s) + NaNO_3\,(aq)$$

এরূপ বিক্রিয়াকে দ্বি-বিয়োজন বিক্রিয়া বলা হয়। উল্লেখ্য এক্ষেত্রে বিক্রিয়ক ও উৎপাদ উভয়কে অণু হিসেবে সমীকরণে দেখানো হয়েছে বলে এরূপ সমীকরণকে আণবিক সমীকরণ বলা হয়। কিন্তু আমরা জানি, NaCl ও $AgNO_3$ হলো আয়নিক যৌগ এবং জলীয় দ্রবণে এরা সংশ্লিষ্ট আয়নরূপে থাকে। অর্থাৎ দ্রবণে NaCl থাকে Na^+ আয়ন ও Cl^- আয়নরূপে এবং $AgNO_3$ থাকে Ag^+ আয়ন ও NO_3^- আয়নরূপে। এদের মিশ্রিত দ্রবণে Ag^+ আয়ন ও Cl^- আয়নের সহযোগে অদ্রবণীয় AgCl (s) উৎপন্ন হয়ে সাদা অধঃক্ষেপ সৃষ্টি করে; কিন্তু অপর দুটি আয়ন যেমন Na^+ আয়ন NO_3^- আয়ন দ্রবণে আয়নরূপে থেকে যায়। এ রাসায়নিক পরিবর্তনের সমীকরণটি আয়ন সহযোগে নিম্নরূপে দেখানো যায় :

$$Na^+\,(aq) + Cl^-\,(aq) + Ag^+\,(aq) + NO_3^-\,(aq) \longrightarrow AgCl\,(s) + Na^+\,(aq) + NO_3^-\,(aq)$$

উপরের সমীকরণে দেখা যায়, $Na^+(aq)$ ও NO_3^- (aq) আয়ন উভয় দিকে আলাদা আলাদা আছে; এরা বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করেনি। যেসব আয়ন বিক্রিয়ায় সরাসরি অংশগ্রহণ না করে দ্রবণে অপরিবর্তিত থাকে, সেগুলোকে 'দর্শক আয়ন' (spectator ions) বলা হয়। এ বিক্রিয়ায় Na^+ (aq) ও NO_3^- (aq) আয়ন হলো দর্শক আয়ন। তাই দর্শক আয়ন বাদ দিয়ে উপরিউক্ত বিক্রিয়ার নিট আয়নিক সমীকরণ হবে নিম্নরূপ :

$$Ag^+\,(aq) + Cl^-(aq) \longrightarrow AgCl\,(s)$$

তবে রাসায়নিক গণনার জন্য প্রয়োজনবোধে আণবিক সমীকরণ ব্যবহার করতে হয়। কারণ কী পরিমাণ বিক্রিয়ক পদার্থ নিতে হবে তা যৌগের সংকেত ভর বা 'ফর্মুলা ভর' ব্যবহার করে হিসাব করতে হয়।

আয়নিক বিক্রিয়া সম্বন্ধে স্বচ্ছ ধারণা লাভের জন্য আরো কয়েকটি আয়নিক সমীকরণ নিম্নে দেয়া হলো। এ সব ক্ষেত্রে এসিড দ্রবণে H^+ আয়ন ও ক্ষার দ্রবণে OH^- আয়ন বুঝতে হবে। যেমন,

(১) এসিডের সাথে ক্ষার, ক্ষারক, ধাতু ও কার্বনেটের বিক্রিয়া

(ক) যে কোনো এসিড ও ক্ষার দ্রবণের মধ্যে প্রশমন বিক্রিয়া :

$$H^+\,(aq) + OH^-\,(aq) \longrightarrow H_2O\,(l)$$

(খ) অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইড ও হাইড্রোক্লোরিক এসিড দ্রবণের মধ্যে বিক্রিয়া :

$$Al(OH)_3\,(s) + 3H^+\,(aq) \longrightarrow Al^{3+}\,(aq) + 3H_2O\,(l)$$

(গ) জিঙ্ক ধাতু ও লঘু সালফিউরিক এসিড দ্রবণের মধ্যে বিক্রিয়া :

$$Zn\,(s) + 2H^+\,(aq) \longrightarrow Zn^{2+}\,(aq) + H_2\,(g)$$

(ঘ) ক্যালসিয়াম কার্বনেট ও হাইড্রোক্লোরিক এসিড দ্রবণের মধ্যে বিক্রিয়া :

$$CaCO_3\,(s) + 2H^+\,(aq) \longrightarrow Ca^{2+}\,(aq) + CO_2\,(g) + H_2O\,(l)$$

(২) বিভিন্ন জারক ও বিজারকের বিক্রিয়া

(ক) পটাসিয়াম আয়োডাইডের দ্রবণে ক্লোরিন গ্যাস চালনা করলে :

$$Cl_2\,(g) + 2I^-\,(aq) \longrightarrow 2Cl^-\,(aq) + I_2\,(s)$$

(খ) স্ট্যানাস আয়ন (Sn^{2+}) ও ফেরিক আয়ন (Fe^{3+}) এর মধ্যে বিক্রিয়া :

$$Sn^{2+}\,(aq) + 2Fe^{3+}\,(aq) \longrightarrow Sn^{4+}\,(aq) + 2Fe^{2+}\,(aq)$$

(গ) ফেরিক আয়ন ও সালফাইড (S^{2-}) আয়নের মধ্যে বিক্রিয়া :

$$2Fe^{3+}\,(aq) + S^{2-}\,(aq) \longrightarrow 2Fe^{2+}\,(aq) + S\,(s)$$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

৩.১.৪ সমীকরণভিত্তিক গে-লুসাকের সূত্র প্রয়োগ

Use of Gay Lussac's Law in Chemical Equation

গ্যাসের মোলার আয়তনভিত্তিক রাসায়নিক সমীকরণ থেকে গণনায় বিক্রিয়ক ও উৎপাদ সব গ্যাসীয় হয়। এক্ষেত্রে বিক্রিয়াটি গ্যাসীয় সমসত্ত্বীয় অবস্থায় থাকে। বিজ্ঞানী গে-লুসাকের গ্যাস আয়তন সূত্র প্রযোজ্য হয়। রাসায়নিক গ্যাসীয় বিক্রিয়ার সমতাযুক্ত সমীকরণ মতে, বিক্রিয়ক ও উৎপাদের মোল আনুপাতিক সম্পর্ক থেকে প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপে বিক্রিয়ক ও উৎপাদের মোলার আয়তন গণনা করা যায়। এ ক্ষেত্রে নিম্নোক্ত তিন স্তর ভিত্তিক মোলার আয়তন গণনা করা সম্ভব হবে (স্থির তাপমাত্রা ও চাপে)।

১. নির্দিষ্ট মোল সংখ্যক বিক্রিয়ক থেকে উৎপাদের মোল সংখ্যা ও মোলার আয়তন গণনা।

২. নির্দিষ্ট মোলার আয়তনের উৎপাদ পাওয়ার জন্য কত মোলার আয়তন বিক্রিয়ক গ্যাস দরকার।

৩. বিক্রিয়ার ফলে উৎপাদ গ্যাসের মোল সংখ্যার হ্রাস বা বৃদ্ধি ঘটে কীনা তা গণনায় নিতে হবে।

সমাধানকৃত সমস্যা–৩.১১ : সমীকরণ মতে, গ্যাসের মোলার আয়তনভিত্তিক গণনা :

অ্যামোনিয়াকে বায়ুর অক্সিজেন দ্বারা জারিত করে নাইট্রিক অক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন করা হয়। STP তে 100 L NO গ্যাস প্রস্তুত করতে কত লিটার NH_3 এবং কত লিটার O_2 গ্যাস প্রয়োজন হবে?

দক্ষতা (Strategy) : (১) প্রথমে বিক্রিয়াটির শুদ্ধ সমতাকৃত সমীকরণ লিখতে হবে। (২) এরপর বিক্রিয়ক ও উৎপাদের সংকেতের নিচে মোল সংখ্যা লিখতে হবে। (৩) শেষে গে-লুসাকের সূত্র মতে মোলার আয়তন সম্পর্ক ব্যবহার করতে হবে।

সমাধান (Solution) : সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়ার সমীকরণটি নিম্নরূপ :

সমীকরণ :	$4NH_3(g)$	+	$5O_2(g)$	⟶	$4NO(g) + 6H_2O(g)$
মোল সম্পর্ক :	4mol		5mol		4mol
STP তে আয়তন :	$4 \times 22.4L$		$5 \times 22.4L$		$4 \times 22.4L$

বিক্রিয়ক NH_3এর আয়তন গণনা :

সমীকরণ মতে, 4×22.4L NO গ্যাস প্রস্তুতির জন্য NH_3 গ্যাস প্রয়োজন 4×22.4 L

$$\therefore 100 \text{ L NO গ্যাস প্রস্তুতির জন্য } NH_3 \text{ গ্যাস প্রয়োজন } \frac{4 \times 22.4 \times 100 \text{ L}}{4 \times 22.4} = 100 \text{ L}$$

বিক্রিয়ক O_2 এর আয়তন গণনা :

সমীকরণ মতে, 4×22.4 L NO গ্যাস প্রস্তুতির জন্য O_2 গ্যাস প্রয়োজন 5×22.4 L

$$\therefore 100 \text{ L NO গ্যাস প্রস্তুতির জন্য } O_2 \text{ গ্যাস প্রয়োজন } = \frac{5 \times 22.4 \times 100 \text{ L}}{4 \times 22.4} = 125 \text{ L } O_2 \text{ গ্যাস।}$$

সমাধানকৃত সমস্যা-৩.১২ : STP তে 60.0 L N_2 গ্যাস ও 200.0 L H_2 গ্যাসকে মিশ্রিত করে প্রয়োজনীয় রাসায়নিক বিক্রিয়ার শর্তে NH_3 গ্যাস উৎপন্ন করা হলো। উৎপন্ন NH_3 এর আয়তন STP তে কত হবে? বিক্রিয়া শেষে উৎপন্ন গ্যাসের আয়তন প্রকৃতপক্ষে কত হবে তা ব্যাখ্যা কর।

দক্ষতা (Strategy) : (১) বিক্রিয়াটির সমতাযুক্ত সমীকরণ থেকে NH_3 এর আয়তন বের করতে হবে। (২) বিক্রিয়ক মিশ্রণে কোনো বিক্রিয়ক সমীকরণ মতে বেশি থাকলে তা উৎপাদ গ্যাসের সাথে যোগ হয়ে মোট আয়তন হবে।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সমাধান (Solution) : সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়ার সমীকরণটি হলো নিম্নরূপ :

সমীকরণ	:	N_2 (g)	+	$3H_2$ (g)	→	$2NH_3$ (g)
আয়তন সম্পর্ক	:	1 আয়তন		3 আয়তন		2 আয়তন
বিক্রিয়ক N_2 মতে	:	60 L		3×60 L		2×60 L

সুতরাং গে-লুসাকের গ্যাস আয়তন সূত্র মতে,

STP তে 60 L N_2 গ্যাস 3×60 L বা, 180 L H_2 গ্যাসসহ বিক্রিয়ায় 2×60 L বা, 120 L NH_3 উৎপন্ন করে।

সুতরাং উৎপাদ NH_3 গ্যাসের আয়তন (STP-তে) 120 L হবে। আবার বিক্রিয়া শেষে অব্যবহৃত H_2 গ্যাস থাকবে (200 – 180) L = 20 L। তাই বিক্রিয়া শেষে উৎপন্ন 120 L NH_3 গ্যাসের সাথে অতিরিক্ত 20 L H_2 গ্যাস যোগ হয়ে মোট আয়তন হবে = (120 + 20) L = 140 L (উত্তর)।

সমাধানকৃত সমস্যা–৩.১৩: SATP তে 200 mL H_2 গ্যাস ও 160 mL Cl_2 গ্যাস মিশ্রণকে সূর্যালোকে রাখা হলো। বিক্রিয়া শেষে গ্যাস মিশ্রণের আয়তন অপরিবর্তিত থাকে। কিন্তু গ্যাস মিশ্রণটিকে পানিতে ঝাঁকালে আয়তন হ্রাস পেয়ে 40 mL হলো এবং এটি H_2 গ্যাসের আয়তন। দেখাও যে, এসব ফলাফল গে-লুসাকের গ্যাস আয়তন সূত্রকে সমর্থন করে।

দক্ষতা (Strategy) : বিক্রিয়াটির সমীকরণ সমতাযুক্তভাবে লিখতে হবে।

সমাধান (Solution) : সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়ার সমীকরণটি হলো নিম্নরূপ :

সমীকরণ	:	H_2 (g)	+	Cl_2 (g)	$\xrightarrow{\text{সূর্যালোক}}$	2HCl (g)	
আয়তন সম্পর্ক	:	1 আয়তন		1 আয়তন		2 আয়তন	

প্রশ্নমতে, 200 mL H_2 ও 160 mL Cl_2; বিক্রিয়ার পূর্বে মিশ্রণের মোট আয়তন = (200 + 160) = 360 mL

যেহেতু বিক্রিয়া শেষে গ্যাস মিশ্রণের আয়তন অপরিবর্তিত আছে; তাই বিক্রিয়া শেষে মোট আয়তন হলো 360 mL। আবার বিক্রিয়া শেষে গ্যাস মিশ্রণটিকে পানিতে ঝাঁকালে HCl গ্যাস পানিতে দ্রবীভূত হয়ে 40 mL H_2 গ্যাস অবশিষ্ট থাকে। সুতরাং বিক্রিয়ায় ব্যয়িত H_2 গ্যাসের আয়তন হলো = (200 – 40) mL = 160 mL এবং উৎপন্ন HCl গ্যাসের আয়তন হলো = (360 – 40) mL = 320 mL। সমীকরণ মতে,

H_2 (g)	+	Cl_2 (g)	⟶	2 HCl (g)
160 mL		160 mL		2×160 mL = 320 mL

∴ গ্যাসের আয়তনের অনুপাত, $H_2 : Cl_2 : HCl = 160 : 160 : 2 \times 160$

বা, 1 : 1 : 2। এটি একটি সরল অনুপাত। বিক্রিয়ক ও উৎপাদ গ্যাসসমূহের আয়তন পরস্পরের সাথে সরল অনুপাতে থাকায় উপরোক্ত ফলাফল গে-লুসাকের গ্যাস আয়তন সূত্রকে সমর্থন করে।

শিক্ষার্থী নিজে কর-৩.২ : মোল ও মোলার আয়তনভিত্তিক :

সমস্যা-৩.৫ : STP তে 1.0×10^5 L মিথেন গ্যাস স্টোরেজ ট্যাংকে আছে। এতে কত মোল মিথেন আছে? [উ: 4.463×10^3 mol]

সমস্যা-৩.৬: STP তে 1500 L N_2 গ্যাস হতে NH_3 প্রস্তুত করতে কত লিটার H_2 গ্যাস প্রয়োজন হবে? [উ: 4500 L]

সমস্যা-৩.৭ : 25°C ও 1 atm চাপে 20 L ইথিলিন গ্যাস ও 80 L অক্সিজেন গ্যাসের মিশ্রণ দহনের পর একই অবস্থায় গ্যাস মিশ্রণটির আয়তন কত হবে? [উ: 60 L]

[দ্রষ্টব্য : 25°C-এ উৎপাদ H_2O (*l*) তরল হওয়ায় এটির আয়তন নগণ্য হবে।]

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

৩.২ রাসায়নিক সমীকরণ থেকে উৎপাদ গ্যাসের আয়তন নির্ণয়

Calculation of Volume of Gaseous product from Equation

কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়ায় উৎপাদ গ্যাস হলে সমতাকৃত সমীকরণ মতে উৎপাদের মোল সংখ্যা থেকে উৎপাদের আয়তন গণনা করা যায়। সমীকরণভিত্তিক যে কোনো প্রকার রাসায়নিক গণনায় নিচের সাধারণ ধাপগুলো অনুসরণ করতে হয় :

১. সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়ার সমতাকৃত সমীকরণ লেখ।

২. বিক্রিয়কের ভর থেকে মোল সংখ্যা গণনা কর।

৩. সমীকরণ মতে বিক্রিয়ক ও উৎপাদের মোল সংখ্যার সম্পর্ক ব্যবহার কর।

৪. প্রশ্নমতে উৎপাদের মোল সংখ্যা থেকে ভর অথবা আয়তন বের কর।

৫. মোলার আয়তন গণনায় ব্যবহার করবে, $V = \frac{nRT}{P}$

৬. STP তে গ্যাসের আয়তন বের করতে বয়েল ও চার্লসের সমন্বয় সূত্র $\frac{P_oV_o}{T_o} = \frac{PV}{T}$ ব্যবহার করতে হবে।

অথবা, STP এর বেলায়, মোলার আয়তন = 22.4 L mol^{-1}

20°C এর বেলায় মোলার আয়তন = 24.04 L mol^{-1}

SATP এর বেলায় মোলার আয়তন = 24.789 L mol^{-1}

সমাধানকৃত সমস্যা–৩.১৪ : সমীকরণ মতে উৎপাদ-গ্যাসের আয়তন গণনা :

সোডিয়াম অ্যাজাইড (NaN_3) বিযোজিত হয়ে N_2 গ্যাস উৎপন্ন হয়। 45.0 g NaN_3 বিযোজনে 30°C ও 1.15 atm চাপে কত লিটার N_2 গ্যাস উৎপন্ন হবে?

দক্ষতা (Strategy) : প্রথমে সমতাকৃত সমীকরণ লিখে প্রত্যেক বিক্রিয়ক ও উৎপাদ-গ্যাসের মোল সংখ্যা মতে STP তে মোলার আয়তন লিখতে হবে। পরে বিক্রিয়কের ভর থেকে মোল সংখ্যা বের করে উৎপাদ-গ্যাসের মোল সংখ্যা গণনা করতে হবে। সবশেষে প্রদত্ত অবস্থায় আদর্শ গ্যাস সমীকরণ PV = nRT ব্যবহার করতে হবে।

সমাধান (Solution) : সংশ্লিষ্ট বিযোজন বিক্রিয়ার সমীকরণ নিম্নরূপ :

সমীকরণ : $2NaN_3(s) \longrightarrow 2Na(s) + 3N_2(g)$

মোল সংখ্যা : 2 mol 3 mol

NaN_3 এর মোলার ভর = 65.0 g/mol

MCQ-3.5: 25°C এ 12.395 L O_2 গ্যাসে অণুর সংখ্যা কত?

(ক) 3.11×10^{23} (খ) 3.02×10^{22}

(গ) 3.01×10^{23} (ঘ) 3.21×10^{23}

ব্যবহৃত NaN_3 এর মোল সংখ্যা = $(45.0\ g\ NaN_3) \times \frac{1\ mol\ NaN_3}{65.0\ g NaN_3} = 0.692\ mol\ NaN_3$

সমীকরণ মতে, 2mol NaN_3 থেকে 3 mol N_2 গ্যাস উৎপন্ন হয়।

$\therefore N_2$ গ্যাসের মোল সংখ্যা = $(0.692\ mol\ NaN_3) \times \frac{3\ mol\ N_2\ গ্যাস}{2\ mol\ NaN_3} = 1.04\ mol\ N_2$ গ্যাস।

এখন 30°C বা, (30 + 273)K = 303K তাপমাত্রা ও 1.15 atm চাপে 1.04 mol N_2 গ্যাসের আয়তন হবে,

$V = \frac{nRT}{P} = \frac{1.04\ mol \times 0.08206\ L.\ atm.K^{-1}mol^{-1} \times 303\ K}{1.15\ atm} = 22.5\ L$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সমাধানকৃত সমস্যা-৩.১৫ : প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপে 15 L কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাস প্রস্তুত করতে কী পরিমাণ ক্যালসিয়াম কার্বনেটকে উত্তপ্ত করতে হবে?

সমাধান : একত্রে সংঘটিত রাসায়নিক বিক্রিয়াটি হচ্ছে নিম্নরূপ :

$$CaCO_3(s) \xrightarrow{\Delta} CaO(s) + CO_2(g)$$

বিভিন্ন রাসায়নিক পদার্থের আণবিক ভর ও গ্যাসের ক্ষেত্রে আয়তন উল্লেখ করলে সমীকরণটি নিম্নরূপ দাঁড়ায় :

	$CaCO_3(s)$	$\xrightarrow{\Delta}$	$CaO(s)$	+	$CO_2(g)$
পারমাণবিক ভর এককে :	$(40 + 12 + 16 \times 3)$		$(40 + 16)$		$(12 + 16 \times 2)$
	$= 100$		$= 56$		$= 44$
গ্রাম হিসাবে :	100 g		56 g		= 44 g
(গ্যাসের ক্ষেত্রে আয়তন উল্লিখিত হয়েছে।)	(কঠিন বস্তু)		(কঠিন বস্তু)		(গ্যাস, 1 mol, প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপে 22.4L)

প্রদত্ত উদাহরণে CaO এর ভর অপ্রয়োজনীয়। এ সমীকরণ হতে দেখা যায় যে,

প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপে 22.4 L CO_2 পাওয়া যায় 100 g $CaCO_3$ হতে

∴ " " 15 L CO_2 পাওয়া যায় $= \frac{100 \times 15}{22.4}$ g $CaCO_3$ হতে

$= 66.96$ g $CaCO_3$ হতে (উত্তর)।

সমাধানকৃত সমস্যা-৩.১৬ : 5 গ্রাম $KClO_3$ সম্পূর্ণরূপে বিযোজিত হলে প্রমাণ তাপমাত্রায় ও চাপে কত mL অক্সিজেন পাওয়া যাবে? [K = 39, Cl = 35.5]

সমাধান : $KClO_3$ এর বিযোজন বিক্রিয়ার সমীকরণ নিম্নরূপ :

$$2KClO_3 \xrightarrow{\Delta} 2KCl + 3O_2$$

$2 \times (39 + 35.5 + 16 \times 3)$ g 3×32 g

245 g বা, 3×22.4 L (প্রমাণ তাপমাত্রায় ও চাপে)

MCQ-3.6 : SATP তে গ্যাসের মোলার আয়তন কত?
(ক) 22.4 L (খ) 22.04 L
(গ) 24.7 L (ঘ) 24.789 L

বিক্রিয়ার সমীকরণ হতে দেখা যায়,

245 g $KClO_3$ এর বিযোজন হতে প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপে অক্সিজেন উৎপন্ন হয় $= 3 \times 22.4$ L

$= 3 \times 22.4 \times 1000$ mL

∴ 5 g $KClO_3$ এর বিযোজন " " " " " " $= \frac{3 \times 22.4 \times 1000 \times 5}{245}$ mL

$= 1371.5$ mL (উত্তর)

সমাধানকৃত সমস্যা-৩.১৭ : 210 g মারকিউরিক অক্সাইড (HgO) হতে যে পরিমাণ অক্সিজেন উৎপন্ন করা যায়; ঐ পরিমাণ অক্সিজেন উৎপন্ন করতে কী পরিমাণ পটাসিয়াম ক্লোরেট ($KClO_3$)-কে তীব্র তাপে উত্তপ্ত করা প্রয়োজন? [Hg = 200, K = 39.1]

সমাধান : মারকিউরিক অক্সাইড হতে অক্সিজেন প্রস্তুতির সমীকরণ নিম্নরূপ :

$$2HgO \xrightarrow{\Delta} 2Hg + O_2(g)$$

$2(200 + 16)$ g 16×2 g

$= 432$ g $= 32$ g

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সুতরাং 432 g HgO হতে পাওয়া যায় 32g অক্সিজেন।

$\therefore$ 210 g HgO হতে " " " $= \frac{32 \times 210\ g}{432} = 15.56$ g অক্সিজেন।

আবার পটাসিয়াম ক্লোরেট হতে অক্সিজেন প্রস্তুতির সমীকরণ নিম্নরূপ :

$$2KClO_3 \xrightarrow{\Delta} 2KCl + 3O_2(g)$$

$2(39.1 + 35.5 + 48)$ g $= 245.2$ g $3(16 \times 2)$ g $= 96$ g

সুতরাং 96 g অক্সিজেন প্রস্তুত করা যায় = 245.2 g $KClO_3$ হতে।

$\therefore$ 15.56 g অক্সিজেন প্রস্তুত করা যায়= $\frac{245.2 \times 15.56}{96}$ g $KClO_3$ হতে।

$= 39.74$ g $KClO_3$

$\therefore$ 39.74 g $KClO_3$ প্রয়োজন। (উত্তর)

সমাধানকৃত সমস্যা–৩.১৮ : 184 g $CaCO_3$ ও $MgCO_3$ এর মিশ্রণকে উত্তপ্ত করলে 96 g অবশেষ পাওয়া যায়। মিশ্রণটিতে $CaCO_3$ ও $MgCO_3$ এর শতকরা পরিমাণ বের কর।

সমাধান : মনে করি, মিশ্রণটিতে $CaCO_3$ আছে = x g

$\therefore$ মিশ্রণটিতে $MgCO_3$ এর পরিমাণ = (184 – x) g

সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়ার সমীকরণ নিম্নরূপ :

$$CaCO_3 \xrightarrow{\Delta} \boxed{CaO} + CO_2(g); \qquad MgCO_3 \xrightarrow{\Delta} \boxed{MgO} + CO_2(g)$$

$(40 + 12 + 48)$ g $= 100$ g $(40 + 16)$ g $= 56$ g $(24 + 12 + 48)$ g $= 84$ g $(24 + 16)$ g $= 40$ g

সমীকরণ মতে,

100 g $CaCO_3$ থেকে অবশেষ থাকে 56 g CaO

$\therefore$ x g $CaCO_3$ থেকে অবশেষ থাকে $\frac{56 \times x}{100}$ g CaO

আবার 84 g $MgCO_3$ থেকে অবশেষ থাকে 40 g MgO

$\therefore$ (184 – x) g $MgCO_3$ থেকে অবশেষ থাকে $\frac{40 \times (184 - x)}{84}$ g MgO

প্রশ্নমতে, $\frac{56 \times x}{100} + \frac{40 \times (184 - x)}{84} = 96$

বা, $\frac{7x}{100} + \frac{5(184 - x)}{84} = 12$

বা, $84 \times 7x + 100 \times 5\ (184 - x) = 12 \times 100 \times 84$

বা, $588x - 500\ x = 100800 - 92000$

বা, $88x = 8800$ $\therefore x = 100$

MCQ-3.7: 1.0 g বিশুদ্ধ $CaCO_3$ থেকে STP-তে কত লিটার CO_2 গ্যাস পাওয়া যায়?

(ক) 22.4L (খ) 2.24 L

(গ) 0.224L (ঘ) 2.42 L

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

অতএব, 184 g মিশ্রণে $CaCO_3$ আছে = 100 g

$\therefore$ 100 g মিশ্রণে $CaCO_3$ আছে = $\frac{100 \times 100}{184}$ = 54.3478 g

সুতরাং মিশ্রণটিতে $MgCO_3$ এর শতকরা পরিমাণ = (100 – 54.3478) = 45.6522 g

উত্তর : মিশ্রণটিতে $CaCO_3$ আছে = 54.3478% এবং $MgCO_3$ আছে = 45.6522%

সমাধানকৃত সমস্যা-৩.১৯: $CaCO_3$ এবং $MgCO_3$ এর 7.85 g মিশ্রণকে অতিরিক্ত পরিমাণ HCl এসিডে দ্রবীভূত করে প্রমাণ অবস্থায় 1.84 L CO_2 গ্যাস পাওয়া যায়। মিশ্রণটিকে $CaCO_3$ ও $MgCO_3$ এর পরিমাণ নির্ণয় কর।

সমাধান : মনে করি, মিশ্রণটিতে x g $CaCO_3$ আছে। সুতরাং মিশ্রণে $MgCO_3$ আছে = (7.85 – x) g।

সংশ্লিষ্ট সমীকরণ : $CaCO_3 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + \boxed{CO_2} + H_2O$

$(40 + 12 + 16 \times 3)$ g = 100 g ; 1 mol = 22.4 L (S.T.P)

সমীকরণ মতে, 100 g $CaCO_3$ থেকে উৎপন্ন হয় 22.4 L CO_2 (STP তে)

$\therefore$ x g $CaCO_3$ থেকে উৎপন্ন হয় = $\frac{22.4 \times x}{100}$ L CO_2 (STP তে)

আবার $MgCO_3 + 2HCl \longrightarrow MgCl_2 + \boxed{CO_2} + H_2O$

$(24.3 + 12 + 16 \times 3)$ g = 84.3 g ; 1 mol = 22.4 L (S.T.P তে)

সমীকরণ মতে, 84.3 g $MgCO_3$ থেকে উৎপন্ন হয় 22.4 L CO_2 (STP তে)

$\therefore$ (7.85 – x) g $MgCO_3$ থেকে উৎপন্ন হয় = $\frac{22.4 \times (7.85 - x)\ L}{84.3}$ CO_2 (STP তে)

প্রশ্নমতে, $\frac{22.4 \times x}{100} + \frac{22.4 \times (7.85 - x)}{84.3} = 1.84$

বা, $22.4x \times 84.3 + 22.4 \times (7.85 - x) \times 100 = 1.84 \times 100 \times 84.3$

বা, $1888.32x + 17584 - 2240x = 15511.2$

বা, $351.68x = 2072.8$ বা, $x = \frac{2072.8}{351.68} = 5.894$ g (প্রায়)

$\therefore$ মিশ্রণে $CaCO_3$ আছে বিশুদ্ধ = 5.894 g এবং $MgCO_3$ আছে = (7.85 – 5.894) g = 1.956 g (উত্তর)

সমাধানকৃত সমস্যা-৩.২০ : চুনাপাথরে 95% $CaCO_3$ আছে। লঘু হাইড্রোক্লোরিক এসিডে 160 g ঐ চুনাপাথর দ্রবীভূত করে আদর্শ উষ্ণতা ও চাপে কত mL কার্বন ডাইঅক্সাইড পাওয়া যাবে?

সমাধান : 100 g চুনাপাথরে আছে বিশুদ্ধ 95 g $CaCO_3$

$\therefore$ 160 g চুনাপাথরে $CaCO_3$ আছে = $\frac{95 \times 160}{100}$ = 152 g $CaCO_3$

সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়ার সমীকরণ নিম্নরূপ :

$CaCO_3(s) + 2HCl(aq) \longrightarrow CaCl_2(aq) + H_2O(l) + CO_2(g)$

100 g ; 44 g = 22.4 L (প্রমাণ অবস্থায়)

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

100 g $CaCO_3$ হতে আদর্শ উষ্ণতা ও চাপে CO_2 উৎপন্ন হয় 22.4 L।

$\therefore$ 152 g $CaCO_3$ হতে " " " " $= \frac{22.4 \times 152}{100}$ L $= 34.048$ L।

আবার 34.048 L = 34.048 × 1000 mL = 34048 mL **(উত্তর)**

অনেক সময় গ্যাসের বেলায় প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপের পরিবর্তে অন্য তাপমাত্রা ও চাপ উল্লিখিত থাকে। সেক্ষেত্রে প্রয়োজনানুসারে আদর্শ গ্যাস সমীকরণ বা বয়েল ও চার্লসের সূত্র ব্যবহার করে প্রমাণ অবস্থায় গ্যাসের আয়তন বের করে নিতে হয়।

সমাধানকৃত সমস্যা–৩.২১ : 12.5 g চুনাপাথর ও হাইড্রোক্লোরিক এসিডের বিক্রিয়ার ফলে 37°C তাপমাত্রায় ও 750 mm (Hg) চাপে 2.53 L CO_2 পাওয়া গেল। ঐ চুনাপাথরে ক্যালসিয়াম কার্বনেটের পরিমাণ কত?

সমাধান : প্রথমে প্রদত্ত অবস্থায় CO_2 এর আয়তনকে প্রমাণ অবস্থায় (STP-তে) রূপান্তর করি। বয়েল ও চার্লসের সূত্র মতে,

$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$

$V_2 = \frac{P_1V_1}{T_1} \cdot \frac{T_2}{P_2}$

$\therefore V_2 = \frac{750 \times 2.53 \times 273}{310 \times 760} = 2.2$ L।

প্রদত্ত অবস্থায় গ্যাসের চাপ, $P_1 = 750$ mm (Hg)

CO_2 গ্যাসের আয়তন, $V_1 = 2.53$ L

CO_2 গ্যাসের তাপমাত্রা, $T_1 = (273 + 37) = 310$K

প্রমাণ অবস্থায় চাপ, $P_2 = 760$ mm (Hg)

গ্যাসের আয়তন, $V_2 = ?$

গ্যাসের তাপমাত্রা, $T_2 = 273$K

$CaCO_3$ এর সাথে HCl এর বিক্রিয়ার সমীকরণ নিম্নরূপ :

$CaCO_3(s) + 2HCl(aq) \longrightarrow CaCl_2(aq) + H_2O(l) + CO_2(g)$

$(40 + 12 + 16 \times 3)$ $(12 + 16 \times 2)$

=100 g 44 g বা প্রমাণ অবস্থায় 22.4 L।

সমীকরণ মতে, প্রমাণ অবস্থায় 22.4 L CO_2 পাওয়া যায় 100 g $CaCO_3$ হতে।

$\therefore$ " " 1 L CO_2 " " $= \frac{100}{22.4}$ g $CaCO_3$ হতে।

$\therefore$ " " 2.2L CO_2 " " $= \frac{100 \times 2.2}{22.4}$ g $CaCO_3$ হতে।

$= 9.82$ g $CaCO_3$ হতে।

$\therefore$ 12.5 g চুনাপাথরে 9.82 g $CaCO_3$ আছে। **(উত্তর)**

সমাধানকৃত সমস্যা–৩.২২ : 250°C তাপমাত্রায় ও 1 atm চাপে 10 g অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট নিম্নোক্ত সমীকরণ মতে বিস্ফোরিত হলে কত লিটার গ্যাস উৎপন্ন হবে?

$2NH_4NO_3(s) \xrightarrow{250°C} 2N_2(g) + 4H_2O(g) + O_2(g)$

দক্ষতা : প্রদত্ত বিক্রিয়ায় তিনটি উৎপাদই গ্যাসীয় অবস্থায় আছে।

সমাধান : প্রদত্ত বিক্রিয়ার সমীকরণটি হলো—

সমীকরণ	:	$2NH_4NO_3(s)$	$\xrightarrow{\Delta}$	$2N_2(g)$	+	$4H_2O(g)$	+	$O_2(g)$
মোল সম্পর্ক	:	2mol		2mol		4 mol		1 mol
আয়তন সম্পর্ক	:	$2(14 + 4 + 14 + 48)$ g = 160 g		2×22.4 L (STP-তে)		4×22.4 L (STP-তে)		22.4 L (STP-তে)

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

অর্থাৎ STP তে 160 g NH_4NO_3 বিযোজন উৎপন্ন গ্যাসের মোট আয়তন = $(2 \times 22.4 + 4 \times 22.4 + 22.4)$ L

$= 7 \times 22.4$ L = 156.8 L

আবার STP-তে 156.8 L গ্যাস মিশ্রণের আয়তন প্রদত্ত বিক্রিয়া পরিবেশ যেমন 250°C বা (250 + 273) K = 523K তাপমাত্রা ও 1 atm চাপে যদি V আয়তন হয়, তবে বয়েল ও চার্লসের সমন্বয় সমীকরণ মতে পাই, $\frac{PV}{T} = \frac{P_oV_o}{T_o}$

বা, $\frac{1 \text{ atm} \times V}{523 \text{ K}} = \frac{1\text{atm} \times 156.8 \text{ L}}{273 \text{ K}}$ $\therefore V = \frac{523 \times 156.8 \text{ L}}{273} = 300.39$ L

523 K ও 1 atm চাপে 160 g NH_4NO_3 থেকে উৎপন্ন গ্যাসের আয়তন = 300.39 L

$\therefore$ 523 K ও 1atm চাপে 10 g NH_4NO_3 থেকে উৎপন্ন গ্যাসের আয়তন $= \frac{300.39 \times 10 \text{ L}}{160} = 18.7$ L (উত্তর)

সমাধানকৃত সমস্যা–৩.২৩ : ক্যালসিয়াম কার্বাইড (CaC_2) পানির সাথে বিক্রিয়া করে অ্যাসিটিলিন গ্যাস (C_2H_2) উৎপন্ন করে। 32 g CaC_2 ও পানির বিক্রিয়ায় 27°C ও 1 atm চাপে কত লিটার অ্যাসিটিলিন গ্যাস উৎপন্ন হবে?

দক্ষতা : সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়ার সমতাযুক্ত সমীকরণ থেকে STP তে বিক্রিয়কের গ্রাম আণবিক ভর ও উৎপন্ন গ্যাসের মোলার আয়তন সম্পর্ক ব্যবহৃত হবে।

সমাধান : সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়ার সমীকরণটি হলো :

CaC_2 (s) + 2H–OH *(l)*	$\longrightarrow$	$Ca(OH)_2$ (s) +	C_2H_2 (g)
1 mol			1 mol
(40 + 24) g			22.4 L
= 64 g			(STP তে)

অর্থাৎ STP তে 64g CaC_2 ও পানির বিক্রিয়ায় 22.4 L অ্যাসিটিলিন উৎপন্ন হয়।

আবার STP তে 22.4 L গ্যাসের আয়তন প্রদত্ত তাপমাত্রা 27°C বা (27 + 273) K = 300K ও 1 atm চাপে যদি V আয়তন হয়, তবে বয়েল ও চার্লসের সমন্বয় সমীকরণ মতে পাই,

$\frac{PV}{T} = \frac{P_o \times V_o}{T_o}$

বা, $\frac{1\text{atm} \times V}{300 \text{ K}} = \frac{1\text{atm} \times 22.4 \text{ L}}{273 \text{ K}}$; $\therefore V = \frac{300 \times 22.4 \text{ L}}{273} = 24.62$ L

300 K ও 1 atm চাপে 64 g CaC_2 থেকে উৎপন্ন গ্যাসের আয়তন = 24.62 L

300 K ও 1 atm চাপে 32 gCaC_2 থেকে উৎপন্ন গ্যাসের আয়তন $= \frac{24.62\text{L} \times 32}{64} = 12.31$ L (উত্তর)

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

শিক্ষার্থী নিজে কর–৩.৩ : উৎপাদ গ্যাসের আয়তনভিত্তিক :

সমস্যা-৩.৮(ক) : 250 g $CaCO_3$ এর তাপ বিযোজনে উৎপন্ন CO_2 গ্যাস 35°C ও 1.50 atm চাপে কত আয়তন হবে? [উ: 42.124 L]

সমস্যা-৩.৮(খ) : প্রমাণ অবস্থায় 15 L CO_2 গ্যাস প্রস্তুত করতে কী পরিমাণ ক্যালসিয়াম কার্বনেটকে উত্তপ্ত করতে হবে? [উ: 66.96 g $CaCO_3$]

সমস্যা-৩.৮(গ) : চুনাপাথরে 95% $CaCO_3$ আছে। 160 g ঐ চুনাপাথর ও HCl এসিডের বিক্রিয়ায় STP তে কত লিটার CO_2 গ্যাস উৎপন্ন হবে? [উ: 34.048 L]

সমস্যা-৩.৮(ঘ) : 95% $CaCO_3$ বিশিষ্ট একটি চুনাপাথর নমুনার 200 g কে তাপ প্রয়োগে সম্পূর্ণ বিযোজিত করে SATP তে কত লিটার CO_2 গ্যাস পাওয়া যাবে? [উ: 47.1 L]

সমস্যা-৩.৮(ঙ) : 85% বিশুদ্ধ 20 g চুনাপাথর ও HCl এসিডের বিক্রিয়ায় STP-তে কত লিটার CO_2 গ্যাস উৎপন্ন হবে? [উ: 3.8 L] [দি. বো.২০১৫]

সমস্যা-৩.৮(চ) : চুনাপাথরের একটি নমুনায় 96% $CaCO_3$ আছে। ঐ চুনাপাথরের 150 g পরিমাণ ও HCl এসিডের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন CO_2 গ্যাস 25°C ও 1.1 atm চাপে কত আয়তন হবে? [উ: 32.01 L]

সমস্যা-৩.৯(ক) : 840 g লোহিত তপ্ত লৌহ গুঁড়ার ওপর স্টিম চালনা করা হলো। উৎপন্ন H_2 গ্যাসের আয়তন SATP তে কত হবে? [উ: 497.11 L]

সমস্যা-৩.৯(খ) : 27°C তাপমাত্রায় ও 1 atm চাপে 100 L আয়তনের একটি বেলুনকে H_2 গ্যাস দ্বারা পূর্ণ করতে হবে। প্রয়োজনীয় আয়তনের (STP তে) H_2 গ্যাস প্রস্তুত করতে কত গ্রাম উত্তপ্ত লৌহ ও স্টিমের মধ্যে বিক্রিয়া ঘটাতে হবে? [উ: 91 L H_2; 170.1375 g Fe]

সমস্যা-৩.১০(ক) : পটাসিয়াম ক্লোরেট ($KClO_3$) এর তাপ বিযোজনে O_2 গ্যাস উৎপন্ন হয়। 200 g $KClO_3$ থেকে উৎপন্ন O_2 গ্যাস 27°C ও 1.5 atm চাপে কত আয়তন দখল করবে? [উ: 40.19 L]

সমস্যা-৩.১০ (খ) : 200 g HgO কে উত্তপ্ত করে STP তে যত লিটার অক্সিজেন পাওয়া যায়, সেই আয়তনের O_2 গ্যাস পেতে কী পরিমাণ $KClO_3$ কে উত্তপ্ত করতে হবে? [উ: 37.72 g]

সমস্যা-৩.১১(ক) : দেশলাইয়ের একটি কাঠি জ্বালালে কাঠির মাথার P_4S_3 এর দহনের ফলে P_4O_{10} এর সাদা ধোঁয়া ও SO_2 গ্যাস উৎপন্ন হয়। 27°C ও 1 atm চাপে 0.062 g P_4S_3 এর দহনের ফলে উৎপন্ন SO_2 গ্যাসের আয়তন কত হবে? [P = 31, S = 32] [উ: 0.0208 L]

সমস্যা-৩.১১(খ) : 22 g FeS ও অতিরিক্ত পরিমাণ লঘু H_2SO_4 এর বিক্রিয়ায় উৎপন্ন H_2S গ্যাসকে বাতাসে পোড়ালে যে পরিমাণ SO_2 গ্যাস উৎপন্ন হয় তার আয়তন 25°C তাপমাত্রা ও 750 mm (Hg) চাপে কত হবে? [উ: 6.20 L]

সমস্যা-৩.১২: 27°C তাপমাত্রায় ও 750 mm (Hg) চাপে 2.24 L NH_3 গ্যাস উৎপন্ন করার জন্য কত গ্রাম নিশাদল (NH_4Cl) কে চুনের সাথে বিক্রিয়া ঘটাতে হবে? [উ: 5.07 g]

সমস্যা-৩.১৩(ক) : 27°C তাপমাত্রায় ও 750 mm (Hg) চাপে 2 L N_2 গ্যাস উৎপন্ন করতে কী পরিমাণ NH_3 গ্যাস ও Cl_2 গ্যাসের মধ্যে বিক্রিয়া ঘটাতে হবে? [উ: NH_3 = 2.726g; Cl_2 = 17.078 g]

সমস্যা-৩.১৩(খ) : 27°C তাপমাত্রায় ও 750 mm (Hg) চাপে 2 L Cl_2 গ্যাসকে KI এর জলীয় দ্রবণে চালনা করলে কত গ্রাম আয়োডিন উৎপন্ন হবে? [উ: 20.36 g]

সমস্যা-৩.১৪(ক): 12.5 g চুনাপাথর ও হাইড্রোক্লোরিক এসিডের বিক্রিয়ার ফলে 37°C তাপমাত্রায় ও 750 mm(Hg) চাপে 2.53 L কার্বন ডাইঅক্সাইডে (CO_2) পাওয়া গেল। চুনাপাথরে ক্যালসিয়াম কার্বনেটের ($CaCO_3$) পরিমাণ কত? [উ: 9.82 g]

সমস্যা-৩.১৪(খ) : 20 g $CaCO_3$ থেকে উৎপন্ন সমস্ত CO_2 গ্যাসকে Na_2CO_3 এ পরিণত করতে কী পরিমাণ কস্টিক সোডা প্রয়োজন হবে? [উ: 16 g]

সমস্যা-৩.১৪(গ) : চুনাপাথরের একটি নমুনায় 60% $CaCO_3$ আছে। এক লিটার মোলার কস্টিক সোডা দ্রবণের NaOH কে সম্পূর্ণরূপে Na_2CO_3 এ পরিণত করতে যে পরিমাণ CO_2 প্রয়োজন তা উৎপন্ন করতে কী পরিমাণ ঐ চুনাপাথর প্রয়োজন হবে? [উ: 83.33 g চুনাপাথর]

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

৩.৩ বিক্রিয়কের ভর থেকে উৎপাদ গ্যাসের ভর ও আয়তন গণনা

Calculation of Mass & Volume of gaseous Product from Mass of Reactant

১. এক্ষেত্রে বিক্রিয়কের ভরকে মোল এককে পরিণত করতে হবে।

২. সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়ার সমতাকৃত সমীকরণ মতে বিক্রিয়ক ও উৎপাদের মোল সম্পর্ক থেকে উৎপাদের মোলার ভর ও মোলার আয়তন গণনা করা যায়।

সমাধানকৃত সমস্যা–৩.২৪ : উৎপাদ-গ্যাসের ভর ও আয়তন গণনা :

কপার পাইরাইটস (Cu_2S) থেকে কপার ধাতু নিষ্কাশনকালে SO_2 গ্যাস উৎপন্ন হয়; যা H_2SO_4 এসিড উৎপাদনে ব্যবহার করা যায়। 100 kg Cu_2S থেকে কত পরিমাণ SO_2 উৎপন্ন হবে তা ভর ও আয়তনে SATP তে বের কর।

দক্ষতা : রাসায়নিক সমীকরণভিত্তিক গণনার সাধারণ ধাপগুলো অনুসরণ করতে হবে।

সমাধান : সাধারণ ধাপগুলো হলো—

সমতাযুক্ত সমীকরণ: $2Cu_2S\,(s) + 3O_2\,(g) \rightarrow 2\,Cu_2O\,(s) + 2\,SO_2\,(g)$

2 mol 2mol

Cu_2S এর মোলার ভর = $(63.5 \times 2 + 32)$ g = 159 g/mol

159 g Cu_2S = 1 mol Cu_2S

100 kg বা, 1.0×10^5 g Cu_2S

$$= \frac{1.0 \times 10^5 \times 1 \text{ mol } Cu_2S}{159} = 628.93 \text{ mol } Cu_2S$$

সমীকরণ মতে, 2 mol Cu_2S থেকে 2 mol SO_2 গ্যাস উৎপন্ন হয়।

∴ SO_2 গ্যাসের মোল সংখ্যা = 628.93 mol SO_2 গ্যাস

SO_2 এর মোলার ভর = 64 g/mol

∴ উৎপন্ন SO_2 গ্যাসের ভর = 64 g/mol × 628.93 mol SO_2 গ্যাস

= 40,251.52 g SO_2 গ্যাস

আবার, SATP তে SO_2 গ্যাসের মোলার আয়তন = 24.789 L. mol^{-1}

∴ উৎপন্ন SO_2 এর আয়তন = 628.93 mol SO_2 × 24.789 L. mol^{-1} = 15590.55 L

MCQ-3.8 : SATP বলতে গ্যাসের নিম্নোক্ত অবস্থাকে বোঝায়—
(i) 298 K, (ii)100 kPa,
(iii) 22.4 L mol^{-1}
কোনটি সঠিক?
(ক) i ও ii (খ) ii ও iii
(গ) i ও iii (ঘ) i, ii ও iii

সমাধানকৃত সমস্যা-৩.২৫ : একজন হিমালয় পর্বত আরোহীর দৈহিক শক্তি অর্জনের জন্য প্রতি ঘণ্টায় 35 g গ্লুকোজ প্রয়োজন হয়। একদিনের (24 hours) যাত্রার জন্য প্রয়োজনীয় গ্লুকোজের দেহকোষে জারণকালে অক্সিজেন সিলিন্ডার থেকে ব্যয়িত O_2 গ্যাস ও উৎপন্ন CO_2 এর পরিমাণ গ্রাম ও লিটার এককে প্রমাণ অবস্থায় গণনা কর।

দক্ষতা : রাসায়নিক সমীকরণভিত্তিক মোল ও আয়তনের সম্পর্ক মতে গণনা করতে হবে।

সমাধান : দেহকোষে গ্লুকোজের জারণের ফলে উৎপন্ন শক্তি থেকে পর্বত আরোহী দৈহিক শক্তি লাভ করে। গ্লুকোজের জারণ বিক্রিয়াটি হলো :

$C_6H_{12}O_6\,(s)$	+	$6O_2\,(g)$	⟶	$6CO_2\,(g)$	+	$6H_2O\,(l)$
1 mol		6 mol		6 mol		
180 g		6×32 g		6×44 g		
		6×22.4 L (STP)		6×22.4 L (STP)		

একদিনে প্রয়োজনীয় গ্লুকোজের পরিমাণ = 35 g × 24 = 840 g

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সমীকরণ মতে, 180 g গ্লুকোজের দহনে প্রয়োজনীয় অক্সিজেন = 6 mol O_2

∴ 840 g গ্লুকোজের দহনে প্রয়োজনীয় অক্সিজেন = $\frac{6 \times 840}{180}$ = 28 mol O_2

∴ 28 mol O_2 = 28 × 32 g = 896 g O_2 গ্যাস

আবার STP তে 28 mol O_2 = 28 × 22.4 L = 627.2 L O_2 গ্যাস

আবার সমীকরণ মতে ব্যয়িত O_2 এর মোল সংখ্যা ও উৎপন্ন CO_2 এর মোল সংখ্যা সমান। তাই উৎপন্ন CO_2 এর আয়তন STP তে 627.2 L হবে এবং CO_2 এর ভর হবে = 28 × 44 g = 1232 g CO_2

[উত্তর : O_2 = 627.2 L, 896 g ; CO_2 = 627.2 L, 1232 g]

সমাধানকৃত সমস্যা–৩.২৬ : চুনাপাথর ও HCl এসিডের বিক্রিয়ায় CO_2 গ্যাস উৎপন্ন হয়। 85% বিশুদ্ধ 20 g চুনাপাথর ও HCl এসিডের বিক্রিয়ায় STPতে উৎপন্ন CO_2 গ্যাসের আয়তন ও ভর গণনা কর। [দি. বো. ২০১৫]

দক্ষতা : সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়ার সমতাযুক্ত সমীকরণ থেকে মোল ও মোলার আয়তন ব্যবহৃত হয়।

সমাধান : প্রশ্নমতে চুনাপাথরে 85% $CaCO_3$ আছে।

অর্থাৎ 100 g চুনাপাথরে বিশুদ্ধ $CaCO_3$ আছে = 85 g $CaCO_3$

∴ 20 g চুনাপাথরে বিশুদ্ধ $CaCO_3$ আছে = $\frac{85 \times 20}{100}$ g $CaCO_3$

= 17 g $CaCO_3$

MCQ-3.9: 12 g কার্বন থেকে কত গ্রাম CO_2 প্রস্তুত করা যায়?
(ক) 20 g (খ) 44 g
(গ) 4.4 g (ঘ) 38 g

বিক্রিয়াটির সমতাযুক্ত সমীকরণ হলো নিম্নরূপ :

$CaCO_3$ (s) + 2HCl (aq) ⟶ $CaCl_2$ (aq) + CO_2 (g) + H_2O (*l*)

100 g 44 g = 22.4 L (STP)

সমীকরণ মতে, 100 g $CaCO_3$ থেকে CO_2 উৎপন্ন হয় = 44 g CO_2

∴ 17 g $CaCO_3$ থেকে CO_2 উৎপন্ন হয় = $\frac{44 \times 17\ g}{100}$ = 7.48 g CO_2

সমীকরণ মতে,

1 mol বা, 44 g CO_2 গ্যাস STP তে 22.4 L আয়তন হয়

∴ 7.48 g CO_2 গ্যাস STP তে আয়তন হয় = $\frac{22.4 \times 7.48\ L}{44}$ = 3.8 L

উত্তর : 3.8 L CO_2; 7.48 g CO_2।

শিক্ষার্থী নিজে কর-৩.৪: উৎপাদ গ্যাসের ভর ও আয়তনভিত্তিক :

সমস্যা-৩.১৫ : সংস্পর্শ পদ্ধতিতে H_2SO_4 উৎপাদনের বেলায় সালফার বার্নারে সালফার দহনে SO_2 প্রস্তুত করা হয়। 300 kg বিশুদ্ধ সালফার থেকে কী পরিমাণ SO_2 উৎপন্ন হবে তা SATP তে ভর ও আয়তনে বের কর। [উ: 6.0×10^5 g; 232396.88 L]

সমস্যা - ৩.১৬ : পরীক্ষাগারে জিঙ্ক ও লঘু H_2SO_4 এসিডের বিক্রিয়ায় H_2 গ্যাস প্রস্তুত করা হয়। 200 g জিংক থেকে কী পরিমাণ H_2 গ্যাস উৎপন্ন হবে তা 1 atm ও 20°C এ ভর ও আয়তনে বের কর। [উ: 6.165 g; 73.51 L]

সমস্যা-৩.১৭ : ক্যালসিয়াম কার্বাইড (CaC_2) ও পানির বিক্রিয়ায় পরীক্ষাগারে অ্যাসিটিলিন গ্যাস প্রস্তুত করা হয়। 500 g CaC_2 থেকে উৎপন্ন অ্যাসিটিলিনের ভর ও STP তে আয়তন বের কর। [উ: 203.125 g ; 175 L]

সমস্যা - ৩.১৮(ক) : 5.0 g $KClO_3$ কে সম্পূর্ণরূপে বিযোজিত করে উৎপন্ন O_2 গ্যাসের ভর ও STP তে আয়তন বের কর। [উ: 1.959 g; 1371.5 mL

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সমস্যা-৩.১৮(খ) : পটাসিয়াম ক্লোরেট $\xrightarrow{\Delta}$ A (g) + KCl (s)। এক্ষেত্রে 5 g 'A' (g) উৎপন্ন করতে কত গ্রাম বিক্রিয়ক প্রয়োজন হবে? [উ: 12.76 g] [দি. বো. ২০১৫]

সমস্যা-৩.১৯(ক) : পরীক্ষাগারে নিশাদল (NH_4Cl) ও কুইক লাইম (CaO) এর বিক্রিয়ায় NH_3 গ্যাস প্রস্তুত করা হয়। 25 g NH_4Cl এর সাথে অধিক পরিমাণ CaO মিশিয়ে মিশ্রণটি উত্তপ্ত করলে উৎপন্ন গ্যাসের আয়তন ও ভর SATP তে গণনা কর। [উ: 11.58 L. 7.94 g]

সমস্যা-৩.১৯(খ) : পরীক্ষাগারে পটাসিয়াম ক্লোরেট ($KClO_3$) এর সাথে ম্যাঙ্গানিজ ডাইঅক্সাইড (MnO_2) মিশিয়ে ঐ মিশ্রণকে উত্তপ্ত করে O_2 গ্যাস প্রস্তুত করা হয়। 10 g $KClO_3$ এর সাথে অল্প MnO_2 মিশিয়ে উত্তপ্ত করলে 20°C ও 1 atm চাপে উৎপন্ন O_2 গ্যাসের আয়তন ও ভর গণনা কর। [উ: 2.94 L; 3.92 g]

সমস্যা-৩.১৯(গ) : পরীক্ষাগারে গাঢ় HCl এসিড ও MnO_2 এর মিশ্রণকে উত্তপ্ত করে Cl_2 গ্যাস প্রস্তুত করা হয়। 10 g MnO_2 এর সাথে গাঢ় HCl এসিডের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন Cl_2 গ্যাসের আয়তন ও ভর SATP তে গণনা কর। [উ: 2.85 L; 8.163 g]

সমস্যা-৩.১৯(ঘ) : পরীক্ষাগারে ক্যালসিয়াম কার্বনেট ($CaCO_3$) ও HCl এসিডের বিক্রিয়ায় CO_2 গ্যাস উৎপন্ন করা হয়। 15 g $CaCO_3$ এর সাথে গাঢ় HCl এসিডের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন CO_2 এর আয়তন ও ভর 20°C তাপমাত্রায় ও 1 atm চাপে গণনা কর। [উ: 3.6 L; 6.6 g]

সমস্যা-৩.১৯(ঙ) : ফেরাস সালফাইড (FeS) ও লঘু H_2SO_4 এসিডের বিক্রিয়ায় দুর্গন্ধযুক্ত, পরিবেশ দূষক ও বিষাক্ত হাইড্রোজেন সালফাইড (H_2S) গ্যাস উৎপন্ন হয়। 12 g FeS এর সাথে লঘু H_2SO_4 এসিডের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন H_2S গ্যাসের আয়তন ও ভর SATP তে গণনা কর। [উ: 3.388 L; 4.67 g]

সমস্যা-৩.১৯ (চ) : পরীক্ষাগারে ক্যালসিয়াম কার্বাইড (CaC_2) ও পানির বিক্রিয়ায় ইথাইন বা অ্যাসিটিলিন গ্যাস প্রস্তুত করা হয়। 15 g CaC_2 ও পানির বিক্রিয়ায় উৎপন্ন ইথাইন গ্যাসের STP তে আয়তন ও ভর গণনা কর। [উ: 5.246 L; 6.09 g]

সীমিত-বিক্রিয়ক (Limiting Reactant) সহ গণনা

বাস্তব ক্ষেত্রে রাসায়নিক বিক্রিয়ার সমীকরণ মতে দুটি বিক্রিয়কের ভরের পরিমাণ সঠিক অনুপাতে খুব কম ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়। প্রায় ক্ষেত্রে কোনো একটি বিক্রিয়ক কম বা বেশি পরিমাণে মিশানো থাকে। বিক্রিয়া শেষে বেশি পরিমাণে মিশানো বিক্রিয়কটি অতিরিক্ত থেকে যায়। নিচের বিক্রিয়ার সমীকরণটি লক্ষ কর।

$$CH_4\,(g) + 2O_2\,(g) \longrightarrow CO_2\,(g) + 2H_2O\,(g)$$

সমীকরণ মতে 1 mol CH_4 এর পূর্ণ দহনের জন্য 2 mol O_2 দরকার হয়; যদি 2 mol CH_4 এর সাথে 2 mol O_2 মিশানো হয়; তখন পরিমাণে বেশি মিশানো CH_4 বিক্রিয়া শেষে অবিকৃত অবস্থায় অতিরিক্ত থেকে যাবে। এক্ষেত্রে বিক্রিয়ায় উৎপাদ CO_2 এর পরিমাণ O_2 এর ওপর নির্ভরশীল হবে; তাই বিক্রিয়ক O_2 এর পরিমাণের ওপর নির্ভর করে উৎপন্ন CO_2 এর পরিমাণ গণনা করতে হবে।

এক্ষেত্রে CH_4 ও O_2 এর বিক্রিয়ায় সমীকরণভিত্তিক CH_4 ও O_2 এর মোল অনুপাত হলো 1 ঃ 2। কিন্তু 2 mol CH_4 এর সাথে 2 mol O_2 মিশালে উভয় বিক্রিয়কের মোল আনুপাতিক হারে O_2 এর পরিমাণ কম থাকে এবং উৎপাদ CO_2 ঐ কম পরিমাণে ব্যবহৃত O_2 এর মোল পরিমাণের উপর নির্ভর করে কম পরিমাণে উৎপন্ন হয়। তাই এ বিক্রিয়ায় O_2 হলো লিমিটিং রিঅ্যাক্টেন্ট বা সীমিত বিক্রিয়ক।

সীমিত-বিক্রিয়কের সংজ্ঞা : দুই বা ততোধিক বিক্রিয়কের বিক্রিয়ার সমীকরণ মতে, যে বিক্রিয়কটি প্রয়োজনীয় মোল অনুপাতের চেয়ে কম পরিমাণে ব্যবহৃত হওয়ায় উৎপাদের মোট পরিমাণ ঐ বিক্রিয়কটির পরিমাণের উপর নির্ভর করে কম হয়, সে বিক্রিয়কটিকে ঐ বিক্রিয়ার সীমিত বিক্রিয়ক বা লিমিটিং রিঅ্যাক্ট্যান্ট (Limiting reactant) বলে।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

("In mathematical term, the limiting reactant is the one that yields the LOWER amount of product in a reaction.")

সমাধানকৃত সমস্যা–৩.২৭ : সীমিত-বিক্রিয়কভিত্তিক গণনা :

প্রাথমিক অবস্থায় রকেটে জ্বালানিরূপে তরল হাইড্রাজিন (N_2H_4) ও তরল নাইট্রোজেন টেট্রাঅক্সাইড (N_2O_4) ব্যবহৃত হতো। উভয় তরলের সংস্পর্শে বিস্ফোরণসহ উৎপন্ন N_2 গ্যাস ও স্টিমের প্রবল চাপ সৃষ্টি করে। 1.0×10^2 g N_2H_4 ও 2.0×10^2 g N_2O_4 মিশালে উৎপন্ন N_2 গ্যাসের পরিমাণ 25°C তাপমাত্রায় ভর এককে ও আয়তনে বের কর।

দক্ষতা : এখানে দুটি বিক্রিয়কের পরিমাণ দেয়া আছে। তাই এটি সীমিত বিক্রিয়ক সমস্যা হবে। রাসায়নিক গণনার সাধারণ ধাপগুলো অনুসরণ করতে হবে প্রত্যেক বিক্রিয়কসহ। সবশেষে উভয় বিক্রিয়কের মোল থেকে উৎপন্ন N_2 এর পরিমাণ দেখে সীমিত বিক্রিয়ক নির্ভর N_2 এর পরিমাণ ভর ও আয়তনে গ্রহণযোগ্য হবে।

সমাধান : সাধারণ ধাপ অনুসরণ :

সমীকরণ : $2N_2H_4(l) + N_2O_4(l) \longrightarrow 3N_2(g) + 4H_2O(g)$

মোল সম্পর্ক : 2 mol 1 mol 3 mol

N_2H_4 থেকে N_2 এর মোল সংখ্যা গণনা : N_2H_4 এর মোলার ভর = 32.05 g /mol

MCQ-3.10 : 11.5 g Na ধাতু ও পানির বিক্রিয়ায় SATP-তে কত লিটার H_2 উৎপন্ন হবে?
(ক) 6.20 L (খ) 12.38 L
(গ) 5.60 L (ঘ) 6.10 L

$$N_2H_4 \text{ এর মোল সংখ্যা} = (1.0 \times 10^2 \text{ g } N_2H_4) \times \frac{1 \text{ mol } N_2H_4}{32.05 \text{ g } N_2H_4} = 3.12 \text{ mol } N_2H_4$$

$$\therefore N_2 \text{ এর মোল সংখ্যা} = (3.12 \text{ mol } N_2H_4) \times \frac{3 \text{ mol} N_2}{2 \text{ mol } N_2H_4} = \boxed{4.68 \text{ mol } N_2}$$

N_2O_4 থেকে N_2 এর মোল সংখ্যা গণনা : N_2O_4 এর মোলার ভর = 92.02 g/mol

$$\therefore N_2O_4 \text{ এর মোল সংখ্যা} = (2.0 \times 10^2 \text{ g } N_2O_4) \times \frac{1 \text{ mol } N_2O_4}{92.02 \text{ g} N_2O_4} = 2.17 \text{ mol } N_2O_4$$

$$\therefore N_2 \text{ এর মোল সংখ্যা} = (2.17 \text{ mol } N_2O_4) \times \frac{3 \text{ mol } N_2}{1 \text{ mol } N_2O_4} = \boxed{6.51 \text{ mol } N_2}$$

$\therefore N_2H_4$ হলো সীমিত-বিক্রিয়ক, কারণ এর থেকে কম সংখ্যক মোল N_2 উৎপন্ন হয়েছে।

এখন N_2 এর মোল সংখ্যাকে ভর এককে রূপান্তর করে N_2 এর ভর হলো

$$= (4.68 \text{ mol } N_2) \times \frac{28.02 \text{ g } N_2}{1 \text{ mol } N_2} = \mathbf{131.13 \text{ g } N_2}$$

MCQ-3.11: 49 g $KClO_3$ থেকে কত গ্রাম O_2 উৎপন্ন হবে?
(ক) 20 g (খ) 19 g
(গ) 19.2 g (ঘ) 21 g

আবার, N_2 এর মোল সংখ্যাকে 25°C তাপমাত্রায় লিটার এককে রূপান্তর করে পাই,

$$= (4.68 \text{ mol } N_2) \times \frac{24.789 \text{ L } N_2}{1 \text{ mol } N_2} = 116.01 \text{ L } N_2$$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সমাধানকৃত সমস্যা-৩.২৮ : নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেন গ্যাস থেকে হেবার পদ্ধতিতে অ্যামোনিয়া উৎপাদন করা হয়। 500 g N_2 ও 100 g H_2 গ্যাসের মিশ্রণ থেকে কত গ্রাম NH_3 উৎপাদন করা সম্ভব হবে? এক্ষেত্রে কোনো লিমিটিং বিক্রিয়ক বা সীমিত বিক্রিয়ক আছে কীনা শনাক্ত কর।

দক্ষতা : বিক্রিয়কদ্বয়ের মোল সংখ্যা গণনা করতে হবে। বিক্রিয়ার সমীকরণ থেকে বিক্রিয়কদ্বয়ের মোল সম্পর্ক ব্যবহার করতে হবে।

সমাধান : প্রশ্ন মতে,

N_2 এর মোল সংখ্যা $= \frac{500\ g}{28\ g\ mol^{-1}} = 17.86\ mol$

H_2 এর মোল সংখ্যা $= \frac{100\ g}{2\ g\ mol^{-1}} = 50\ mol$

MCQ-3.12 : 1.0 mol CO_2 ও 1 mol NaOH থেকে কত গ্রাম Na_2CO_3 পাওয়া যায়?

(ক) 106 g (খ) 53 g

(গ) 10.6 g (ঘ) 5.3 g

সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়ার সমীকরণ হলো নিম্নরূপ :

$$\underset{1\ mol}{N_2(g)} + \underset{3\ mol}{3H_2(g)} \longrightarrow \underset{2\ mol = 34\ g}{2NH_3(g)}$$

উপরের সমীকরণ মতে,

1 mol N_2 এর জন্য 3 mol H_2 দরকার হয়।

∴ 17.86 mol N_2 এর জন্য $3 \times 17.86\ mol = 53.58\ mol\ H_2$ দরকার

কিন্তু H_2 দেয়া আছে 50 mol। তাই এক্ষেত্রে মোল অনুপাতে H_2 এর পরিমাণ কম থাকায় H_2 হলো সীমিত বা লিমিটিং বিক্রিয়ক এবং N_2 হলো অতিরিক্ত বিক্রিয়ক।

লিমিটিং বিক্রিয়ক H_2 এর পরিমাণের ওপর নির্ভর করে উৎপাদ NH_3 উৎপন্ন হয়ে থাকবে।

সমীকরণ মতে, 3 mol H_2 থেকে 2 mol NH_3 বা 34 g NH_3 উৎপন্ন হয়

∴ 50 mol H_2 থেকে $\frac{34\ g \times 50}{3} = 566.66\ g\ NH_3$ উৎপন্ন হয়।

শিক্ষার্থীর কাজ-৩.৫ : সীমিত বিক্রিয়কভিত্তিক :

সমস্যা - ৩.২০ : মিথেন ও অক্সিজেন মিশ্রণের দহনে CO_2 ও পানি বাষ্প উৎপন্ন হয়। 2.0 g CH_4 এবং 4.0 g O_2 মিশ্রণের দহনে উৎপন্ন সর্বোচ্চ পরিমাণ CO_2 এর ভর ও SATP তে আয়তন কত হবে? [উ: 2.75 g, 1.55 L]

সমস্যা - ৩.২১ : লোহা ও স্টিমের বিক্রিয়ায় উচ্চ তাপমাত্রায় H_2 গ্যাস উৎপন্ন করা যায়। 450 g Fe ও 150 g পানি থেকে উৎপন্ন স্টিমের মধ্যে বিক্রিয়ায় উৎপন্ন H_2 এর পরিমাণ গ্রামে ও 20°C তাপমাত্রায় লিটার এককে বের কর।

[উ: 16.79 g; 200.25 L]

সমস্যা - ৩.২২(ক) : 2.02 g ক্যালসিয়াম ও 2.02 g H_2 গ্যাসের একটি মিশ্রণকে উত্তপ্ত করলে কত গ্রাম ক্যালসিয়াম হাইড্রাইড (CaH_2) উৎপন্ন হবে? [উ: 2.1218 g]

সমস্যা-৩.২২(খ) : 24.5 g $KClO_3$ কে উত্তপ্ত করে প্রাপ্ত O_2 গ্যাসকে 10 g বিশুদ্ধ ও উত্তপ্ত কার্বনের ওপর দিয়ে চালনা করা হলো। এর ফলে উৎপন্ন CO_2 গ্যাসের আয়তন 27°C ও 750 mm (Hg) চাপে কত হবে? [উ: 7.482 L]

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

৩.৪ বিক্রিয়ায় উৎপাদ গ্যাসের আয়তন নির্ণয়

To determine Volume of Gaseous Product

(১) সুলভ উপকরণ ব্যবহার করে বিক্রিয়ায় উৎপাদ গ্যাসের আয়তন নির্ণয় করা যাবে। এজন্য মধ্যম সক্রিয় ধাতু জিঙ্ক ও লঘু HCl এসিডের বিক্রিয়ায় H_2 গ্যাসকে পানির নিম্নমুখী অপসারণ প্রক্রিয়ায় সংগ্রহ করতে হবে। পানিতে অদ্রবণীয় গ্যাসকে এ প্রক্রিয়ায় সংগ্রহ করতে হয়।

(২) এছাড়া 20-আয়তন H_2O_2 দ্রবণ ও MnO_2 এর বিক্রিয়ায় উৎপন্ন স্বল্প দ্রবণীয় O_2 গ্যাসকে পানি অপসারণ প্রক্রিয়ায় সংগ্রহ করা যাবে।

ব্যবহারিক (Practical)

শিক্ষার্থীর কাজ :

সময় : ১ পিরিয়ড

পরীক্ষা নং-৭

তারিখ : .....

পরীক্ষার নাম : বিক্রিয়ায় উৎপাদ গ্যাসের আয়তন নির্ণয়

মূলনীতি : নির্দিষ্ট ভরের জিঙ্ক ধাতু ও লঘু HCl এসিডের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন H_2 গ্যাসকে পানি অপসারণ প্রক্রিয়ায় দাগ কাটা কাচনল বা মেজারিং সিলিন্ডারে সংগ্রহ করে আয়তন (V mL) পাওয়া যায়।

$$Zn\ (s) + 2HCl\ (aq) \longrightarrow ZnCl_2\ (aq) + H_2\ (g)$$

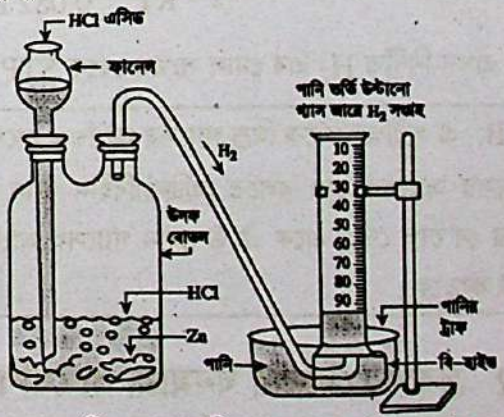
ব্যারোমিটার থেকে চাপ ও পানি থেকে তাপমাত্রা এবং ঐ তাপমাত্রায় জলীয় বাষ্পের চাপ জেনে সংগৃহীত H_2 গ্যাসের মোল সংখ্যা, মোলার আয়তন ও ভর গণনা করা যায় :

প্রয়োজনীয় রাসায়নিক পদার্থ : (১) জিঙ্ক, (২) লঘু (HCl) এসিড, (৩) পানি।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি : (১) উলফ বোতল, (২) ফানেল, (৩) নির্গম নল সেট, (৪) দাগ কাটা গ্যাসজার অথবা মেজারিং সিলিন্ডার (250 cm^3), (৫) ওয়াটার ট্রাফ, (৬) থার্মোমিটার, (৭) ব্যারোমিটার।

কাজের ধারা :

(১) চিত্র ৩.১ অনুসারে একটি উলফ বোতলে 2 g জিঙ্ক নাও। (২) উলফ বোতলের এক মুখে ফানেল ও অপর মুখে নির্গম নল কর্কসহকারে যুক্ত করে বায়ুরোধী কর। (৩) ওয়াটার ট্রাফে বি-হাইভসহ গ্যাস নির্গমন নলের মুখে পানি ভর্তি গ্যাসজারের অথবা মেজারিং সিলিন্ডারকে উল্টানো অবস্থায় ক্ল্যাম্প-স্ট্যান্ডসহ আটকিয়ে নাও। (৪) এবার ফানেলের মুখে লঘু HCl এসিড ঢেলে ফানেলের নিচের অংশ ডুবিয়ে রাখ। লক্ষ কর Zn ও HCl এসিডের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন H_2 গ্যাস পানিতে বুদবুদসহকারে বের হচ্ছে এবং গ্যাসজারের ভেতরের পানিকে নিচে সরিয়ে ঐ H_2 গ্যাস-জারে জমা হচ্ছে। জমা হওয়া H_2 গ্যাসের আয়তন, V mL ধরে নিচের ডাটায় রেকর্ড কর।



চিত্র-৩.১: পরীক্ষাগারে H_2 গ্যাস সংগ্রহ।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

(৫) থার্মোমিটার দিয়ে ট্রাফের পানির তাপমাত্রা (t°C) রেকর্ড কর। ল্যাবরেটরিতে থাকা ব্যারোমিটার থেকে বায়ুমণ্ডলের চাপ P mm(Hg) রেকর্ড কর।

গণনা (Calculation) :

সংগৃহীত H_2 গ্যাসের প্রকৃত আয়তন গণনার জন্য প্রথমে মোল সংখ্যা (n) আদর্শ গ্যাস সমীকরণ, $n = PV/RT$ থেকে বের করা যাবে। এজন্য ব্যারোমিটার পাঠ, P_{total} থেকে: t°C তাপমাত্রায় জলীয় বাষ্পের আংশিক চাপ (P_{H_2O}) বিয়োগ করে H_2 গ্যাসের আংশিক চাপ P_{H_2} বের করা যাবে।

ধরা যাক, সংগৃহীত H_2 গ্যাসের আয়তন = V mL.

পানি বা গ্যাসের তাপমাত্রা = t°C

বায়ুমণ্ডলের চাপ (ব্যারোমিটার থেকে) = P_{total} (mmHg)

জলীয় বাষ্পের চাপ (t°C এ) = P_{H_2O} (mmHg) [চার্ট থেকে]

∴ H_2 গ্যাসের আংশিক চাপ $P_{H_2} = (P_{total} - P_{H_2O}) = P$ mmHg

∴ H_2 গ্যাসের আংশিক চাপ

$$P_{H_2}(atm) = P\ mmHg \times \frac{1\ atm}{760\ mmHg} = P\frac{(atm)}{760}$$

$$H_2 \text{ গ্যাসের আয়তন (L)} = V\ mL \times \frac{1\ L}{1000\ mL} = \frac{V(L)}{1000}$$

H_2 গ্যাসের তাপমাত্রা, T(K) = (t°C + 273) = (t + 273)K H_2 গ্যাসের মোল সংখ্যা, n_{H_2} = ? (অজানা)

$$\therefore\ H_2 \text{ এর মোল সংখ্যা, } n_{H_2} = \frac{PV}{RT} = \frac{P(atm)/760 \times V(L)/1000}{0.082\ L\ atm\ K^{-1}mol^{-1} \times (t + 273)K}$$

এখন নির্ণীত H_2 এর মোল সংখ্যা থেকে STP তে ও SATP তে আয়তন বের করা যাবে।

জেনে নাও : ডালটনের আংশিক চাপের গাণিতিক সম্পর্ক থেকে পাই :
উপাদান গ্যাসের আংশিক চাপ = ঐ গ্যাসের মোল ভগ্নাংশ × মিশ্র গ্যাসের মোট চাপ (P_{total})
∴ $P_A = X_A \times P_{total}$
উপাদান গ্যাসের মোল ভগ্নাংশ যত বেশি হবে, এর আংশিক চাপ তত বেশি হবে,
∴ $P_A \propto X_A$

N.B. এ পরীক্ষা থেকে মিশ্র গ্যাসের আংশিক চাপের ধারণা পাওয়া যাবে।
গ্যাসের আংশিক চাপ বলতে বিক্রিয়াবিহীন গ্যাস মিশ্রণের প্রত্যেক উপাদান এককভাবে মিশ্রণের সমগ্র আয়তন দখল করে যে চাপ দেয়, একে ঐ উপাদান গ্যাসের আংশিক চাপ বলে। এখানে H_2 গ্যাস ও জলীয় বাষ্প মিলে গ্যাস মিশ্রণ সৃষ্টি করেছে।

৩.৫ দ্রবণের মোলার ঘনমাত্রা বা মোলারিটি
Molarity or Molar Concentration

ল্যাবরেটরিতে ব্যবহৃত এসিড, ক্ষার ইত্যাদি দ্রবের ঘনমাত্রা মোলারিটি (M) এককে প্রকাশ করা হয়।

মোলারিটি : নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় এক লিটার দ্রবণে যত মোল দ্রব দ্রবীভূত থাকে, সে মোল সংখ্যাকে ঐ দ্রবণে দ্রবটির মোলারিটি বলে।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

$$\therefore \text{দ্রবের মোলারিটি (M)} = \frac{\text{দ্রবের মোল সংখ্যা (n)}}{\text{লিটারে দ্রবণের আয়তন (L)}} = \frac{\text{দ্রবের ভর (g)/গ্রাম আণবিক ভর } (M_w)\ \text{g mol}^{-1}}{\text{লিটারে দ্রবণের আয়তন (L)}}$$

যেমন, 30°C তাপমাত্রায় 500 mL Na_2CO_3 এর দ্রবণে 53 g Na_2CO_3 দ্রবীভূত আছে। এক্ষেত্রে দ্রবণটিতে Na_2CO_3 এর মোলারিটি হবে :

$$Na_2CO_3 \text{ এর মোলারিটি, (M)} = \frac{Na_2CO_3 \text{ এর ভর/}Na_2CO_3 \text{ এর গ্রাম আ: ভর}}{\text{লিটারে দ্রবণের আয়তন}}$$

$$= \frac{53\ \text{g}/106\ \text{g mol}^{-1}}{\left(\frac{500}{1000}\right)\text{L}} = \frac{0.5\ \text{mol}}{0.5\text{L}} = 1.0\ \text{molL}^{-1}$$

∴ এ দ্রবণে Na_2CO_3 এর মোলারিটি হলো 1.0। এটিকে Na_2CO_3 এর 1.0 মোলার দ্রবণ বলে।

মোলার দ্রবণ : নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় এক লিটার দ্রবণে 1 mol দ্রব দ্রবীভূত থাকলে এ দ্রবণকে দ্রবটির এক মোলার (1M) দ্রবণ বলে। যেমন, 25°C-এ 1 লিটার দ্রবণে 1 mol Na_2CO_3 বা 106 g Na_2CO_3 দ্রবীভূত করা হলে ঐ দ্রবণকে 1M Na_2CO_3 দ্রবণ বলা হয়।

ডেসিমোলার দ্রবণ : এক লিটার দ্রবণে দ্রবের এক-দশমাংশ মোল দ্রবীভূত থাকলে ঐ দ্রবণকে ঐ দ্রবের ডেসি মোলার (0.1M) দ্রবণ বলে। যেমন, 25°C-এ 1 লিটার দ্রবণে 0.1 mol Na_2CO_3 বা, 10.6 g Na_2CO_3 দ্রবীভূত করা হলে ঐ দ্রবণকে 0.1M Na_2CO_3 দ্রবণ বলা হয়।

সেমি মোলার দ্রবণ : প্রতি লিটার দ্রবণে অর্ধমোল দ্রব দ্রবীভূত থাকলে ঐ দ্রবণকে ঐ দ্রবের সেমি মোলার (0.5 M) দ্রবণ বলে। যেমন, 25°C-এ 1 লিটার দ্রবণে অর্ধমোল বা, 0.5 mol বা, 53 g Na_2CO_3 দ্রবীভূত করা হলে ঐ দ্রবণকে 0.5 M Na_2CO_3 দ্রবণ বলা হয়। ল্যাবরেটরিতে বিভিন্ন পরীক্ষা কাজে সাধারণত 0.1M দ্রবণ ব্যবহৃত হয়।

জেনে নাও : 'মোলার দ্রবণ তাপমাত্রা নির্ভরশীল' ; এর কারণ হলো; সংজ্ঞা মতে, এক লিটার দ্রবণে 1 মোল দ্রব দ্রবীভূত থাকলে তাকে মোলার দ্রবণ বলে। মোলার দ্রবণের একক হলো $molL^{-1}$. এক্ষেত্রে দ্রবটি মোল এককে বা গ্রাম এককে আছে। গ্রাম একক তাপমাত্রার উপর নির্ভরশীল নয়। কিন্তু দ্রবণের আয়তন লিটার এককে। তরল পদার্থের আয়তনের ওপর তাপমাত্রার প্রভাব আছে। তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে তরলের আয়তন উল্লেখযোগ্য হারে বৃদ্ধি পায়। তখন দ্রবের ঘনমাত্রা হ্রাস পায়। এজন্য বলা হয় মোলার দ্রবণ তাপমাত্রা নির্ভরশীল।

* ইতিপূর্বে কোনো দ্রবণের ঘনমাত্রাকে প্রকাশের পাঁচটি একক ব্যবহৃত হতো। যেমন, (১) মোলার দ্রবণ (২) মোলাল দ্রবণ, (৩) নরমাল দ্রবণ, (৪) শতকরা পরিমাণ, (৫) মোল ভগ্নাংশ ইত্যাদি। বর্তমানে মোলাল দ্রবণ, (প্রতি কিলোগ্রাম দ্রাবকে এক মোল দ্রব থাকে; এটি তাপমাত্রার প্রভাবমুক্ত) এবং নরমাল দ্রবণ (প্রতি লিটার দ্রবণে এক গ্রাম তুল্য ভর দ্রব থাকে) পদ দুটি দ্রবণের ঘনমাত্রার এককরূপে ব্যবহৃত হয় না। দ্রবণের ঘনমাত্রা প্রকাশের এ দুটি একক বর্তমান সিলেবাস বা পাঠ্যসূচির অন্তর্ভুক্ত নয়। বরঞ্চ বর্তমানে নতুন একক যেমন ppm, ppmv, ppb ইত্যাদি দ্রবণের ঘনমাত্রার সূক্ষ্মতম এককরূপে ব্যবহৃত হয়। [অনুচ্ছেদ-৩.৬ দ্রষ্টব্য]

শিক্ষার্থীর কাজ : **ব্যবহারিক (Practical)**

পরীক্ষা নং-৮ সময় : ১ পিরিয়ড

তারিখ : .....

পরীক্ষার নাম : 0.1M Na_2CO_3 দ্রবণ প্রস্তুতি :

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

মূলনীতি : নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় এক লিটার দ্রবণে সংশ্লিষ্ট দ্রবের এক-দশমাংশ মোল বা 0.1 mol দ্রবীভূত থাকলে সে দ্রবণকে ডেসি মোলার (0.1M) দ্রবণ বলে। সোডিয়াম কার্বনেট (Na_2CO_3) এর 0.1M দ্রবণ 250 mL ফ্লাস্কে প্রস্তুত করা হবে। সুতরাং প্রয়োজনীয় Na_2CO_3 এর পরিমাণ হলো–

$$0.1M = \frac{\text{n}\ (Na_2CO_3)}{0.25\ L}\ ;\ \text{বা,}\quad n.(Na_2CO_3) = 0.1\ mol\ L^{-1} \times 0.25\ L = 0.025\ mol$$

$1\ mol\ Na_2CO_3 = 106\ g\ Na_2CO_3;\quad \therefore\ 0.025\ mol\ Na_2CO_3 = 0.025 \times 106\ g\ Na_2CO_3$

$= 2.65\ g\ Na_2CO_3$

অর্থাৎ 250 mL 0.1M Na_2CO_3 দ্রবণ তৈরি করতে 2.65 g Na_2CO_3 প্রয়োজন।

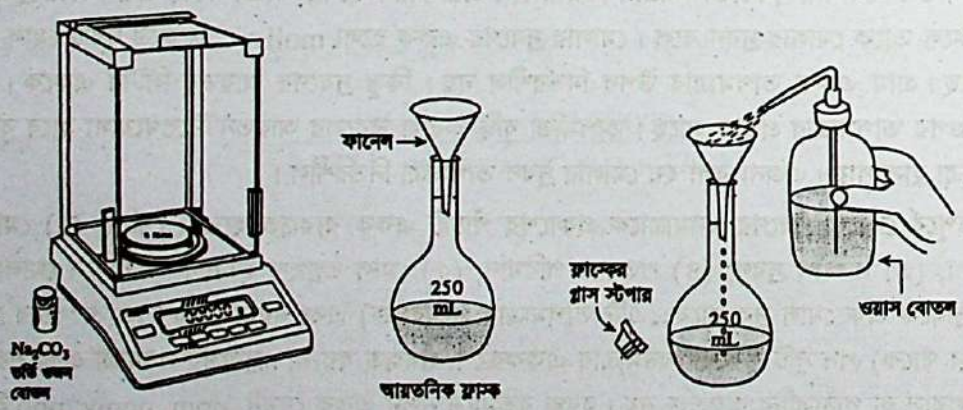
প্রয়োজনীয় রাসায়নিক পদার্থ : (১) বিশুদ্ধ Na_2CO_3. (2) পানি

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি : (১) রাসায়নিক নিক্তি, (২) ওজন বোতল, (৩) আয়তনিক ফ্লাস্ক বা মেজারিং ফ্লাস্ক-250 mL (৪) ফানেল, (৫) পানি ভর্তি ওয়াস বোতল।

কাজের ধারা : (১) প্রয়োজনীয় দ্রবের ওজন নেয়া : প্রথমে রসায়ন ১ম পত্রের বইয়ের অনুচ্ছেদ-১.৪.১ এ দেয়া পল বুঙ্গি ব্যালেন্সে ওজন গ্রহণ নিয়ম মতে Na_2CO_3 ভর্তি ওজন বোতলের ১ম ওজন নাও। অথবা নিচের চিত্র-৩.২ এর ইলেকট্রনিক ডিজিটাল ব্যালেন্সে Na_2CO_3 ভর্তি ওজন বোতলের ১ম ওজন নাও।

এখন আয়তনিক ফ্লাস্কের মুখে ফানেল বসিয়ে ঐ ফানেলের ওপর Na_2CO_3 ভর্তি ওজন বোতল থেকে ধীরে ধীরে Na_2CO_3 গুঁড়া ঢেলে 2.65 g পরিমাণের কাছাকাছি পরিমাণ নাও। এবার Na_2CO_3 ভর্তি ওজন বোতলের ২য় ওজন রেকর্ড কর। (১ম ওজন – ২য় ওজন) = গৃহীত Na_2CO_3 এর ভর = 2.703 g (মনে করি)।

(২) আয়তনিক ফ্লাস্কে দ্রবের স্থানান্তর : এবার চিত্র মতে ফানেলের ওপর ওয়াস বোতল থেকে পানি দিয়ে সমস্ত Na_2CO_3 আয়তনিক ফ্লাস্কে ধুয়ে নাও। পানি যোগ করে ফ্লাস্কটি অর্ধেক ভর্তি করে ফ্লাস্কের মুখে গ্লাস স্টপার লাগাও এবং কয়েকবার ফ্লাস্কটিকে ঝাঁকিয়ে সমস্ত Na_2CO_3 দ্রবীভূত কর।



চিত্র-৩.২ : পরীক্ষাগারে 0.1M Na_2CO_3 দ্রবণ প্রস্তুতি।

(৩) শেষে গ্লাস স্টপার খুলে ওয়াস বোতল থেকে পানি যোগ করে আয়তনিক ফ্লাস্কের গলার দাগ পর্যন্ত পূর্ণ কর। সবশেষে গ্লাস স্টপার ফিট করে ঝাঁকিয়ে মিশ্রণটিকে সমসত্ত্ব কর। এটিই প্রস্তুতকৃত 0.1M Na_2CO_3 এর 250 mL দ্রবণ।

গণনা : প্রস্তুত Na_2CO_3 দ্রবণের মোলারিটি নির্ণয় :

$$\text{গৃহীত } Na_2CO_3 \text{ এর মোল সংখ্যা (n)} = \frac{2.703\ g\ Na_2CO_3 \times 1\ mol}{106\ g\ Na_2CO_3} = \frac{2.703}{106}\ mol = 0.0255\ mol$$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

প্রস্তুত Na_2CO_3 দ্রবণের মোলারিটি $= \frac{Na_2CO_3 \text{ এর মোল সংখ্যা (n)}}{\text{লিটারে দ্রবণের আয়তন}} = \frac{0.0255 \text{ mol}}{0.250 \text{ L}} = 0.102 \text{ (M)}$

এভাবে প্রস্তুতকৃত 0.1M Na_2CO_3 দ্রবণটিকে প্রমাণ দ্রবণ (Standard solution) বলে। কারণ ঐ দ্রবণটির ঘনমাত্রা জানা হয়ে গেল এবং এটি হলো প্রাইমারি স্ট্যান্ডার্ড (Primary Standard) পদার্থ Na_2CO_3 থেকে তৈরি।

প্রমাণ দ্রবণ : কোনো প্রাইমারি স্ট্যান্ডার্ড পদার্থের নমুনা দিয়ে তৈরি করা দ্রবণের ঘনমাত্রা সঠিকভাবে জানা থাকলে ঐ দ্রবণকে ঐ নমুনা দ্রবের প্রমাণ দ্রবণ বলে। 1M Na_2CO_3 দ্রবণ, 0.5 M Na_2CO_3 দ্রবণ, 0.1M Na_2CO_3 দ্রবণ হলো প্রত্যেকেই এক একটি প্রমাণ দ্রবণ। কারণ Na_2CO_3 প্রথমত প্রাইমারি স্ট্যান্ডার্ড পদার্থ এবং দ্বিতীয়ত প্রতিটি প্রস্তুত করা দ্রবণের বেলায় নির্দিষ্ট পরিমাণ Na_2CO_3 রাসায়নিক নিক্তিতে সঠিকভাবে ওজন করে দ্রবণটি তৈরি করা হয়।

প্রাইমারি স্ট্যান্ডার্ড পদার্থ : যেসব কঠিন রাসায়নিক পদার্থকে (i) বিশুদ্ধ অবস্থায় প্রস্তুত করা যায়; (ii) এরা বাতাসের সংস্পর্শে জলীয় বাষ্প বা O_2 সহ বিক্রিয়া করে না; (iii) এদের ওজন নেয়ার সময় রাসায়নিক নিক্তিকে ক্ষয় করে না এবং (iv) এদের দ্রবণের ঘনমাত্রা দীর্ঘদিন অপরিবর্তিত থাকে; এদেরকে প্রাইমারি স্ট্যান্ডার্ড পদার্থ বলে। যেমন,

(১) অনার্দ্র সোডিয়াম কার্বনেট (Na_2CO_3) ক্ষার,

(২) কেলাসিত ইথেন ডাইওয়িক এসিড বা অক্সালিক এসিড ($H_2C_2O_4.2H_2O$),

(৩) পটাসিয়াম ডাইক্রোমেট ($K_2Cr_2O_7$) জারক পদার্থ,

(৪) কেলাসিত সোডিয়াম ইথেন ডাইওয়েট বা অক্সালেট ($Na_2C_2O_4.2H_2O$) বিজারক পদার্থ ইত্যাদি হলো প্রাইমারি স্ট্যান্ডার্ড পদার্থ।

সেকেন্ডারি পদার্থ : যে সব পদার্থের মধ্যে প্রাইমারি স্ট্যান্ডার্ড পদার্থের চারটি বৈশিষ্ট্যের যেমন বিশুদ্ধতা, বাতাসে অপরিবর্তিত থাকা, রাসায়নিক নিক্তির ক্ষয় না করা অথবা ঘনমাত্রার পরিবর্তন না ঘটা ইত্যাদির কোনো একটির অভাব ঘটে, তখন এদেরকে সেকেন্ডারি স্ট্যান্ডার্ড (Secondary Standard) পদার্থ বলে। সেকেন্ডারি পদার্থ হলো যেমন,

(১) NaOH ক্ষার, (২) HCl এসিড, (৩) H_2SO_4 এসিড,

(৪) পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট ($KMnO_4$) জারক পদার্থ,

(৫) সোডিয়াম থায়োসালফেট ($Na_2S_2O_3.5H_2O$) বিজারক পদার্থ ইত্যাদি।

এ সব সেকেন্ডারি পদার্থের মোলার দ্রবণ বা ডেসিমোলার (0.1M) দ্রবণ প্রমাণ দ্রবণ হয় না। সেকেন্ডারি পদার্থের দ্রবণকে অপর পদার্থের প্রমাণ দ্রবণ দ্বারা টাইট্রেশন করে এর সঠিক মোলার ঘনমাত্রা নির্ণয় করা হয়। এরূপ সেকেন্ডারি পদার্থের যেমন $KMnO_4$ এর 0.1M দ্রবণ তৈরি করে জারণ-বিজারণ টাইট্রেশনে ব্যবহার করা হয়।

দ্রষ্টব্য : প্রস্তুত 0.01M $KMnO_4$ দ্রবণকে প্রমাণ 0.025M অক্সালিক এসিড দ্রবণ দ্বারা প্রমিতকরণ করে রিডক্স টাইট্রেশনে ব্যবহার করা হয় (পরীক্ষা নং-১৩)।

বি. দ্র. প্রস্তুত করা 0.1M Na_2CO_3 প্রমাণ দ্রবণটি গ্রুপভিত্তিক শিক্ষার্থীর ডেস্কে সংরক্ষণ কর। এ প্রমাণ দ্রবণটি ১২ নং পরীক্ষার জন্য ব্যবহার করা হবে।

সমাধানকৃত সমস্যা–৩.২৯ : তরল পদার্থের মোলারিটি গণনা :

কামাল 2.355 g সালফিউরিক এসিড (H_2SO_4) পানিতে দ্রবীভূত করে মোট আয়তন 50.0 mL করেছে। এ এসিড দ্রবণের মোলারিটি কত হবে?

দক্ষতা : মোলারিটি হলো প্রতি লিটার দ্রবণে সংশ্লিষ্ট দ্রবের মোল সংখ্যা। তাই 2.355 g H_2SO_4 এর মোল সংখ্যাকে লিটার এককে দ্রবণের আয়তন দিয়ে ভাগ করতে হবে।

সমাধান : H_2SO_4 এর মোলার ভর = 98 g / mol

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

$$\therefore 2.355\ g\ H_2SO_4 = (2.35\ 5\ g\ H_2SO_4) \times \frac{1\ mol\ H_2SO_4}{98\ g\ H_2SO_4} = 0.024\ mol\ H_2SO_4$$

$$H_2SO_4 \text{ দ্রবণের মোলারিটি (M)} = \frac{H_2SO_4 \text{ এর মোল সংখ্যা (n)}}{\text{লিটারে দ্রবণের আয়তন}} = \frac{0.024\ mol\ H_2SO_4}{0.050\ L}$$

$$= 0.480\ (M)\ H_2SO_4$$

সমাধানকৃত সমস্যা–৩.৩০ : দ্রবণে মোল সংখ্যা গণনা :

বাজারের বাণিজ্যিক হাইড্রোক্লোরিক এসিড হলো 12.0 M জলীয় দ্রবণ। ঐ রূপ 12 M HCl বাণিজ্যিক এসিডের 300.0 mL এ কত মোল HCl থাকে?

দক্ষতা : মোল সংখ্যা (n) = মোলারিটি (M) × দ্রবণের আয়তন (L)

সমাধান : HCl-এর মোল সংখ্যা (n) = (HCl এর মোলারিটি) × দ্রবণের আয়তন (L)

$$= \frac{(12\ mol\ HCl)}{1\ L} \times 0.300\ L = 3.60\ mol\ HCl.$$

শিক্ষার্থী নিজে কর-৩.৬ : দ্রবণে দ্রবের মোল সংখ্যাভিত্তিক : মোলার ঘনমাত্রা, M = $\frac{\text{দ্রবের মোল এককে ভর}}{\text{লিটারে দ্রবণের আয়তন}}$

সমস্যা- ৩.২৩(ক) : নিচের দ্রবণে দ্রবের মোল সংখ্যা বের কর :

(১) 0.20 M $NaHCO_3$ এর 125 mL দ্রবণ; [উ: (ক) 0.025 mol]

(২) 2.50 M H_2SO_4 এর 650 mL দ্রবণ; [উ: (খ) 1.625 mol]

সমস্যা - ৩.২৩(খ) : নিচের দ্রবণে দ্রবের গ্রাম পরিমাণে কত প্রয়োজন হবে?

(১) 1.25 M NaOH এর 500 mL দ্রবণ; [উ: 25.0 g]

(২) 0.25 M গ্লুকোজ ($C_6H_{12}O_6$) এর 1.50 L দ্রবণ। [উ: 67.5 g;

(৩) 0.01M $KMnO_4$ এর 250 mL দ্রবণ; [উ: 0.395 g;

(৪) 0.01M $FeSO_4$ এর 500 mL দ্রবণ। [উ: 0.759 g]

সমস্যা - ৩.২৪(ক) : 18.4 mL 0.2 M NaOH দ্রবণে কত গ্রাম NaOH দ্রবীভূত আছে? [উ: 0.1472 g [দি. বো.২০১৫]

সমস্যা-৩.২৪(খ) : 200 mL 0.2 M ঘনমাত্রার MOH দ্রবণ প্রস্তুত করতে কত গ্রাম MOH প্রয়োজন হবে? M এর পা: ভর = 39। [উ: 2.24 g] [সি. বো. ২০১৫]

সমস্যা-৩.২৫(ক) : 250 mL NaOH এর দ্রবণে 5.0 g NaOH দ্রবীভূত আছে। ঐ দ্রবণে NaOH এর মোলার ঘনমাত্রা কত? [উ: 0.5 M]

সমস্যা-৩.২৫(খ) : 500 mL Na_2CO_3 এর দ্রবণে 21.2 g Na_2CO_3 দ্রবীভূত আছে। ঐ দ্রবণে Na_2CO_3 এর মোলারিটি কত? [উ: 0.4 M]

সমস্যা-৩.২৫(গ) : 250 mL দ্রবণের মধ্যে কী পরিমাণ Na_2CO_3 দ্রবীভূত থাকলে তা Na_2CO_3 এর মোলার দ্রবণ হবে? [উ: 26.5 g]

সমস্যা-৩.২৫(ঘ) : 250 mL কোনো Na_2CO_3 এর দ্রবণে 10.6 g বিশুদ্ধ Na_2CO_3 দ্রবীভূত আছে। দ্রবণটির ঘনমাত্রা মোলারিটিতে প্রকাশ কর। [উ: 0.4 M]

সমস্যা-৩.২৫(ঙ) : H_2SO_4 দ্রবণে 2 লিটারে 28 g H_2SO_4 দ্রবীভূত আছে। দ্রবণটির ঘনমাত্রা মোলারিটিতে প্রকাশ কর। [উ: 0.143 M]

সমস্যা-৩.২৫(চ) : 500 mL ডেসিমোলার দ্রবণে কত গ্রাম H_2SO_4 দ্রবীভূত থাকবে? [উ: 4.9 g]

সমস্যা-৩.২৫(ছ) : 98% H_2SO_4 ঘনমাত্রা মোলারিটিতে কত? [এ এসিডের ঘনত্ব 1.53 g/mL] [উ: 15.3 M]

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সমস্যা-৩.২৫(জ) : 250 mL $KMnO_4$ এর দ্রবণে 0.395 g দ্রব দ্রবীভূত আছে। ঐ দ্রবণে দ্রবের মোলারিটি কত? [উ: 0.01 M]

সমস্যা-৩.২৫(ঝ) : 250 mL $K_2Cr_2O_7$ এর দ্রবণে 7.45 g দ্রব দ্রবীভূত আছে। ঐ দ্রবণে দ্রবের মোলার ঘনমাত্রা কত? [উ: 0.1 M]

সমস্যা-৩.২৬(ক) : কোনো রোগীকে 25.0 g গ্লুকোজ যোগান দিতে 0.2 M গ্লুকোজ ($C_6H_{12}O_6$) এর কত মিলিলিটার দ্রবণ প্রয়োজন হবে? [উ: 694.4 mL]

সমস্যা-৩.২৬(খ): স্বাভাবিক রক্তে কোলেস্টেরল ($C_{27}H_{46}O$) এর ঘনমাত্রা প্রায় 0.005 M হলে 750 mL রক্তে কত গ্রাম কোলেস্টেরল থাকে? [উ: 1.4475 g]

সমস্যা-৩.২৬(গ): একজন রোগীর রক্তে গ্লুকোজের পরিমাণ 8 mili mol L^{-1}। ঐ রক্তে গ্লুকোজের পরিমাণ mili gram dL^{-1} এককে কত হবে? [উ: 144 mg/dL]

সমস্যা-৩.২৬(ঘ): একজন রোগীর রক্তে গ্লুকোজের পরিমাণ 162 মিলিগ্রাম/ডেসি. লিটার হলে মিলিমোল/লিটার এককে এর মান কত? [উ: 9 m. mol/L]

৩.৬ মোলারিটিকে শতকরা ও পিপিএম (ppm) এককে রূপান্তর

Conversion of Molarity into Percentage & ppm Units

আমরা জেনেছি, মোলারিটি হলো প্রতি লিটার বা 1000 মিলিলিটার দ্রবণে দ্রবীভূত থাকা দ্রবের মোল সংখ্যা। এখন দ্রবণের দ্রব ও দ্রাবকের পরিমাণকে ভর (mass), আয়তন (volume) ও মোল (mol) রূপে 'শতকরা হার' হিসেবে প্রকাশ করা হবে।

দ্রবণে দ্রবের শতকরা হার : শতকরা হার বলতে দ্রবকে দ্রবণের মোট ভর অথবা আয়তনের প্রতি শত (10^2) এর অংশ বা শতকরা অংশরূপে প্রকাশ করা হয়। যেমন, (১) শতকরা ভর %(w/w), (২) শতকরা আয়তন %(v/v) ও (৩) শতকরা ভর/আয়তন %(w/v) ইত্যাদিতে প্রকাশ করা হয়।

(১) শতকরা ভর %(w/w) পদ্ধতি : শতকরা ভর পদ্ধতিতে প্রতি 100 ভাগ ভরের দ্রবণে দ্রবীভূত থাকা দ্রবের ভরের পরিমাণকে বোঝায়। শতকরা ভরকে %(w/w) লেখা প্রতীক দ্বারা প্রকাশ করা হয়, এখানে 'w' দ্বারা বস্তুর ভরকে বোঝানো হয়েছে।

$$\therefore \text{দ্রবের শতকরা ভর } \%\ (w/w) = \frac{\text{দ্রবের ভর (g)}}{(\text{দ্রবের ভর} + \text{দ্রাবকের ভর})\ g} \times 100 = \frac{\text{দ্রবের ভর (g)} \times 100}{\text{দ্রবণের ভর (g)}}$$

কঠিন রাসায়নিক পদার্থের বোতলের গায়ে দেয়া লেভেলে 5% (w/w) লেখা প্রতীক দ্বারা বোঝানো হয় যে, মূল পদার্থের সাথে অপদ্রব্য বা ভেজাল থাকার পরিমাণ শতকরা ভরের 5 ভাগ। এখানে মূল পদার্থের সাথে ২য় পদার্থ হলো ভেজাল বস্তু।

এক্ষেত্রে অনুরূপ একটি ভরভিত্তিক সূক্ষ্ম একক পিপিএম, ppm (parts per million, 10^6) ব্যবহৃত হয়।

পিপিএম (ppm) পদ্ধতি : পিপিএম, (ppm) একক দ্বারা দ্রবের ভরকে দ্রবণ বা মিশ্রণের ভরের দশ লক্ষ (10^6) এর অংশরূপে প্রকাশ করা হয়। এছাড়া পিপিবি, (ppb) (parts per billion, 10^9) এককেও সূক্ষ্ম পরিমাণে দ্রবকে প্রকাশ করা হয়। সে সব ক্ষেত্রে ওপরের সমীকরণে 100 এর বদলে যথাক্রমে 10^6 অথবা 10^9 দ্বারা গুণ করা হয়। অর্থাৎ,

$$\text{পিপিএম, ppm (w/w)} = \frac{\text{দ্রবের ভর (g)} \times 10^6}{(\text{দ্রবের ভর} + \text{দ্রাবকের ভর})\ g}, \quad \text{পিপিবি, ppb (w/w)} = \frac{\text{দ্রবের ভর (g)} \times 10^9}{(\text{দ্রবের ভর} + \text{দ্রাবকের ভর})\ g}$$

অনুরূপভাবে দ্রবের আয়তনকে দ্রবণের আয়তনের দশ লক্ষ (10^6) ভাগ এর অনুপাতরূপে প্রকাশ করাকেও দ্রবের ppm ঘনমাত্রা বলা হয়। অর্থাৎ দ্রবের পরিমাণ গ্রাম (g) অথবা আয়তন (mL) এককে এবং দ্রবণের পরিমাণ গ্রাম (g) অথবা আয়তন

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

(mL) এককে ক্ষেত্র বিশেষে প্রযোজ্য হয়। [পরবর্তী উদাহরণ-১, উদাহরণ-২ ও উদাহরণ-৩ দেখো।]

যেমন পানিতে তাপমাত্রা নির্ভর অক্সিজেন গ্যাসের দ্রাব্যতা 0°C তাপমাত্রায় 14.6 ppm এবং 35°C তাপমাত্রায় O_2 এর দ্রাব্যতা হলো 7.1 ppm। অনুরূপভাবে ভূগর্ভস্থ পানীয় জলে অজৈব আর্সেনিকের গড় পরিমাণ প্রায় 2.5 ppb থাকে।

(২) শতকরা ভর/আয়তন %(w/v) পদ্ধতি : এ পদ্ধতিতে প্রতি 100 ভাগ আয়তনের দ্রবণে দ্রবের ভর এককে পরিমাণকে বোঝায়।

$$\text{দ্রবের শতকরা ভর/আয়তন \%(w/v)} = \frac{\text{দ্রবের ভর (g)} \times 100}{\text{দ্রবণের আয়তন (mL)}};$$

যেমন, 5% (w/v) Na_2CO_3 দ্রবণ বলতে 100 mL দ্রবণে 5 g Na_2CO_3 দ্রব দ্রবীভূত আছে বোঝায়।

উদাহরণ-১: 100 mL NaOH এর দ্রবণে 5 g NaOH আছে। ঐ দ্রবণের ঘনমাত্রা ppm এককে কত হবে?

[মাদ্রাসা বোর্ড-২০১৮]

সমাধান : $\text{দ্রবের ppm ঘনমাত্রা (w/v)} = \frac{\text{দ্রবের ভর (g)} \times 10^6}{\text{দ্রবণের আয়তন (mL)}}$

প্রশ্নমতে,

দ্রবের ভর = 5 g NaOH

দ্রবণের আয়তন = 100 mL

$\therefore$ NaOH এর ppm ঘনমাত্রা (w/v) $= \frac{5\text{ g} \times 10^6}{100\text{ mL}} = 50000\text{ ppm}$

$= 5 \times 10^4$ ppm

উদাহরণ–২। একটি পাত্রে 80 mL 2.55% (w/v) NaOH দ্রবণ আছে। ঐ পাত্রের দ্রবণের ঘনমাত্রা ppm এককে হিসাব কর। [ব. বো. ২০১৭]

সমাধান ঃ $\text{দ্রবের ppm ঘনমাত্রা (w/v)} = \frac{\text{দ্রবের ভর (g)} \times 10^6}{\text{দ্রবণেনের আয়তন (mL)}}$;

প্রশ্নমতে, দ্রবের ভর = 2.55 g NaOH

দ্রবণের আয়তন = 100 mL

$\therefore$ NaOH এর ppm ঘনমাত্রা (w/v) $= \frac{2.55\text{ g} \times 10^6}{100\text{ mL}} = 25500\text{ ppm}$

(৩) শতকরা আয়তন পদ্ধতিতে %(v/v) : দ্রবের শতকরা আয়তন হলো প্রতি 100 ভাগ আয়তনের দ্রবণে দ্রবীভূত থাকা দ্রবের আয়তনের পরিমাণ। শতকরা আয়তন % (v/v) প্রতীক দ্বারা প্রকাশ করা হয়। এখন 'v' দ্বারা দ্রব ও দ্রবণের আয়তন বোঝানো হয়েছে। অর্থাৎ

$$\text{দ্রবের শতকরা আয়তন \% (v/v)} = \frac{\text{দ্রবের আয়তন (mL)} \times 100}{\text{দ্রবণের আয়তন (mL)}}$$

'শতকরা আয়তন-ঘনমাত্রা একক' তরল-তরল দ্রবণ ও গ্যাস মিশ্রণের বেলায় ব্যবহৃত হয়। বাণিজ্যিক rubbing alcohol এর বোতলে '70% (v/v)' প্রতীক লেখা থাকে। এ প্রতীক দ্বারা বোঝানো হয় এটির জলীয় দ্রবণের 100 ভাগ আয়তনের মধ্যে 70 ভাগ হলো তরল আইসোপ্রোপাইল অ্যালকোহল।

অনুরূপভাবে, সূক্ষ্ম আয়তন একক পিপিএমভি, ppmv (parts per million by volume) দ্বারা বায়ুমণ্ডলে থাকা গ্যাসীয় পদার্থ ও সূক্ষ্ম কঠিন কণা বস্তুর উপাদানের ঘনমাত্রা প্রকাশ করা হয়।

$$\text{পিপিএমভি (ppmv)} = \frac{\text{দ্রবের আয়তন (mL)} \times 10^6}{\text{(দ্রবণের আয়তন) (mL)}}$$

যেমন, গ্রাম এলাকার পরিষ্কার বায়ুতে প্রায় 0.05 ppmv পরিমাণ টক্সিক CO গ্যাস থাকে; কিন্তু শহরের ট্রাফিক (যানবাহন) এলাকায় দূষিত বায়ুতে 50 ppmv টক্সিক CO গ্যাস থাকে।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

উদাহরণ –৩। একটি পাত্রে 250 mL 5% HNO_3 দ্রবণ আছে। ঐ পাত্রের দ্রবণের ঘনমাত্রা ppm এককে হিসাব কর। [সি. বো. ২০১৭]

সমাধান : দ্রবের ppm ঘনমাত্রা (v/v) $= \frac{\text{দ্রবের আয়তন (mL)} \times 10^6}{\text{দ্রবণের আয়তন (mL)}}$; প্রশ্নমতে, দ্রবের আয়তন = 5mL HNO_3

দ্রবণের আয়তন = 100 mL

$\therefore$ HNO_3 এর ppm ঘনমাত্রা (v/v) $= \frac{5\text{ mL} \times 10^6}{100\text{mL}} = 50000$ ppm

(৪) মোল ভগ্নাংশ হিসেবে : দ্রবের মোল ভগ্নাংশ, X (mole fraction) হলো দ্রবের মোল সংখ্যা ও দ্রবণের উপাদান দ্রব ও দ্রাবকের মোট মোল সংখ্যার অনুপাত।

মোল ভগ্নাংশ, $X = \frac{\text{দ্রবের মোল সংখ্যা}}{\text{দ্রব ও দ্রাবকের মোট মোলসংখ্যা}}$

(৫) শতকরা মোল ভগ্নাংশ হিসেবে : শতকরা মোল ভগ্নাংশ হলো প্রতি শতে মোল ভগ্নাংশের পরিমাণ। যেমন :

$\therefore$ শতকরা মোল ভগ্নাংশ (mol %) = মোল ভগ্নাংশ (X) $\times$ 100

প্রথম অধ্যায়ে ডালটনের আংশিক চাপ সূত্রের আলোচনায় মোল ভগ্নাংশ সম্বন্ধে আলোচনা করা হয়েছে। এটি গ্যাস মিশ্রণ, তরল-তরল মিশ্রণ ও কঠিন-কঠিন মিশ্রণের বেলায় আলোচিত হয়।

৩.৬.১ দ্রবণের মোলারিটি ও শতকরা হারের পারস্পরিক রূপান্তর

Interconversion of Molarity & Percentage Units

* দ্রবণের 'মোলারিটি' দ্বারা স্থির তাপমাত্রায় 1000 mL দ্রবণে থাকা দ্রবের মোল সংখ্যা (n) কে বোঝায়।

* আবার দ্রবের শতকরা ভর বলতে %(w/w) বা %(w/v) দ্বারা 100 g বা 100 mL দ্রবণে থাকা দ্রবের গ্রাম পরিমাণকে বোঝায়।

এক্ষেত্রে n মোল দ্রবের গ্রাম পরিমাণ হবে = n $\times$ দ্রবের গ্রাম আণবিক ভর (M_w)

$\therefore$ 1000 mL দ্রবণে থাকা দ্রবের পরিমাণ হলো = $n \times M_w$ g

$\therefore$ 100 mL দ্রবণে থাকা দ্রবের পরিমাণ হলো = $\frac{n \times M_w \times 100}{1000}$ g

$\therefore$ x%(w/v) = $\frac{\text{দ্রবের মোল সংখ্যা (n)} \times \text{গ্রাম আণবিক ভর } (M_w) \times 100}{1000}$ g;

MCQ-3.13: 5% NaOH এর মোলারিটি কত?
(ক) 1.25 (খ) 1.30
(গ) 0.98 (ঘ) 0.93

এখন বজ্রগুণন করে পাই–

মোলারিটি বা মোল সংখ্যা (n) = $\frac{x\%\ (w/v) \times 1000}{\text{দ্রবের গ্রাম আণবিক ভর } (M_w) \times 100}$

(১) গাণিতিক সমস্যা : দ্রবণের মোলারিটিকে শতকরা হার এককে প্রকাশ : এক্ষেত্রে সংশ্লিষ্ট সম্পর্কটি হলো :

$\therefore$ x%(w/v) = $\frac{\text{দ্রবের মোল সংখ্যা (n)} \times \text{গ্রাম আণবিক ভর } (M_w) \times 100}{1000}$

সমাধানকৃত সমস্যা-৩.৩১ : 0.1M HCl দ্রবণের ঘনমাত্রাকে শতকরা ভর এককে x%(w/v) প্রকাশ কর।

দক্ষতা : মোলারিটিকে শতকরা ভর এককে রূপান্তরের সম্পর্ক সমীকরণটি হলো,

$\therefore$ x% (w/v) = $\frac{\text{দ্রবের মোল সংখ্যা (n)} \times \text{গ্রাম আণবিক ভর } (M_w) \times 100}{1000}$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সমাধান : এক্ষেত্রে HCl এর মোল সংখ্যা (n) = 0.1এবং HCl এর গ্রাম আণবিক ভর = 36.5 g

$$\therefore x\%\ (w/v) = \frac{\text{HCl এর মোল সংখ্যা (n)} \times \text{HCl এর গ্রাম আণবিক ভর} \times 100}{1000}$$

$$= \frac{0.1\ \text{mol} \times 36.5\ \text{g mol}^{-1} \times 100}{1000} = 0.365\ \text{g}$$

∴ 0.1M HCl দ্রবণের শতকরা ভর এককে ঘনমাত্রা = 0.365% (w/v)

সমাধানকৃত সমস্যা–৩.৩২ : 0.1M Na_2CO_3 দ্রবণের ঘনমাত্রাকে শতকরা এককে প্রকাশ কর।

দক্ষতা : মোলারিটিকে শতকরা ভর এককে রূপান্তরের সম্পর্কটি ব্যবহৃত হবে।

সমাধান : এক্ষেত্রে Na_2CO_3 এর মোল সংখ্যা (n) = 0.1 এবং Na_2CO_3 এর গ্রাম আণবিক ভর = 106 g mol^{-1}

শতকরা ভর একক x% (w/v) ও মোলারিটি এককের সম্পর্ক মতে,

$$x\%(w/v) = \frac{Na_2CO_3 \text{ এর মোল সংখ্যা (n)} \times Na_2CO_3 \text{ এর গ্রাম আণবিক ভর} \times 100}{1000}$$

$$= \frac{0.1\ \text{mol} \times 106\ \text{g mol}^{-1} \times 100}{1000} = 1.06\ \text{g}$$

∴ 0.1M Na_2CO_3 দ্রবণের শতকরা ভর এককে ঘনমাত্রা = 1.06% (w/v)

(২) গাণিতিক সমস্যা : দ্রবণের শতকরা হারকে মোলারিটিতে প্রকাশ [দ্রবণের ঘনত্ব 1g/mL] এক্ষেত্রে সংশ্লিষ্ট সম্পর্কটি হলো:

$$\text{দ্রবণের মোলারিটি (M) বা দ্রবের মোল সংখ্যা (n)} = \frac{x\%(w/v) \times 1000 \times \text{দ্রবণের ঘনত্ব}}{\text{দ্রবের গ্রাম আণবিক ভর } (M_w) \times 100}$$

সমাধানকৃত সমস্যা-৩.৩৩ : 10% Na_2CO_3 দ্রবণের ঘনমাত্রাকে মোলার ঘনমাত্রা বা মোলারিটিতে প্রকাশ কর।

দক্ষতা : শতকরা ভর ও মোলারিটি এককের সম্পর্ক সমীকরণটি হলো :

$$\text{মোলারিটি (M) বা মোল সংখ্যা (n)} = \frac{x\%(w/v) \times 1000 \times \text{দ্রবণের ঘনত্ব}}{\text{দ্রবের গ্রাম আণবিক ভর } (M_w) \times 100}$$ ।

সমাধান : এক্ষেত্রে Na_2CO_3 এর শতকরা ভর (x%) = 10 g এবং দ্রব (Na_2CO_3) এর গ্রাম আণবিক ভর (M_w) = 106 g mol^{-1}. দ্রবণের ঘনত্ব 1 g/mL ধরে পাই,

$$\therefore \text{দ্রবের মোল সংখ্যা (n)} = \frac{10\ \text{g} \times 1000 \times 1}{106\ \text{g mol}^{-1} \times 100} = \frac{100\ \text{mol}}{106} = 0.943\ \text{mol}$$

∴ 10% Na_2CO_3 দ্রবণের মোলার ঘনমাত্রা = 0.943 (M) বা, $molL^{-1}$

সমাধানকৃত সমস্যা–৩.৩৪ : বাণিজ্যিক 25% ভরের H_2SO_4 এর জলীয় দ্রবণের ঘনত্ব 25°C এ 1.1783 g/mL. ঐ এসিড দ্রবণের মোলারিটি কত?

দক্ষতা : 25% H_2SO_4 ভরের দ্রবণে 25 g H_2SO_4 ও 75 g পানি আছে। মোলারিটি নির্ণয়ের বেলায় ঐ 25 g H_2SO_4 এর মোল সংখ্যা এবং 100 g দ্রবণকে ঘনত্ব 1.1783 দ্বারা ভাগ করে mL আয়তনে নিতে হয়। পরে দ্রবের মোল সংখ্যাকে দ্রবণের লিটার আয়তন দিয়ে ভাগ করলে মোলারিটি বের হয়।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সমাধান : 25 g H_2SO_4 এর মোল সংখ্যা $(n) = \frac{25\ g\ H_2SO_4}{98\ g/mol H_2SO_4} = 0.255\ mol$

100g এসিড দ্রবণের আয়তন $(v) = \frac{100\ g\ \text{দ্রবণ} \times 1mL}{1.1783\ g\ \text{দ্রবণ}} = 84.87\ mL$

$\therefore$ 25% ভরের H_2SO_4 এর মোলারিটি $(M) = \frac{0.255 mol}{(84.87/1000)\ L} = 3.00\ M$

বিকল্প পদ্ধতি : দ্রবণের (w/w) হার ও ঘনত্ব থেকে মোলারিটির সাধারণ সূত্র মতে :

দ্রবণের মোলারিটি বা দ্রবের মোল সংখ্যা $(n) = \frac{x\%\ (w/w) \times 1000 \times \text{দ্রবণের ঘনত্ব}}{\text{দ্রবের গ্রাম আণবিক ভর } (M_w) \times 100}$

$= \frac{25\ g \times 1000 \times 1.1783}{98\ g\ mol^{-1} \times 100}$

$= 3.00\ M$

$\therefore$ 25% ভরের H_2SO_4 এর মোলারিটি = 3.00 M

MCQ-3.14: 10% Na_2CO_3 দ্রবণে কত মোল দ্রব আছে?
(ক) 0.2 (খ) 0.09
(গ) 0.11 (ঘ) 0.08

৩.৬.২ দ্রবণের মোলারিটিকে পিপিএম (ppm) এককে রূপান্তর

Interconversion of Molarity & ppm Units

* দ্রবণের মোলারিটি হলো প্রতি লিটার দ্রবণে দ্রবের মোল সংখ্যা

* অপরদিকে ppm এককে দ্রবের গ্রাম পরিমাণ ভরকে এর দ্রবণের আয়তনের দশ লক্ষ (10^6) এর অংশরূপে প্রকাশ করা হয়।

তাই দ্রবের মোল সংখ্যাকে প্রথমে ভরের গ্রাম এককে প্রকাশ করে পরে 1 L বা, 1000 mL দ্রবণের দ্রবের ঐ পরিমাণকে এক মিলিয়ন বা দশ লক্ষ (10^6) mL দ্রবণে দ্রবীভূত দ্রবের ভর হিসেবে প্রকাশ করলে ঐ দ্রবণে দ্রবের ppm এককে ঘনমাত্রা পাওয়া যাবে। অর্থাৎ

1000 mL দ্রবণে দ্রবের মোল পরিমাণের ভর = মোল সংখ্যা (n) × গ্রাম আণবিক ভর (M_w)

$\therefore (10^6)$ mL দ্রবণে ঐ দ্রবের গ্রাম পরিমাণ (ppm) $= \frac{\text{মোল সংখ্যা (n)} \times \text{গ্রাম আণবিক ভর } (M_w) \times 10^6}{1000}$

** উপরোক্ত ppm এককটিকে নিম্নরূপেও প্রকাশ করা হয়ে থাকে :

$ppm = \frac{1\ \text{ভাগ দ্রব}}{10^6\ \text{ভাগ দ্রবণ}} = \frac{1g\ \text{দ্রব}}{10^6\ g\ \text{দ্রবণ}} = \frac{1mg\ \text{দ্রব}}{10^3\ g\ \text{দ্রবণ}} = \frac{1kg\ \text{দ্রব}}{10^3\ kg\ \text{দ্রবণ}} = \frac{1\mu g\ \text{দ্রব}}{1mL\ \text{দ্রবণ}}$

$\therefore$ 1 ppm = 1 mg/kg = 1 µg/g, 1 ppm = 1 mg/L = 1 µg/ mL

MCQ-3.15: 35°C এ পানিতে O_2 এর দ্রাব্যতা 2.3×10^{-4} M হলে ppm এককে তা কত?
(ক) 0.74 (খ) 7.01
(গ) 7.36 (ঘ) 6.90

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

জেনে নাও :

* মোলারিটি হলো প্রতি লিটার দ্রবণে থাকা দ্রবের মোল সংখ্যা।
* ppm হলো প্রতি লিটার দ্রবণে থাকা দ্রবের মিলি গ্রাম সংখ্যা।
* দ্রবণের মোলার ঘনমাত্রাকে ppm এককে রূপান্তরের সহজ পদ্ধতি হলো, 'প্রতি লিটার দ্রবণে থাকা দ্রবের মোট গ্রাম পরিমাণকে মিলিগ্রামে রূপান্তর করা।' প্রাপ্ত সংখ্যা হবে ppm এককে।
** দ্রবণের মোলারিটি জানা থাকলে তখন ঐ মোল সংখ্যা (n) কে দ্রবের গ্রাম আণবিক ভর ও 1000 দিয়ে গুণ করলে প্রাপ্ত mg এককের সংখ্যাটি ppm এককে সংখ্যা মান পাওয়া যায়। এক্ষেত্রে মোলারিটি জানা থাকায় প্রশ্নে দেয়া দ্রবণের আয়তনের (যেমন 100 mL) কোনো ভূমিকা নেই।

সমাধানকৃত সমস্যা–৩.৩৫ : 35°C তাপমাত্রায় পুকুরের পানিতে O_2 এর দ্রাব্যতা 2.3×10^{-4} M হলে ppm এককে O_2 এর দ্রাব্যতা কত হবে?

দক্ষতা : দ্রবের $ppm = \dfrac{\text{মোল সংখ্যা } (n) \times \text{দ্রবের গ্রাম আণবিক ভর } (M_w) \times 10^6}{1000}$

সমাধান : এক্ষেত্রে O_2 এর মোল সংখ্যা, $(n) = 2.3 \times 10^{-4}$ এবং O_2 এর গ্রাম আণবিক ভর $(M_w) = 32\ g\ mol^{-1}$

$\therefore O_2$ এর $ppm = \dfrac{2.3 \times 10^{-4}\ mol \times 32\ g\ mol^{-1} \times 10^6}{1000} = 7.36\ g$

অর্থাৎ দশ লক্ষ (10^6) mL আয়তনের পানিতে বা, 1000 লিটার পানিতে মাত্র 7.36 g O_2 আছে।

$\therefore$ 1 লিটার পানিতে দ্রবীভূত O_2 এর পরিমাণ = 7.36 mg O_2

$\therefore$ ঐ পানিতে O_2 এর দ্রাব্যতা হলো 7.36 ppm

সমাধানকৃত সমস্যা–৩.৩৬ : কর্ণফুলি নদীর 1L পানিতে ক্লোরাইড (Cl^-) আয়নের পরিমাণ নির্ণয়ে টাইট্রেশনের সমাপ্তি বিন্দুতে 3 mL 0.01M Ag^+ আয়ন প্রয়োজন হয়। নদীর পানিতে Cl^- আয়নের ঘনমাত্রা ppm এককে কত হবে?

দক্ষতা : (i) এক্ষেত্রে বিক্রিয়ার বেলায় 1 mol Ag^+ আয়ন = 1 mol Cl^- আয়ন

(ii) দ্রবের $ppm = \dfrac{(Cl^-) \text{ আয়নের মোল সংখ্যা } (n) \times \text{দ্রবের গ্রাম আয়নিক ভর} \times 10^6}{1000}$

সমাধান : এক্ষেত্রে Cl^- আয়নের মোল সংখ্যা (n) = Ag^+ এর মোল সংখ্যা

1000 mL 0.01M দ্রবণে Ag^+ আয়ন = 0.01 mol Ag^+

$\therefore$ 3 mL 0.01M দ্রবণে Ag^+ আয়ন $= \dfrac{0.01 \times 3\ mol}{1000}$ Ag^+ আয়ন $= 3.0 \times 10^{-5}$ mol Ag^+ আয়ন

$\therefore$ 1 L নদীর পানিতে Cl^- আয়ন আছে $= 3.0 \times 10^{-5}$ mol

আবার Cl^- আয়নের গ্রাম আয়নিক ভর = 35.5 g

$\therefore$ নদীর পানিতে Cl^- আয়নের $ppm = \dfrac{3.0 \times 10^{-5} \times 35.5\ g \times 10^6}{1000} = 1.065\ g$

$\therefore$ নদীর পানিতে Cl^- আয়নের ঘনমাত্রা = 1.065 ppm

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

বিকল্প পদ্ধতি : যেহেতু বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে মোল অনুপাত সম্পর্ক থাকে এবং এক্ষেত্রে 3 mL 0.01M Ag^+ এর মধ্যে থাকা মোট Ag^+ এর সাথে 1000 mL নদীর পানিতে থাকা মোট Cl^- আয়নের বিক্রিয়া ঘটেছে। তাই 1000 mL x (M) Cl^- আয়ন মিশ্রিত নদীর পানির বেলায় সম্পর্কটি হবে নিম্নরূপ :

$$1000\ mL \times x = 3\ mL \times 0.01\ M$$

$$\therefore x = \frac{3 \times 0.01M}{1000} = 3 \times 10^{-5}\ M;$$

দ্রষ্টব্য : ফর্মূলা ব্যবহার করলে ppm এর সংখ্যা গ্রামে হবে। লিটারে গণনা করলে ppm এর সংখ্যা মান mg।

$\therefore$ Cl^- আয়নের দ্রবণের ঘনমাত্রা = 3×10^{-5} M

এখন 3×10^{-5} M Cl^- আয়নের ppm ঘনমাত্রা হবে = $3 \times 10^{-5} \times 35.5 \times 1000$ mg = 1.065 mg

বা, 1.065 ppm.

সমাধানকৃত সমস্যা–৩.৩৭ : দ্রবের শতকরা ভর, পিপিএম ও মোল ভগ্নাংশভিত্তিক :

(ক) 3.5 g ভরের ট্যাবলেটে 40.5 mg Ca আছে। এ ট্যাবলেটের Ca এর ঘনমাত্রা ppm কত হবে?

(খ) কোনো নমুনা Rubbing alcohol-এ 142 g আইসোপ্রোপাইল অ্যালকোহল (C_3H_7OH) ও 58.0 g পানি আছে। এতে অ্যালকোহল ও পানির মোল ভগ্নাংশ কত?

দক্ষতা : (ক) ট্যাবলেটের ভর 3.5 g। Ca এর ভর 40.5 mg কে গ্রামে নিয়ে Ca এর ভর ও ট্যাবলেটের ভরের অনুপাত বের করে 10^6 দ্বারা গুণ করলে ppm হবে।

(খ) উভয় উপাদানের সংকেত ও সংকেত ভর জানা আছে। উভয় উপাদানের ভর থেকে মোল সংখ্যা ও মোল ভগ্নাংশ বের করা সম্ভব।

সমাধান : (ক) Ca এর ppm নির্ণয় :

$$\text{Ca এর ppm} = \frac{\text{Ca এর ভর} \times 10^6}{\text{ট্যাবলেটের ভর}} = \frac{40.5\ mg\ Ca \times 1g \times 10^6}{10^3\ mg \times 3.50\ g}$$

$$= 1.16 \times 10^4\ ppm\ Ca$$

(খ) মোল ভগ্নাংশ নির্ণয় : গ্রাম একক থেকে মোলে রূপান্তর :

$$C_3H_7OH \text{ এর মোল সংখ্যা} = 142\ g\ C_3H_7OH \times \frac{1\ mol\ C_3H_7OH}{60.09\ g\ C_3H_7OH} = 2.36\ mol\ C_3H_7OH$$

$$H_2O \text{ এর মোল সংখ্যা} = 58.0\ g\ H_2O \times \frac{1\ mol\ H_2O}{18.02\ g\ H_2O}$$

$$= 3.22\ mol\ H_2O$$

MCQ-3.16 : 10% Na_2CO_3 এর মোলারিটি কত?
(ক) 1.94 (খ) 0.95
(গ) 0.94 (ঘ) 9.15

মোল ভগ্নাংশ গণনা :

$$X_{C_3H_7OH} = \frac{C_3H_7OH \text{ এর মোল সংখ্যা}}{\text{দ্রবণের দ্রব ও দ্রাবকের মোল}} = \frac{2.36\ mol}{(2.36 + 3.22)\ mol} = 0.423$$

$$X_{H_2O} = \frac{H_2O \text{ এর মোল সংখ্যা}}{\text{দ্রবণের দ্রব ও দ্রাবকের মোল}} = \frac{3.22\ mol}{(2.36 + 3.22)\ mol} = 0.577$$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

দ্রব ও দ্রাবকের মোল ভগ্নাংশের যোগফল 1 হয় ; (0.423 + 0.577) = 1.00

শিক্ষার্থী নিজে কর-৩.৭ : দ্রবণের বিভিন্ন ঘনমাত্রাভিত্তিক সমস্যা :

সমস্যা – ৩.২৭(ক) : 10% H_2SO_4 দ্রবণের ঘনমাত্রাকে মোলারিটিতে প্রকাশ কর। [উ: 1.02 M]

সমস্যা – ৩.২৭(খ) : 10% Na_2CO_3 দ্রবণের ঘনমাত্রাকে মোলারিটিতে নির্ণয় কর। [উ: 0.9434 M]

সমস্যা – ৩.২৮(ক) : হাইড্রোজেন পারঅক্সাইড (H_2O_2) এর গাঢ় দ্রবণ জারকরূপে রকেট জ্বালানি এবং লঘু দ্রবণ চুলের ব্লিচরূপে ব্যবহৃত হয়। একটি 30.0% ভরের H_2O_2 এর জলীয় দ্রবণের ঘনত্ব 1.11 g /mL। এ দ্রবণে H_2O_2 এর মোলারিটি ও মোল ভগ্নাংশ কত হবে? [উ: 9.79 M ; $X_{H_2O_2} = 0.185$]

সমস্যা–৩.২৮(খ) : 500 g পানিতে 25 g চিনি ($C_{12}H_{22}O_{11}$) দ্রবীভূত আছে। এ চিনির দ্রবণে চিনির মোলারিটি ও উভয় উপাদানের মোল ভগ্নাংশ কত? [উ: 0.146 M; X_{H_2O}= 0.9974, $X_{চিনি}$ = 0. 0026]

সমস্যা - ৩.২৯ : বাণিজ্যিক হাইড্রোক্লোরিক এসিডে 11.8 M HCl আছে। এর ঘনত্ব 1.19 g /mL। এ দ্রবণে HCl এর শতকরা ভর ও মোল ভগ্নাংশ কত হবে? [উ: 36.19% ; 0.22]

সমস্যা – ৩.৩০(ক) : সাগরের 150 mL লোনা পানিতে 0.0045 g NaCl আছে। ppm এককে ঐ লোনা পানিতে NaCl এর ঘনমাত্রা কত? [উ: 30 ppm]

সমস্যা-৩.৩০(খ) : 250 mL Na_2CO_3 এর দ্রবণে 2.65 g Na_2CO_3 দ্রবীভূত আছে। ঐ দ্রবণের ঘনমাত্রা ppm এককে কত? [উ: 1.06×10^4 ppm] [ঢা. বো. ২০১৫]

সমস্যা – ৩.৩০(গ) : কোনো লবণের দ্রবণের ঘনমাত্রা 1.25 g/ L হলে ppm এককে ঐ লবণের দ্রবণের ঘনমাত্রা কত? [উ: 1250 ppm]

সমস্যা – ৩.৩০(ঘ) : কোনো লবণের দ্রবণের ঘনমাত্রা 0.5 mg/ mL হলে ঐ লবণের দ্রবণের ঘনমাত্রা ppm এককে কত? [উ: 500 ppm]

সমস্যা – ৩.৩০(ঙ) : 0.01 M HCl এর 100 mL দ্রবণের ppm ঘনমাত্রা কত হবে? [উ: 365 ppm]

সমস্যা-৩.৩০(চ) : 0.1 M 100 mL KOH দ্রবণের ppm ঘনমাত্রা কত হবে? [উ: 5.6×10^3 ppm] [য. বো. ২০১৫]

সমস্যা-৩.৩০(ছ) : 150 mL NaOH দ্রবণকে পূর্ণ প্রশমিত করতে 200 mL 0.1 M অক্সালিক এসিড দ্রবণ প্রয়োজন হয়। ঐ NaOH দ্রবণের ঘনমাত্রা ppm এককে কত? [উ: 1.068×10^4 ppm] [চ. বো. ২০১৫]

সমস্যা-৩.৩০ (জ) : পাত্র 'A' এর 250 mL দ্রবণে 2.65 g Na_2CO_3 আছে। এ দ্রবণের ঘনমাত্রা ppm এককে নির্ণয় কর। [উ: 10600 ppm] [ঢা. বো. ২০১৬]

সমস্যা-৩.৩০(ঝ) : একটি পাত্রের 200 mL দ্রবণে 0.2 g NaOH দ্রবীভূত আছে। এ দ্রবণের ঘনমাত্রা ppm এককে নির্ণয় কর। [উ: 1000 ppm] [কু. বো. ২০১৬]

সমস্যা-৩.৩০ (ঞ) : একটি পাত্রে 20 mL দ্রবণে 0.2 g NaOH দ্রবীভূত আছে। ঐ দ্রবণের ঘনমাত্রা ppb এককে নির্ণয় কর। [উ: 1×10^6 ppb] [য. বো. ২০১৭]

সমস্যা-৩.৩০ (ট) : একটি পাত্রে 80 mL দ্রবণে 2.55% (w/v) NaOH আছে। এ দ্রবণের ঘনমাত্রা ppm এককে হিসাব কর। [উ: 25,500 ppm] [ব. বো. ২০১৭]

সমস্যা-৩.৩০ (ঠ) : একটি পাত্রে 250 mL 5% HNO_3 আছে। ঐ দ্রবণের ঘনমাত্রা ppm এককে নির্ণয় কর। [উ: 50000 ppm] [সি. বো. ২০১৭]

সমস্যা–৩.৩১(ক) : 0.01 M NaOH এর 100 mL দ্রবণের ppm এককে ও শতকরা w/v এককে ঘনমাত্রা কত হবে? [উ: 400 ppm ; 4.0×10^{-2} % (w/v)]

সমস্যা–৩.৩১(খ) : 0.2 M Na_2CO_3 দ্রবণের ঘনমাত্রা % (w/v) এককে ও ppm এককে রূপান্তর কর। [উ: 2.12% (w/v) ; 2.12×10^4 ppm]

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সমস্যা–৩.৩২(ক) : খুলনা এলাকার কৃষিজমির পানিতে 585 ppm NaCl থাকলে ঐ পানিতে NaCl এর মোলারিটি কত? [উ: 0.01 M]

সমস্যা-৩.৩২(খ) : বিশ্ব স্বাস্থ্য সংস্থা (WHO) ঘোষিত পানীয় জলে আর্সেনিকের প্রমাণমাত্রা হলো 0.05 mg/L. এক্ষেত্রে ppm একক ও মোলারিটিতে আর্সেনিকের ঘনমাত্রা কত হয়? [As = 74.92]

[উ: 0.05 ppm; 6.67×10^{-7} M]

সমস্যা –৩.৩৩(ক) : কোনো কারখানার বর্জ্য পানিতে 0.01 ppm Pb^{2+} আয়ন আছে। (i) প্রতি লিটার ঐ বর্জ্য পানিতে Pb^{2+} আয়ন গ্রাম এককে কত আছে? (ii) ঐ বর্জ্য পানিতে Pb^{2+} আয়নের মোলারিটি কত হবে?

[উ: 1.0×10^{-5} g L^{-1}; 4.83×10^{-8} M]

সমস্যা-৩.৩৩(খ) : গভীর নলকূপের পানিতে Fe^{2+} আয়নের ঘনমাত্রা 0.0003 M হলে ঐ নলকূপের পানিতে Fe^{2+} আয়নের ঘনমাত্রা ppm এককে কত হবে? [Fe = 55.84] [উ: 16.752 ppm]

সমস্যা-৩.৩৪(ক) : একটি রোগীর রক্তে গ্লুকোজের পরিমাণ গ্লুকোমিটারে 10 millimole/L হলে ppm এককে তা কত হবে? [উ: 1800 ppm]

সমস্যা–৩.৩৪(খ) : কোনো ডায়াবেটিক রোগীর 25.0 mL রক্তের মধ্যে 26 mg গ্লুকোজ আছে। গ্লুকোজের এ পরিমাণকে ppm একক ও % (mg/dL) এককে রূপান্তর কর। [উ:1.04×10^3 ppm; 104 mg%]

৩.৭ ব্যবহারিক : দ্রবণের ঘনমাত্রা লঘুকরণ

Diluting Concentrated Solution

দ্রবণের লঘুকরণ : উচ্চ মোলার দ্রবণ থেকে নিম্ন মোলার দ্রবণ তৈরি করার প্রক্রিয়াকে দ্রবণের লঘুকরণ বলে। বিভিন্ন বিশ্লেষণ কাজের জন্য গাঢ় এসিড থেকে লঘু এসিড দ্রবণ তৈরি করতে হয়। লঘুকরণের মূলভিত্তি হলো নিম্নরূপ:

আমরা জানি, দ্রবের মোল সংখ্যা = মোলারিটি × লিটার এককে দ্রবণের আয়তন।

সুতরাং M_1 মোলারিটির V_1 লিটার দ্রবণে পানি যোগ করে V_2 লিটার করা হলো এবং এ দ্রবণের ঘনমাত্রা M_2 ধরা হলে, তখন উভয় দ্রবণের মোল সংখ্যা সমান থাকার কারণে লঘুকরণ প্রক্রিয়ার ক্ষেত্রে নিম্নরূপ সম্পর্ক হয় :

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

যেমন, বাণিজ্যিক 12 M HCl দ্রবণ থেকে 500 mL 0.1 M HCl দ্রবণ তৈরি করতে কী পরিমাণ 12 M গাঢ় HCl দ্রবণ প্রয়োজন হবে? আমরা ওপরের লঘুকরণের সমীকরণটি ব্যবহার করে 0.1 M HCl দ্রবণ তৈরি করব। এক্ষেত্রে লঘুকরণের পর মিশ্রণের আয়তন $V_2 = 500$ mL, $M_2 = 0.1$ M এবং গাঢ় HCl এর $M_1 = 12$ (M)

$$\therefore V_1 = \frac{V_2 \times M_2}{M_1} = \frac{500 \text{ mL} \times 0.1 \text{ M}}{12 \text{ M}} = 4.17 \text{ mL}.$$

শিক্ষার্থীর কাজ : ব্যবহারিক (Practical)

পরীক্ষা নং-৯ সময় : ১ পিরিয়ড

তারিখ : .....

পরীক্ষার নাম : গাঢ় HCl এর নমুনা থেকে 0.1 M HCl দ্রবণ প্রস্তুতি

(ক) মূলনীতি : গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক এসিড হলো একটি সেকেন্ডারি স্ট্যান্ডার্ড পদার্থ। গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক এসিডের বোতলের গায়ে এর ঘনমাত্রা মোলার এককে উল্লেখ থাকে। তাই লঘুকরণ সমীকরণ ব্যবহার করে ঐ নমুনা এসিড থেকে যে কোনো ঘনমাত্রার এসিড দ্রবণ প্রস্তুত করা যায়। বাণিজ্যিক হাইড্রোক্লোরিক এসিডের ঘনমাত্রা সাধারণত 8 M থেকে 12 M পর্যন্ত থাকে। লঘুকরণ সমীকরণটি নিম্নরূপ :

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

এখন 5000 mL 0.1 M HCl দ্রবণ তৈরি করা হবে।

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

বা, 500 mL $\times$ 0.1 M $= V_2 \times$ 12 M

বা, $V_2 = \frac{500\ mL \times 0.1\ M}{12\ M} = 4.2\ mL$

এখানে,

V_1 = লঘু HCl দ্রবণের আয়তন = 500 mL

M_1 = লঘু HCl দ্রবণের মোলার ঘনমাত্রা = 0.1 M

V_2 = গাঢ় HCl নমুনার আয়তন

M_2 = গাঢ় HCl নমুনার ঘনমাত্রা 12 M

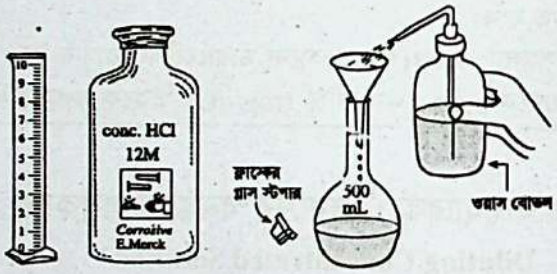
(খ) প্রয়োজনীয় রাসায়নিক বস্তু : (১) গাঢ় HCl (নমুনা এসিড); (২) পাতিত পানি।

(গ) প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি : (১) আয়তনিক ফ্লাস্ক (500 mL); (২) মেজারিং সিলিন্ডার, ফানেল (৩) ওয়াস বোতল।

(ঘ) কাজের ধারা : (১) 500 mL আয়তনিক ফ্লাস্কটি নিয়ে এর মুখে একটি ফানেল বসাও।

(২) মূলনীতি অনুসারে গাঢ় HCl এসিডের 4.2 mL মেজারিং সিলিন্ডারে মেপে ফ্লাস্কের মুখে বসানো ফানেলের ভেতর ঢেলে দাও।

(৩) ওয়াস বোতল থেকে পাতিত পানি ফানেলের ওপর অল্প অল্প যোগ করে ফানেলে লেগে থাকা HCl কে ধুয়ে আয়তনিক ফ্লাস্কটিকে অর্ধপূর্ণ কর। এরপর ফ্লাস্কের মুখে গ্লাস স্টপার যুক্ত করে এসিড ও পানির মিশ্রণটিকে ঝাঁকিয়ে সমসত্ত্ব কর।



চিত্র-৩.৩ : পরীক্ষাগারে 0.1 M HCl দ্রবণ প্রস্তুতি।

(৪) এবার গ্লাস-স্টপার খুলে ফ্লাস্কের মুখে ফানেল বসিয়ে ওয়াস বোতল থেকে পানি যোগ করে ফ্লাস্কের গলায় দাগ পর্যন্ত পূর্ণ কর। সবশেষে আবারও ফ্লাস্কে গ্লাস স্টপার লাগিয়ে ফ্লাস্কের এসিড মিশ্রণকে টিল্টিং বা কয়েকবার উল্টিয়ে সমসত্ত্ব কর। এভাবে প্রস্তুতকৃত HCl দ্রবণটি মোটামুটি 0.1 M ঘনমাত্রার দ্রবণ হলো।

দ্রষ্টব্য : গ্রুপভিত্তিক শিক্ষার্থীর ডেস্কে এ প্রস্তুত করা 0.1 M HCl দ্রবণ সংরক্ষণ কর। পরবর্তী ১২ নং পরীক্ষার জন্য এ 0.1 M HCl দ্রবণ ব্যবহার করা হবে।

শিক্ষার্থী নিজে কর-৩.৮: দ্রবণের ঘনমাত্রা লঘুকরণভিত্তিক : $V_1M_1 = V_2M_2$

তুমি কী জান ? দ্রবণ তৈরির বেলায়, পানিতে গাঢ় H_2SO_4 যোগ করতে হয়; কখনো গাঢ় H_2SO_4 এর মধ্যে পানি যোগ করা যাবে না। 'Add conc. H_2SO_4 to water; but not reverse; কারণ গাঢ় H_2SO_4 হলো পানি-শোষী (hygroscopic) ; পানির সংস্পর্শে প্রচুর তাপ সৃষ্টি হয়; ফলে গাঢ় H_2SO_4 ছিটকে গায়ে পড়তে পারে।

সমস্যা - ৩.৩৫ : বাণিজ্যিক গাঢ় H_2SO_4 হলো 18 M। 500 mL ফ্লাস্কে 0.1 M H_2SO_4 প্রস্তুত করতে কত mL গাঢ় H_2SO_4 প্রয়োজন হবে? [উ: 2.8 mL.]

সমস্যা-৩.৩৬(ক) : 100 mL 0.5 M Na_2CO_3 দ্রবণ থেকে কত mL ডেসিমোলার (0.1 M) দ্রবণ তৈরি করা যাবে? [উ: 500 mL]

সমস্যা-৩.৩৬(খ) : 500 mL 1.25 M/20 Na_2CO_3 এর দ্রবণের মধ্যে কতটুকু পানি মিশালে তা M/20 দ্রবণে পরিণত হবে? [উ: 125 mL]

সমস্যা-৩.৩৬(গ) : 250 cm^3 0.5 M Na_2CO_3 দ্রবণ থেকে কত আয়তনের ডেসিমোলার Na_2CO_3 দ্রবণ তৈরি করা যাবে? [উ: 1250 mL]

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সমস্যা-৩.৩৬(ঘ) : 100 mL 0.5 M Na_2CO_3 দ্রবণ তোমাকে দেয়া হলো। তুমি ঐ দ্রবণ দিয়ে মোট কত mL ডেসিমোলার দ্রবণ তৈরি করতে পারবে? [উ: 500 mL]

সমস্যা-৩.৩৭ (ক) : তোমার 300 mL আয়তনের 1 M HCl প্রয়োজন। কিন্তু বোতলে আছে 6 M HCl দ্রবণ। কী পরিমাণ ঐ বোতলের এসিডের সাথে কী পরিমাণ পানি মিশালে তোমার কাজ চলতে পারে? [উ: বোতলের 50 mL এসিডের সাথে 250 mL পানি মিশাতে হবে।]

সমস্যা-৩.৩৭ (খ) : একটি এসিডের আণবিক ভর 63। ঐ এসিডের 1.89 g পরিমাণকে 200 mL পানিতে দ্রবীভূত করা হলো। ঐ দ্রবণে কী পরিমাণে আরো পানি মিশালে তা 0.1 M দ্রবণ হবে? [উ: 100 mL]

সমস্যা-৩.৩৮ : 100 mL পানিতে 1.6 g Na_2CO_3 দ্রবীভূত করা হলো। ঐ দ্রবণকে কীভাবে ডেসিমোলার দ্রবণে পরিণত করা যাবে? [উ: 50 mLপানি যোগ করে।]

সমস্যা-৩.৩৯ : 1.5 M ঘনমাত্রার 250 mL HCl দ্রবণ তৈরি করতে 12 M HCl এর কত mL প্রয়োজন হবে? [উ: 31.25 mL]

সমস্যা-৩.৪০ (ক) : একটি 250 mL পরিমাপক ফ্লাস্কে 60 mL 0.5 M HCl দ্রবণ, 40 mL 2 M HCl দ্রবণ ও 20 mL 1 M HCl দ্রবণ নিয়ে শেষে এর মধ্যে পানি যোগ করে 250 mL দ্রবণ তৈরি করা হলো। ঐ প্রস্তুত দ্রবণের মোলারিটি কত? [উ: 0.52 M]

সমস্যা-৩.৪০(খ): 40 mL 0.5 M H_2SO_4 দ্রবণ, 35 mL 2 M H_2SO_4 দ্রবণ এবং 10 mL 1 M H_2SO_4 দ্রবণকে একত্রে মিশ্রিত করে একটি পরিমাপক ফ্লাস্কে পানি যোগ করে 250 mL করা হলো। মিশ্র এসিড দ্রবণের ঘনমাত্রা কত? এ দ্রবণে কত গ্রাম H_2SO_4 আছে? [উ: 0.4 M ; 9.8 g H_2SO_4]

সমস্যা-৩.৪০(গ) : একটি 250 mL ফ্লাস্কে 50 mL 0.5 M NaOH দ্রবণ, 100 mL 0.4 M NaOH দ্রবণ ও 40 mL 2.0 M NaOH দ্রবণ নিয়ে শেষে পানি যোগ করে 250 mL দ্রবণ তৈরি করা হলো, ঐ প্রস্তুত NaOH দ্রবণের মোলারিটি কত? [উ: 0.58 M]

সমস্যা-৩.৪১ : 0.25 M HCl দ্রবণ এবং 0.4 M HNO_3 দ্রবণ কী অনুপাতে মিশ্রিত করলে ঐ এসিড মিশ্রণের ঘনমাত্রা 0.32 M হবে? [উ: 8 : 7]

জেনে নাও : যে কোনো এসিড বা ক্ষার দ্রবণের আয়তন (V) কে দ্রবণের মোলারিটি (M) দ্বারা গুণ করলে গুণফল নির্দেশক আয়তন 1 M আয়ন তুল্য হয়।

যেমন, 60 mL 0.5 M HCl দ্রবণ = 60 × 0. 5 mL 1 M HCl দ্রবণ = 30 mL 1 M HCl দ্রবণ

(৩.৪০ ক, খ, গ) নং সমস্যা সমাধানে এ সম্পর্ক প্রয়োগ করতে হবে।

শিক্ষার্থীর কাজ : **ব্যবহারিক (Practical)**

পরীক্ষা নং-১০

তারিখ : .....

সময় : ১ পিরিয়ড

পরীক্ষার নাম : গাঢ় H_2SO_4 এর নমুনা থেকে 0.1 M H_2SO_4 দ্রবণ প্রস্তুতি

(ক) মূলনীতি : গাঢ় H_2SO_4 হলো একটি সেকেন্ডারি পদার্থ। বাণিজ্যিক গাঢ় H_2SO_4 হলো 18 M। 500 mL ফ্লাস্কে। 0.1 M H_2SO_4 দ্রবণ তৈরি করতে প্রয়োজনীয় এসিড নিতে হবে 2.8 mL। লঘুকরণের সমীকরণ মতে,

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

বা, 500 mL × 0.1 M = V_2 × 18 M

বা, $V_2 = \frac{500\ mL \times 0.1\ M}{18\ M} = 2.8\ mL$

এখানে,

V_1 = লঘু H_2SO_4 দ্রবণের আয়তন = 500 mL

M_1 = লঘু H_2SO_4 দ্রবণের মোলার ঘনমাত্রা = 0.1 M

V_2 = গাঢ় H_2SO_4 নমুনার আয়তন

M_2 = গাঢ় H_2SO_4 নমুনার ঘনমাত্রা = 18 M

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

(খ) প্রয়োজনীয়

(২) মূলনীতি অনুসারে গাঢ় H_2SO_4 এসিডের 2.8 mL মেজারিং সিলিন্ডারে মেপে ফ্লাস্কের মুখে বসানো ফানেলের ভেতর ঢেলে ফ্লাস্কের পানিতে যোগ কর। [চিত্র-৩.৩]।

(৩) এবার ওয়াস বোতল থেকে ফানেলের মুখে পাতিত পানি ঢেলে ফ্লাস্কের গলায় দাগ পর্যন্ত পূর্ণ কর। সবশেষে ফ্লাস্কের মুখে গ্লাস স্টপার লাগিয়ে ফ্লাস্কের এসিড মিশ্রণকে কয়েকবার টিল্টিং বা উল্টিয়ে সমসত্ত্ব কর। এভাবে 0.1 M H_2SO_4 দ্রবণ তৈরি হলো।

৩.৮ এসিড-ক্ষার প্রশমন বিক্রিয়া ও প্রশমন বিন্দু

Acid-Base Neutralisation Reactions & End Points

তোমরা নবম ও দশম শ্রেণিতে এসিড ও ক্ষারের প্রশমন বিক্রিয়াকালে পূর্ণ লবণ ও পানি উৎপন্ন হয়ে থাকে, তা জেনেছ।

প্রশমন বিক্রিয়া : যে বিক্রিয়ায় তুল্য মোল পরিমাণ এসিড তুল্য মোল পরিমাণ ক্ষারের সাথে বিক্রিয়ায় উভয়ের ধর্ম বিনষ্ট করে নিরপেক্ষ বা প্রশম যৌগ লবণ ও পানি উৎপন্ন করে তাকে এসিড-ক্ষার প্রশমন বিক্রিয়া বলে। এক্ষেত্রে দ্রবণে এসিড প্রদত্ত হাইড্রোজেন আয়ন (H^+) ও ক্ষার প্রদত্ত হাইড্রোক্সিল আয়ন (OH^-) এর মধ্যে প্রকৃতপক্ষে বিক্রিয়ায় পানি অণু (H_2O) সৃষ্টি হয়। অন্য আয়নগুলো দ্রবণে অপরিবর্তিত বা দর্শক আয়ন (spectator ion) রূপে থাকে।

$$HCl\ (aq) + NaOH\ (aq) \longrightarrow NaCl\ (aq) + H_2O\ (l)$$

1 মোল 1 মোল

$$H^+\ (aq) + Cl^-\ (aq) + Na^+\ (aq) + OH^-\ (aq) \longrightarrow Na^+\ (aq) + Cl^-(aq) + H_2O\ (l)$$

1 মোল 1 মোল 1 মোল

উপরিউক্ত প্রশমন বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে, জলীয় দ্রবণে 1 মোল HCl প্রদত্ত 1 মোল হাইড্রোজেন আয়ন (H^+) এর সাথে 1 মোল NaOH প্রদত্ত 1 মোল হাইড্রোক্সিল আয়ন (OH^-) বিক্রিয়া করে 1 মোল পানি অণু (H_2O) গঠন করে।

$$H^+\ (aq) + OH^-\ (aq) \longrightarrow H_2O\ (l)$$

1 মোল 1 মোল 1 মোল

সুতরাং আয়নিক তত্ত্বমতে, এক মোল H^+ আয়ন ও এক মোল OH^- আয়নের বিক্রিয়ায় এক মোল পানি (H_2O) উৎপন্ন হওয়ার বিক্রিয়াকে প্রশমন বিক্রিয়া বলে। প্রশমন বিক্রিয়ার মিশ্র দ্রবণে নীল লিটমাস ও লাল লিটমাস উভয়ই অপরিবর্তিত থাকে অর্থাৎ এসিড ও ক্ষারের মিশ্র দ্রবণটি এসিড ও ক্ষার উভয়ের ধর্ম হারিয়ে নিরপেক্ষ দ্রবণ হয়েছে। সুতরাং এসিড ও ক্ষারের মিশ্রণে প্রশমন বিক্রিয়া ঘটেছে।

জেনে নাও : এসিড-ক্ষারের প্রশমন বিক্রিয়ার মূলকথা :

* প্রশমন বিক্রিয়ায় সমতাযুক্ত সমীকরণ মতে মোল অনুপাতে এসিড ও ক্ষার পরস্পরকে প্রশমিত করে।
* এসিডের মোল সংখ্যা হতে সৃষ্ট H^+ আয়নের মোল সংখ্যাকে অ্যাভোগ্যাড্রো সংখ্যা 6.022×10^{23} দ্বারা গুণ করলে এসিড দ্রবণে মোট H^+ আয়নের সংখ্যা বের কর।
* ক্ষারের মোল সংখ্যা হতে সৃষ্ট OH^- আয়নের মোল সংখ্যাকে অ্যাভোগাড্রো সংখ্যা 6.022×10^{23} দ্বারা গুণ করলে ক্ষার দ্রবণে মোট OH^- আয়নের সংখ্যা বের হয়।

তখন এসিডের মোল অনুপাতে সৃষ্ট H^+ আয়ন সংখ্যা = ক্ষারের মোল অনুপাতে সৃষ্ট OH^- আয়ন সংখ্যা হয়।

যেমন- $H_2SO_4\ (aq) + 2\ NaOH\ (aq) \longrightarrow 2\ H_2O(l) + 2Na^+\ (aq) + SO_4^{2-}\ (aq)$

1 mol অণু 2 mol অণু 2 mol অণু

2 mol H^+ আয়ন 2 mol OH^- আয়ন 2 mol H_2O

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

প্রশমন বিন্দুর সংজ্ঞা : এসিড ক্ষার টাইট্রেশনের লেখচিত্রে হঠাৎ সর্বাধিক pH পরিবর্তন নির্দেশক রেখার যে বিন্দুতে এসিড-ক্ষার মিশ্রণে পূর্ণ প্রশমন ঘটেছে বলে ব্যবহৃত নির্দেশক বর্ণ পরিবর্তন দ্বারা বোঝায়, সে বিন্দুকে ঐ এসিড-ক্ষার টাইট্রেশনের প্রশমন-বিন্দু (end-point) বলে। যেমন, সবল এসিড (HCl এসিড) ও সবল ক্ষার (NaOH) দ্রবণের টাইট্রেশনের প্রশমন বিন্দুতে pH হলো 7।

প্রশমন বিন্দুর ব্যাখ্যা : এসিড-ক্ষার টাইট্রেশনের প্রশমন বিন্দু বা সমাপ্তি বিন্দু (end point) বলতে উপযুক্ত নির্দেশকের উপস্থিতিতে নির্দিষ্ট আয়তনের এসিড দ্রবণে প্রমাণ ক্ষার দ্রবণ (অথবা নির্দিষ্ট আয়তনের ক্ষার দ্রবণে প্রমাণ এসিড দ্রবণ) মিশ্রিত করার এমন এক অবস্থাকে বোঝায়, যে অবস্থায় এসিড প্রদত্ত সব H^+ আয়ন এবং ক্ষার প্রদত্ত সব OH^- আয়নের বিক্রিয়ায় পানি উৎপন্ন হওয়ার ফলে ঐ মিশ্র-দ্রবণের pH এর মান হঠাৎ সর্বাধিক পরিবর্তনের কারণে ব্যবহৃত নির্দেশকের বর্ণের হঠাৎ সুস্পষ্ট পরিবর্তন ঘটে এবং প্রশমন বিক্রিয়ার সমাপ্তি প্রকাশ পায়। যেমন, সবল এসিড (HCl এসিড) ও সবল ক্ষারের (NaOH দ্রবণের) প্রশমন বিন্দুতে pH হলো 7; সবল এসিড ও দুর্বল ক্ষারের প্রশমন বিন্দুতে pH হলো 5.27 এবং দুর্বল এসিড ও সবল ক্ষারের প্রশমন বিন্দুতে pH হলো 8.80।

এসিড ও ক্ষারের বিয়োজন ধ্রুবক থেকে জানা যায়, সবল এসিড ও সবল ক্ষার জলীয় দ্রবণে পূর্ণভাবে আয়নিত হয়; কিন্তু দ্রবণে দুর্বল এসিড ও দুর্বল ক্ষার আংশিকভাবে আয়নিত হয়। তাই এসিড ও ক্ষারের আয়নীকরণ মাত্রার ওপর নির্ভর করে এসিড-ক্ষার প্রশমন বিক্রিয়া চার শ্রেণিতে আলোচনা করা হয়। যেমন,

(১) সবল এসিড- সবল ক্ষার, (২) দুর্বল এসিড-সবল ক্ষার, (৩) সবল এসিড-দুর্বল ক্ষার ও (৪) দুর্বল এসিড-দুর্বল ক্ষার-এর মধ্যে প্রশমন বিক্রিয়া। এ চার প্রকার প্রশমন বিক্রিয়ার প্রশমন বিন্দু বা এসিড-ক্ষার টাইট্রেশনের তুল্যতা-বিন্দু (equivalence point or end point) উপযুক্ত নির্দেশক ব্যবহার করে অথবা pH মিটার ব্যবহার করে জানা যায়। এ সম্বন্ধে এখন আলোচনা করা হবে।

(১) সবল এসিড-সবল ক্ষার প্রশমন বিক্রিয়া ও প্রশমন বিন্দু :

সবল এসিড ও সবল ক্ষার দ্রবণের মধ্যে প্রশমন বিক্রিয়ার উদাহরণ হলো HCl এসিড ও NaOH ক্ষার দ্রবণের প্রশমন বিক্রিয়া। এতে পানি ও NaCl এর জলীয় দ্রবণ উৎপন্ন হয়। এক্ষেত্রে মূল বিক্রিয়া ঘটে হাইড্রোজেন আয়ন (H^+) বা হাইড্রোনিয়াম আয়ন (H_3O^+) এবং হাইড্রোক্সিল আয়ন (OH^-) এর মধ্যে।

∴ প্রশমন বিক্রিয়াটি হলো—

$$HCl\ (aq) + NaOH\ (aq) \longrightarrow H_2O\ (l) + NaCl\ (aq)$$

$$H_3O^+\ (aq) + OH^-\ (aq) \longrightarrow 2H_2O\ (l)$$

এক্ষেত্রে 1 mol HCl (aq) ও 1 mol NaOH (aq) এক্ষেত্রে মিশালে প্রশমন বিক্রিয়া শেষে উৎপন্ন NaCl (aq) এর দ্রবণে H_3O^+ আয়ন ও OH^- আয়নের ঘনমাত্রা হবে বিশুদ্ধ পানির আয়নীকরণে সৃষ্ট ঐ সব আয়নের ঘনমাত্রা। তখন, $[H_3O^+] = [OH^-] = 1.0 \times 10^{-7}$ M। অপর কথায় HCl (aq) ও NaOH (aq) এর প্রশমন বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থা ডান দিকের প্রান্তে রয়েছে। সুতরাং সবল এসিড-সবল ক্ষারের প্রশমন বিক্রিয়ার বিপরীতে পানি বিয়োজন উভমুখী বিক্রিয়াটি জড়িত। তাই এ প্রশমন বিক্রিয়ার সাম্য-ধ্রুবক, K_n ('n' প্রতীক neutralization) হবে পানির আয়নীকরণ ধ্রুবকের ব্যস্তানুপাতিক, $K_n = 1/K_w$

$$H_3O^+\ (aq) + OH^-\ (aq) \rightleftharpoons 2H_2O\ (l)$$

$$K_n = \frac{1}{[H_3O^+]\,[OH^-]} = \frac{1}{K_w} = \frac{1}{1.0 \times 10^{-14}} = 1.0 \times 10^{14}$$

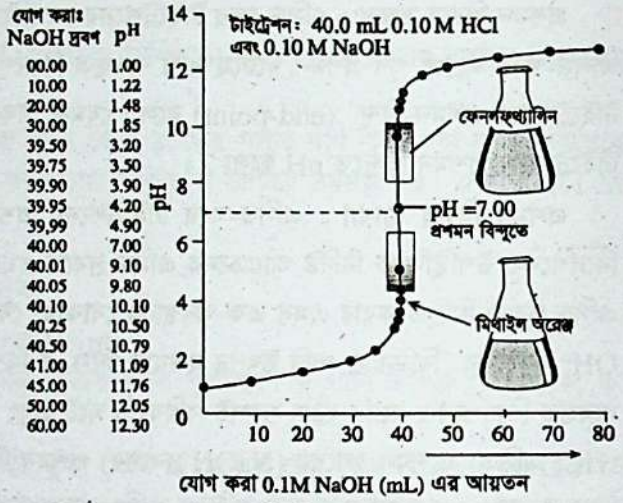
MCQ-3.17: দুর্বল এসিড ও সবল ক্ষারের টাইট্রেশনের উপযুক্ত নির্দেশক হলো কোনটি?
(ক) লিটমাস (খ) মিথাইল অরেঞ্জ
(গ) মিথাইল রেড (ঘ) ফেনলফথ্যালিন

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সবল এসিড-সবল ক্ষারের প্রশমন বিক্রিয়ার বেলায় $K_n = 1.0 \times 10^{14}$ হওয়ায়, এদের প্রশমন বিক্রিয়া 100% সমাপ্ত হয়েছে বোঝায়। এক্ষেত্রে উৎপন্ন লবণের ক্যাটায়ন (Na^+) ও অ্যানায়ন (Cl^-) এর এসিড ও ক্ষার ধর্ম না থাকায় সংশ্লিষ্ট প্রশমন বিক্রিয়া শেষে প্রশমন বিন্দুতে দ্রবণটির pH = 7 হয়; (বিশুদ্ধ পানির মতো)। এক্ষেত্রে নির্দেশকরূপে মিথাইল অরেঞ্জ, মিথাইল রেড অথবা ফেনলফথ্যালিন ব্যবহার করা যায়। কারণ সবল এসিড-সবল ক্ষারের ট্রাইট্রেশনে নির্দেশকের হঠাৎ বর্ণ পরিবর্তনের p^H পরিসর 4.0 –10.0 এর মধ্যে থাকে এবং এ দীর্ঘ p^H পরিসর যে কোনো নির্দেশকের জন্য কার্যকর হয়। [চিত্র-৩.৪ দ্রষ্টব্য]

যোগ করা: NaOH দ্রবণ	pH
00.00	1.00
10.00	1.22
20.00	1.48
30.00	1.85
39.50	3.20
39.75	3.50
39.90	3.90
39.95	4.20
39,99	4.90
40.00	7.00
40.01	9.10
40.05	9.80
40.10	10.10
40.25	10.50
40.50	10.79
41.00	11.09
45.00	11.76
50.00	12.05
60.00	12.30



চিত্র-৩.৪ : সবল HCl এসিড-সবল NaOH ক্ষারের প্রশমন লেখ ও প্রশমন বিন্দু।

(২) দুর্বল এসিড-সবল ক্ষার প্রশমন বিক্রিয়া ও প্রশমন বিন্দু :

দুর্বল এসিড পানিতে আংশিক আয়নিত হয়। দুর্বল এসিড যেমন অ্যাসিটিক এসিড (CH_3CO_2H) ও সবল ক্ষার সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড (NaOH) এর মধ্যে প্রশমন বিক্রিয়াটি এ শ্রেণির বিক্রিয়া। এ বিক্রিয়ায় সোডিয়াম অ্যাসিটেট (CH_3CO_2Na)-এর দ্রবণ ও পানি উৎপন্ন হয়। এ ক্ষেত্রে বিক্রিয়াটি উভমুখী বিক্রিয়া হয়।

$$CH_3CO_2H\,(aq) + OH^-\,(aq) \rightleftharpoons H_2O\,(l) + CH_3CO_2^-\,(aq)$$

এক্ষেত্রে উৎপন্ন CH_3CO_2Na এবং বিক্রিয়ক NaOH পূর্ণভাবে আয়নিত থাকায় নিট আয়নিক সমীকরণে Na^+ আয়নগুলোকে দেখানো হয়নি। এখন এ প্রশমন বিক্রিয়ার সাম্যধ্রুবক K_n এর মান, এমন দুটি বিক্রিয়ার জানা সাম্যধ্রুবকের গুণফল থেকে বের করা হবে, যাতে ঐ দু' বিক্রিয়ার যোগফল এ প্রশমন বিক্রিয়ার নিট আয়নিক সমীকরণ হয়। এ নিট বিক্রিয়ায় বামদিকে CH_3CO_2H ও ডানদিকে $CH_3CO_2^-$ আয়ন থাকায় ঐ বিক্রিয়া দুটির একটি হবে CH_3CO_2H এর পানিতে বিয়োজন বিক্রিয়া।

$$CH_3CO_2H\,(aq) + H_2O\,(l) \rightleftharpoons H_3O^+\,(aq) + CH_3CO_2^-\,(aq) \quad K_a = 1.8 \times 10^{-5}$$

$$H_3O^+\,(aq) + OH^-\,(aq) \rightleftharpoons 2H_2O\,(l) \quad 1/K_w = 1.0 \times 10^{14}$$

নিট বিক্রিয়া : $CH_3CO_2H\,(aq) + OH^-\,(aq \rightleftharpoons H_2O\,(l) + CH_3CO_2^-\,(aq)$; $K_n = K_a \times 1/K_w$

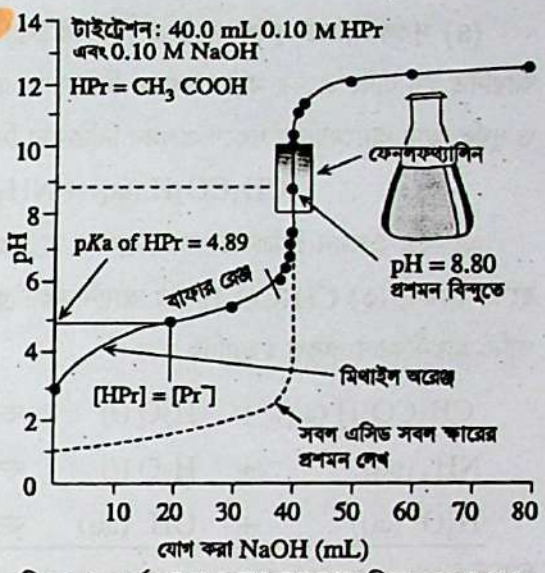
$= 1.8 \times 10^9$

লক্ষ্য কর, ওপরের ২য় বিক্রিয়াটি পানির আয়নীকরণের বিপরীতভাবে দেখানো আছে; তাই $1/K_w$ এর মান 1.0×10^{14} ধরা হয়েছে। এক্ষেত্রে K_n (1.8×10^9) এর মানটি বেশ বড়। তবে সবল এসিড ও সবল ক্ষারের প্রশমন বিক্রিয়ার K_n এর চেয়ে ছোট। তাই এরূপ প্রশমন বিক্রিয়া প্রায় সমাপ্তির কাছাকাছি থাকে। এক্ষেত্রে OH^- আয়নের প্রবল প্রোটন আসক্তির কারণে দুর্বল এসিড ও সবল ক্ষারের প্রশমন বিক্রিয়া সাধারণ নিয়মে 100% সমাপ্তি গণ্য করা হয়। প্রশমনের পর দ্রবণে থাকা Na^+ আয়নের কোনো অম্ল বা ক্ষার ধর্ম নেই; কিন্তু $CH_3CO_2^-$ আয়ন দুর্বল ক্ষারক হওয়ায়,

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

প্রশমন বিন্দুতে দ্রবণের pH > 7 হয়। তখন প্রশমন বিন্দুর pH 8.8 এ থাকে। তাই দুর্বল এসিড-সবল ক্ষারের টাইট্রেশনে হঠাৎ বর্ণ পরিবর্তনের p^H পরিসর প্রায় 8.0 –10.0 এর মধ্যে থাকে। [কিন্তু কনজুগেট ক্ষারকরূপে $CH_3CO\bar{O}$ আয়ন এর মাতৃ দুর্বল এসিড CH_3COOH থেকে তুলনামূলকভাবে সবল হয়।] তাই এক্ষেত্রে কেবল ঐ পরিসরে থাকা ফেনলফথ্যালিন ও থাইমল ব্লু (ক্ষার) ইত্যাদি নির্দেশক ব্যবহার করা যায়।



চিত্র-৩.৫ : দুর্বল 0.1M CH_3COOHএসিড-সবল 0.1M NaOH ক্ষারের প্রশমন লেখ ও প্রশমন বিন্দু।

(৩) সবল এসিড-দুর্বল ক্ষার প্রশমন বিক্রিয়া ও প্রশমন বিন্দু :

সবল এসিড সম্পূর্ণ আয়নিত হয়। তাই সবল এসিডের প্রশমনের বেলায় H_3O^+ আয়ন দুর্বল ক্ষারকে প্রোটন স্থানান্তর করে। যেমন সবল HCl এসিড ও দুর্বল ক্ষারক অ্যামোনিয়া দ্রবণের নিট বিক্রিয়া হলো–

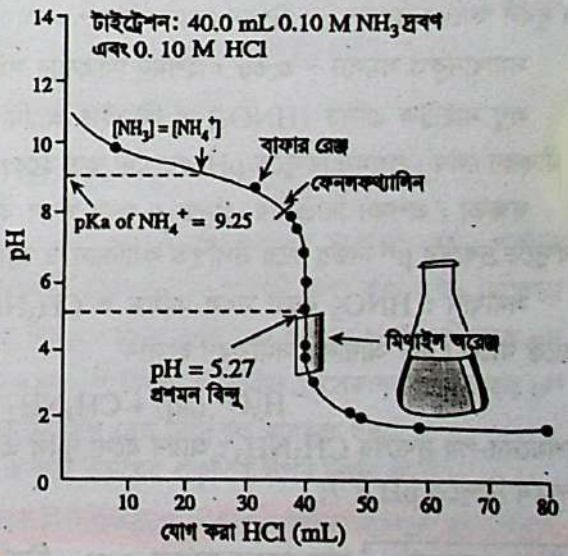
$$H_3O^+ (aq) + NH_3 (aq) \rightleftharpoons H_2O (l) + NH_4^+ (aq)$$

দুর্বল এসিড ও সবল ক্ষার দ্রবণের প্রশমন বিক্রিয়ার মতো এক্ষেত্রেও প্রশমন বিক্রিয়াটির সাম্যধ্রুবক K_n এর মান, এমন দুটি বিক্রিয়ার জানা সাম্যধ্রুবকের গুণফল থেকে বের করা হবে, যাতে ঐ দু' বিক্রিয়ার যোগফল এ প্রশমন বিক্রিয়ার নিট আয়নিক সমীকরণ হয়। বিক্রিয়া দুটি হলো—

$$NH_3 (aq) + H_2O (l) \rightleftharpoons NH_4^+ (aq) + OH^- (aq) \qquad K_b = 1.8 \times 10^{-5}$$
$$H_3O^+ (aq) + OH^- (aq) \rightleftharpoons 2H_2O (l) \qquad 1/K_w = 1.0 \times 10^{14}$$

নিট বিক্রিয়া : $H_3O^+ (aq) + NH_3 (aq) \rightleftharpoons H_2O (l) + NH_4^+ (aq)$; $K_n = K_b \times 1/K_w = 1.8 \times 10^9$

এক্ষেত্রে K_n এর মান বেশ বড় এবং CH_3COOH ও NaOH এর প্রশমন সাম্যধ্রুবকের মানের সমান। এর কারণ CH_3COOH এর K_a এবং NH_3 এর K_b এর মান সমান (1.8×10^{-5})। আবার H_3O^+ আয়ন সবল প্রোটন দাতা হওয়ায় সবল এসিড ও দুর্বল ক্ষারের প্রশমন বিক্রিয়াও সাধারণ নিয়মে 100% সমাপ্তি ধরা হয়। প্রশমন শেষে মিশ্র দ্রবণে HCl এসিডের Cl^- আয়নের কোনো অম্ল বা ক্ষার ধর্ম থাকে না. তবে NH_4^+ আয়ন দুর্বল এসিড হওয়ায়, প্রশমন বিন্দুতে দ্রবণের pH < 7 হয়। তখন প্রশমন বিন্দুর pH 5.27 হয়। তাই সবল এসিড-দুর্বল ক্ষারের টাইট্রেশনে আকর্ষিক বর্ণ পরিবর্তনের p^H পরিসর 4.0 –7.0 এর মধ্যে থাকে। তাই যেসব নির্দেশকের হঠাৎ বর্ণ পরিবর্তনের পরিসর এ সীমার মধ্যে পড়ে যেমন মিথাইল অরেঞ্জ ও মিথাইল রেড ইত্যাদি নির্দেশক এরূপ টাইট্রেশনে ব্যবহৃত হয়।



চিত্র-৩.৬ : দুর্বল ক্ষার ও সবল এসিডের প্রশমন লেখ ও প্রশমন বিন্দু।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

(৪) দুর্বল এসিড-দুর্বল ক্ষার প্রশমন বিক্রিয়া ও প্রশমন বিন্দু : দুর্বল এসিড ও দুর্বল ক্ষার পানিতে আংশিকভাবে আয়নিত হয় এবং এদের মধ্যে প্রশমন বিক্রিয়ায় এসিড থেকে প্রোটন দুর্বল ক্ষারে স্থানান্তর ঘটে। দুর্বল অ্যাসিটিক এসিড ও দুর্বল ক্ষার অ্যামোনিয়া দ্রবণে প্রশমন বিক্রিয়ার নিট সমীকরণ হলো :

$$CH_3CO_2H\,(aq) + NH_3\,(aq) \rightleftharpoons NH_4^+\,(aq) + CH_3CO_2^-\,(aq)।$$

এক্ষেত্রে প্রশমন বিক্রিয়ার সাম্য ধ্রুবক K_n এর মান তিনটি বিক্রিয়ার সাম্য-ধ্রুবক মানের গুণফল থেকে বের করা হবে। যেমন, (১) CH_3CO_2H এর আয়নীকরণ ধ্রুবক, (২) অ্যামোনিয়া ক্ষারকে প্রোটন সংযোজন ধ্রুবক, (৩) বিপরীত পানি-আয়নীকরণ ধ্রুবক ইত্যাদির মান।

$$CH_3CO_2H\,(aq) + H_2O\,(l) \rightleftharpoons H_3O^+\,(aq) + CH_3CO_2^-\,(aq) \quad K_a = 1.8 \times 10^{-5}$$
$$NH_3\,(aq) + H_2O\,(l) \rightleftharpoons NH_4^+\,(aq) + OH^-\,(aq) \quad K_b = 1.8 \times 10^{-5}$$
$$H_3O^+\,(aq) + OH^-\,(aq) \rightleftharpoons 2H_2O\,(l) \quad 1/K_w = 1.0 \times 10^{14}$$

নিট বিক্রিয়া: $CH_3CO_2H\,(aq) + NH_3\,(aq) \rightleftharpoons NH_4^+\,(aq) + CH_3CO_2^-\,(aq)$; $K_n = K_a \times K_b \times 1/K_w = 3.2 \times 10^4$

এক্ষেত্রে K_n এর মান পূর্বের তিন শ্রেণির প্রশমন বিক্রিয়ার K_n এর মান থেকে অনেক কম। তাই এ দুর্বল এসিড-দুর্বল ক্ষারকের মধ্যে প্রশমন বিক্রিয়া কখনো সাম্যাবস্থার ডানদিকে ঘটে না। HCN এর জলীয় দ্রবণ ও NH_3 এর জলীয় দ্রবণের প্রশমনের K_n এর মান 1 থেকে ছোট হয়। এতে বোঝা যায় এদের মধ্যে প্রশমন বিক্রিয়া 50% এর কম ঘটে।

$$HCN\,(aq) + NH_3\,(aq) \rightleftharpoons NH_4^+\,(aq) + CN^-\,(aq) \quad K_n = 0.88$$

এ শ্রেণির প্রশমন বিক্রিয়া অতি ধীরে ধীরে ঘটে। তাই প্রশমন বিন্দুতে কোনো নির্দেশকের হঠাৎ বর্ণ পরিবর্তন সঠিকভাবে পাওয়া যায় না। প্রশমনের শেষ পর্যায়েও pH এর তেমন কোনো হঠাৎ পরিবর্তন হয় না। এজন্য দুর্বল এসিড ও দুর্বল ক্ষারের প্রশমন টাইট্রেশনে কোনো নির্দেশক কার্যকর হয় না।

সমাধানকৃত সমস্যা – ৩.৩৮ : প্রশমন বিক্রিয়ার সমীকরণ ও প্রশমন বিন্দুতে pH :

লঘু নাইট্রিক এসিড (HNO_3) ও মিথাইল অ্যামিন (CH_3NH_2) এর সমমোলার প্রশমন বিক্রিয়ার সমতাযুক্ত নিট সমীকরণ লেখ। প্রশমন বিন্দুতে pH এর মান কত হবে?

দক্ষতা : প্রশমন বিক্রিয়ার এসিড ও ক্ষার সবল কী দুর্বল এর ওপর 'নিট আয়নিক সমীকরণ' নির্ভর করে। প্রশমন বিন্দুতে দ্রবণের p^H নির্ভর করে উপস্থিত ক্যাটায়ন ও অ্যানায়নের এসিড ও ক্ষার ধর্মের ওপর।

সমাধান : HNO_3 হলো সবল এসিড ও CH_3NH_2 হলো দুর্বল ক্ষার। তাই এদের প্রশমন বিক্রিয়া প্রায় সমাপ্তির প্রান্তে থাকে। নিট আয়নিক সমীকরণ হলো–

$$H_3O^+\,(aq) + CH_3NH_2\,(aq) \rightleftharpoons H_2O\,(l) + CH_3NH_3^+\,(aq)$$

প্রশমনের পর দ্রবণের $CH_3NH_3^+$ আয়ন হলো দুর্বল এসিড এবং NO_3^- আয়নের কোনো এসিড বা ক্ষার ধর্ম নেই। তাই প্রশমন বিন্দুতে $pH < 7$;

অধিক জেনে নাও : **সমাধানকৃত সমস্যা-৩.৩৯ : নির্দেশক নির্বাচনভিত্তিক :**

***(১) অম্ল-ক্ষার টাইট্রেশনের বেলায় উপযুক্ত নির্দেশক নির্বাচন অম্ল ও ক্ষার উভয়েরই প্রকৃতির উপর নির্ভর করে। এর ব্যাখ্যা দাও।** [ঢা. বো. ২০১৭; রা. বো. ২০১৭]

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সমাধান : কোনো অম্ল ও ক্ষার দ্রবণের টাইট্রেশনের শেষ বিন্দুতে মিশ্র দ্রবণের প্রকৃতি প্রশম বা নিরপেক্ষ, অথবা ক্ষারীয় অথবা অম্লীয় হতে পারে; যা ব্যবহৃত অম্ল ও ক্ষারের সবল ও দুর্বল প্রকৃতির উপর নির্ভর করে। যেমন–

(ক) সবল অম্ল (HCl) ও সবল ক্ষার (NaOH) এর মধ্যে টাইট্রেশনের বেলায় মূল বিক্রিয়াটি হলো :

$$HCl\,(aq) + NaOH\,(aq) \longrightarrow H_2O\,(l) + Na^+\,(aq) + Cl^-\,(aq)$$

সবল অম্ল-সবল ক্ষারের পূর্ণ আয়নীকরণ ঘটে। তাই এক্ষেত্রে প্রশমন বিক্রিয়ার সাম্যধ্রুবক K_n এর মান 1.0×10^{14} হয়ে থাকে। প্রশমন বিক্রিয়ার মিশ্র দ্রবণে থাকা দর্শক আয়ন ক্যাটায়ন ও অ্যানায়ন যেমন এক্ষেত্রে Na^+ আয়ন ও Cl^- আয়ন যথাক্রমে সবল ক্ষার (NaOH) ও সবল অম্ল (HCl) এর অংশ হওয়ায় এদের কোনো অম্ল ও ক্ষার ধর্ম থাকে না। তাই প্রশমনের পর মিশ্রণের দ্রবণটির $p^H = 7$ হয় অর্থাৎ প্রশমন বিন্দুর p^H হলো 7 এবং প্রশমন বিন্দুর কাছাকাছি p^H মানের হঠাৎ অতিরিক্ত পরিবর্তনের p^H রেঞ্জ 4.0 – 10.0 হয়। তাই এ p^H পরিসরে যেকোনো নির্দেশক উপযুক্ত হয়।

অনুরূপভাবে, $2HCl\,(aq) + Na_2CO_3\,(aq) \longrightarrow H_2O\,(l) + 2Na^+\,(aq) + 2Cl^-\,(aq) + CO_2\,(g)$

$CO_2\,(g)$ বুদবুদ আকারে বিমুক্ত হয়। মিশ্র দ্রবণে Na^+ আয়ন ও Cl^- আয়ন থাকে। তাই এক্ষেত্রে প্রশমন বিন্দুতে pH হলো 7। এজন্য যে কোনো নির্দেশক ব্যবহার করা যাবে।

(খ) দুর্বল অম্ল (CH_3COOH, অক্সালিক এসিড) ও সবল ক্ষার (NaOH, KOH) এর মধ্যে টাইট্রেশনের বেলায় মূল বিক্রিয়াটি হলো–

$$CH_3COOH\,(aq) + NaOH\,(aq) \longrightarrow H_2O\,(l) + CH_3COO^-\,(aq) + Na^+\,(aq)$$

দুর্বল এসিডটি (যেমন CH_3COOH) পানিতে আংশিক আয়নিত হয়; NaOH সবল ক্ষার পূর্ণ আয়নিত হয়। এক্ষেত্রে প্রশমন বিক্রিয়ার সাম্যধ্রুবক K_n এর মান 1.8×10^9 হয়, যা সবল অম্ল–সবল ক্ষারের K_n এর মান 1.0×10^{14} এর মতো বেশ বড় মান (value)। তাই প্রশমন বিক্রিয়াটির সাধারণ নিয়মে প্রায় 100% সমাপ্তি গণ্য করা হয়। প্রশমনের পর দ্রবণে থাকা Na^+ আয়নের কোনো অম্ল বা ক্ষার ধর্ম নেই; কিন্তু অ্যাসিটেট আয়ন (CH_3COO^-) দুর্বল ক্ষার হওয়ায় প্রশমন বিন্দুতে দ্রবণের pH > 7 হয়, প্রশমন বিন্দুর $p^H = 8.8$ হয়। প্রশমন বিন্দুর কাছাকাছি হঠাৎ pH মানের অধিক পরিবর্তনের p^H রেঞ্জ 8.0 –10.0 হয়। তাই এ p^H মানের পরিসরে ফেনলফথ্যালিন উপযুক্ত নির্দেশক হয়।

(গ) সবল অম্ল ও দুর্বল ক্ষার NH_4OH এর টাইট্রেশনের বেলায় মূল বিক্রিয়াটি হলো :

$$HCl\,(aq) + NH_4OH\,(aq) \longrightarrow H_2O\,(l) + Cl^-\,(aq) + NH_4^+\,(aq)$$

সবল অম্লটি পূর্ণ আয়নিত হয় জলীয় দ্রবণে; কিন্তু দুর্বল ক্ষার NH_4OH দ্রবণে আংশিক আয়নিত হয়। প্রশমন বিক্রিয়ার সাম্যধ্রুবক $K_n = 1.8 \times 10^9$ হয় অর্থাৎ প্রশমন বিক্রিয়াটির প্রায় 100% সমাপ্তি গণ্য করা হয়। এক্ষেত্রে প্রশমনের পর Cl^- আয়নের কোনো অম্ল বা ক্ষার ধর্ম থাকে না; কিন্তু NH_4^+ আয়ন দুর্বল অম্ল হওয়ায় প্রশমন বিন্দুতে $p^H < 7$ হয়; প্রশমন বিন্দুর $p^H = 5.27$ হয়। প্রশমন বিন্দুর কাছাকাছি হঠাৎ p^H মানের অতিরিক্ত হ্রাসের ফলে এক্ষেত্রে p^H রেঞ্জ 4.0 – 7.0 হয়। তাই এ p^H মানের পরিসরে মিথাইল অরেঞ্জ বা মিথাইল রেড নির্দেশক ব্যবহৃত হয়।

সুতরাং বলা যায়, অম্ল-ক্ষার টাইট্রেশনের নির্দেশক নির্বাচন অম্ল ও ক্ষার উভয়ের প্রকৃতির উপর নির্ভর করে।

***(২) মৃদু অম্ল বা এসিড বা তীব্র ক্ষার দ্রবণের টাইট্রেশনের বেলায় নির্দেশকরূপে ফেনলফথ্যালিন ব্যবহৃত হয় কেন? এক্ষেত্রে মিথাইল অরেঞ্জ ব্যবহৃত হয় না কেন —ব্যাখ্যা কর।** [য. বো. ২০১৭]

সমাধান : মৃদু অম্ল বা এসিড যেমন অ্যাসিটিক এসিড (CH_3COOH) বা অক্সালিক এসিড (HOOC–COOH) ও তীব্র বা সবল ক্ষার যেমন NaOH বা, KOH দ্রবণের টাইট্রেশনের বেলায় প্রশমন বিক্রিয়াটি হলো—

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

$$CH_3COOH\,(aq) + NaOH\,(aq) \longrightarrow H_2O\,(l) + CH_3COO^-\,(aq) + Na^+\,(aq)$$

অ্যাসিটিক এসিড — অ্যাসিটেট আয়ন

বা, $HOOC\text{–}COOH\,(aq) + 2KOH\,(aq) \longrightarrow 2H_2O\,(l) + {}^-OOC\text{–}COO^-\,(aq) + 2K^+\,(aq)$

অক্সালিক এসিড — অক্সালেট আয়ন

মৃদু অম্ল বা দুর্বল এসিড জলীয় দ্রবণে আংশিক আয়নিত হয়; কিন্তু তীব্র বা সবল ক্ষার দ্রবণে পূর্ণ আয়নিত হয়। তখন প্রশমন বিক্রিয়ার সাম্যধ্রুবক $K_n = 1.8 \times 10^9$ হয়। প্রশমনের পর দ্রবণে থাকা Na^+ আয়ন বা K^+ আয়নের কোনো অম্ল বা ক্ষার ধর্ম থাকে না; কিন্তু দুর্বল এসিডের অনুবন্ধী ক্ষারক দুর্বল ক্ষার হওয়ায় প্রশমন বিন্দুতে দ্রবণের $p^H > 7$ হয় এবং প্রশমন বিন্দুর $p^H = 8.8$ হয়। প্রশমন বিন্দুর কাছাকাছি হঠাৎ p^H মানের অধিক পরিবর্তনের ফলে p^H রেঞ্জ 8 – 10 হয়। এ p^H রেঞ্জ 8 – 10 এর মধ্যে বর্ণ পরিবর্তন ঘটে ফেনলফথ্যালিন (অথবা, থাইমল ব্লু (ক্ষার] নির্দেশকের। তাই মৃদু অম্ল ও তীব্র ক্ষারের টাইট্রেশনে উপযুক্ত নির্দেশক হলো ফেনলফথ্যালিন।

অপরদিকে মিথাইল অরেঞ্জ নির্দেশকের বর্ণ পরিবর্তনের p^H রেঞ্জ হলো 3.1 – 4.4। তাই মৃদু অম্ল ও তীব্র ক্ষারের টাইট্রেশনে মিথাইল অরেঞ্জ উপযুক্ত নির্দেশক না হওয়ায় এটি ব্যবহৃত হয় না।

৩.৮.১ এসিড-ক্ষারক প্রশমন বিক্রিয়াভিত্তিক গণনা

Calculation based on Acid-Base Neutralisation

এসিড ক্ষারক প্রশমন বিক্রিয়ার একটি সাধারণ উদাহরণ হলো ক্ষারধর্মী Na_2CO_3 এর সাথে HCl এসিডের বিক্রিয়া। এ বিক্রিয়ার সমতাযুক্ত সমীকরণ হলো :

$$2HCl\,(aq) + Na_2CO_3\,(aq) \longrightarrow 2NaCl\,(aq) + CO_2\,(g) + H_2O\,(l)$$

2 mol এসিড — 1 mol ক্ষারক

ধরা যাক, 2 mol HCl এসিডের দ্রবণের আয়তন V_A হলে তখন মোলারিটি হয় M_A এবং 1 mol Na_2CO_3 ক্ষারকের দ্রবণের আয়তন V_B হলে তখন মোলারিটি হয় M_B। বিক্রিয়কের মোল সংখ্যা, দ্রবণের আয়তন ও মোলারিটি সম্পর্ক মতে লেখা হয় :

$$\frac{V_A \times M_A\,(HCl)}{V_B \times M_B\,(Na_2CO_3)} = \frac{2\text{mol HCl}}{1\text{mol } Na_2CO_3}\ ;\ \text{বা, } 1\times V_A\times M_A = 2\times V_B \times M_B$$

এ সম্পর্কটিকে সাধারণভাবে লেখা হয়: aA (এসিড) + bB (ক্ষারক) ⟶ উৎপাদ

$$\therefore \frac{V_A \times M_A\,(\text{এসিড})}{V_B \times M_B\,(\text{ক্ষারক})} = \frac{a(\text{এসিডের মোল সংখ্যা})}{b(\text{ক্ষারকের মোল সংখ্যা})}\ ;\ \text{বা, } \boxed{bV_A \times M_A = a \times V_B \times M_B}$$

[অনুচ্ছেদ - ৩.১৩, পরীক্ষা নং এর শেষে টাইট্রেশন ডাটার গণনা দ্রষ্টব্য]

সমাধানকৃত সমস্যা-৩.৪০ : কোনো কস্টিক সোডা দ্রবণের 20 mL কে প্রশমিত করার জন্য 0.5 M H_2SO_4 এসিডের 20.5 mL প্রয়োজন। ঐ ক্ষার দ্রবণের মোলারিটি কত এবং তাতে প্রতি L আয়তনে কত গ্রাম কস্টিক সোডা আছে, তা নির্ণয় কর।

দক্ষতা : এক্ষেত্রে এসিড ক্ষারের পূর্ণ প্রশমন ঘটেছে। তাই প্রশমন বিক্রিয়ার সূত্র প্রযোজ্য হবে।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সমাধান : H_2SO_4 ও NaOH-এর মধ্যে প্রশমন বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ :

$$\underset{1\ mol}{H_2SO_4\,(aq)} + \underset{2\ mol}{2NaOH\,(aq)} \longrightarrow Na_2SO_4\,(aq) + 2H_2O\,(l)$$

সমীকরণ হতে এটি স্পষ্ট যে, 1 mol H_2SO_4 বিক্রিয়া করে 2 mol NaOH এর সাথে।

অম্ল-ক্ষার প্রশমনের সূত্র মতে,

$aM_BV_B = bM_AV_A$

$$\therefore M_B = \frac{bM_AV_A}{aV_B} = \frac{2 \times 0.5 \times 20.5}{1 \times 20}$$

$= 1.025\ mol\ L^{-1}$

এখানে, ক্ষারের দ্রবণের ঘনমাত্রা, $M_B = ?$

ক্ষারের দ্রবণের আয়তন, $V_B = 20\ mL$

দ্রবণে ক্ষারের মোল সংখ্যা, $b = 2$

অম্লের দ্রবণের ঘনমাত্রা, $M_A = 0.5\ molL^{-1}$

অম্লের দ্রবণের আয়তন, $V_A = 20.5\ mL$

দ্রবণে অম্লের মোল সংখ্যা, $a = 1$

∴ NaOH দ্রবণের ঘনমাত্রা = 1.025 M

আবার NaOH এর সংকেত ভর = 40

∴ 1 M NaOH এর 1 L দ্রবণে NaOH দ্রবীভূত থাকে = 40 g

∴ 1.025 M NaOH এর 1 L দ্রবণে NaOH থাকে = 40×1.025 g

= 41.0 g

উত্তর : NaOH এর দ্রবণের মোলারিটি = 1.025 $molL^{-1}$ এবং প্রতি L দ্রবণে NaOH আছে = 41 g।

MCQ-3.18: সবল এসিড ও দুর্বল ক্ষারের টাইট্রেশনে প্রশমন বিন্দুতে pH হয় কত?

(ক) 7.0 (খ) 8.8

(গ) 5.27 (ঘ) 6.11

সমাধানকৃত সমস্যা-৩.৪১ : 500 mL আয়তনের H_2SO_4 দ্রবণে 49 g H_2SO_4 দ্রবীভূত আছে। উক্ত দ্রবণের 50 mL পরিমাণকে 10% NaOH দ্রবণ দ্বারা প্রশমিত করতে কী পরিমাণ NaOH দ্রবণ প্রয়োজন হবে?

দক্ষতা : প্রথমে এসিড ও ক্ষার দ্রবণের মোলারিটি নির্ণয় করতে হবে। এক্ষেত্রে প্রশমন বিক্রিয়ার সূত্র ব্যবহৃত হবে।

সমাধান : প্রথমে H_2SO_4 দ্রবণ ও 10% NaOH দ্রবণের মোলার ঘনমাত্রা নির্ণয় করি।

(i) H_2SO_4 দ্রবণের লিটারে আয়তন $= \frac{500}{1000}\ L = 0.5\ L$

দ্রবীভূত H_2SO_4 এর মোল সংখ্যা $= \frac{49g}{98g\ mol^{-1}} = 0.5\ mol$

$$\therefore H_2SO_4 \text{ দ্রবণের মোলার ঘনমাত্রা, } M_1 = \frac{H_2SO_4 \text{ এর মোল সংখ্যা}}{\text{লিটারে দ্রবণের আয়তন}} = \frac{0.5\ mol}{0.5L} = 1\ molL^{-1}$$

(ii) 10% NaOH দ্রবণের বেলায় এর 100 mL দ্রবণে 10 g NaOH থাকে।

$$\therefore \text{লিটারে ঐ NaOH দ্রবণের আয়তন} = \frac{100}{1000} = 0.1\ L$$

দ্রবীভূত NaOH এর মোল সংখ্যা $= \frac{10.g}{40\ g\ mol^{-1}} = 0.25\ mol$

$$\therefore \text{NaOH দ্রবণের মোলার ঘনমাত্রা, } M_2 = \frac{\text{NaOH এর মোল সংখ্যা}}{\text{লিটারে দ্রবণের আয়তন}} = \frac{0.25\ mol}{0.1L} = 2.5\ molL^{-1}$$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

H_2SO_4 ও NaOH এর পূর্ণ প্রশমন বিক্রিয়ার সমীকরণ নিম্নরূপ :

$$H_2SO_4\,(aq) + 2NaOH\,(aq) \longrightarrow Na_2SO_4\,(aq) + 2H_2O\,(l)$$

1 mol 2 mol

সমীকরণ মতে, পূর্ণ প্রশমনের বেলায়, 1 mol H_2SO_4 এর সাথে 2 mol NaOH বিক্রিয়া করেছে।

$$\therefore \frac{V_1 \times M_1\,(H_2SO_4)}{V_2 \times M_2\,(NaOH)} = \frac{1\text{ mol}}{2\text{ mol}}$$

বা, $2 \times V_1 \times M_1 = 1 \times V_2 \times M_2$

বা, $2 \times 50\text{ mL} \times 1\text{ molL}^{-1} = 1 \times V_2 \times 2.5\text{ molL}^{-1}$

$$\therefore V_2 = \frac{2 \times 50\text{ mL} \times 1\text{ mol L}^{-1}}{1 \times 2.5\text{ mol L}^{-1}} = 40\text{ mL}$$

এখানে, H_2SO_4 এর আয়তন, $V_1 = 50$ mL

H_2SO_4 এর ঘনমাত্রা, $M_1 = 1\text{ mol L}^{-1}$

NaOH দ্রবণের আয়তন, $V_2 = ?$

NaOH দ্রবণের ঘনমাত্রা, $M_2 = 2.5\text{ mol L}^{-1}$

উত্তর : 40 mL NaOH দ্রবণ।

সমাধানকৃত সমস্যা-৩.৪২ : 25 mL NaOH দ্রবণকে প্রথমে 10 mL 0.1 M HCl দ্রবণ দ্বারা প্রশমিত করা হলো কিন্তু পূর্ণ প্রশমনের জন্য 0.15 M HCl দ্রবণের আরো 400 mL প্রয়োজন হলো। NaOH দ্রবণের ঘনমাত্রা কত?

দক্ষতা : এক্ষেত্রে NaOH দ্রবণকে প্রশমিত করার জন্য দুটি ভিন্ন মোলার ঘনমাত্রার HCl ব্যবহৃত হয়েছে। তাই প্রতিটি HCl দ্রবণ দ্বারা প্রশমিত NaOH এর মোল সংখ্যা বের করতে হবে।

সমাধান : NaOH দ্রবণ ও HCl দ্রবণের প্রশমন বিক্রিয়ার সমীকরণ নিম্নরূপ :

$$HCl\,(aq) + NaOH\,(aq) \longrightarrow NaCl\,(aq) + H_2O\,(l)$$

1 mol 1 mol

সমীকরণ মতে, 1 mol HCl ≡ 1 mol NaOH

বা, 1000 mL 1 M HCl দ্রবণ ≡ 1 mol NaOH

$$\therefore \text{10 mL 0.1 M HCl দ্রবণ} \equiv \frac{1 \times 10 \times 0.1}{1000}\text{ mol NaOH} \equiv \boxed{0.001\text{ mol NaOH}}$$

আবার ২য় অবস্থায় পূর্ণ প্রশমনের বেলায়—

সমীকরণ মতে, 1 mol HCl ≡ 1 mol NaOH

বা, 1000 mL 1 M HCl দ্রবণ ≡ 1 mol NaOH

$$\therefore \text{400 mL 0.15 M HCl দ্রবণ} \equiv \frac{1 \times 400 \times 0.15}{1000}\text{ mol NaOH} \equiv \boxed{0.06\text{ mol NaOH}}$$

∴ প্রশ্নমতে, 25 mL NaOH দ্রবণে বিশুদ্ধ NaOH আছে = (0.001 + 0.06) mol = 0.061 mol

$$\therefore \text{NaOH দ্রবণের মোলারিটি, } M = \frac{\text{NaOHএর মোল সংখ্যা}}{\text{লিটারে দ্রবণের আয়তন}}$$

$$\text{বা, মোলারিটি, } M = \frac{0.061\text{ mol}}{0.025\text{ L}} = 2.44\text{ molL}^{-1} \quad [\because 25\text{ mL} = 0.025\text{ L}]$$

∴ NaOH দ্রবণের ঘনমাত্রা = 2.44 molL^{-1} বা, 2.44 (M) **(উত্তর)**

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সমাধানকৃত সমস্যা-৩.৪৩ : 0.23 g ভরের কোন এক অম্লীয় ক্ষারকে পানিতে দ্রবীভূত করে 0.25 L দ্রবণ প্রস্তুত করা হলো। এ দ্রবণকে সম্পূর্ণরূপে প্রশমিত করতে 57.5 mL 0.1 M HCl প্রয়োজন হয়। ঐ ক্ষারটির গ্রাম-আণবিক ভর কত?

দক্ষতা : এক অম্লীয় ক্ষারক বলতে একটি মাত্র OH মূলক যুক্ত ক্ষারককে (NaOH, KOH) বোঝায়। এক্ষেত্রে প্রশমন বিক্রিয়ার সমীকরণ ব্যবহৃত হবে।

সমাধান : এক অম্লীয় ক্ষারের অণুতে একটি মাত্র OH^- আয়ন থাকে এবং এটি এক মোল HCl কে পূর্ণ প্রশমিত করে। যেমন—

$$\underset{1\ \text{mol}}{HCl\ (aq)} + \underset{1\ \text{mol}}{OH^-\ (aq)} \longrightarrow H_2O\ (l) + Cl^-\ (aq)$$

1 mol HCl = 1000 mL 1 M HCl দ্রবণ।

প্রশ্নমতে, 57.5 mL 0.1 M HCl ≡ 0.23 g ক্ষার

$$\therefore\ 1000\ \text{mL 1 M HCl দ্রবণ} \equiv \frac{0.23 \times 1000}{57.5 \times 0.1}\ \text{g} = 40\ \text{g ক্ষার} = 1\ \text{mol ক্ষার}$$

উত্তর : ক্ষারটির গ্রাম-আণবিক ভর = 40 g

সমাধানকৃত সমস্যায়–৩.৪৩ (ক) : ১ম বিকারে 50 mL 0.5 M H_2XO_4 এসিড দ্রবণে 2.45 g এসিড আছে। ২য় বিকারে 100 mL 0.5 M ঘনমাত্রার MOH ক্ষার দ্রবণ আছে। [দি. বো. ২০১৬]

(১) উদ্দীপকের H_2XO_4 এর আণবিক ভর নির্ণয় কর।

(২) উদ্দীপকের উভয় বিকারকের দ্রবণ মিশ্রিত করলে মিশ্রণের প্রকৃতি কীরূপ হবে তা বিশ্লেষণ কর।

দক্ষতা : (১) H_2XO_4 হলো দ্বিক্ষারকীয় অক্সো এসিড। এর মোলারিটি (0.5M) ও দ্রবণে থাকা ভর (2.45g) দেয়া আছে। তাই মোলার ভর বের করা যায়।

(২) দ্বিতীয়ত এসিড-ক্ষারের প্রশমন বিক্রিয়ার সমীকরণ মতে মোল সম্পর্ক ব্যবহৃত হয়।

সমাধান : (১) মোলারিটির সংজ্ঞা মতে:

H_2XO_4 দ্রবণের মোলারিটি $= \frac{H_2XO_4\ \text{এর মোল সংখ্যা}}{\text{লিটারে দ্রবণের আয়তন}}$;

$\therefore\ 0.5\ \text{mol L}^{-1} = \frac{2.45\ \text{g}/M_w}{0.05\ \text{L}}$;

বা, $0.5\text{molL}^{-1} \times 0.5\ \text{L} = \frac{2.45\ \text{g}}{M_w}$;

বা, $M_w = \frac{2.45\ \text{g}}{0.5 \times 0.05\ \text{mol}} = 98\ \text{g mol}^{-1}$

প্রশ্নমতে,
মোলারিটি = 0.5 mol L^{-1}
H_2XO_4 এর গৃহীত ভর = 2.45 g
মোলার ভর, M_w=?
দ্রবণের আয়তন = 50 mL = 0.05 L

$\therefore\ H_2XO_4$ এর আণবিক ভর = 98 (উ:)

সমাধান: (২) উভয় দ্রবণের মিশ্রণের প্রকৃতি নির্ণয় : এক্ষেত্রে প্রদত্ত এসিড ও ক্ষার দ্রবণে উপস্থিত প্রত্যেকের মোল সংখ্যা গণনা করতে হবে।

(i) 1000 mL 0.5 M H_2XO_4 দ্রবণে দ্রব আছে = 0.5 mol H_2XO_4 এসিড

$$\therefore 50\ \text{mL 0.5 M } H_2XO_4\ \text{দ্রবণে দ্রব আছে} = \frac{0.5 \times 100\ \text{mol}}{50} = \boxed{0.025\ \text{mol } H_2XO_4}$$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

(ii) 1000 mL 0.5 (M) MOH ক্ষার দ্রবণে দ্রব আছে = 0.5 mol MOH ক্ষার

$\therefore$ 100 mL 0.5 (M) MOH ক্ষার দ্রবণে দ্রব আছে = $\frac{0.5 \times 100 \text{ mol}}{1000}$ = $\boxed{0.05 \text{ mol MOH}}$

H_2XO_4 এসিড ও MOH ক্ষারের প্রশমন বিক্রিয়ার সমীকরণ হলো :

$$\underset{1 \text{ mol}}{H_2XO_4} + \underset{2 \text{ mol}}{2\,MOH} \longrightarrow M_2XO_4 + 2H_2O$$

বিশ্লেষণ : উপরের সমীকরণে মোল অনুপাত ও গণনা মতে 1 mol H_2XO_4 এসিডকে পূর্ণ প্রশমিত করতে 2 mol MOH ক্ষার দরকার হয়। সুতরাং প্রদত্ত এসিড দ্রবণের 0.025 mol H_2XO_4 দ্রবণকে পূর্ণ প্রশমিত করতে 2×0.025 = 0.05 mol MOH ক্ষার দ্রবণ দরকার হয়। প্রশ্ন মতে প্রদত্ত MOH ক্ষার দ্রবণে 0.05 mol MOH আছে তা গণনা মতে প্রতিষ্ঠিত। সুতরাং উভয় দ্রবণের মিশ্রণটি নিরপেক্ষ হবে। (উ:)

সমাধানকৃত সমস্যা-৩.৪৪ : 12 g $CaCO_3$ কে HCl এসিডে দ্রবীভূত করলে যে পরিমাণ CO_2 গ্যাস নির্গত হয়, একে সম্পূর্ণরূপে Na_2CO_3 এ পরিণত করতে 650 mL কস্টিক সোডা দ্রবণের প্রয়োজন হয়। ক্ষারক দ্রবণের ঘনমাত্রা মোলারিটিতে কত হবে?

দক্ষতা : দুটি সমীকরণ থেকে সংশ্লিষ্ট যৌগের মোল পরিমাণ হিসাবে গণনা করা হয়।

সমাধান : $CaCO_3$ এর সাথে HCl এর বিক্রিয়ায় CO_2 গ্যাস উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন CO_2 গ্যাস ও NaOH দ্রবণের বিক্রিয়ায় Na_2CO_3 উৎপন্ন হয়। উভয় বিক্রিয়ার সমীকরণ নিম্নরূপ :

$$\underset{100 \text{ g}}{CaCO_3\,(s)} + 2HCl\,(aq) \longrightarrow CaCl_2\,(aq) + H_2O\,(l) + \underset{1 \text{ mol}}{CO_2\,(g)}$$

$$\underset{2 \text{ mol}}{2\,NaOH\,(aq)} + \underset{1 \text{ mol}}{CO_2\,(g)} \longrightarrow Na_2CO_3\,(aq) + H_2O\,(l)$$

প্রথম সমীকরণ মতে, 100 g $CaCO_3$ থেকে উৎপন্ন হয় 1 mol CO_2 গ্যাস।

MCQ-3.19 : 100 mL 0.1 M Na_2CO_3 এর জন্য কতটুকু দ্রব প্রয়োজন?

(ক) 1.06 g (খ) 1.22 g

(গ) 1.57 g (ঘ) 1.84 g

$\therefore$ 12 g $CaCO_3$ থেকে উৎপন্ন হয় $\frac{1 \times 12}{100}$ mol CO_2 গ্যাস।

= $\boxed{0.12 \text{ mol } CO_2 \text{ গ্যাস}}$

আবার দ্বিতীয় সমীকরণ মতে, 1 mol CO_2 গ্যাস $\equiv$ 2 mol NaOH

0.12 mol CO_2 গ্যাস $\equiv 2 \times 0.12$ mol NaOH = 0.24 mol NaOH

প্রশ্নমতে, 650 mL দ্রবণে 0.24 mol NaOH দ্রবীভূত আছে।

$\therefore$ 1 L বা, 1000 mL দ্রবণে $\frac{0.24 \times 1000}{650}$ mol NaOH দ্রবীভূত আছে।

= 0.3692 mol NaOH দ্রবীভূত আছে।

$\therefore$ **উত্তর :** ক্ষারক দ্রবণের মোলার ঘনমাত্রা হবে = 0.37 M (প্রায়)।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সমাধানকৃত সমস্যা-৩.৪৫ : 50 mL 0.3 M দ্বিক্ষারীয় এসিডের দ্রবণে 200 mL 0.2 M MOH ক্ষার দ্রবণ (M এর পা. ভর = 39) মিশ্রিত করা হলো। মিশ্রিত দ্রবণ পূর্ণ প্রশমিত হবে কি? মিশ্রণের প্রকৃতি pH গণনার মাধ্যমে বিশ্লেষণ কর। [সি. বো. ২০১৫]

দক্ষতা : বিক্রিয়ায় পূর্ণ প্রশমনের কথা বলা হয় নি। তাই প্রথমে প্রদত্ত এসিড দ্রবণ ও ক্ষার দ্রবণে থাকা দ্রবের মোল সংখ্যা বের করতে হবে। দ্বিতীয়ত এসিড-ক্ষারের প্রশমন বিক্রিয়ার সমীকরণ মতে উভয়ের মোল সম্পর্ক ব্যবহৃত হবে।

সমাধান : প্রশ্নমতে ক্ষারের M-এর পা. ভর = 39। তাই MOH হলো KOH দ্রবণ

দ্বিক্ষারীয় এসিডের 1000 mL 0.3 M দ্রবণে এসিড থাকে = 0.3 mol এসিড

$\therefore$ " " 50 mL 0.3 M দ্রবণে এসিড থাকে $= \dfrac{0.3 \times 50 \text{ mol}}{1000} = \boxed{0.015 \text{ mol}}$

আবার, KOH ক্ষারের 1000 mL 0.2 mol M দ্রবণে KOH থাকে = 0.2 mol KOH

$\therefore$ KOH ক্ষারের 200 mL 0.2 mol M দ্রবণে KOH থাকে $= \dfrac{0.2 \times 200 \text{ mol}}{1000} = \boxed{0.04 \text{ mol}}$

মনে করি, দ্বিক্ষারকীয় এসিডটি হলো H_2SO_4। সুতরাং H_2SO_4 ও KOH এর মধ্যে বিক্রিয়াটি হলো :

$$H_2SO_4\,(aq) + 2KOH\,(aq) \longrightarrow K_2SO_4\,(aq) + 2H_2O\,(l)$$

1 mol 2 mol

উপরের গণনা মতে, H_2SO_4 এর mol সংখ্যা কম আছে। তাই লিমিটিং বা সীমিত বিক্রিয়কের নিয়ম মতে, H_2SO_4 এর মোল সংখ্যা প্রথমে ব্যবহৃত হবে।

সমীকরণ মতে, 1 mol H_2SO_4 প্রশমিত করে = 2 mol KOH

$\therefore$ 0.015 mol H_2SO_4 প্রশমিত করে $= (2 \times 0.015)$ mol = 0.03 mol KOH

$\therefore$ প্রশ্নমতে, H_2SO_4 কে প্রশমনের পর মিশ্র দ্রবণে অতিরিক্ত KOH থাকে $= (0.04 - 0.03)$ mol = 0.01 mol

বর্তমানে এসিড-ক্ষার মিশ্র দ্রবণের মোট আয়তন $= (50 + 200)$ mL = 250 mL

$\therefore$ H_2SO_4 এর প্রশমনের পর অতিরিক্ত KOH এর ঘনমাত্রা $= \dfrac{\text{KOH এর মোল সংখ্যা}}{\text{লিটারে দ্রবণের আয়তন}}$

$$= \frac{0.01}{0.250\text{ L}} = 0.04\text{ (M)}$$

$\therefore$ মিশ্র দ্রবণে KOH এর pH $= (14 - \text{pOH}) = 14 - (-\log [OH])$

$= 14 - (-\log 0.04) = (14 - 1.39)$

$= 12.61$

বিশ্লেষণ : মিশ্রিত এসিড ক্ষার দ্রবণ পূর্ণ প্রশমিত হয় নি। H_2SO_4 দ্রবণ KOH দ্রবণ দ্বারা প্রশমিত হলেও অতিরিক্ত KOH মিশ্র দ্রবণে থেকে যাওয়ায় মিশ্রিত দ্রবণের প্রকৃতি হলো ক্ষারীয়। এ ক্ষার দ্রবণের ঘনমাত্রা হলো 0.04 (M) এবং pH মান হলো 12.61।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সমাধানকৃত সমস্যা-৩.৪৬ : 100 mL 0.5 M H_2SO_4 এসিডের মধ্যে 200 mL 0.2 g NaOH মিশ্রিত করা হলো। মিশ্রণের প্রকৃতি কীরূপ হবে এবং মিশ্র দ্রবণের pH মান গণনা কর। [কু. বো. ২০১৬]

দক্ষতা : প্রশ্ন মতে এসিড ও ক্ষার মিশ্রণটিতে পূর্ণ প্রশমনের কথা বলা হয় নি। তাই এসিড ও ক্ষার দ্রবণের প্রতি ক্ষেত্রে থাকা মোল সংখ্যা গণনা করতে হবে। পরে সমীকরণভিত্তিক মোল অনুপাত থেকে মিশ্র দ্রবণের প্রকৃতি জানা যাবে।

সমাধান : প্রদত্ত এসিড দ্রবণ ও ক্ষার দ্রবণে H_2SO_4 ও NaOH এর মোল সংখ্যা গণনা :

1000 mL 0.5 M H_2SO_4 দ্রবণে দ্রবীভূত আছে = 0.5 mol H_2SO_4

$\therefore$ 100 mL 0.5 M H_2SO_4 দ্রবণে দ্রবীভূত আছে $= \dfrac{0.5 \times 100}{1000}$ mol $= \boxed{0.05 \text{ mol } H_2SO_4}$

আবার 200 mL দ্রবণে 0.2 g NaOH দ্রবীভূত আছে $= \dfrac{0.2 \text{ g}}{\text{NaOH এর গ্রা. আ. ভর}} = \dfrac{0.2 \text{ g}}{40 \text{ g mol}^{-1}}$

$= \boxed{0.005 \text{ mol NaOH}}$

H_2SO_4 এসিড ও NaOH ক্ষার দ্রবণের প্রশমন বিক্রিয়ার সমীকরণ হলো :

$$\underset{1 \text{ mol}}{H_2SO_4 (aq)} + \underset{2 \text{ mol}}{2NaOH (aq)} \longrightarrow Na_2SO_4 (aq) + 2H_2O (l)$$

উপরের গণনা মতে NaOH এর মোল সংখ্যা কম আছে। তাই লিমিটিং বা সীমিত বিক্রিয়কের নিয়ম মতে, NaOH এর মোল সংখ্যা প্রথমে বিবেচিত হবে।

সমীকরণ মতে, 2 mol NaOH প্রশমিত করে = 1 mol H_2SO_4

$\therefore$ 0.005 mol NaOH প্রশমিত করে $= \dfrac{(1 \text{ mol} \times 0.005)}{2} = 0.0025 \text{ mol } H_2SO_4$

$\therefore$ প্রশ্নমতে, NaOH কে প্রশমনের পর মিশ্র দ্রবণে অতিরিক্ত H_2SO_4 থাকে $= (0.05 - 0.0025)$ mol

$= 0.0475 \text{ mol } H_2SO_4$

বর্তমানে এসিড-ক্ষার মিশ্র দ্রবণের মোট আয়তন $= (100 + 200)$ mL $= 300$ mL

$\therefore$ NaOH এর প্রশমনের পর অতিরিক্ত H_2SO_4 এর ঘনমাত্রা $= \dfrac{H_2SO_4 \text{ এর মোল সংখ্যা}}{\text{লিটারে দ্রবণের আয়তন}}$

$= \dfrac{0.0475 \text{ mol}}{0.300 \text{ L}} = 0.158$ (M)

আবার 0.158 (M) H_2SO_4 থেকে (2×0.158) mol H^+ উৎপন্ন হবে।

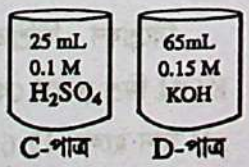
$\therefore$ মিশ্রণ দ্রবণে H_2SO_4 এর pH $= -\log[H^+] = -\log(2 \times 0.158) = 0.50$

বিশ্লেষণ : মিশ্রিত এসিড-ক্ষার দ্রবণ পূর্ণ প্রশমিত হয়নি। NaOH দ্রবণটি H_2SO_4 দ্রবণ দ্বারা প্রশমিত হলেও অতিরিক্ত H_2SO_4 মিশ্র দ্রবণে থেকে যাওয়ায় মিশ্রিত দ্রবণের প্রকৃতি হলো অম্লীয়। এ অম্লীয় দ্রবণের ঘনমাত্রা হলো 0.158 M এবং pH মান হলো 0.50।

সমাধানকৃত সমস্যা-৩.৪৭ : নিচের উদ্দীপকভিত্তিক সংশ্লিষ্ট সমস্যা সমাধান কর। [মাদ্রাসা বোর্ড-২০১৮]

(ক) উদ্দীপকের C পাত্রের দ্রবণ তৈরিতে প্রয়োজনীয় H_2SO_4 এসিডের পরিমাণ হিসাব কর।

(খ) উদ্দীপকের C ও D পাত্রের দ্রবণদ্বয়কে মিশ্রণের ফলে সৃষ্ট মিশ্রিত দ্রবণের প্রকৃতি কীরূপ হবে তা বিশ্লেষণ কর।



www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সমাধান : (ক) প্রয়োজনীয় H_2SO_4 এর পরিমাণ গণনা :

H_2SO_4 এর মোলারিটি $= \frac{H_2SO_4 \text{ এর মোল সংখ্যা (n)}}{\text{লিটারে দ্রবণের আয়তন}}$

বা, $0.1 \text{ mol } L^{-1} = \frac{n}{0.025 \text{ L}}$

প্রশ্নমতে,

H_2SO_4 এর মোলারিটি $= 0.1 \text{ moL}^1$

দ্রবণের আয়তন $= 0.025 \text{ L}$

মোল সংখ্যা, $n = ?$

বা, $n = 0.1 \times 0.025 \text{ mol} = 0.0025 \text{ mol}$

আমরা জানি, $1 \text{ mol } H_2SO_4 = 98 \text{ g } H_2SO_4$

$\therefore 0.0025 \text{ mol } H_2SO_4 = 98 \times 0.0025 \text{ g} = 0.245 \text{ g } H_2SO_4$ (উত্তর)

বিকল্প গণনা : আমরা জানি, মোলারিটির সংজ্ঞা মতে,

$1000 \text{ mL } 1 \text{ M } H_2SO_4$ দ্রবণে থাকে $= 1 \text{ mol } H_2SO_4 = 98 \text{ g } H_2SO_4$

$\therefore 25 \text{ mL } 0.1 \text{ M } H_2SO_4$ দ্রবণে থাকে $= \frac{98 \times 25 \times 0.1}{1000 \times 1} \text{ g} = 0.245 \text{ g } H_2SO_4$

সুতরাং প্রয়োজনীয় H_2SO_4 এর পরিমাণ $= 0.245 \text{ g } H_2SO_4$ (উত্তর)

সমাধান : (খ) মিশ্রিত দ্রবণের প্রকৃতি বিশ্লেষণ :

প্রশ্নমতে, $25 \text{ mL } 0.1 \text{ M } H_2SO_4$ দ্রবণের সাথে $65 \text{ mL } 0.15 \text{ M KOH}$ দ্রবণ মিশ্রিত করা হয়েছে। H_2SO_4 এসিডের সাথে KOH ক্ষারের প্রশমন বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ :

$$\underset{1 \text{ mol}}{H_2SO_4} + \underset{2 \text{ mol}}{2KOH} \rightarrow K_2SO_4 + 2H_2O$$

প্রশ্নমতে, এক্ষেত্রে পূর্ণ প্রশমনের কথা বলা হয়নি। তাই এসিড ও ক্ষার দ্রবণে প্রতি ক্ষেত্রে থাকা মোল সংখ্যা গণনা করতে হবে। পরে উপরের সমীকরণভিত্তিক মোল অনুপাত থেকে মিশ্র দ্রবণের প্রকৃতি জানা যাবে।

(i) দ্রবণে H_2SO_4 এর মোল সংখ্যা গণনা :

$1000 \text{ mL } 0.1 \text{ M } H_2SO_4$ দ্রবণে আছে $= 0.1 \text{ mol } H_2SO_4$

$\therefore 25 \text{ mL } 0.1 \text{ M } H_2SO_4$ দ্রবণে আছে $= \frac{0.1 \times 25}{1000} \text{ mol} = \boxed{0.0025 \text{ mol } H_2SO_4}$

(ii) দ্রবণে KOH এর মোল সংখ্যা গণনা :

$1000 \text{ mL } 0.15 \text{ M KOH}$ দ্রবণে আছে $= 0.15 \text{ mol KOH}$

$\therefore 65 \text{ mL } 0.15 \text{ M KOH}$ দ্রবণে আছে $= \frac{0.15 \times 65}{1000} \text{ mol} = \boxed{0.00975 \text{ mol KOH}}$

উপরের সমীকরণ মতে $1 \text{ mol } H_2SO_4$ এর পূর্ণ প্রশমনের জন্য 2 mol KOH প্রয়োজন হয়। এক্ষেত্রে ওপরের গণনা থেকে সুস্পষ্ট $0.0025 \text{ mol } H_2SO_4$ এর পূর্ণ প্রশমনের জন্য $0.0025 \times 2 \text{ mol} = 0.005 \text{ mol KOH}$ প্রয়োজন। কিন্তু প্রদত্ত KOH দ্রবণে 0.00975 mol KOH আছে অর্থাৎ $(0.00975 - 0.005) \text{ mol} = 0.00475 \text{ mol KOH}$ বেশি আছে।

সুতরাং মিশ্রিত দ্রবণের প্রকৃতি হবে ক্ষারীয়।

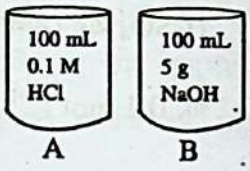
www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সমাধানকৃত সমস্যা-৩.৪৮ : নিচের উদ্দীপক ভিত্তিক সংশ্লিষ্ট সমস্যা সমাধান কর। [মাদ্রাসা বোর্ড-২০১৮]

(ক) উদ্দীপকের 'B' পাত্রের দ্রবণের ঘনমাত্রা ppm এককে কত হবে তা নির্ণয় কর।

(খ) উদ্দীপকের 'A' ও 'B' পাত্রের উভয় দ্রবণকে মিশ্রিত করে প্রাপ্ত মিশ্র দ্রবণের pH মান 7 পেতে কী করতে হবে তা গাণিতিক বিশ্লেষণ কর।



সমাধান : (ক) NaOH দ্রবণের ঘনমাত্রা ppm এককে নির্ণয় :

$$\text{দ্রবের ppm ঘনমাত্রা (w/w)} = \frac{\text{দ্রবের ভর (g)} \times 10^6}{\text{দ্রবণের ভর (g)}}$$

$$\therefore \text{NaOH এর ppm ঘনমাত্রা} = \frac{5\text{ g} \times 10^6}{100\text{ g}}$$

$$= 5 \times 10^4 \text{ ppm}$$

$$= 50000 \text{ ppm (উত্তর)}$$

প্রশ্নমতে,
দ্রবের ভর = 5 g
দ্রবণের ভর = 100 g
(1 mL = 1 g ধরে)

সমাধান : (খ) উদ্দীপকের A ও B এর মিশ্র দ্রবণের pH = 7 কীরূপে করা সম্ভব :

উদ্দীপকের A দ্রবণটি হলো সবল এসিড HCl এর এবং B দ্রবণটি হলো সবল ক্ষার NaOH এর। উভয়ের মোল অনুপাতে পূর্ণ প্রশমনের পর প্রাপ্ত মিশ্র দ্রবণের pH মান 7 হবে। প্রশমন বিক্রিয়াটি হলো নিম্নরূপ :

$$\underset{1\text{ mol}}{HCl} + \underset{1\text{ mol}}{NaOH} \longrightarrow NaCl + H_2O$$

সমীকরণ মতে 1 mol HCl এর দ্রবণ 1 mol NaOH-এর দ্রবণকে পূর্ণ প্রশমিত করবে এবং এরা উভয়ে সবল এসিড ও সবল ক্ষার হওয়ায় প্রশমন মিশ্রণটির pH মান 7 হবে।

এখন A ও B দ্রবণের প্রতি ক্ষেত্রে উপস্থিত মোল পরিমাণ গণনা করতে হবে।

(i) HCl দ্রবণের মোল পরিমাণ গণনা :

1000 mL 0.1 M HCl দ্রবণে আছে = 0.1 mol HCl

$$\therefore \text{ 100 mL 0.1 M HCl দ্রবণে আছে} = \frac{0.1 \times 100}{1000}\text{ mol} = \boxed{0.01 \text{ mol HCl}}$$

(ii) NaOH দ্রবণের পরিমাণ মোল গণনা :

NaOH এর গ্রাম আণবিক ভর = 40 g mol^{-1}

$$\therefore \text{ 5 g NaOH এর মোল পরিমাণ} = \frac{5\text{ g}}{40\text{ g mol}^{-1}} = 0.125 \text{ mol NaOH}$$

$$\therefore \text{ 100 mL NaOH দ্রবণে NaOH আছে 5 g} = \boxed{0.125 \text{ mol NaOH}}$$

সুতরাং পূর্ণ প্রশমন বিক্রিয়ার সমীকরণ মতে 1 mol HCl কে 1 mol NaOH পূর্ণ প্রশমিত করে। প্রদত্ত উদ্দীপক মতে 0.01 mol HCl এর সাথে 0.125 mol NaOH মিশানো হয়েছে। মিশ্রণে NaOH বেশি আছে = (0.125 – 0.01) mol = 0.115 mol NaOH; অর্থাৎ পূর্ণ প্রশমনের জন্য ঐ মিশ্র দ্রবণে আরো 0.115 mol HCl এসিড মিশানো প্রয়োজন হবে। উদ্দীপক মতে, 0.1 mol HCl আছে 1000 mL প্রদত্ত HCl দ্রবণে।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

$\therefore$ 0.115 mol HCl আছে $= \frac{1000 \times 0.115}{0.1}$ mL = 1150 mL প্রদত্ত দ্রবণে

সিদ্ধান্ত : উদ্দীপকের A ও B পাত্রের উভয় দ্রবণকে মিশ্রিত করার পর প্রাপ্ত মিশ্র দ্রবণের pH মান 7 পেতে হলে ঐ মিশ্র দ্রবণের মধ্যে অতিরিক্ত 0.115 mol NaOH কে পূর্ণ প্রশমনের জন্য প্রদত্ত 0.1 M HCl এসিডের আরো 1150 mL মিশাতে হবে।

শিক্ষার্থী নিজে কর-৩.৯ : এসিড-ক্ষার প্রশমন বিক্রিয়াভিত্তিক: সমীকরণ মতে

$$\frac{V_1 \times M_1(\text{এসিড})}{V_2 \times M_2\ (\text{ক্ষারক})} = \frac{\text{এসিডের মোল সংখ্যা (a)}}{\text{ক্ষারকের মোল সংখ্যা (b)}}$$

সমস্যা - ৩.৪২ : নিচের এসিড ও ক্ষার যুগলের প্রশমন বিক্রিয়ার সমতাযুক্ত নিট আয়নিক সমীকরণ লেখ। প্রশমন বিন্দুতে pH এর মান 7 এর কম না বেশি হবে? রসায়ন -১ম পত্রের পরিশিষ্ট- ক থেকে এসিড ও ক্ষারের K_a ও K_b জেনে নাও। (ক) HNO_2 ও KOH ; (খ) HBr ও NH_3 (গ) $HClO_4$ ও KOH

সমস্যা-৩.৪৩(ক) : Na_2CO_3 এর 25 mL দ্রবণকে প্রশমিত করতে 10.2 mL. 0.05 M H_2SO_4 প্রয়োজন হয়। ঐ Na_2CO_3 দ্রবণের মোলারিটি কত? [উ: 0.0204 M]

সমস্যা-৩.৪৩ (খ) : কস্টিক সোডার 20 mL দ্রবণকে প্রশমিত করতে 20.5 mL 0.5 M H_2SO_4 প্রয়োজন হয়। ঐ ক্ষার দ্রবণের মোলারিটি এবং প্রতি লিটার দ্রবণে NaOH এর ভর গণনা কর। [উ: 1.025 M; 41 g]

সমস্যা-৩.৪৩(গ) : 750 mL M/4 H_2SO_4 কে প্রশমিত করতে কত লিটার ডেসিমোলার কস্টিক সোডা প্রয়োজন হবে? [উ: 3.75 L]

সমস্যা-৩.৪৩(ঘ): কোনো নির্দিষ্ট আয়তনের M/20 H_2SO_4 দ্বারা সমআয়তনের কত মোলার NaOH দ্রবণকে পূর্ণ প্রশমিত করা যাবে? [উ: 0.1 M]

সমস্যা-৩.৪৩(ঙ): 1 L M/20 H_2SO_4 দ্রবণকে প্রশমিত করতে 5% অনার্দ্র Na_2CO_3 দ্রবণের কত আয়তন প্রয়োজন হবে? [উ: 0.106 L]

সমস্যা-৩.৪৩(চ): 25 mL 1.0 M Na_2CO_3 দ্রবণকে প্রশমিত করতে 20 mL H_2SO_4 দ্রবণের প্রয়োজন হয়। এসিডের ঘনমাত্রা কত? [উ: 1.25 M]

সমস্যা-৩.৪৪(ক) : 50 mL সেমিমোলার H_2SO_4 এবং 100 mL ডেসিমোলার NaOH দ্রবণ মিশালে ঐ মিশ্রণটি অম্লীয় হবে না ক্ষারীয় হবে? মিশ্রণটির ঘনমাত্রা নির্ণয় কর। [উ: অম্লীয়; ঘনমাত্রা = 0.133 M]

সমস্যা–৩.৪৪(খ) : 'A' পাত্রে 10 mL দ্রবণে 0.4 g NaOH এবং 'B' পাত্রে 25 mL 0.05 M HCl দ্রবণ আছে। উভয় পাত্রের দ্রবণকে মিশ্রিত করলে মিশ্রণের প্রকৃতি কীরূপ হবে তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। [ব.বো. ২০১৫]

[উ: ক্ষারীয় ; 0.01 mol NaOH এর জন্য 0.01 mol HCl প্রয়োজন; কিন্তু HCl আছে 0.00125 mol

সমস্যা– ৩.৪৪(গ) : 50 mL 0.3 M দ্বিক্ষারীয় অম্ল (যেমন H_2SO_4) এর দ্রবণ দ্বারা 200 mL 0.2 M MOH দ্রবণ পূর্ণ প্রশমিত হবে কী? গাণিতিকভাবে তা বিশ্লেষণ কর। এক্ষেত্রে MOH এর M এর পা. ভর = 39।

[সি. বো. ২০১৫]

[উ: MOH হলো KOH; মিশ্রিত দ্রবণ ক্ষারীয় হবে। কারণ এক্ষেত্রে 0.015 mol অম্লের জন্য 0.03 mol KOH দরকার; কিন্তু ক্ষার আছে 0.04 mol] [সমাধানকৃত সমস্যা-৩.৪৫ দেখো]

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সমস্যা-৩.৪৪ (ঘ) : 'A' পাত্রে 10% H_2SO_4 দ্রবণের 500 mL আছে। 'B' পাত্রে NaOH এর 500 mL সেমিমোলার দ্রবণ আছে। [সি. বো. ২০১৬]

(ক) 'A' পাত্রে কী পরিমাণ পানি মিশালে তা সেমিমোলার দ্রবণে পরিণত হবে? [উ. 520 mL পানি]

(খ) 'A' ও 'B' পাত্রের দ্রবণকে একত্রে মিশালে ঐ মিশ্রিত দ্রবণের প্রকৃতি কী হবে; তা গাণিতিকভাবে মূল্যায়ন কর। [উ: অম্লীয় হবে, H_2SO_4 বেশি আছে]

সমস্যা-৩.৪৪ (ঙ) : ১ম বিকারে 50 mL 0.5 M H_2XO_4 এসিডের দ্রবণে 2.45 g এসিড দ্রবীভূত আছে। ২য় বিকারে 100 mL 0.5 M ঘনমাত্রার MOH ক্ষার দ্রবণ আছে। [দি. বো.২০১৬]

(ক) উদ্দীপকের H_2XO_4 এর আণবিক ভর নির্ণয় কর। [উ: 98]

(খ) উদ্দীপকের উভয় বিকারের দ্রবণ মিশ্রিত করলে মিশ্রণের প্রকৃতি কীরূপ হবে তা বিশ্লেষণ কর। [সমাধানকৃত সমস্যা-৩.৪৩(ক) দেখো] [উ: নিরপেক্ষ হবে] [দি. বো. ২০১৬]

সমস্যা-৩.৪৪ (চ) : ১ম পাত্রে 100 mL 0.5 M H_2SO_4 দ্রবণ আছে। ২য় পাত্রে 200 mL দ্রবণে NaOH এর 0.2 g দ্রবীভূত আছে। [কু. বো. ২০১৬]

(ক) উদ্দীপকের ২য় পাত্রের দ্রবণের ঘনমাত্রা ppm এককে নির্ণয় কর। [উ: 1000 ppm]

(খ) উদ্দীপকের ১ম ও ২য় পাত্রের উভয় দ্রবণকে একত্রে মিশ্রিত করলে মিশ্রিত দ্রবণের pH কীরূপ হবে, তা কারণসহ বিশ্লেষণ কর। [সমাধানকৃত সমস্যা-৩.৪৬ দেখো] [উ: অম্লীয়]

সমস্যা-৩.৪৪(ছ) : ১ম পাত্রে 250 mL দ্রবণে 2.65 g Na_2CO_3 দ্রবীভূত আছে। ২য় পাত্রে 10 mL ডেসিমোলার HCl দ্রবণ আছে। [চ. বো. ২০১৬]

(ক) উদ্দীপকের ১ম পাত্রের দ্রবণের ঘনমাত্রা ppm এককে কত হবে? [উ: 10600 ppm]

(খ) উদ্দীপকের ১ম পাত্রের 10 mL এর সাথে ২য় পাত্রের সব দ্রবণ যোগ করলে মিশ্রণের প্রকৃতি কীরূপ হবে, তা বিশ্লেষণ কর। [উ: ক্ষারীয়]

সমস্যা-৩.৪৪ (জ) : ১ম পাত্রে 20 mL NaOH এর দ্রবণে 0.2 g NaOH আছে। ২য় পাত্রে 35 mL 0.5M HCl দ্রবণ আছে। ঐ উদ্দীপকভিত্তিক নিচের প্রশ্নের সমাধান কর। [য. বো. ২০১৭]

(ক) উদ্দীপকের ১ম পাত্রের দ্রবণে দ্রবটির ঘনমাত্রা ppb এককে কত হবে? [উ: 1×10^7 ppb]

(খ) উদ্দীপকের উভয় দ্রবণকে মিশ্রিত করলে মিশ্রিত দ্রবণে কোন ধরনের লিটমাস পেপারের বর্ণ পরিবর্তিত হবে, তা বিশ্লেষণ কর। [উ: অম্লীয় দ্রবণ, নীল লিটমাস লাল হবে]

সমস্যা-৩.৪৪ (ঝ) : ১ম পাত্রে 51.2 mL 0.5M H_2SO_4 দ্রবণ আছে। ২য় পাত্রে 80 mL 2.55% (w/v) NaOH দ্রবণ আছে। [ব. বো. ২০১৭]

(ক) উদ্দীপকের ২য় পাত্রের দ্রবণের ঘনমাত্রা ppm এককে হিসাব কর। [উ: 25500 ppm]

(খ) উদ্দীপকের পাত্রদ্বয়ের দ্রবণ মিশ্রিত করলে মিশ্রণের প্রকৃতি কীরূপ হবে, তা বিশ্লেষণ কর। [উ: অম্লীয়]

সমস্যা-৩.৪৪ (ঞ) : ১ম পাত্রে 250 mL 5% HNO_3 দ্রবণ এবং ২য় পাত্রে KOH এর 250 mL সেমি মোলার দ্রবণ আছে। [সি. বো. ২০১৭]

(ক) ১ম পাত্রের দ্রবণের ঘনমাত্রা ppm এককে নির্ণয় কর। [উ: 50000 ppm]

(খ) উদ্দীপকের উভয় দ্রবণকে মিশ্রিত করলে মিশ্রণের প্রকৃতি কীরূপ হবে, তা বিশ্লেষণ কর। [উ: অম্লীয় হবে]

সমস্যা-৩.৪৫ : 30 mL HCl দ্রবণে 20 mL 0.5 M Na_2CO_3 দ্রবণ যোগ করার পর সম্পূর্ণ প্রশমনের জন্য আরো 20 mL 0.1 M NaOH দ্রবণ প্রয়োজন হয়। ঐ এসিড দ্রবণটির ঘনমাত্রা কত? [উ: 0.73 M]

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সমস্যা-৩.৪৬(ক) : 3.375 g ভরের কোনো এক-অম্লীয় ক্ষারকে পানিতে দ্রবীভূত করে 250 mL দ্রবণ তৈরি করা হয়। ঐ দ্রবণকে সম্পূর্ণরূপে প্রশমিত করতে 67.5 mL 1 M HCl দ্রবণ প্রয়োজন হলো। ক্ষারটির আণবিক ভর বের কর। [উ: 50]

সমস্যা-৩.৪৬ (খ): 2.3 g ভরের কোনো এক-অম্লীয় ক্ষারকে পানিতে দ্রবীভূত করে 250 mL দ্রবণ তৈরি করা হলো। এ দ্রবণকে পূর্ণ প্রশমিত করতে 0.575 L 0.1 M HCl প্রয়োজন হয়। ঐ ক্ষারটির 1.0 মোলার পরিমাণ নির্ণয় কর। [উ: 40 g]

সমস্যা-৩.৪৭(ক): 40 mL HCl দ্রবণে প্রথমে 30 mL 0.5 M Na_2CO_3 দ্রবণ যোগ করা হলো। এ এসিড দ্রবণটিকে পূর্ণ প্রশমিত করতে 25 mL 0.1M NaOH দ্রবণ প্রয়োজন হয়। এসিড দ্রবণটির ঘনমাত্রা কত? [উ: 0.8125 M]

সমস্যা-৩.৪৭(খ): 25 mL NaOH দ্রবণকে প্রথমে 10 mL 0.1 M HCl দ্বারা আংশিক প্রশমিত করা হলো। কিন্তু প্রশমন সম্পূর্ণ করতে 0.15 M HCl এর আরও 8. mL প্রয়োজন হয়। ক্ষার দ্রবণটির ঘনমাত্রা কত? [উ: 0.088 M]

সমস্যা-৩.৪৭(গ): 10 cm^3 Na_2CO_3 দ্রবণকে প্রথমে 20 cm^3 0.1 M HCl দ্রবণ দ্বারা আংশিক প্রশমিত করা হলো। দ্রবণটিকে সম্পূর্ণরূপে প্রশমিত করতে আরো 16 cm^3 0.15 M HCl দ্রবণ প্রয়োজন হলো। Na_2CO_3 দ্রবণটির ঘনমাত্রা কত? [উ: 0.22 M]

সমস্যা-৩.৪৮: 1 g বিশুদ্ধ $CaCO_3$ কে 40 mL HCl দ্রবণে সম্পূর্ণরূপে দ্রবীভূত করা হলো। প্রাপ্ত দ্রবণকে পূর্ণ প্রশমিত করতে আরো 40 mL 0.5 M NaOH দ্রবণ প্রয়োজন হলো। প্রদত্ত HCl দ্রবণটির ঘনমাত্রা কত? [উ: 1.0 M]

সমস্যা-৩.৪৯(ক): ভেজাল মিশ্রিত 3.762 g Na_2CO_3 কে পানিতে মিশ্রিত করে দ্রবণের আয়তন 500 mL করা হলো। এ দ্রবণের 20 mL পরিমাণকে 0.1 M HCl দ্বারা পূর্ণ প্রশমিত করতে 19.24 mL HCl প্রয়োজন হয়। Na_2CO_3 এর মধ্যে ভেজালের শতকরা পরিমাণ বের কর। [উ: 32.23 %]

সমস্যা-৩.৪৯(খ) : 1.0 g Na_2CO_3 কে পানিতে দ্রবীভূত করে 500 mL করা হলো। এ দ্রবণ থেকে 50 mL নিয়ে টাইট্রেশন করে প্রশমনের শেষ বিন্দুতে পৌঁছাতে 0.1 M HCl দ্রবণের 10 mL প্রয়োজন হলে ঐ Na_2CO_3 এ ভেজালের শতকরা পরিমাণ বের কর। [উ: 47%]

সমস্যা-৩.৫০ (ক) : এক টুকরা Mg ধাতুকে 20 mL 0.1M HCl-এ দ্রবীভূত করা হলো। দ্রবণের অবশিষ্ট HCl কে প্রশমিত করতে 7.5 mL 0.2 M NaOH দ্রবণ প্রয়োজন হয়। Mg টুকরার ভর কত? [উ: 0.006 g]

সমস্যা-৩.৫০ (খ) : 200 mL 0.1M অক্সালিক এসিডের দ্রবণকে পূর্ণ প্রশমিত করতে 150 mL NaOH দ্রবণ প্রয়োজন হয়। NaOH দ্রবণের ঘনমাত্রা ppm একক নির্ণয় কর। [উ: 10664 ppm] [চ. বো. ২০১৫]

সমস্যা-৩.৫০ (গ) : NaOH দ্রবণকে অক্সালিক এসিড দ্বারা টাইট্রেট করতে কোন্ নির্দেশকটি উপযোগী হবে তা যুক্তিসহ ব্যাখ্যা কর। [চ. বো. ২০১৫]

সমস্যা-৩.৫০ (ঘ) : 0.1M HCl এসিড দ্রবণকে Na_2CO_3 দ্রবণ দ্বারা টাইট্রেশন করতে মিথাইল অরেঞ্জ (pH রেঞ্জ = 3.1– 4.4) এবং ফেনলফথ্যালিন (p^H রেঞ্জ = 8.3 –10.0) উভয়কে ব্যবহার করা যাবে কি? প্রশমন লেখের সাহায্যে ব্যাখ্যা কর। [সমাধানকৃত সমস্যা-৩.৩৯ (১) দেখো] [ঢা. বো. ২০১৭; রা. বো. ২০১৭]

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

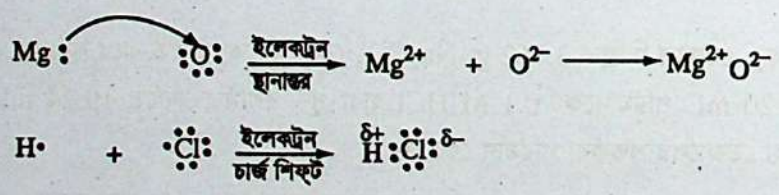
সমস্যা-৩.৫০ (ঙ) :
(১) 0.1M HCl দ্রবণকে NaOH দ্বারা টাইট্রেশনে মিথাইল অরেঞ্জ;
(২) 0.1M HCl দ্রবণকে NH_4OH দ্রবণ দ্বারা টাইট্রেশন ফেনলফথ্যালিন;
(৩) 0.1M CH_3COOH দ্রবণকে NaOH দ্রবণ দ্বারা টাইট্রেশনে ফেনলফথ্যালিন ইত্যাদি এ তিন ক্ষেত্রে ভিন্ন ভিন্ন নির্দেশকের ব্যবহার অম্ল-ক্ষারের প্রকৃতির উপর নির্ভর করে; এর যথার্থ বিশ্লেষণ কর।
[উ: সমাধানকৃত সমস্যা-৩.৩৯ (১) দেখো] [য. বো. ২০১৬]

সমস্যা-৩.৫০ (চ) : মৃদু এসিড ও তীব্র ক্ষার দ্রবণের টাইট্রেশনে ফেনলফথ্যালিনকে নির্দেশকরূপে ব্যবহার করা হয় কেন? [উ: সমাধানকৃত সমস্যা ৩.৩৯(২) দেখো] [য. বো. ২০১৭]

৩.৯ জারণ-বিজারণ বিক্রিয়া (Oxidation-Reduction Reactions)

জারণ-বিজারণ বিক্রিয়া ঘটে আয়নিক যৌগ গঠনে, সব দহন বিক্রিয়ায়, ব্যাটারিতে বিদ্যুৎ উৎপন্ন করার বিক্রিয়ায়, ধাতু নিষ্কাশন বিক্রিয়ায়, দেহের কোষে শক্তি উৎপাদনকালে এরূপ আরো অনেক বিক্রিয়ায় রিডক্স বিক্রিয়া ঘটে।

জারণ-বিজারণ বা রিডক্স (Redox) বিক্রিয়ায় ইলেকট্রন স্থানান্তর ঘটে। বিজারক ইলেকট্রন ত্যাগ করে এবং জারক ইলেকট্রন গ্রহণ করে। আয়নিক যৌগে ইলেকট্রন স্থানান্তর সম্পূর্ণভাবে ঘটলেও সমযোজী যৌগে যেমন HCl অণুতে ইলেকট্রন স্থানান্তর আংশিকভাবেও ঘটে। মূলত ইলেকট্রন স্থানান্তর বলতে বিক্রিয়কের একটি পরমাণু থেকে অপর বিক্রিয়কের পরমাণুতে ইলেকট্রনের নিট স্থানান্তর (net movement)। আবার ইলেকট্রন স্থানান্তরের দিক হলো এক বিক্রিয়কের কম ইলেকট্রন আসক্তির পরমাণু থেকে অপর বিক্রিয়কের বেশি ইলেকট্রন আসক্তির পরমাণুর দিকে। এ তথ্যগুলো নিচের দুটি বিক্রিয়ার বেলায় সুস্পষ্ট :



* MgO গঠনে ইলেকট্রন চার্জ শিফট সম্পূর্ণভাবে ঘটেছে বলে এটি হলো ইলেকট্রন স্থানান্তর এবং সংশ্লিষ্ট পরমাণুতে পূর্ণ ধনাত্মক ও পূর্ণ ঋণাত্মক চার্জযুক্ত আয়ন সৃষ্টি করেছে।
* HCl এর বেলায় তুলনামূলক কম ইলেকট্রন চার্জ শিফট ঘটেছে। তাই আংশিক ধনাত্মক (δ^+) ও আংশিক ঋণাত্মক (δ^-) চার্জ সংশ্লিষ্ট পরমাণুতে সৃষ্টি হয়েছে।
* রসায়নবিদেরা রিডক্স বিক্রিয়ায় ইলেকট্রনের স্থানান্তর বোঝানোর জন্যে কিছু 'পদ' (term) ব্যবহার করেছেন। যেমন জারণ হলো ইলেকট্রন 'ত্যাগ' বা বর্জন (loss)
* বিজারণ হলো ইলেকট্রন গ্রহণ বা অর্জন (gain)।

MgO গঠনকালে Mg পরমাণুর ইলেকট্রন ত্যাগের ফলে জারণ ঘটে এবং O পরমাণুর ইলেকট্রন গ্রহণে বিজারণ ঘটে।

জারণ (Mg কর্তৃক ইলেকট্রন বর্জন) : $Mg \longrightarrow Mg^{2+} + 2e^-$

বিজারণ (O_2 কর্তৃক ইলেকট্রন গ্রহণ) : $\frac{1}{2} O_2 + 2e^- \longrightarrow O^{2-}$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

এক্ষেত্রে অক্সিজেন (O_2) দ্বারা Mg জারিত হয়েছে; তাই O_2 হলো জারক (oxidant) বা অক্সিডাইজিং (oxidising) এজেন্ট। একইভাবে Mg দ্বারা O_2 বিজারিত হয়েছে, তাই Mg হলো বিজারক (reductant) বা রিডিউসিং (reducing) এজেন্ট। এতে বোঝা গেল,

(১) ইলেকট্রন বর্জন ও ইলেকট্রন গ্রহণ যথাক্রমে বিজারক ও জারক পদার্থের মধ্যে একই সাথে ঘটে। এছাড়া,

(২) বিজারক ইলেকট্রন ত্যাগ করে জারিত হয় এবং জারক ইলেকট্রন গ্রহণ করে বিজারিত হয়।

এখন আমরা জারণ, বিজারণ, জারক পদার্থ, বিজারক পদার্থ—এ চারটি পদের সংজ্ঞা জানবো।

জারণের সংজ্ঞা : যে রাসায়নিক বিক্রিয়ার পরমাণু, অণু বা আয়ন ইলেকট্রন বর্জন বা ত্যাগ করে, তাকে জারণ বিক্রিয়া বলে। ইলেকট্রন বর্জনের ফলে পরমাণু, অণু বা আয়ন জারিত হয়। যেমন,

(১) পরমাণুর ইলেকট্রন বর্জন দ্বারা জারণ : (i) $Na \longrightarrow Na^+ + e^-$

(ii) $Ca \longrightarrow Ca^{2+} + 2e^-$

(২) অণুর ইলেকট্রন বর্জন দ্বারা জারণ : (i) $H_2 \longrightarrow 2H^+ + 2e^-$

(ii) $H_2O_2 \longrightarrow 2H^+ + 2e^- + O_2$

(৩) ক্যাটায়নের ইলেকট্রন বর্জন দ্বারা জারণ : (i) $Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + e^-$

(ii) $Sn^{2+} \longrightarrow Sn^{4+} + 2e^-$

(৪) অ্যানায়নের ইলেকট্রন বর্জন দ্বারা জারণ : (i) $2Cl^- \longrightarrow Cl_2 + 2e^-$

(ii) $2S_2O_3^{2-} \longrightarrow S_4O_6^{2-} + 2e^-$

থায়োসালফেট টেট্রাথায়োনেট

বিজারণের সংজ্ঞা : যে রাসায়নিক বিক্রিয়ার পরমাণু, অণু বা আয়ন ইলেকট্রন গ্রহণ করে, তাকে বিজারণ বিক্রিয়া বলে। ইলেকট্রন গ্রহণের ফলে পরমাণু, অণু বা আয়ন বিজারিত হয়। যেমন.

(১) পরমাণুর ইলেকট্রন গ্রহণের ফলে বিজারণ : (i) $Cl + e^- \longrightarrow Cl^-$

(ii) $O + 2e^- \longrightarrow O^{2-}$

(২) অণুর ইলেকট্রন গ্রহণের ফলে বিজারণ : (i) $I_2 + 2e^- \longrightarrow 2I^-$

(ii) $H_2O_2 + 2e^- + 2H^+ \longrightarrow 2H_2O$

(৩) ক্যাটায়নের ইলেকট্রন গ্রহণের ফলে বিজারণ : (i) $Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$

(ii) $Fe^{3+} + e^- \longrightarrow Fe^{2+}$

(৪) অ্যানায়নের ইলেকট্রন গ্রহণের ফলে বিজারণ : (i) $MnO_4^- + 5e^- + 8H^+ \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$

(ii) $Cr_2O_7^{2-} + 6e^- + 14H^+ \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$

রিডক্স বিক্রিয়া (Redox Reaction) : যে বিক্রিয়ায় বিক্রিয়কসমূহের মধ্যে ইলেকট্রনের আদান-প্রদান বা ত্যাগ ও গ্রহণ ঘটে, তাকে রিডক্স বিক্রিয়া বা জারণ-বিজারণ বিক্রিয়া বলে। রিডক্স বিক্রিয়ায় ধাতব পরমাণু থেকে অধাতব পরমাণুতে ইলেকট্রনের স্থানান্তর ঘটে।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

যেমন, $Mg : + :\ddot{O}: \longrightarrow Mg^{2+} + O^{2-} \longrightarrow MgO$

জারক পদার্থের সংজ্ঞা : জারণ-বিজারণ বিক্রিয়ায় যে পদার্থ ইলেকট্রন গ্রহণ করে নিজে বিজারিত হয় এবং অপর বিক্রিয়ক পদার্থকে জারিত করে, তাকে জারক পদার্থ বলে। **জারক পদার্থ হলো ইলেকট্রন-গ্রহীতা।** যে পদার্থের ইলেকট্রন গ্রহণের প্রবণতা যত বেশি সে পদার্থ তত বেশি সবল জারক পদার্থ হয়।

তড়িৎ-ঋণাত্মকতা বৃদ্ধির সাথে হ্যালোজেন মৌলগুলোর জারণ ক্ষমতা নিম্নোক্ত ক্রমে বৃদ্ধি পায় :

$$I_2 < Br_2 < Cl_2 < F_2$$

কয়েকটি জারক পদার্থের উদাহরণ :

(১) গ্যাসীয় জারক পদার্থ : ফ্লোরিন (F_2), ক্লোরিন, অক্সিজেন, ওজোন, সালফার ডাইঅক্সাইড (SO_2), নাইট্রোজেন ডাইঅক্সাইড (NO_2)।

(২) তরল জারক পদার্থ : তরল ব্রোমিন, হাইড্রোজেন পার অক্সাইড (H_2O_2), নাইট্রিক এসিড, গাঢ় H_2SO_4 এসিড ইত্যাদি।

(৩) কঠিন জারক পদার্থ : আয়োডিন, পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট ($KMnO_4$), পটাসিয়াম ডাইক্রোমেট ($K_2Cr_2O_7$), পটাসিয়াম ক্লোরেট ($KClO_3$), ম্যাঙ্গানিজ ডাইঅক্সাইড (MnO_2), ফেরিক ক্লোরাইড ($FeCl_3$) ইত্যাদি।

* সারণি-৩.১ এ দেয়া কিছু জারক পদার্থের বিক্রিয়াকালে জারণ সংখ্যা পরিবর্তন বুঝে নাও।

বিজারক পদার্থের সংজ্ঞা : জারণ-বিজারণ বিক্রিয়ায় যে পদার্থ ইলেকট্রন ত্যাগ বা বর্জন করে নিজে জারিত হয় এবং অপর বিক্রিয়ক পদার্থকে বিজারিত করে, তাকে বিজারক পদার্থ বলে। **বিজারক পদার্থ হলো ইলেকট্রন দাতা।** যে পদার্থের ইলেকট্রন বর্জনের প্রবণতা যত বেশি, সে পদার্থ তত বেশি সবল বিজারক পদার্থ হয়।

পর্যায় সারণির গ্রুপ-1 এর ক্ষার ধাতুগুলোর আয়নীকরণ শক্তি হ্রাসের সাথে তাদের ইলেকট্রন ত্যাগের প্রবণতা বৃদ্ধি পায়। **তাই ক্ষার ধাতুগুলো তীব্র বিজারক এবং এদের বিজারণ ক্ষমতা বৃদ্ধির ক্রম হলো : $Li < K < Na < Rb < Cs$।**

কয়েকটি বিজারক পদার্থের উদাহরণ :

(১) গ্যাসীয় বিজারক পদার্থ : H_2, CO, H_2S, SO_2।

(২) তরল বিজারক পদার্থ : নাইট্রাস এসিড (HNO_2), সালফিউরাস এসিড (H_2SO_3), হাইড্রোব্রোমিক এসিড (HBr), হাইড্রিয়োডিক এসিড (HI)।

(৩) কঠিন বিজারক পদার্থ : অধিকাংশ ধাতু, কার্বন, ফেরাস লবণ ($FeSO_4$, $FeCl_2$), স্ট্যানাস ক্লোরাইড ($SnCl_2$), মারকিউরাস ক্লোরাইড (Hg_2Cl_2), অক্সালিক এসিড ($H_2C_2O_4.2H_2O$), সোডিয়াম থায়োসালফেট ($Na_2S_2O_3.5H_2O$)

* সারণি-৩.১ এ দেয়া কিছু বিজারক পদার্থের বিক্রিয়াকালে জারণ সংখ্যা পরিবর্তন বুঝে নাও।

জেনে নাও :

* ইলেকট্রন বর্জন প্রক্রিয়াকে জারণ বলে। যে পদার্থ ইলেকট্রন বর্জন করে তাকে বিজারক বলে।
* ইলেকট্রন গ্রহণ প্রক্রিয়াকে বিজারণ বলে। যে পদার্থ ইলেকট্রন গ্রহণ করে তাকে জারক বলে।
* জারণ ও বিজারণ বিক্রিয়া এ সাথে ঘটে; একটি ছাড়া অপরটি ঘটে না। জারণ-বিজারণকে রিডক্স বিক্রিয়া বলে।
* বিজারক নিজের ইলেকট্রন জারকের উদ্দেশ্যে তখনই ত্যাগ করবে; যখন জারক নিজে বিজারকের সংস্পর্শে থাকবে।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

* সমযোজী যৌগের ক্ষেত্রে ইলেকট্রনীয় মতবাদ অনুসারে ইলেকট্রন স্থানান্তরের মাধ্যমে জারণ বিজারণ ব্যাখ্যা করা যায় না। এক্ষেত্রে ইলেকট্রনের চার্জ-শিফ্টের মাধ্যমে সংশ্লিষ্ট পরমাণুতে ইলেকট্রন আসক্তির কম-বেশি অনুসারে আংশিক ধনাত্মক চার্জ (δ+) ও আংশিক ঋণাত্মক চার্জ (δ–) দেখানো হয়। এজন্য বর্তমানে জারণ-বিজারণ বিক্রিয়া বা রিডক্স (redox) বিক্রিয়াকে 'নতুন নিয়ম জারণ-সংখ্যা পদ্ধতিতে' ব্যাখ্যা করা হয়।

৩.৯.১ জারণ-সংখ্যা ও রিডক্স বিক্রিয়া

Oxidation number & Redox reaction

বর্তমানে রসায়নবিদেরা 'জারণ-সংখ্যা' O.N (Oxidation Number) নামক 'পদ' ব্যবহার করে যৌগ অণুতে কোন্ পরমাণু ইলেকট্রন-চার্জ ত্যাগ করে এবং কোন্ পরমাণু সেই ইলেকট্রন-চার্জ গ্রহণ করে তা জানার সুনির্দিষ্ট নিয়ম করেছেন।

* যে পরমাণু যতটি ইলেকট্রন চার্জ পূর্ণ বা আংশিকভাবে ত্যাগ করে বা হারায় (loss) ততটি পূর্ণ ধনাত্মক চার্জ যেমন +1, + 2, +3 সে পরমাণুতে দেখানো হয়। অপরদিকে,

* যে পরমাণু ঐ ইলেকট্রন চার্জ গ্রহণ বা লাভ করে (gain) ততটি পূর্ণ ঋণাত্মক চার্জ যেমন, –1, –2, –3 সে পরমাণুতে দেখানো হয়।

জারণ-সংখ্যা : বিক্রিয়াকালে, পরমাণুর ইলেকট্রন ত্যাগ অথবা গ্রহণের ফলে পরমাণুতে সৃষ্ট ধনাত্মক চার্জ বা ঋণাত্মক চার্জের সংখ্যাকে ঐ মৌলের জারণ সংখ্যা বা জারণ অবস্থা বলে। যেমন Na^+ আয়নের বেলায় Na পরমাণুর O•N = +1 হয়, O^{2-} আয়নের বেলায় O-পরমাণুর O•N = – 2 হয়।

নিচে জারণ-সংখ্যা (O.N) নির্ণয়ের সাধারণ নিয়মগুলো উল্লেখ করা হলো :

১। মৌলিক অবস্থায় যেমন Na, O_2, Cl_2, P_4, S_8 ইত্যাদিতে পরমাণুর জারণ অবস্থা বা জারণ সংখ্যা O.N = 0

২। এক পরমাণুবিশিষ্ট আয়নের O.N আয়নের চার্জের সমান। যেমন, Na^+ এর O.N = +1, Cl^- এর O.N = – 1, Mg^{2+} এর O.N = + 2

৩। সমযোজী যৌগে যে মৌলের তড়িৎ ঋণাত্মকতা বেশি সেটির জারণ সংখ্যা ঋণাত্মক এবং অপরটির জারণ সংখ্যা যোজনী অনুসারে ধনাত্মক হয়। যেমন HCl যৌগে H এর জারণ সংখ্যা + 1 এবং Cl এর জারণ সংখ্যা – 1 হয়।

৪। যৌগের নিরপেক্ষ বা আধানবিহীন অণুতে উপস্থিত সব কয়টি পরমাণুর জারণ সংখ্যার যোগফল শূন্য হয়। কিন্তু আয়নে উপস্থিত সব পরমাণুর জারণ সংখ্যার যোগফল আয়নের চার্জের সমান।

৫। পর্যায় সারণির গ্রুপভিত্তিক মৌলের O.N এর নিয়মাবলি :

(ক) গ্রুপ- IA (1) এর বেলায় : O.N = + 1 সব ধাতুর যৌগে।

(খ) গ্রুপ- 2A (2) এর বেলায় : O.N = + 2 সব ধাতুর যৌগে।

(গ) গ্রুপ - 3A (3) এর Al বেলায় : O.N = + 3 সব Al যৌগে।

(ঘ) H এর ধাতব যৌগে : O.N = – 1 সব ধাতব হাইড্রাইডে।

H এর অধাতব যৌগে : O.N = + 1 সব অধাতুর H যৌগে।

(ঙ) O এর যৌগের বেলায় : O.N = –1 সব পার অক্সাইডে।

: O.N = – 2 সব সাধারণ অক্সাইডে (F বাদে)।

: O.N = –1/2 সব সুপার অক্সাইডে (KO_2)।

(চ) F এর যৌগের বেলায় : O.N = – 1 সব ফ্লোরাইড যৌগে।

(ছ) গ্রুপ -7A (17) এর মৌলে: O.N = –1 সব ধাতব ও অধাতব যৌগে (O বাদে)।

MCQ-3.20 : নিচের কোন যৌগে কেন্দ্রীয় পরমাণুর O.N. শূন্য হয়েছে?
(ক) Fe_3O_4 (খ) $CHCl_3$
(গ) CH_2Cl_2 (ঘ) CH_2O_2

MCQ-3.21 : নিচের কোন যৌগে কেন্দ্রীয় পরমাণুর যোজনী ও O.N. এর সংখ্যা সমান হয়েছে?
(ক) CH_2Cl_2 (খ) CCl_4
(গ) C_2H_6 (ঘ) CH_2O_2

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

(জ) আন্তঃহ্যালোজেন যৌগসমূহ যেমন ICl, BrCl, IBr, BrF প্রভৃতি যৌগে অধিকতর তড়িৎ ঋণাত্মক মৌলের জারণ সংখ্যা –1 এবং অন্যটির জারণ সংখ্যা + 1। ICl_3, IBr_3, IF_3, প্রভৃতি যৌগে Cl, Br, F এর জারণ সংখ্যা –1; কিন্তু I এর জারণ সংখ্যা + 3 (সর্বমোট শূন্য)।

(ঝ) পর্যায় সারণির p ব্লকের অধিকাংশ অধাতব মৌল যৌগ গঠনে দুই বা ততোধিক জারণ-অবস্থা প্রদর্শন করে। এ সব ক্ষেত্রে পরিবর্তনশীল জারণ সংখ্যা যুক্ত পরমাণুর সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন জারণ-সংখ্যা থাকে।

(১) মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস থেকে এ সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন জারণ-সংখ্যা নির্ণয় করা যায়।

(২) মৌলের পরমাণুর সর্বশেষ কক্ষপথে বা যোজ্যতাস্তরে যতগুলো ইলেকট্রন থাকে, সেই সংখ্যাই হলো মৌলটির পরমাণুর সর্বোচ্চ জারণ-সংখ্যা। অপরদিকে অযুগ্ম বা বিজোড় ইলেকট্রন সংখ্যাই হলো ঐ মৌলের পরমাণুর সর্বনিম্ন জারণ সংখ্যা। যেমন, N এর সর্বনিম্ন জারণ-সংখ্যা NH_3 অণুতে –3 এবং সর্বোচ্চ জারণ-সংখ্যা HNO_3 অণুতে + 5 হয়। N(7) এর ইলেকট্রন বিন্যাস হলো :

$$N(7) \longrightarrow 1s^2 \boxed{2s^2\ 2p_x^1\ 2p_y^1\ 2p_z^1}$$

∴ N-এর সর্বোচ্চ জারণ সংখ্যা হবে :

যোজ্যতা স্তরের মোট ইলেকট্রন সংখ্যা :

$2s^2 \longrightarrow$ 2টি
$2p_x^1 \longrightarrow$ 1টি
$2p_y^1 \longrightarrow$ 1টি
$2p_z^1 \longrightarrow$ 1টি

মোট ইলেকট্রন = 5টি

∴ N এর সর্বোচ্চ জারণ-সংখ্যা হবে + 5

∴N এর সর্বনিম্ন জারণ সংখ্যা হবে :

যোজ্যতা স্তরের মোট বিজোড় সংখ্যা :

$2p_x^1 \longrightarrow$ 1টি
$2p_y^1 \longrightarrow$ 1টি
$2p_z^1 \longrightarrow$ 1টি

মোট ইলেকট্রন = 3টি

∴ N এর সর্বনিম্ন জারণ সংখ্যা হবে –3

অনুরূপভাবে, S এর ইলেকট্রন বিন্যাস, $S(16) \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 \boxed{3s^2 3p_x^2\ 3p_y^1\ 3p_z^1}$

S এর যোগ্যতা স্তরে মোট ইলেকট্রন = 6টি, ∴ H_2SO_4 যৌগে S এর সর্বোচ্চ জারণ সংখ্যা + 6

S এর যোজ্যতা স্তরে বিজোড় ইলেকট্রন = 2টি ∴ H_2S যৌগে S এর সর্বনিম্ন জারণ সংখ্যা –2

অনুরূপভাবে, Cl এর ইলেকট্রন বিন্যাস, $Cl(17) \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 \boxed{3s^2 3p_x^2 3p_y^2 3p_z^1}$

Cl এর যোজ্যতা স্তরে মোট ইলেকট্রন = 7টি, ∴ $HClO_4$ যৌগে Cl এর সর্বোচ্চ জারণ সংখ্যা + 7

Cl এর যোজ্যতা স্তরে বিজোড় ইলেকট্রন = 1টি, ∴ HCl যৌগে Cl এর সর্বনিম্ন জারণ সংখ্যা – 1

* উল্লেখ্য Cl এর জারণ সংখ্যা পরিবর্তনশীল হলে ও F এর জারণ সংখ্যা স্থির এবং তা –1 হয়। এর কারণ হলো-

Cl হলো ৩য় পর্যায়ভুক্ত মৌল; এর 3d অরবিটাল খালি আছে। উচ্চ তাপে উদ্দীপিত অবস্থায় অধিক সক্রিয় অক্সিজেন পরমাণুর সাথে বিক্রিয়াকালে Cl এর যুগ্ম ইলেকট্রন বিজোড় হয়ে 3d অরবিটালে স্থানান্তরিত হলে Cl-এর বিজোড় ইলেকট্রন সংখ্যা বেড়ে যায়। তখন অষ্টক সম্প্রসারণ সম্ভব হয়।

এরূপে পর্যায়ক্রমে $3p_y^2$, $3p_x^2$ ও $3s^2$ ইলেকট্রনযুগল ভেঙ্গে ইলেকট্রন $3d_{xy}^1$, $3d_{yz}^1$, $3d_{zx}^1$ অরবিটালে স্থানান্তরিত হলে Cl-এর যোজ্যতা স্তরে ইলেকট্রন বিন্যাস হয় : $3s^1\ 3p_x^1\ 3p_y^1\ 3p_z^1 3d_{xy}^1 3d_{yz}^1 3d_{zx}^1$

তখন ক্লোরিন পরমাণু 7টি বিজোড় ইলেকট্রন ব্যবহার করে অন্য পরমাণুর সাথে 7টি সমযোজী বন্ধন করতে পারে। যেমন $HClO_4$ যৌগে Cl-এর জারণ সংখ্যা হয়েছে + 7।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

অপরদিকে F পরমাণুর যোজ্যতা স্তর দ্বিতীয় শক্তিস্তর হওয়ায় এবং ২য় শক্তিস্তরে কোনো খালি d অরবিটাল না থাকায় F পরমাণুর অষ্টক সম্প্রসারণ সম্ভব হয় না এবং একমাত্র জারণ সংখ্যা –1 ছাড়া অন্য কোনো জারণ সংখ্যা F এর জন্য সম্ভব নয়।

(ঞ) কোনো মৌলের সর্বোচ্চ জারণ-সংখ্যা পর্যায় সারণিতে ঐ মৌলের গ্রুপ সংখ্যা অপেক্ষা কখনো বেশি হতে পারে না।

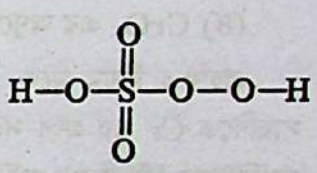
জেনে নাও : **জারণ-সংখ্যা নির্ণয়ে কয়েকটি ব্যতিক্রম :**

(1) H_2SO_5 অণুতে S এর জারণ সংখ্যা : [H_2SO_5 হলো Caro's acid বা পার অক্সো সালফিউরিক এসিড]

প্রচলিত নিয়ম মতে, H_2SO_5 (পার অক্সোসালফিউরিক এসিড) এর অণুতে S এর জারণ-সংখ্যা + 8 হওয়া উচিত।

$$[\overset{+1}{H_2}\overset{x}{S}\overset{-2}{O_5};\ x + 2 - 10 = 0;\ \therefore x = +8]$$

কিন্তু S এর সর্ববহিস্থ কক্ষপথে 6টি ইলেকট্রন আছে। তাই S এর সর্বোচ্চ জারণ সংখ্যা + 6 এর বেশি হওয়া সম্ভব নয়। এখন H_2SO_5-এর গাঠনিক সংকেতের সাহায্য নেয়া দরকার। H_2SO_5 এর গাঠনিক সংকেত থেকে বোঝা যায় H_2SO_5 অণুতে S এর জারণ সংখ্যা হয়েছে বাস্তবপক্ষে + 6। এক্ষেত্রে একটি পারঅক্সাইড বন্ধনে দুটি O পরমাণুর জন্য 2(–1) ধরতে হবে। তখন H_2SO_5 অণুতে S এর জারণ সংখ্যা = x (মনে করি)


[Caro's acid]

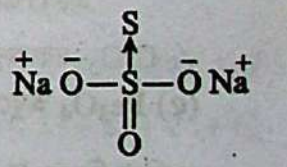
$$\therefore 2x(+1) + x + 2x(-1) + 3\times(-2) = 0,\ \therefore x = +6$$

(H এর জন্য) (O – O বন্ধনের 2টি O এর জন্য) অপর 3টি O এর জন্য

$\therefore$ H_2SO_5 অণুতে S এর প্রকৃত জারণ সংখ্যা = + 6

(2) $Na_2S_2O_3$ (সোডিয়াম থায়োসালফেট) অণুতে S এর জারণ সংখ্যা :

প্রচলিত নিয়ম মতে, $Na_2S_2O_3$ অণুতে S এর জারণসংখ্যা + 2 হওয়া উচিত।



$$\overset{+1}{Na_2}\overset{x}{S_2}\overset{-2}{O_3};\quad 2(+1) + 2x + 3(-2) = 0;\quad \therefore x = +2$$

কিন্তু $Na_2S_2O_3$ এর সাথে লঘু H_2SO_4 এর বিক্রিয়ায় $Na_2S_2O_3$ এর অণুস্থিত 2টি S পরমাণু মধ্যে একটি S রূপে অধঃক্ষিপ্ত হয় এবং অপরটি SO_2 অণুতে জারিত হয়। সুতরাং $Na_2S_2O_3$ অণুর 2টি S পরমাণুর প্রকৃতি ভিন্ন বোঝায়। কাজেই এদের জারণ সংখ্যা একই রকম হতে পারে না। এবার $Na_2S_2O_3$ অণুর গাঠনিক সংকেত জানা দরকার। গাঠনিক সংকেতে 2টি S পরমাণুর জারণ সংখ্যা ভিন্ন। এক্ষেত্রে দুটি S পরমাণুর মধ্যে একটি সন্নিবেশ বন্ধন রয়েছে; তাই ইলেকট্রন-যুগল গ্রহণকারী S পরমাণুর জারণ সংখ্যা – 2 ধরা হয়। এখন অপর S পরমাণুর জারণ সংখ্যা x ধরা হলে, তবে—

$$2\times(+1) + 1\times x + 1\times(-2) + 3\times(-2) = 0,\ \therefore x = +6$$

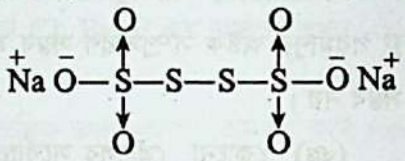
(2টি Na এর জন্য) (সন্নিবেশ বন্ধনের S এর জন্য) (3টি O এর জন্য)

$\therefore$ $Na_2S_2O_3$ এর অণুতে দুটি S পরমাণুর মধ্যে একটির জারণ সংখ্যা –2 এবং অপরটির জারণ সংখ্যা = + 6

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

(৩) $Na_2S_4O_6$ অণুতে S এর জারণ সংখ্যা : প্রচলিত নিয়ম মতে, $Na_2S_4O_6$ (সোডিয়াম টেট্রাথায়োনেট) এর অণুতে S এর জারণ সংখ্যা + 2.5 হয়। কিন্তু $Na_2S_4O_6$ এর গাঠনিক সংকেত থেকে বোঝা যায় যে, দুটি S পরমাণু পরস্পরের সাথে সমযোজী বন্ধনে আবদ্ধ আছে; তাদের জারণ সংখ্যা 0 (শূন্য) হয়। অবশিষ্ট দুটি S পরমাণুর প্রতিটির জারণ সংখ্যা x হলে, তখন—



$2\times(+1) + 2\times x + 2\times 0 + 6\times(-2) = 0 \quad \therefore 2x + 2 - 12 = 0$

(2টি Na এর জন্য) (2টি S এর জন্য) (S-S এবং বন্ধনের জন্য) (6টি O এর জন্য) $\therefore x = +5$

$\therefore Na_2S_4O_6$ অণুতে প্রকৃতপক্ষে যে দুটি S পরমাণু পরস্পরের সাথে সমযোজী বন্ধনে আবদ্ধ আছে তাদের জারণ সংখ্যা শূন্য এবং অপর দুটি S পরমাণুর প্রতিটি জারণ সংখ্যা = + 5।

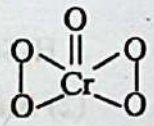
(৪) CrO_5 এর অণুতে Cr এর জারণ সংখ্যা :

প্রচলিত নিয়ম মতে, CrO_5 (পারক্রোমিক অক্সাইড) এর অণুতে Cr এর জারণ সংখ্যা + 10 হয়। কিন্তু পর্যায় সারণিতে Cr এর গ্রুপ সংখ্যা হলো 6, যা এর ইলেকট্রন বিন্যাস $3d^5 4s^1$) যেমন Cr এর 3d অরবিটালে 5টি ও 4s অরবিটালে 1টি মিলে মোট 6টি ইলেকট্রনের সংখ্যা বোঝায়। সুতরাং Cr এর জারণ সংখ্যা কখনো + 6 এর বেশি হওয়া সম্ভব নয়। এখন CrO_5 এর গাঠনিক সংকেত বিবেচনা করা যাক। এর গাঠনিক সংকেতে 4টি O পরমাণু দুটি পারঅক্সাইড (– O–O–) বন্ধনে যুক্ত আছে। গাঠনিক সংকেত থেকে বোঝা যায় CrO_5 এর অণুতে Cr এর প্রকৃত জারণ সংখ্যা + 6।

প্রতিটি পারঅক্সাইড মূলক (–O–O–) এর প্রতিটি O এর জারণ সংখ্যা – 1 ধরে এবং Cr এর জারণ সংখ্যা x ধরে পাই–

$x + 4\times(-1) + 1\times(-2) = 0; \ \therefore x - 4 - 2 = 0, \ \therefore x = +6$

2টি O–O বন্ধনের 4টি O এর জন্য (1টি O এর জন্য)



$\therefore CrO_5$ এর অণুতে প্রকৃতপক্ষে Cr এর জারণ সংখ্যা = + 6

(৫) Fe_3O_4 অণুতে Fe এর জারণ সংখ্যা :

প্রচলিত নিয়মে Fe_3O_4 এ Fe-এর জারণ সংখ্যা হয় $+\frac{8}{3}$। [যেমন, $3x + 4(-2) = 0; \ 3x = 8; \ x = +\frac{8}{3}$]

এক্ষেত্রে Fe এর জারণ সংখ্যার মান Fe_3O_4 যৌগের অণুতে থাকা FeO ও Fe_2O_3 এর ক্ষেত্রে Fe এর দুটি জারণ সংখ্যার গড় মান বোঝাচ্ছে। Fe_3O_4 হলো Fe এর একটি যৌগিক অক্সাইড ($FeO + Fe_2O_3 = Fe_3O_4$)

প্রকৃতপক্ষে FeO এর বেলায় Fe এর জারণ সংখ্যা +2 এবং Fe_2O_3 এর বেলায় Fe এর জারণ সংখ্যা + 3।

জারণ সংখ্যা ও যোজনীর মধ্যে কিছু পার্থক্য আছে। যেমন,

(1) মৌলের যোজনী হলো অপর মৌলের সাথে যুক্ত হওয়ার ক্ষমতা; মৌলের যোজনী নির্ণয়ের H-স্কেল ও O-স্কেল আছে; [রসায়ন-১ম পত্র, সারণি-৩.৩ দেখো]।

(2) যোজনীর ধনাত্মকতা বা ঋণাত্মকতা নেই, শুধু সংখ্যা মান আছে; যেমন H, Cl এর যোজনী 1, O এর যোজনী 2;

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

(3) মৌলের যোজনী সব সময় পূর্ণ সংখ্যা হয়; কিন্তু জারণ সংখ্যা ভগ্নাংশ ও শূন্য হতে পারে; যেমন Fe_3O_4 যৌগে Fe এর O.N = 2.66 ধরা হয়। কিন্তু $Fe_3O_4 = (FeO + Fe_2O_3)$ ধরে Fe এর যোজনী 2, 3 ধরা হয়। CH_2Cl_2 যৌগে C-এর যোজনী 4 হয়; কিন্তু O. N = 0 হয়।

সমাধানকৃত সমস্যা - ৩.৪৯ : মৌলের O.N নির্ণয় :

নিচের যৌগসমূহে প্রত্যেক কেন্দ্রীয় মৌলের পরমাণুর জারণ- সংখ্যা (O.N) নির্ণয় কর।

(ক) ZnS (খ) AlH_3 (গ) $S_2O_3^{2-}$ (ঘ) $Na_2Cr_2O_7$ (ঙ) Ca(OCl)Cl

(চ) $KMnO_4$ যৌগের Mn এর জারণ সংখ্যা গণনা কর।

(ছ) MnO_4^- আয়নে Mn এর জারণ সংখ্যা গণনা কর।

(জ) $K_2Cr_2O_7$ যৌগে Cr এর জারণ সংখ্যা কত হবে?

(ঝ) Cl_2O_7 যৌগে Cl এর জারণ সংখ্যা কত হবে?

(ঞ) $[Cr(CN)_6]^{3-}$ আয়নে Cr এর জারণ মান কত?

দক্ষতা : জারণ-সংখ্যা (O.N.) নির্ণয়ের সাধারণ নিয়ম অনুসরণ করা হবে। যৌগের বেলায় সব পরমাণুর O.N এর যোগফল = 0 হবে। পলিএটমিক আয়নের বেলায় সব পরমাণুর O.N এর যোগফল আয়নের চার্জ সংখ্যার সমান।

সমাধান : (ক) ZnS যৌগে সালফাইড আয়ন, S^{2-} এ সালফার (S) পরমাণুর O.N = – 2 ; তাই Zn এর O.N = + 2। যৌগটিতে পরমাণুর জারণ সংখ্যা $\overset{+2-2}{ZnS}$

(খ) AlH_3 যৌগে H পরমাণু Al ধাতুর সাথে যুক্ত থাকায় এর O.N = –1 তাই A1 এর O. N. = + 3। যৌগটিতে পরমাণুর জারণ সংখ্যা $\overset{+3-1\times3}{AlH_3}$

(গ) $S_2O_3^{2-}$ আয়নে 3 টি O পরমাণু মিলে O.N. = – 6 হওয়ায় 2 টি S পরমাণুর O.N. + 4 মিলে যোগফল –2 হবে, যা আয়নের নিট চার্জের সমান। অর্থাৎ $(2S^{+2})$, $(3O^{-2})$ মিলে 2 (+2) + 3 (–2) = – 2 (নিট চার্জ)। আয়নটিতে বিভিন্ন পরমাণুর জারণ সংখ্যা $\left[\overset{+2\times2-2\times3}{S_2\ O_3}\right]^{2-}$

(ঘ) $Na_2Cr_2O_7$ যৌগে Na পরমাণু + 1 এবং O পরমাণু -2 জারণ অবস্থায় আছে। তাই যৌগ অণুতে মোট চার্জ শূন্য করার জন্য প্রতিটি Cr পরমাণুর O.N. = + 6 হবে। অর্থাৎ $(2Na^+)$, $(2Cr^{+6})$, $(7O^{2-})$ মিলে 2 (+ 1) + 2 (+ 6) + 7 (– 2) = 0 (নিট চার্জ)। যৌগটিতে বিভিন্ন পরমাণুর জারণ সংখ্যা $\overset{+1\times2+6\times2-2\times7}{Na_2Cr_2O_7}$

(ঙ) Ca(OCl)Cl একটি আয়নিক যৌগ। এক্ষেত্রে Ca^{2+} আয়নের সাথে দুটি ঋণাত্মক আয়ন যেমন ClO^- আয়ন ও Cl^- আয়ন যুক্ত আছে। ClO^- আয়নের বেলায় Cl এর চেয়ে O অধিক তড়িৎ ঋণাত্মক; তাই Cl এর জারণ সংখ্যা x হলে, তখন $x - 2 = -1$; $\therefore x = +1$ হয়। সুতরাং ClO^- আয়নে Cl এর জারণ সংখ্যা + 1, Cl^- আয়ন Cl এর জারণ সংখ্যা হয় –1 এবং Ca^{2+} আয়নে Ca এরে জারণ সংখ্যা + 2।

(চ) $KMnO_4$ যৌগে Mn এর জারণ সংখ্যা নির্ণয় কর।

মনে করি, Mn এর জারণ সংখ্যা হলো x। $KMnO_4$ যৌগে K-এর জারণ সংখ্যা +1, প্রতিটি অক্সিজেনের জারণ সংখ্যা + 2। যেহেতু আধানবিহীন যৌগের বেলায় সর্বমোট জারণ সংখ্যা শূন্য হয়, সেহেতু, $+1 + x + (-2) \times 4 = 0$; সুতরাং $KMnO_4$ যৌগে Mn এর জারণ সংখ্যা x = + 7।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

(ছ) পারম্যাঙ্গানেট (MnO_4^-) আয়নে Mn এর জারণ সংখ্যা নির্ণয় কর।

মনে করি পারম্যাঙ্গানেট (MnO_4^-) আয়নে Mn এর জারণ-সংখ্যা হলো x। তখন একটি Mn এর জারণ সংখ্যা এবং চারটি অক্সিজেন পরমাণুর জারণ সংখ্যার যোগফল ঐ আয়নের চার্জের সমান অর্থাৎ –1 হবে :

$$x + (-2) \times 4 = -1$$

বা, $x = (-1 + 8) = +7$

সুতরাং প্রদত্ত আয়নে Mn এর জারণ সংখ্যা হলো + 7।

(জ) $K_2Cr_2O_7$ যৌগে Cr এর জারণ সংখ্যা নির্ণয় কর।

মনে করি, চার্জবিহীন অণু পটাসিয়াম ডাইক্রোমেট $K_2Cr_2O_7$) যৌগে Cr-এর জারণ সংখ্যা x হলে, তখন K এর জারণ সংখ্যা +1 ও অক্সিজেনের জারণ সংখ্যা –2 ধরে পাই,

$$(+1) \times 2 + x \times 2 + (-2) \times 7 = 0$$

বা, $2 + 2x - 14 = 0$

বা, $2x = 12$

বা, $x = 6$; ∴ এক্ষেত্রে $K_2Cr_2O_7$ যৌগে Cr এর জারণ সংখ্যা হলো +6

(ঝ) ক্লোরিন হেপ্টঅক্সাইড Cl_2O_7 যৌগে Cl এর জারণ সংখ্যা কত?

সাধারণ নিয়ম মতে Cl এর জারণ সংখ্যা –1 হওয়ার কথা; কিন্তু অধিকতর তড়িৎ-ঋণাত্মক O ও F এর সাথে Cl এর ব্যতিক্রম হয়। এক্ষেত্রে অক্সিজেনের জারণ সংখ্যা –2 এবং Cl এর জারণ সংখ্যা ধনাত্মক ও x হলে আমরা পাই–

$$2x + (-2) \times 7 = 0 \therefore x = 7$$

Cl_2O_7 (ক্লোরিন হেপ্টঅক্সাইড) যৌগে Cl এর জারণ সংখ্যা হলো +7

(ঞ) হেক্সাসায়ানো ক্রোমেট (III), $[Cr(CN)_6]^{3-}$ আয়নে Cr এর জারণ সংখ্যা নির্ণয় কর।

প্রদত্ত আয়নটি হলো জটিল আয়ন। এ জটিল আয়নে সায়ানাইড আয়ন (CN^-) লিগ্যান্ড বা ইলেকট্রন যুগল যোগানকারী রূপে ছয়টি সায়ানাইড আয়ন (CN^-) যুক্ত আছে।

এক্ষেত্রে সায়ানাইড আয়ন (CN^-) এর চার্জ বা জারণ সংখ্যা হলো –1

Cr জারণ সংখ্যা x ধরে আমরা লিখতে পারি–

$x + (-1) \times 6 = -3$; ∴ $x = 3$

∴ $[Cr(CN)_6]^{3-}$ আয়নে Cr এর জারণ সংখ্যা হলো +3

অনুরূপভাবে (১) H_3PO_4, (২) $HClO_4$, (৩) H_2SO_3, (৪) H_2SO_4, (৫) $Na_2S_2O_3$, (৬) $Fe(CN)_6]^{3-}$, (৭) $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ প্রভৃতি যৌগ ও আয়নসমূহে কেন্দ্রীয় মৌলের জারণ সংখ্যা সংক্ষেপে নিম্ন মতে গণনা করা যায়।

মনে করি, সংশ্লিষ্ট যৌগে ও আয়নে তারকাচিহ্নিত মৌলের জারণ সংখ্যা হলো 'x'। জারণ সংখ্যা নির্ণয়ের নিয়ম মতে,

(১) $H_3\overset{*}{P}O_4$ এর বেলায় : $(+1) \times 3 + x + (-2) \times 4 = 0$, বা, $x = 8 - 3$ ∴ $x = +5$

(২) $H\overset{*}{Cl}O_4$ এর বেলায় : $(+1) \times 1 + x + (-2) \times 4 = 0$, বা, $x = 8 - 1$ ∴ $x = +7$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

(৩) $H_2\overset{*}{S}O_3$ এর বেলায় ∴ $(+1)\times 2 + x + (-2)\times 3 = 0$, বা, $x = 6-2$ ∴ $x = +4$

(৪) $H_2\overset{*}{S}O_4$ এর বেলায় : $(+1)\times 2 + x + (-2)\times 4 = 0$, বা, $x = 8-2$ ∴ $x = +6$

(৫) $Na_2\overset{*}{S}_2O_3$ এর বেলায় : $(+1)\times 2 + 2x + (-2)\times 3 = 0$, বা, $2x = 6-2$ ∴ $x = +2$

(৬) $[\overset{*}{Fe}(CN)_6]^{3-}$ এর বেলায় : $x + (-1)\times 6 = -3$, বা, $x = +6-3$ ∴ $x = +3$

(৭) $[\overset{*}{Cu}(NH_3)_4]^{2+}$ এর বেলায় : $x + (0)\times 4 = +2$, বা, $x = +2$ ∴ $x = +2$

শিক্ষার্থী নিজে কর -৩.১০ : জারণ-সংখ্যাভিত্তিক :

সমস্যা - ৩.৫১ : নিচের যৌগসমূহে প্রত্যেক কেন্দ্রীয় মৌলের পরমাণুর জারণ সংখ্যা (O.N.) নির্ণয় কর।

(ক) পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট ($KMnO_4$). (খ) পারক্লোরিক এসিড ($HClO_4$)

(গ) মনো হাইড্রোজেন ফসফেট আয়ন (HPO_4^{2-}), (ঘ) আয়োডিন পেন্টাফ্লোরাইড (IF_5)

৩.৯.২ রিডক্স (Redox) বিক্রিয়ায় জারক ও বিজারক শনাক্তকরণ

Identifying Oxidizing and Reducing Agents in Redox reaction

কোনো বিক্রিয়ায় বিক্রিয়ক এবং উৎপাদ পদার্থের বিভিন্ন পরমাণুর জারণ সংখ্যার হ্রাস-বৃদ্ধি ঘটলে তখন বিক্রিয়াটি রিডক্স বিক্রিয়া হবে। বিক্রিয়া শেষে উৎপাদের বেলায় বিক্রিয়কের সংশ্লিষ্ট পরমাণুর জারণ সংখ্যার বৃদ্ধি ঘটলে বিক্রিয়কটি বিজারক এবং জারণ সংখ্যার হ্রাস ঘটলে বিক্রিয়কটি জারক হবে। নিচের বিক্রিয়াটিতে এ সব তথ্য খাটে কী না দেখবো :

$$PbO\,(s) + CO\,(g) \longrightarrow Pb\,(s) + CO_2\,(g)$$

বিক্রিয়ক ও উৎপাদে পরমাণুগুলোতে জারণ সংখ্যা নির্দিষ্ট করে পাই :

$$\overset{+2-2}{PbO}\,(s) + \overset{+2-2}{CO}\,(g) \longrightarrow \overset{0}{Pb}\,(s) + \overset{+4-2\times 2}{CO_2}\,(g)$$

Pb পরমাণুর জারণসংখ্যা +2 থেকে হ্রাস পেয়ে শূন্য (0) হয়েছে। তাই PbO বিজারিত হয়েছে। সুতরাং PbO হলো জারক। C পরমাণুর জারণ সংখ্যা + 2 থেকে বৃদ্ধি পেয়ে + 4 হয়েছে। তাই CO এর জারণ ঘটেছে। সুতরাং CO হলো বিজারক। অতএব, সমগ্র বিক্রিয়াটি হলো রিডক্স বিক্রিয়া। এক্ষেত্রে Pb^{2+} আয়ন 2টি ইলেকট্রন গ্রহণ করেছে অর্থাৎ এতে অক্সাইড আয়ন (O^{2-}) থেকে দুটি ইলেকট্রনের Pb^{2+} আয়নে পূর্ণ স্থানান্তর ঘটেছে। অপরদিকে উৎপন্ন CO_2 সমযোজী অণুতে নতুন যুক্ত O পরমাণুতে আংশিকভাবে দুটি ইলেকট্রনের চার্জ শিফট ঘটেছে। সুতরাং রিডক্স বিক্রিয়ায় ইলেকট্রনের স্থানান্তর ঘটে। এ বিক্রিয়া থেকে বিজারক ও জারক পদার্থের বৈশিষ্ট্যসমূহ জেনে নাও।

বিজারক	জারক
বিজারণ ঘটায়,	জারণ ঘটায়,
এক বা একাধিক ইলেকট্রন হারায়,	এক বা একাধিক ইলেকট্রন লাভ করে,
নিজের জারণ ঘটে,	নিজের বিজারণ ঘটে,
সংশ্লিষ্ট পরমাণুর O.N. বৃদ্ধি পায়।	সংশ্লিষ্ট পরমাণুর O.N. হ্রাস পায়।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

শিক্ষার্থী নিজে কর-৩.১১ : জারক ও বিজারক শনাক্তকরণভিত্তিক :

সমস্যা- ৩.৫২ : নিচের বিক্রিয়াসমূহে জারক ও বিজারক এবং জারিত ও বিজারিত পদার্থ শনাক্ত কর।

(ক) $SnO\,(s) + C\,(s) \longrightarrow Sn\,(s) + CO\,(g)$

(খ) $5CO\,(g) + I_2O_5\,(s) \longrightarrow I_2\,(s) + 5CO_2\,(g)$

(গ) $2C_2H_6\,(g) + 7O_2\,(g) \longrightarrow 4CO_2\,(g) + 6\,H_2O\,(g)$

*** জেনে নাও : জারণ সংখ্যা ও একই পদার্থের জারক ও বিজারকরূপে আচরণ :**

যেসব মৌলের পরমাণুর একাধিক জারণ সংখ্যা থাকে, তাদের যৌগগুলো অবস্থাভেদে জারক ও বিজারক উভয়রূপে আচরণ করতে পারে। তখন তাদের জারণ সংখ্যার পরিবর্তন ঘটে। যেমন,

* মৌলটির সর্বনিম্ন জারণ সংখ্যার যৌগ কেবল বিজারকরূপে বিক্রিয়া করে বিক্রিয়া শেষে নিজে জারিত হয়ে কেন্দ্রীয় পরমাণুর জারণ সংখ্যা বৃদ্ধি করে।

* মৌলটির সর্বোচ্চ জারণ সংখ্যার যৌগ কেবল জারকরূপে ক্রিয়া করে বিক্রিয়া শেষে নিজে বিজারিত হয়ে কেন্দ্রীয় পরমাণুর জারণ সংখ্যা হ্রাস করে। যেমন,

(১) H_2S হলো বিজারক, গাঢ় H_2SO_4 হলো জারক, কিন্তু SO_2 হলো অবস্থাভেদে জারক ও বিজারক উভয়ই।

ব্যাখ্যা : (i) H_2S বিজারকরূপে ক্রিয়া করে। [মাদ্রাসা বোর্ড ২০১৮]

আমরা জানি S এর জারণ সংখ্যা হতে পারে + 6, + 4, 0 ও – 2।

H_2S যৌগ S এর জারণ সংখ্যা – 2 আছে এবং এটি হলো S এর সর্বনিম্ন জারণ সংখ্যা। তাই S এর জারণ সংখ্যা আর হ্রাস পাওয়ার সুযোগ নেই; কেবল বৃদ্ধি করার সুযোগ আছে। তখন H_2S এর সালফাইড আয়ন (S^{2-}) বিক্রিয়া কালে জারক পদার্থকে ইলেকট্রন দান করে নিজে জারিত হয়ে জারণ সংখ্যা বৃদ্ধি করতে পারে।

$$3\overset{-2}{H_2S} + 2\overset{+6}{HNO_3}\,(\text{লঘু}) \longrightarrow 2\overset{+2}{NO} + 3\overset{0}{S} + 4H_2O$$

(ii) গাঢ় H_2SO_4 জারকরূপে ক্রিয়া করে।

H_2SO_4 অণুতে S এর সর্বোচ্চ জারণ সংখ্যা + 6 হয়েছে। তাই S এর জারণ সংখ্যা হ্রাস করতে H_2SO_4 অণুকে জারকরূপে ইলেকট্রন গ্রহণ করতে হবে। তখন S এর জারণ সংখ্যা + 6 থেকে হ্রাস পেয়ে + 4, 0 (শূন্য), অথবা, – 2 হতে পারে।

$$2HBr + \overset{+6}{H_2SO_4}\,(\text{গাঢ়}) \longrightarrow Br_2 + \overset{+4}{SO_2} + 2H_2O$$

$$2HI + \overset{+6}{H_2SO_4}\,(\text{গাঢ়}) \longrightarrow I_2 + \overset{+4}{SO_2} + 2H_2O$$

(iii) SO_2 অবস্থাভেদে জারক ও বিজারক উভয় রূপে ক্রিয়া করে। কারণ—

SO_2 অণুতে S এর জারণ সংখ্যা + 4 হয়েছে। তাই জারকরূপে SO_2 বিজারক প্রদত্ত ইলেকট্রন গ্রহণ করে নিজে বিজারিত হয়ে S জারণ সংখ্যা + 4 থেকে হ্রাস করে (0) শূন্য করতে পারে।

$$\overset{+4}{SO_2} + 4HI \longrightarrow 2H_2O + 2I_2 + \overset{0}{S}$$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

আবার বিজারকরূপে SO_2 জলীয় দ্রবণে $FeCl_3$ কে বিজারিত করে নিজে জারিত হয়ে S এর জারণ সংখ্যা বৃদ্ধি করে H_2SO_4 অণু গঠন করতে পারে।

$$\overset{+4}{S}O_2 + 2FeCl_3 + 2H_2O \longrightarrow 2FeCl_2 + 2HCl + H_2\overset{+6}{S}O_4$$

(২) তদ্রূপ, **FeO** অবস্থাভেদে জারক ও বিজারক উভয়রূপে ক্রিয়া করে। আমরা জানি Fe এর জারণ সংখ্যা 0, + 2, + 3 হতে পারে। বর্তমান FeO অণুতে Fe এর জারণ সংখ্যা + 2 আছে। সুতরাং FeO জারকরূপে ক্রিয়া করলে নিজে বিজারিত হয়ে Fe এ পরিণত হবে অর্থাৎ জারণ সংখ্যা 0 (শূন্য) হবে। আবার FeO বিজারকরূপে ক্রিয়া করলে নিজে জারিত হয়ে জারণ সংখ্যা বৃদ্ধি পেয়ে + 3 হবে অর্থাৎ Fe_2O_3 অণুতে পরিণত হবে। যেমন–

FeO জারকরূপে : $\overset{+2}{Fe}O + C \xrightarrow{1200°C} \overset{0}{Fe} + CO$

FeO বিজারকরূপে : $2\overset{+2}{Fe}O + O_2 \xrightarrow{\Delta} \overset{+3}{Fe_2}O_3$

MCQ-3.22 : K_2MnO_4 এ Mn এর জারণ সংখ্যা কত?
(ক) +7 (খ) + 6
(গ) + 5 (ঘ) + 4

৩.৯.৩ জারণ সংখ্যা ও বিশেষ রিডক্স বিক্রিয়া

Oxidation Number & Special Redox Reactions

রিডক্স বিক্রিয়ায় বিজারকের কেন্দ্রীয় পরমাণুটির জারণ সংখ্যা বৃদ্ধি পায় এবং জারকের কেন্দ্রীয় পরমাণুটির জারণসংখ্যা হ্রাস পায়। বিজারক ও জারক পদার্থের অন্যান্য পরমাণুর জারণ সংখ্যা অপরিবর্তিত থাকে। এটি রিডক্স বিক্রিয়ার স্বাভাবিক নিয়ম। এখন আমরা নিম্নোক্ত তিন ধরনের রিডক্স বিক্রিয়ায় কিছু ব্যতিক্রম দেখবো এবং এসব বিক্রিয়ার নামও ভিন্ন দেওয়া হয়েছে। যেমন,

(১) স্বতঃজারণ-বিজারণ বিক্রিয়া (Auto-Redox Reaction)

সংজ্ঞা : যে রিডক্স বিক্রিয়ায় কোনো বিক্রিয়ক পদার্থের অণুস্থিত কোনো মৌলের পরমাণু জারিত হয় এবং একই সাথে ঐ একই অণুস্থিত অপর মৌলের পরমাণু বিজারিত হয়, তখন সে রিডক্স বিক্রিয়াকে স্বতঃজারণ-বিজারণ বিক্রিয়া বলে। যেমন, পটাসিয়াম নাইট্রেট (KNO_3) এর তাপীয় বিযোজনে পটাসিয়াম নাইট্রাইট (KNO_2) ও O_2 উৎপন্ন হয়।

$$2\overset{+5-2}{KNO}_3 \xrightarrow{\text{তাপ}} 2\overset{+3}{KNO}_2 + \overset{0}{O}_2$$

এ বিক্রিয়ায় KNO_3 যৌগের N পরমাণুর বিজারণ ঘটেছে এবং একই সাথে KNO_3 অণুস্থিত O পরমাণু (জারণ সংখ্যা –2) জারিত হয়ে O_2 অণুতে (জারণ সংখ্যা 0) পরিণত হয়েছে। তাই এ বিক্রিয়াটি একটি স্বতঃজারণ-বিজারণ বিক্রিয়ার উদাহরণ। তদ্রূপ–

$$2Pb\overset{+5-2}{(NO_3)_2} \xrightarrow{\Delta} 2PbO + \overset{+4}{4NO_2} + \overset{0}{O}_2$$

(২) অসামঞ্জস্যতা বিক্রিয়া (Disproportionation Reaction)

সংজ্ঞা : যে রিডক্স বিক্রিয়ায় কোনো বিক্রিয়কের অণুস্থিত নির্দিষ্ট মৌলের কিছু পরমাণু জারিত হয়ে উচ্চ জারণ সংখ্যায় এবং অবশিষ্ট পরমাণু বিজারিত হয়ে নিম্ন জারণ-সংখ্যা যুক্ত ভিন্ন উৎপাদে পরিণত হয়, সে রিডক্স বিক্রিয়াকে অসামঞ্জস্যতা বা ডিস্‌প্রোপরসনেশন বিক্রিয়া বলে। যেমন,

উত্তপ্ত ও গাঢ় NaOH দ্রবণের সাথে Cl_2 এর বিক্রিয়ায় NaCl ও $NaClO_3$ যৌগ উৎপন্ন হয়ে থাকে :

$$3\overset{0}{Cl}_2 + 6NaOH \xrightarrow{\Delta} 5\overset{-1}{NaCl} + \overset{+5}{NaClO_3} + 3H_2O$$

এ বিক্রিয়ায় বিক্রিয়ক পদার্থ Cl_2 এর 0(শূন্য) জারণ সংখ্যার 6টি Cl পরমাণুর মধ্যে 5টি Cl পরমাণু বিজারিত হয়ে –1 জারণ-সংখ্যা যুক্ত NaCl উৎপন্ন করেছে এবং 1টি Cl পরমাণু জারিত হয়ে + 5 জারণ সংখ্যা যুক্ত সোডিয়াম ক্লোরেট ($NaClO_3$) যৌগে পরিণত হয়েছে। তাই এ বিক্রিয়াটি একটি অসামঞ্জস্যতা বিক্রিয়া।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

(৩) সামঞ্জস্যতা বিক্রিয়া (Com-proportionation Reaction)

সংজ্ঞা : যে রিডক্স বিক্রিয়ায় দুই বিক্রিয়ক পদার্থের অণুর মধ্যে থাকা ভিন্ন জারণ অবস্থার একটি নির্দিষ্ট মৌলের এমন একটি উৎপাদ উৎপন্ন হয়; যার মধ্যে উভয় বিক্রিয়কের ঐ নির্দিষ্ট মৌলটি রিডক্স বিক্রিয়ার ফলে মধ্যবর্তী কোনো একটি জারণ অবস্থা লাভ করে, সে রিডক্স বিক্রিয়াকে সামঞ্জস্যতা বিক্রিয়া বলে। এ সামঞ্জস্যতা বিক্রিয়াটি হলো অসামঞ্জস্যতা বিক্রিয়ার বিপরীত। যেমন,

(i) $2H_2\overset{-2}{S} + \overset{+4}{S}O_2 \longrightarrow 2H_2O + 3\overset{0}{S}$

এ বিক্রিয়ায় H_2S অণুতে S এর জারণ অবস্থা – 2 এবং SO_2 অণুতে S এর জারণ অবস্থা + 4 আছে। কিন্তু উভয় বিক্রিয়ক থেকে সৃষ্ট উৎপাদ পদার্থ S এ জারণ অবস্থা একই রয়েছে। তাই এটি একটি সামঞ্জস্যতা বিক্রিয়া।

(ii) তদ্রূপ, HCl মিশ্রিত $KBrO_3$ ও KBr এর মধ্যে বিক্রিয়ায় Br_2 ও KCl উৎপন্ন হয়।

$$\overset{+5}{K}BrO_3 + 5K\overset{-1}{B}r + 6HCl \longrightarrow 6KCl + 3\overset{0}{B}r_2 + 3H_2O$$

(৪) বিরঞ্জন বিক্রিয়া (Bleaching Reaction)

সংজ্ঞা : যে সব জারক ও বিজারক জারণ ও বিজারণ ক্রিয়ার মাধ্যমে উদ্ভিজ্জ ও প্রাণিজ রঙিন পদার্থকে বিবর্ণ করে তাদেরকে বিরঞ্জক বা Bleaching agent বলে। এরূপ বিক্রিয়াকে বিরঞ্জন বা ব্লিচিং বিক্রিয়া বলে। পানির উপস্থিতিতে Cl_2, SO_2 ও H_2O_2 বিরঞ্জকরূপে ক্রিয়া করে। Cl_2 সবল বিরঞ্জক হওয়ায় মোটা আঁশ বা সুতার তৈরি গেঞ্জি ও কাপড়ের ব্লিচিং কাজে Cl_2 পানি ব্যবহৃত হয়। অপরদিকে SO_2 ও H_2O_2 মৃদু বিরঞ্জক। উল, সিল্ক ও সূক্ষ্ম সুতার বস্তুকেও কাগজের মণ্ডকে বিরঞ্জন কাজে SO_2 ব্যবহৃত হয়।

$Cl_2 + H_2O \longrightarrow 2HCl + [O]$; রঙিন বস্তু + $[O] \longrightarrow$ জারিত বর্ণহীন বস্তু

$SO_2 + 2H_2O \longrightarrow H_2SO_4 + 2[H]$; রঙিন বস্তু + $[H] \longrightarrow$ বিজারিত বর্ণহীন বস্তু

তদ্রূপ, H_2O_2 দ্বারা উল, সিল্ক ও মাথার কালো চুলকে বিরঞ্জিত করা যায়। বর্তমানে মহিলাদের বিউটি পার্লারে মাথার কালো চুলকে সোনালি করার কাজে ব্যবহৃত ক্রিমে H_2O_2 মিশ্রিত থাকে।

৩.১০ জারণ-বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়া (Redox Half-Reactions)

জারণ-বিজারণ বিক্রিয়া দুটি অংশে বিভক্ত। যেমন বিজারক যে ইলেকট্রন ত্যাগ করে, জারক তা গ্রহণ করে। বিজারক কর্তৃক ইলেকট্রন ত্যাগের ফলে এর সংশ্লিষ্ট মৌলের পরমাণুটি জারিত হয়, একে জারণ অর্ধ-বিক্রিয়া বলে। অপরদিকে জারক কর্তৃক ইলেকট্রন গ্রহণের ফলে এর সংশ্লিষ্ট মৌলের পরমাণুটি বিজারিত হয়, একে বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়া বলে। যেমন–সোডিয়াম পরমাণু ও ক্লোরিন পরমাণুর বিক্রিয়াকালে Na পরমাণু ইলেকট্রন ত্যাগ করে সোডিয়াম আয়ন (Na^+) এ জারিত হয়, এটি জারণ অর্ধ-বিক্রিয়া। Cl পরমাণু ইলেকট্রন গ্রহণ করে ক্লোরাইড আয়ন (Cl^-) এ বিজারিত হয়, এটি বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়া। যেমন–

$Na \longrightarrow Na^+ + e^-$ [জারণ অর্ধ-বিক্রিয়া]

$Cl + e^- \longrightarrow Cl^-$ [বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়া]

যোগ করে, $Na + Cl \longrightarrow Na^+Cl^-$ [জারণ-বিজারণ বিক্রিয়া]

MCQ-3.23 : $Ca(OCl)Cl$ যৌগে Cl এর O.N. কত?
(ক) –1, –1 (খ) +1, –1
(গ) +1, –2 (ঘ) –1, +12

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

জারণ অর্ধ-বিক্রিয়া ও বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়াসহকারে রিডক্স বিক্রিয়ার সমীকরণ সমতা সাধন করা সহজ। **জারণ-বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়া** পদ্ধতিকে **আয়ন-ইলেকট্রন** পদ্ধতিও বলা হয়। এ পদ্ধতিতে প্রথমে সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়ার বিজারক ও জারক চিহ্নিত করা হয়। সারণি-৩.১ মতে বিজারক ও জারক পদার্থে সংশ্লিষ্ট মৌলের জারণ সংখ্যা এবং পরিবর্তিত জারণ সংখ্যা জেনে নিতে হয়।

১ম ধাপ : বিজারকের জারণ সংখ্যার পরিবর্তন অনুসারে জারণ অর্ধ-বিক্রিয়ার সমীকরণের ডানদিকে জারিত আয়ন + ইলেকট্রন সংখ্যা লেখা হয়। এরপর জারকের বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়ার সমীকরণের বামদিকে জারকের আয়ন (বা মৌলিক অণু) + ইলেকট্রন সংখ্যা লিখে. শেষে ডানদিকে জারকের বিজারিত অবস্থা লেখা হয়। এর সাথে বিজারক ও জারক পদার্থের জারণ সংখ্যার পরিবর্তন অনুসারে সঠিক ইলেকট্রন সংখ্যা গণনা করে নেয়া হয়।

২য় ধাপ : প্রতিটি অর্ধ বিক্রিয়ায় পরমাণু সংখ্যা ও চার্জ সংখ্যার সমতা সাধন।

পরমাণু সমতাকরণে O ও H এর আগে অন্য পরমাণু সংখ্যার সমতা করে, এরপর O পরমাণুর এবং শেষে H পরমাণুর সমতা করা হয়। এক্ষেত্রে জারণ অর্ধ-বিক্রিয়ায় উৎপাদ যৌগে অধিক O পরমাণু থাকলে সমীকরণে বাম দিকে বিক্রিয়ক হিসেবে H_2O যোগ করা হয়। বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়ায় জারকের O পরমাণু H_2O গঠনের জন্য প্রয়োজনীয় সংখ্যক H^+ আয়ন সমীকরণের বাম দিকে যোগ করতে হয়।

উভয় অর্ধ-বিক্রিয়ার সমীকরণে ইলেকট্রন ত্যাগ ও ইলেকট্রন গ্রহণ সংখ্যার সমতা করার জন্য প্রয়োজন হলে সমীকরণ দুটিকে সঠিকভাবে 2, 3, 5, 6 ইত্যাদি সংখ্যা দ্বারা গুণ করা হয়।

৩য় ধাপ : এখন অর্ধ-বিক্রিয়ার সমীকরণ দুটিকে যোগ করে জারণ-বিজারণের **আয়নিক সমীকরণ** পাওয়া যাবে। তখন উভয় দিকের ইলেকট্রনসমূহ ও অন্য উপাদান সমতা রক্ষা করে বাদ যাবে।

৪র্থ ধাপ : সবশেষে 'দর্শক আয়ন' যোগ করে আণবিক সমীকরণ গঠন। আয়নিক সমীকরণের উভয়দিকে প্রয়োজনীয় সংখ্যক 'দর্শক-আয়ন' (বিক্রিয়াকালে অপরিবর্তিত আয়ন) সমূহ যোগ করে জারণ-বিজারণের পূর্ণাঙ্গ আণবিক সমীকরণ পাওয়া যাবে। শেষবারের মতো সমীকরণের উভয় দিকে পরমাণু সংখ্যা সমতা রয়েছে কীনা নিশ্চিত করতে হবে।

সারণি-৩.১ : জারণ-বিজারণে কয়েকটি জারক ও বিজারকের জারণ সংখ্যার পরিবর্তন

জারক	জারক পদার্থের আয়নে সংশ্লিষ্ট মৌলের প্রাথমিক জারণ সংখ্যা	গ্রহণ করা e^- সংখ্যা	পরিবর্তিত (O.N)	বিক্রিয়া শেষে অবস্থা
১। $KMnO_4$ (অম্লীয়)	MnO_4^- এ Mn এর জারণ সংখ্যা + 7	$+5e^-$	+2	Mn^{2+}
$KMnO_4$ (ক্ষারীয়) * [ক্ষারীয় ও প্রশম মাধ্যমে]	MnO_4^- এ Mn-এর জারণ সংখ্যা + 7	$+3e^-$	+4	MnO_2
২। $K_2Cr_2O_7$ (অম্লীয়)	$Cr_2O_7^{2-}$ এ Cr এর জারণ সংখ্যা+ 6×2	$+3e^- \times 2$	$+3 \times 2$	$2 \times Cr^{3+}$
৩। $FeCl_3$, Fe^{3+} আয়ন	Fe^{3+} এ Fe এর জারণ সংখ্যা + 3	$+e^-$	+2	Fe^{2+}
৪। $CuSO_4$, Cu^{2+} আয়ন	Cu^{2+}এ Cu-এর জারণ সংখ্যা+ 2	$+e^-$	+1	Cu^+
৫। $Cl_2/Br_2/I_2$	X_2 এ Cl/Br/I এর জারণ সংখ্যা 0	$+e^-$	−1	$Cl^-/Br^-/I^-$
৬। H_2O_2 বা O_2^{2-} আয়ন	O_2^{2-}এ 2O-এর প্রতিটির জারণ সংখ্যা−1	$+2\ e^-$	−2	$2O^{2-}$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

বিজারক	বিজারক পদার্থের আয়নে সংশ্লিষ্ট মৌলের জারণ সংখ্যা (O.N)	ত্যাগ করা e⁻ সংখ্যা	পরিবর্তিত (O.N)	বিক্রিয়া শেষে অবস্থা
১। $H_2C_2O_4$ বা, $C_2O_4^{2-}$: (অম্লীয় মাধ্যমে)	$C_2O_4^{2-}$ এ C-এর জারণ সংখ্যা + 3×2	$-e^- \times 2$	$+4 \times 2$	$2CO_2$
ক্ষারীয় মাধ্যমে :	$C_2O_4^{2-}$ এ C এর জারণ সংখ্যা +3× 2	$-e^- \times 2$	$+4 \times 2$	$2CO_3^{2-}$
২। $FeSO_4$ বা, Fe^{2+}	Fe^{2+} এ Fe এর জারণ সংখ্যা +2	$-e^-$	+3	Fe^{3+}
৩। $SnCl_2$ বা, Sn^{2+}	Sn^{2+} এ Sn এর জারণ সংখ্যা +2	$-2e^-$	+4	Sn^{4+}
৪। KI বা, I^- আয়ন অম্লীয় মাধ্যম (ক্ষারীয় মাধ্যম)	I^- এ 1 এর জারণ সংখ্যা – 1	$-e^-$	0	I_2
	I^- এ 1 এর জারণ সংখ্যা – 1	$-6e^-$	+5	$1O_3^-$
৫। SO_2 $(+2H_2O)$	SO_2 এ S এর জারণ সংখ্যা + 4	$-2e^-$	+6	SO_4^{2-}
৬। H_2S বা, S^{2-} আয়ন	S^{2-} এ S এর জারণ সংখ্যা – 2	$-2e^-$	0	S
H_2S বা, S^{2-} আয়ন	S^{2-} এ S এর জারণ সংখ্যা – 2	$-8e^-$	+6	SO_4^{2-}
৭। $Na_2S_2O_3$ বা, $S_2O_3^{2-}$ থায়োসালফেট	$2S_2O_3^{2-}$ এ জারণ সংখ্যা + 8 (4S)	$-2e^-$	+ 10 (4S)	$S_4O_6^{2-}$ (টেট্রাথায়োনেট)
৮। H_2O_2 বা, O_2^{2-} আয়ন	O_2^{2-} এ O এর জারণ সংখ্যা - 1 × 2	$-2e^-$	0	O_2

* **বিশেষ দ্রষ্টব্য :** ক্ষারীয় ও প্রশম মাধ্যমে $KMnO_4$ এর বিজারিত অবস্থা একই হয়ে MnO_2 অধঃক্ষিপ্ত হয়। কারণ ক্ষারীয় মাধ্যমে প্রথমে উৎপন্ন K_2MnO_4 বিজারকের উপস্থিতিতে পুনরায় পানির সাথে বিক্রিয়ায় MnO_2, KOH ও 2[O] উৎপন্ন করে। [Ref. Advanced Inorganic chemistry : Page–823 : Tuli, Basu, Madan]

ক্ষারীয় মাধ্যমে : $2KMnO_4 + 2KOH \longrightarrow 2K_2MnO_4 + H_2O + [O]$

$2K_2MnO_4 + 2H_2O \longrightarrow 2MnO_2 + 4KOH + 2[O]$

যোগ করে, $2KMnO_4 + H_2O \longrightarrow 2MnO_2 + 2KOH + 3[O]$

এটিই প্রশম মাধ্যমে $KMnO_4$ এর বিক্রিয়া এবং বিক্রিয়া শেষে উৎপাদ KOH বিক্রিয়া মাধ্যমকে ক্ষারীয় করে।

** এখন অম্লীয় দ্রবণে রিডক্স বিক্রিয়ার সমীকরণ সমতাকরণ এবং ক্ষারীয় দ্রবণে রিডক্স বিক্রিয়ার সমীকরণ সমতাকরণ দুটি সমাধানকৃত সমস্যা -৩.৫০ ও ৩.৫১ দ্বারা বোঝানো হলো।

সমাধানকৃত সমস্যা- ৩.৫০ : অম্লীয় দ্রবণে রিডক্স সমীকরণ সমতাকরণ :

যখন অম্লীয় দ্রবণে রিডক্স বিক্রিয়া ঘটে, তখন সমতাকরণে H^+ আয়ন ও H_2O সংশ্লিষ্ট থাকে। অম্লীয় দ্রবণে ডাইক্রোমেট আয়ন ($Cr_2O_7^{2-}$) জারক ও আয়রন (II) আয়ন বিজারকের মধ্যে রিডক্স বিক্রিয়ার সমীকরণ সমতা সাধন

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

করা হলো। এক্ষেত্রে ডাইক্রোমেট আয়ন বিজারিত হয়ে Cr (VI) থেকে Cr (III) আয়নে এবং আয়রন (II) আয়ন জারিত হয়ে আয়রন (III) আয়নে পরিণত হয়। [সারণি-৩.১ দেখো] নিম্নোক্ত ধাপে তা দেখানো হলো–

১ম ধাপ : জারণ অর্ধ-বিক্রিয়া : $Fe^{2+}(aq) \longrightarrow Fe^{3+}(aq) + e^-$

বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়া : $Cr_2O_7^{2-}(aq) + 6e^- \longrightarrow 2Cr^{3+}(aq)$

২য় ধাপ : পরমাণু সংখ্যা ও চার্জ সংখ্যার সমতাকরণ। $Cr_2O_7^{2-}$ আয়নের 7 টি O পরমাণু সহযোগে 7টি H_2O তৈরি হতে 14 টি H^+ আয়ন বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়ায় যোগ হবে। চার্জ সংখ্যা এবং ইলেকট্রন গ্রহণ ও বর্জন সংখ্যা সমান করার জন্য জারণ অর্ধ বিক্রিয়াকে 6 দিয়ে গুণ করতে হবে।

$$6Fe^{2+}(aq) \longrightarrow 6Fe^{3+}(aq) + 6e^-$$

$$Cr_2O_7^{2-}(aq) + 14H^+(aq) + 6e^- \longrightarrow 2Cr^{3+}(aq) + 7H_2O(l)$$

MCQ-3.24 : ক্ষারীয় MnO_4^- আয়ন ও $C_2O_4^{2-}$ আয়নের রিডক্স বিক্রিয়ায় উভয়ের মোলার অনুপাত কত?

(ক) 2 : 3 (খ) 3 : 2

(গ) 1 : 3 (ঘ) 2 : 1

৩য় ধাপ : দুটি অর্ধ-বিক্রিয়াকে যোগ করে রিডক্স বিক্রিয়ার আয়নিক সমীকরণ পাওয়া যাবে। তখন উভয় দিকের ইলেকট্রন সংখ্যা বাদ পড়বে।

$$6Fe^{2+}(aq) \longrightarrow 6Fe^{3+}(aq) + 6e^-$$

$$Cr_2O_7^{2-}(aq) + 14H^+(aq) + 6e^- \longrightarrow 2Cr^{3+}(aq) + 7H_2O(l)$$

যোগ করে, $6Fe^{2+}(aq) + Cr_2O_7^{2-}(aq) + 14H^+(aq) \longrightarrow 6Fe^{3+}(aq) + 2Cr^{3+}(aq) + 7H_2O(l)$

৪র্থ ধাপ : দর্শক আয়ন যোগ করে রিডক্স বিক্রিয়ার আণবিক সমীকরণ পাওয়া যাবে। ডাইক্রোমেট লবণ $K_2Cr_2O_7$ রূপে এবং অম্লরূপে লঘু 1M H_2SO_4 ব্যবহৃত হয়। তাই দর্শক আয়নরূপে K^+ ও SO_4^{2-} আয়ন উভয়দিকে প্রয়োজন মতো যোগ করে আণবিক সমীকরণ পাই–

$$6FeSO_4(aq) + K_2Cr_2O_7(aq) + 7H_2SO_4(aq) \rightarrow 3Fe_2(SO_4)_3(aq) + Cr_2(SO_4)_3(aq) + 7H_2O(l) + K_2SO_4(l)$$

সমাধানকৃত সমস্যা-৩.৫১ : ক্ষারীয় দ্রবণে রিডক্স সমীকরণ সমতাকরণ :

যখন ক্ষারীয় দ্রবণে রিডক্স বিক্রিয়া ঘটে; তখন সমতাকরণে OH^- আয়ন ও H_2O সংশ্লিষ্ট থাকে। (এর আগে দেখছো অম্লীয় দ্রবণে H^+ আয়ন ও H_2O থাকে।) ক্ষারীয় দ্রবণে পারম্যাঙ্গানেট আয়ন (MnO_4^-) জারক ও অক্সালেট আয়ন ($C_2O_4^{2-}$) বিজারকের মধ্যে রিডক্স বিক্রিয়ার সমীকরণ সমতা সাধন করবো। MnO_4^- আয়নের দ্রবণ পাপল বা বেগুনি-লাল বর্ণ হয়, তাই এ শক্তিশালী জারকের রিডক্স টাইট্রেশনে নিজেই নির্দেশকরূপে কাজ করে। রিডক্স বিক্রিয়ায় $NaMnO_4$ ও $Na_2C_2O_4$ এর ক্ষারীয় দ্রবণে অক্সালেট জারিত হয়ে কার্বনেট (CO_3^{2-}) আয়নে এবং MnO_4^- আয়ন বিজারিত হয়ে প্রথমে MnO_4^{2-} আয়ন এবং পরে কঠিন ম্যাঙ্গানিজ ডাই অক্সাইডে (MnO_2) পরিণত হয়। [সারণি-৩.১ দেখো] নিম্নোক্ত ধাপে তা দেখানো হলো। এক্ষেত্রে 'ক্ষার (OH^-) আয়ন যোগ' ধাপ নামে একটি ধাপ বাড়বে।

১ম ধাপ : জারণ অর্ধ-বিক্রিয়া : $C_2O_4^{2-}(aq) \longrightarrow 2CO_3^{2-}(aq) + 2e^-$

বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়া : $MnO_4^-(aq) + 3e^- \longrightarrow MnO_2(s)$

২য় ধাপ : পরমাণু সংখ্যা ও চার্জ সংখ্যার সমতাকরণ। $C_2O_4^{2-}$ আয়নে 4টি O পরমাণু আছে; কিন্তু এর জারিত অবস্থা $2CO_3^{2-}$ আয়নে 6টি O পরমাণু থাকায় বাম পার্শ্বে $2H_2O$ যোগ হবে। MnO_4^- আয়নের 4টি O পরমাণুর বিপরীতে MnO_2 অণুতে 2টি O পরমাণু থাকায় ডানদিকে $2H_2O$ যোগ করা হলো। H পরমাণুর সমতা করার জন্য জারণ বিক্রিয়ার সমীকরণের ডানে ও বিজারণ বিক্রিয়ার সমীকরণের বামে প্রতিক্ষেত্রে $4H^+$ আয়ন যোগ করা হলো, উভয় অর্ধ-বিক্রিয়ায় চার্জ সংখ্যা ঠিক আছে।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

$$C_2O_4^{2-} + 2H_2O \longrightarrow 2CO_3^{2-} + 4H^+ + 2e^-$$
$$MnO_4^- + 4H^+ + 3e^- \longrightarrow MnO_2 + 2H_2O$$

তবে উভয় অর্ধ-বিক্রিয়ায় ইলেকট্রন ত্যাগ ও ইলেকট্রন গ্রহণ সংখ্যার সমতা করার জন্য জারণ অর্ধ-বিক্রিয়াকে 3 দ্বারা এবং বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়াকে 2 দ্বারা গুণ করতে হবে।

৩য় ধাপ : এখন দুটি অর্ধ-বিক্রিয়াকে যথাক্রমে 3 এবং 2 দ্বারা গুণ করে যোগ করতে হবে। তখন উভয় দিকে ইলেকট্রন সংখ্যা ও সমসংখ্যক H_2O ও H^+ আয়ন বাদ যাবে।

$$3C_2O_4^{2-} + 6H_2O \longrightarrow 6CO_3^{2-} + 12H^+ + 6e^-$$
$$2MnO_4^- + 8H^+ + 6e^- \longrightarrow 2MnO_2 + 4H_2O$$

যোগ করে $3C_2O_4^{2-} + 2H_2O + 2MnO_4^- \longrightarrow 2MnO_2 + 6CO_3^{2-} + 4H^+$

৪র্থ ধাপ : ক্ষারীয় মাধ্যম বজায় রাখার জন্য এবং ডানদিকের $4H^+$ আয়নকে প্রশমিত করতে উভয় দিকে $4OH^-$ আয়ন যোগ করা হলো। উৎপন্ন $4H_2O$ অণু থেকে বাম দিকের 2টি H_2O অণু বাদ যাবে।

$$3C_2O_4^{2-} + 2H_2O + 2MnO_4^- + 4O\bar{H} \longrightarrow 2MnO_2 + 6CO_3^{2-} + 4H^+ + 4OH^-$$
$$\text{Or, } 3C_2O_4^{2-} + 2H_2O + 2MnO_4^- + 4O\bar{H} \longrightarrow 2MnO_2 + 6CO_3^{2-} + 4H_2O$$

এখন প্রত্যেকটি উপাদানের ভৌত অবস্থাসহকারে আয়নিক সমীকরণ হবে–

$$3C_2O_4^{2-}(aq) + 2\,MnO_4^-(aq) + 4O\bar{H}(aq) \longrightarrow 2MnO_2(s) + 6CO_3^{2-}(aq) + 2H_2O(l)$$

৫ম ধাপ : দর্শক আয়নরূপে Na^+ আয়ন উভয় দিকে প্রয়োজন মতো যোগ করে আণবিক সমীকরণ পাই,

$$3Na_2C_2O_4(aq) + 2NaMnO_4(aq) + 4NaOH(aq) \longrightarrow 2MnO_2(s) + 6Na_2CO_3(aq) + 2H_2O(l)$$

সমাধানকৃত সমস্যা–৩.৫২ : নিম্নোক্ত বিক্রিয়াটিকে অর্ধ-বিক্রিয়ার সাহায্যে লেখ :

$$FeSO_4 + KMnO_4 + H_2SO_4 \longrightarrow Fe_2(SO_4)_3 + MnSO_4 + K_2SO_4 + H_2O$$

সমাধান : প্রদত্ত রিডক্স বিক্রিয়ার আয়নিক সমীকরণটি হলো :

$$Fe^{2+} + MnO_4^- + H^+ \longrightarrow Fe^{3+} + Mn^{2+} + H_2O$$

এক্ষেত্রে বিজারক হলো Fe^{2+} আয়ন এবং জারক হলো অম্লীয় MnO_4^- আয়ন। বিক্রিয়াকালে বিজারক Fe^{2+} আয়ন 1টি ইলেকট্রন ত্যাগ করে Fe^{3+} আয়নে জারিত হয় এবং জারক MnO_4^- আয়ন অম্লীয় মাধ্যমে 5টি ইলেকট্রন গ্রহণ করে Mn^{2+} আয়নে বিজারিত হয়। [সারণি-৩.১ দেখো] তখন MnO_4^- আয়নের 4টি O পরমাণু 8টি H^+ আয়নসহ 4টি H_2O অণু গঠন করে। সুতরাং নিম্নরূপ জারণ ও বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়া ঘটে:

জারণ অর্ধ-বিক্রিয়া : $Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + e^-$ ... ... (1)

বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়া : $MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$ ... ... (2)

জারণ অর্ধ-বিক্রিয়া ও বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়ায় ইলেকট্রনের সংখ্যা সমান করার জন্য (1) নং সমীকরণকে 5 দিয়ে গুণ করে উভয় সমীকরণকে যোগ করে পাই :

$$5Fe^{2+} \longrightarrow 5Fe^{3+} + 5e^-$$
$$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$$

যোগ করে, $5Fe^{2+} + MnO_4^- + 8H^+ \longrightarrow 5Fe^{3+} + Mn^{2+} + 4H_2O$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

কিন্তু $Fe_2(SO_4)_3$ অণুতে 2টি Fe^{3+}আয়ন আছে, তাই ওপরের সমীকরণকে 2 দিয়ে গুণ করে জোড় সংখ্যা করলে পাই–

$$10Fe^{2+} + 2MnO_4^- + 16H^+ \longrightarrow 10Fe^{3+} + 2Mn^{2+} + 8H_2O$$

এ সমতাকৃত আয়নিক সমীকরণে দর্শক আয়নরূপে K^+ ও SO_4^{2-} আয়ন যোগ করে পাই—

$$10FeSO_4 + 2KMnO_4 + 8H_2SO_4 \longrightarrow 5Fe_2(SO_4)_3 + 2MnSO_4 + 8H_2O$$

এ সমীকরণের বাম ও ডানদিকে K^+ আয়ন ও SO_4^{2-} আয়নের সংখ্যা সমান করে আণবিক সমীকরণ পাই–

$$10FeSO_4 + 2KMnO_4 + 8H_2SO_4 \longrightarrow 5Fe_2(SO_4)_3 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$$

সমাধানকৃত সমস্যা-৩.৫৩ : লঘু H_2SO_4 মিশ্রিত $KMnO_4$ দ্রবণে H_2S চালনা করলে সংঘটিত রিডক্স বিক্রিয়া আয়ন ইলেকট্রন পদ্ধতিতে সমতা সাধন কর। [অভিন্ন বোর্ড, ২০১৮]

$$KMnO_4 + H_2SO_4 + H_2S \longrightarrow ? + ? + ? + ?$$

সমাধান : প্রদত্ত রিডক্স বিক্রিয়ার আয়নিক সমীকরণটি হলো নিম্নরূপ :

$$MnO_4^- + S^{2-} + H^+ \longrightarrow ? + ? + ? + ?$$

এক্ষেত্রে বিজারক হলো সালফাইড আয়ন (S^{2-}) এবং জারক হলো অম্লীয় পারম্যাঙ্গানেট আয়ন (MnO_4^-)। বিক্রিয়াকালে বিজারক S^{2-} আয়ন 2টি ইলেকট্রন ত্যাগ করে সালফার (S) মৌলে জারিত হয় এবং জারক অম্লীয় মাধ্যমে MnO_4^- আয়ন 5টি ইলেকট্রন গ্রহণ করে Mn^{2+} আয়নে বিজারিত হয়। [সারণি-৩.১ দেখো]। তখন MnO_4^- আয়নের 4টি O পরমাণু 8টি H^+ আয়নসহ 4টি H_2O অণু গঠন করে। এদের মধ্যে নিম্নরূপ জারণ বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়া ঘটে :

জারণ অর্ধ-বিক্রিয়া : $S^{2-} \longrightarrow S + 2e^-$ ..... (1)

বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়া : $MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$ ..... (2)

জারণ অর্ধ-বিক্রিয়া ও বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়ায় ইলেকট্রন সংখ্যা সমান করার জন্য (1) নং সমীকরণকে 5 দিয়ে এবং (2) নং সমীকরণকে 2 দিয়ে গুণ করে যোগ করে পাই,

$$5S^{2-} \longrightarrow 5S + 10e^-$$

$$2MnO_4^- + 16H^+ + 10e^- \longrightarrow 2Mn^{2+} + 8H_2O$$

যোগ করে, $2MnO_4^- + 16H^+ + 5S^{2-} \longrightarrow 2Mn^{2+} + 5S + 8H_2O$

এ সমতাযুক্ত আয়নিক সমীকরণে দর্শক আয়নরূপে K^+ আয়ন ও SO_4^{2-} আয়ন যোগ করে আণবিক সমীকরণ পাই–

$$2KMnO_4 + 5H_2S + 3H_2SO_4 \longrightarrow 2MnSO_4 + 5S + K_2SO_4 + 8H_2O$$

সমাধানকৃত সমস্যা-৩.৫৪ : লঘু H_2SO_4 মিশ্রিত $KMnO_4$ এর সাথে অক্সালিক এসিড ($H_2C_2O_4$) এর রিডক্স বিক্রিয়াটি অর্ধ-বিক্রিয়ার সাহায্যে লেখ :

$$H_2C_2O_4 + KMnO_4 + H_2SO_4 \longrightarrow CO_2 + MnSO_4 + K_2SO_4 + H_2O$$

সমাধান : প্রদত্ত রিডক্স বিক্রিয়ার আয়নিক সমীকরণটি হলো :

$$C_2O_4^{2-} + MnO_4^- + H^+ \longrightarrow CO_2 + Mn^{2+} + H_2O$$

এক্ষেত্রে বিজারক হলো অক্সালেট আয়ন ($C_2O_4^{2-}$) এবং জারক হলো অম্লীয় MnO_4^- আয়ন। বিক্রিয়াকালে বিজারক $C_2O_4^{2-}$ আয়ন 2টি ইলেকট্রন ত্যাগ করে 2 অণু CO_2 উৎপন্ন করে; এবং জারক অম্লীয় মাধ্যমে MnO_4^- আয়ন 5টি ইলেকট্রন গ্রহণ করে Mn^{2+} আয়নে বিজারিত হয়। [সারণি-৩.১ দেখো]। তখন MnO_4^- আয়নের 4টি O পরমাণু 8টি H^+ আয়নসহ 4টি H_2O অণু গঠন করে। এদের মধ্যে নিম্নরূপ জারণ বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়া ঘটে :

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

জারণ অর্ধ-বিক্রিয়া : $C_2O_4^{2-} \longrightarrow 2CO_2 + 2e^-$ ... ... (1)

বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়া : $MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$ ... ... (2)

জারণ অর্ধ-বিক্রিয়া ও বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়ায় ইলেকট্রনের সংখ্যা সমান করার জন্য (1)নং সমীকরণকে 5 দিয়ে এবং (2) নং সমীকরণকে 2 দিয়ে গুণ করে যোগ করলে পাই—

$$5C_2O_4^{2-} \longrightarrow 10CO_2 + 10e^-$$

$$2MnO_4^- + 16H^+ + 10e^- \longrightarrow 2Mn^{2+} + 8H_2O$$

যোগ করে, $5C_2O_4^{2-} + 2MnO_4^- + 16H^+ \longrightarrow 10CO_2 + 2Mn^{2+} + 8H_2O$

এ সমতাযুক্ত আয়নিক সমীকরণে দর্শক আয়নরূপে K^+ আয়ন ও SO_4^{2-} আয়ন যোগ করে আণবিক সমীকরণ পাই-

$$5H_2C_2O_4 + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \longrightarrow 10CO_2 + 2MnSO_4 + 8H_2O$$

এ সমীকরণের বাম ও ডান দিকে K^+ আয়ন ও SO_4^{2-} আয়নের সংখ্যা সমান করে সমতাযুক্ত আণবিক সমীকরণ পাই–

$$5H_2C_2O_4 + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \longrightarrow 10CO_2 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$$

সমাধানকৃত সমস্যা-৩.৫৫ : লঘু H_2SO_4 মিশ্রিত $KMnO_4$ এর সাথে H_2O_2 (হাইড্রোজেন পারঅক্সাইড) এর রিডক্স বিক্রিয়াটি অর্ধ-বিক্রিয়ার সাহায্যে লেখ :

$$H_2O_2 + KMnO_4 + H_2SO_4 \longrightarrow O_2 + MnSO_4 + K_2SO_4 + H_2O$$

সমাধান : প্রদত্ত রিডক্স বিক্রিয়ার আয়নিক সমীকরণটি হলো :

$$O_2^{2-} + MnO_4^- + H^+ \longrightarrow O_2 + Mn^{2+} + H_2O$$

এক্ষেত্রে বিজারক হলো পার অক্সাইড আয়ন (O_2^{2-}) এবং জারক হলো অম্লীয় MnO_4^- আয়ন। বিক্রিয়াকালে বিজারক O_2^{2-} (পারঅক্সাইড) আয়ন 2টি ইলেকট্রন ত্যাগ করে O_2 অণুতে জারিত হয়; এবং জারক অম্লীয় মাধ্যমে MnO_4^- আয়ন 5টি ইলেকট্রন গ্রহণ করে Mn^{2+} আয়নে বিজারিত হয় [সারণি ৩.১ দেখো]। তখন MnO_4^- আয়নের 4টি O পরমাণু 8টি H^+ আয়নসহ 4টি H_2O অণু গঠন করে। এদের মধ্যে নিম্নরূপ জারণ বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়া ঘটে :

জারণ অর্ধ-বিক্রিয়া : $O_2^{2-} \longrightarrow O_2 + 2e^-$ ... ... (1)

বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়া : $MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \longrightarrow 2Mn^{2+} + 4H_2O$ ... ... (2)

জারণ অর্ধ-বিক্রিয়া ও বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়ায় ইলেকট্রন সংখ্যা সমান করার জন্য (1) নং সমীকরণকে 5 দিয়ে এবং (2) নং সমীকরণকে 2 দিয়ে গুণ করে যোগ করলে পাই–

$$5O_2^{2-} \longrightarrow 5O_2 + 10e^-$$

$$2MnO_4^- + 16H^+ + 10e^- \longrightarrow 2Mn^{2+} + 8H_2O$$

যোগ করে, $5O_2^{2-} + 2MnO_4^- + 16H^+ \longrightarrow 5O_2 + 2Mn^{2+} + 8H_2O$

এ সমতাযুক্ত আয়নিক সমীকরণে দর্শক আয়নরূপে K^+ আয়ন ও SO_4^{2-} আয়ন যোগ করে আণবিক সমীকরণ পাই–

$$5H_2O_2 + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \longrightarrow 5O_2 + 2MnSO_4 + 8H_2O$$

এ সমীকরণের বাম ও ডান দিকে K^+ আয়ন ও SO_4^{2-} আয়নের সংখ্যা সমান করে সমতাযুক্ত আণবিক সমীকরণ পাই–

$$5H_2O_2 + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \longrightarrow 5O_2 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সমাধানকৃত সমস্যা-৩.৫৬ : লঘু H_2SO_4 এসিড মিশ্রিত $K_2Cr_2O_7$ এর সাথে $FeSO_4$ এর জারণ-বিজারণ বিক্রিয়াটি অর্ধ-বিক্রিয়ার সাহায্যে লেখ।

$$FeSO_4 + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \longrightarrow Fe_2(SO_4)_3 + Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + H_2O$$

সমাধান : প্রদত্ত রিডক্স বিক্রিয়ার আয়নিক সমীকরণটি হলো :

$$Fe^{2+} + Cr_2O_7^{2-} + H^+ \longrightarrow Fe^{3+} + Cr^{3+} + H_2O$$

এক্ষেত্রে বিজারক হলো Fe^{2+} আয়ন এবং জারক হলো অম্লীয় $Cr_2O_7^{2-}$ (ডাইক্রোমেট) আয়ন। বিক্রিয়াকালে বিজারক Fe^{2+} আয়ন 1টি ইলেকট্রন ত্যাগ করে Fe^{3+} আয়নে জারিত হয়; এবং জারক অম্লীয় মাধ্যমে $Cr_2O_7^{2-}$ আয়ন 6টি ইলেকট্রন গ্রহণ করে 2টি Cr^{3+} আয়নে বিজারিত হয় [সারণি ৩.১ দেখো]। তখন $Cr_2O_7^{2-}$ আয়নের 7টি O পরমাণু 14টি H^+ আয়নসহ 7টি H_2O অণু গঠন করে। উভয়ের মধ্যে নিম্নরূপ জারণ বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়া ঘটে :

জারণ অর্ধ-বিক্রিয়া : $Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + e^- \ldots \ldots \ldots (1)$

বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়া : $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O \ldots \ldots \ldots (2)$

জারণ অর্ধ-বিক্রিয়ায় ও বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়ায় ইলেকট্রন সংখ্যা সমান করার জন্য (1) নং সমীকরণকে 6 দিয়ে গুণ করে উভয় সমীকরণকে যোগ করে পাই—

$$6Fe^{2+} \longrightarrow 6Fe^{3+} + 6e^-$$
$$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$$

যোগ করে, $6Fe^{2+} + Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ \longrightarrow 6Fe^{3+} + 2Cr^{3+} + 7H_2O$

এ সমতাযুক্ত আয়নিক সমীকরণে দর্শক আয়নরূপে K^+ আয়ন ও SO_4^{2-} আয়ন যোগ করে পাই—

$$6FeSO_4 + K_2Cr_2O_7 + 7H_2SO_4 \longrightarrow 3Fe_2(SO_4)_3 + Cr_2(SO_4)_3 + 7H_2O$$

এ সমীকরণের বাম ও ডান দিকে K^+ আয়ন ও SO_4^{2-} আয়নের সংখ্যা সমান করে সমতাযুক্ত আয়নিক সমীকরণ পাই-

$$6FeSO_4 + K_2Cr_2O_7 + 7H_2SO_4 \longrightarrow 3Fe_2(SO_4)_3 + Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 7H_2O$$

সমাধানকৃত সমস্যা-৩.৫৭ : লঘু H_2SO_4 মিশ্রিত $K_2Cr_2O_7$ এর সাথে KI লবণের জারণ বিজারণ বিক্রিয়াটি অর্ধ-বিক্রিয়ার সাহায্যে লেখ।

$$2KI + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \longrightarrow I_2 + Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + H_2O$$

সমাধান : প্রদত্ত রিডক্স বিক্রিয়ার আয়নিক সমীকরণটি হলো :

$$2I^- + Cr_2O_7^{2-} + H^+ \longrightarrow I_2 + 2Cr^{3+} + H_2O$$

এক্ষেত্রে বিজারক হলো আয়োডাইড আয়ন (I^-) এবং জারক হলো অম্লীয় ডাইক্রোমেট আয়ন ($Cr_2O_7^{2-}$)। বিক্রিয়াকালে বিজারক 2টি আয়োডাইড আয়ন (I^-) প্রত্যেকে 1টি করে ইলেকট্রন ত্যাগ করে I_2 অণুরূপে জারিত হয়; এবং জারক অম্লীয় মাধ্যমে $Cr_2O_7^{2-}$ (ডাইক্রোমেট) আয়ন 6টি ইলেকট্রন গ্রহণ করে 2টি Cr^{3+} আয়নে বিজারিত হয়। তখন $Cr_2O_7^{2-}$ আয়নের 7টি O পরমাণু 14টি H^+ আয়নসহ 7টি H_2O অণু গঠন করে। উভয়ের মধ্যে নিম্নরূপ জারণ ও বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়া ঘটে :

জারণ অর্ধ-বিক্রিয়া : $2I^- \longrightarrow I_2 + 2e^- \ldots \ldots \ldots (1)$

বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়া : $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O \ldots \ldots \ldots (2)$

জারণ অর্ধ-বিক্রিয়া ও বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়ায় ইলেকট্রন সংখ্যা সমান করার জন্য (1) নং সমীকরণকে 3 দিয়ে গুণ করে উভয় সমীকরণকে যোগ করে পাই—

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

$$6I^- \longrightarrow 3I_2 + 6e^-$$

$$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$$

যোগ করে, $6I^- + Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ \longrightarrow 3I_2 + 2Cr^{3+} + 7H_2O$

এ সমতাযুক্ত আয়নিক সমীকরণে দর্শক আয়নরূপে K^+ আয়ন ও SO_4^{2-} আয়ন যোগ করে আণবিক সমীকরণ পাই–

$$6KI + K_2Cr_2O_7 + 7H_2SO_4 \longrightarrow 3I_2 + Cr_2(SO_4)_3 + 7H_2O$$

এ সমীকরণের বাম ও ডান দিকে K^+ আয়ন ও SO_4^{2-} আয়নের সংখ্যা সমান করে সমতাযুক্ত আণবিক সমীকরণ পাই–

$$6KI + K_2Cr_2O_7 + 7H_2SO_4 \longrightarrow 3I_2 + Cr_2(SO_4)_3 + 4K_2SO_4 + 7H_2O$$

*** জেনে নাও :** আয়োডাইড লবণ (KI) থেকে I_2 উৎপন্ন করা যায় কেবল অম্লীয় মাধ্যমে। ক্ষার মাধ্যমে I_2 জারিত হয়ে আয়োডেট লবণ (KIO_3) তৈরি করে। লঘু H_2SO_4 এর পরিবর্তে লঘু HCl ব্যবহার করলে $14H^+$ আয়নের জন্য 14HCl অণু প্রয়োজন হবে। সমীকরণটি হবে নিম্নরূপ :

$$6KI + K_2Cr_2O_7 + 14HCl \longrightarrow 3I_2 + 2CrCl_3 + 8KCl + 7H_2O$$

সমাধানকৃত সমস্যা-৩.৫৮ : লঘু H_2SO_4 মিশ্রিত $Na_2Cr_2O_7$ এর সাথে সোডিয়াম অক্সালেট ($Na_2C_2O_4$) এর রিডক্স বিক্রিয়াটি অর্ধ-বিক্রিয়ার সাহায্যে লেখ।

$$Na_2C_2O_4 + Na_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \longrightarrow CO_2 + Cr_2(SO_4)_3 + Na_2SO_4 + H_2O$$

সমাধান : প্রদত্ত জারণ-বিজারণ বিক্রিয়ার আয়নিক সমীকরণটি হলো :

$$C_2O_4^{2-} + Cr_2O_7^{2-} + H^+ \longrightarrow 2CO_2 + 2Cr^{3+} + H_2O$$

এক্ষেত্রে বিজারক হলো অক্সালেট আয়ন ($C_2O_4^{2-}$) এবং জারক হলো অম্লীয় ডাইক্রোমেট আয়ন ($Cr_2O_7^{2-}$)। বিক্রিয়াকালে বিজারক $C_2O_4^{2-}$ (অক্সালেট) আয়ন 2টি ইলেকট্রন ত্যাগ করে 2 অণু CO_2 উৎপন্ন করে; এবং জারক অম্লীয় মাধ্যমে $Cr_2O_7^{2-}$ আয়ন 6টি ইলেকট্রন গ্রহণ করে 2টি Cr^{3+} আয়নে বিজারিত হয়। তখন $Cr_2O_7^{2-}$ আয়নের 7টি O পরমাণু 14টি H^+ আয়নসহ 7টি H_2O অণু গঠন করে। উভয়ের মধ্যে জারণ বিজারণের অর্ধ-বিক্রিয়া নিম্নরূপ :

জারণ অর্ধ-বিক্রিয়া : $C_2O_4^{2-} \longrightarrow 2CO_2 + 2e^-$ ... ... (1)

বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়া : $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$ ... ... (2)

জারণ অর্ধ-বিক্রিয়া ও বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়ায় ইলেকট্রনের সংখ্যা সমান করার জন্য (1) নং সমীকরণকে 3 দিয়ে গুণ করে উভয় সমীকরণকে যোগ করে পাই—

$$3C_2O_4^{2-} \longrightarrow 6CO_2 + 6e^-$$

$$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$$

যোগ করে, $3C_2O_4^{2-} + Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ \longrightarrow 6CO_2 + 2Cr^{3+} + 7H_2O$

এ সমতাযুক্ত আয়নিক সমীকরণে দর্শক আয়নরূপে Na^+ আয়ন ও SO_4^{2-} আয়ন যোগ করে আণবিক সমীকরণ পাই-

$$3Na_2C_2O_4 + Na_2Cr_2O_7 + 7H_2SO_4 \longrightarrow 6CO_2 + Cr_2(SO_4)_3 + 7H_2O$$

এ সমীকরণের বাম ও ডান দিকে Na^+ আয়ন ও SO_4^{2-} আয়নের সংখ্যা সমান করে সমতাযুক্ত আয়নিক সমীকরণ পাই–

$$3Na_2C_2O_4 + Na_2Cr_2O_7 + 7H_2SO_4 \longrightarrow 6CO_2 + Cr_2(SO_4)_3 + 4Na_2SO_4 + 7H_2O$$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সমাধানকৃত সমস্যা-৩.৫৯ : সোডিয়াম থায়োসালফেট ও আয়োডিনের জারণ বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়ার সাহায্যে লেখ :

$$2Na_2S_2O_3 + I_2 \longrightarrow Na_2S_4O_6 + 2NaI$$

সমাধান : প্রদত্ত জারণ-বিজারণ বিক্রিয়ার আয়নিক সমীকরণটি হলো :

$$S_2O_3^{2-} + I_2 \longrightarrow S_4O_6^{2-} + 2I^-$$

এক্ষেত্রে বিজারক হলো থায়োসালফেট আয়ন ($S_2O_3^{2-}$) এবং জারক হলো আয়োডিন (I_2)। উভয়ের মধ্যে জারণ বিজারণকালে দুটি থায়োসালফেট আয়ন দুটি ইলেকট্রন বর্জন করে টেট্রাথায়োনেট ($S_4O_6^{2-}$) আয়নে পরিণত হয়। আয়োডিন ঐ ইলেকট্রন গ্রহণ করে আয়োডাইড (I^-) আয়নে পরিণত হয়। তাদের মধ্যে জারণ বিজারণের অর্ধ বিক্রিয়ার সমীকরণ হলো নিম্নরূপ :

জারণ অর্ধ-বিক্রিয়া : $2S_2O_3^{2-} \longrightarrow S_4O_6^{2-} + 2e^-$

বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়া : $I_2 + 2e^- \longrightarrow 2I^-$

জারণ অর্ধ-বিক্রিয়া ও বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়ায় ইলেকট্রন বর্জন ও গ্রহণ করার সংখ্যা উভয় দিকে সমান আছে। তাই উভয় সমীকরণ যোগ করে আয়নিক সমীকরণ পাই,

$$2S_2O_3^{2-} \longrightarrow S_4O_6^{2-} + 2e^-$$
$$I_2 + 2e^- \longrightarrow 2I^-$$
$$\text{যোগ করে, } 2S_2O_3^{2-} + I_2 \longrightarrow S_4O_6^{2-} + 2I^-$$

এ সমতাযুক্ত আয়নিক সমীকরণ উভয় দিকে দর্শক আয়নরূপে Na^+ আয়ন যোগ করে আণবিক সমীকরণ পাই.·.

$$2Na_2S_2O_3 + I_2 \longrightarrow Na_2S_4O_6 + 2NaI$$

সমাধানকৃত সমস্যা-৩.৬০ : পটাসিয়াম আয়োডাইড (KI) ও কপার সালফেট ($CuSO_4$) এর মধ্যে জারণ বিজারণ বিক্রিয়াটি অর্ধ-বিক্রিয়ার সাহায্যে লেখ। [ঢা. বো. ২০১৭]

$$4KI + 2CuSO_4 \longrightarrow I_2 + Cu_2I_2 + 2K_2SO_4$$

সমাধান : প্রদত্ত জারণ-বিজারণ বিক্রিয়ার আয়নিক সমীকরণটি হলো :

$$2I^- + 2Cu^{2+} \longrightarrow I_2 + Cu_2^{2+}$$

এক্ষেত্রে বিজারক হলো আয়োডাইড আয়ন (I^-) এবং জারক হলো কপার (II) আয়ন (Cu^{2+})। উভয়ের মধ্যে জারণ বিজারণের অর্ধ-বিক্রিয়া নিম্নরূপ :

জারণ অর্ধ-বিক্রিয়া : $2I^- \longrightarrow I_2 + 2e^-$

বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়া : $2Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow 2Cu^+$

জারণ অর্ধ-বিক্রিয়া ও বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়ায় ইলেকট্রন বর্জন ও গ্রহণ করার সংখ্যা উভয় দিকে সমান আছে। তাই উভয় সমীকরণ যোগ করে সমতাযুক্ত আয়নিক সমীকরণ পাই–

$$2I^- \longrightarrow I_2 + 2e^-$$
$$2Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow 2Cu^+$$
$$\text{যোগ করে, } 2I^- + 2Cu^{2+} \longrightarrow I_2 + 2Cu^+$$

এ সমতাযুক্ত আয়নিক সমীকরণে উভয়দিকে দর্শক আয়নরূপে K^+ আয়ন ও SO_4^{2-} আয়ন যোগ করে সমতাযুক্ত আণবিক সমীকরণ পাই :

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

$$4KI + 2CuSO_4 \longrightarrow I_2 + Cu_2I_2 + 2K_2SO_4$$

দ্রষ্টব্য : Cu_2I_2 হলো CuI এর একটি ডাইমার অণু। প্রকৃতপক্ষে Cu_2^{2+} আয়ন হলো $2Cu^+$ আয়নের যুক্ত অবস্থা।

শিক্ষার্থী নিজে কর-৩.১২ : রিডক্স অর্ধ-বিক্রিয়াভিত্তিক :

সমস্যা-৩.৫৩(ক) : অম্লীয় $K_2Cr_2O_7$ দ্রবণ ও KI দ্রবণের রিডক্স বিক্রিয়া অর্ধ-বিক্রিয়ার সাহায্যে লেখ।

সমস্যা-৩.৫৩ (খ) : ক্ষারীয় $KMnO_4$ দ্রবণ ও KI দ্রবণের রিডক্স বিক্রিয়া অর্ধ-বিক্রিয়ার সাহায্যে লেখ।

দ্রষ্টব্য : এক্ষেত্রে অম্লীয় মাধ্যমের মতো I_2 হবে না, ক্ষারীয় মাধ্যমে IO_3^- হবে।

সমস্যা-৩.৫৪ : কপার সালফেট ও পটাসিয়াম আয়োডাইড দ্রবণের রিডক্স বিক্রিয়া অর্ধ-বিক্রিয়ার সাহায্যে লেখ।

সমস্যা-৩.৫৫ : সোডিয়াম থায়োসালফেট ও আয়োডিনের রিডক্স বিক্রিয়া অর্ধ-বিক্রিয়ার সাহায্যে লেখ।

সমস্যা-৩.৫৬(ক) : অম্লীয় $K_2Cr_2O_7$ দ্রবণ ও H_2S দ্রবণের রিডক্স বিক্রিয়া অর্ধ-বিক্রিয়াসহ লেখ।

সমস্যা-৩.৫৬ (খ) : অম্লীয় $KMnO_4$ দ্রবণ ও H_2S গ্যাসের রিডক্স বিক্রিয়া আয়ন ইলেকট্রন পদ্ধতিতে সমতাসহ লেখ। [সমাধানকৃত সমস্যা-৩.৫৩ দেখো।] [অভিন্ন বোর্ড পরীক্ষা, ২০১৮]

সমস্যা-৩.৫৭ : অম্লীয় $Na_2Cr_2O_7$ ও SO_2 এর রিডক্স বিক্রিয়া অর্ধ-বিক্রিয়াসহ লেখ।

সমস্যা-৩.৫৮ : অম্লীয় $KMnO_4$ দ্রবণ ও KI এর রিডক্স বিক্রিয়া অর্ধ-বিক্রিয়াসহ লেখ।

সমস্যা-৩.৫৯ : অম্লীয় $KMnO_4$ দ্রবণ ও $FeSO_4$ এর রিডক্স বিক্রিয়া অর্থ-বিক্রিয়াসহ লেখ। [মাদ্রাসা বো. ২০১৭]

সমস্যা-৩.৬০ : অম্লীয় $KMnO_4$ দ্রবণ ও H_2O_2 এর রিডক্স বিক্রিয়া অর্থ-বিক্রিয়াসহ লেখ।

সমস্যা-৩.৬১ : অম্লীয় $K_2Cr_2O_7$ দ্রবণ ও অক্সালিক এসিডের রিডক্স বিক্রিয়া অর্ধ-বিক্রিয়াসহ লেখ।

সমস্যা-৩.৬২ : আয়ন-ইলেকট্রন পদ্ধতিতে সমতা বিধান কর :

$$MnO_4^- + HCl \longrightarrow Mn^{2+} + Cl_2 + H_2O$$

সমস্যা-৩.৬৩ : আয়ন-ইলেকট্রন পদ্ধতিতে সমতা বিধান কর :

$$MnO_4^- + C_2O_4^{2-} + H^+ \longrightarrow ? + ? + ?$$

সমস্যা-৩.৬৪ : (ক) আয়ন-ইলেকট্রন পদ্ধতিতে সমতা বিধান কর :

$$Cr_2O_7^{2-} + I^- + H^+ \longrightarrow ? + ? + ?$$

(খ) আয়ন-ইলেকট্রন পদ্ধতিতে সমতা বিধান করঃ [ঢা. বো. ২০১৭]

$$CuSO_4 + KJ \longrightarrow ? + ? + ?$$

[সমাধানকৃত সমস্যা-৩.৬০ দেখো]

৩.১০.১ জারণ-বিজারণভিত্তিক রাসায়নিক গণনা

Calculation based on Redox Reactions

গণনার ধাপগুলো :

(১) প্রথমে জারণ-বিজারণের সমতাযুক্ত সমীকরণ লিখতে হয়।

(২) শেষে জারক ও বিজারকের মোল সংখ্যার মধ্যে তুল্যতা সম্পর্ক লিখতে হয়।

(৩) সবশেষে প্রশ্নমতে ভরভিত্তিক গণনা অথবা দ্রবণ হলে আয়তন ও মোলার ঘনমাত্রাভিত্তিক সম্পর্ক ব্যবহার করতে হয়। নিচের সমাধানকৃত সমস্যাগুলো থেকে তা সহজে বোঝা যাবে।

সমাধানকৃত সমস্যা-৩.৬১ : 5 g অনার্দ্র ও বিশুদ্ধ ফেরাস সালফেটকে সম্পূর্ণ জারিত করতে কত গ্রাম $K_2Cr_2O_7$ প্রয়োজন হবে?

সমাধান : ফেরাস লবণের দ্রবণকে অম্লীয় পটাসিয়াম ডাইক্রোমেট দ্বারা জারিত করার বিক্রিয়া নিম্নরূপ :

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

$$6Fe^{2+} + Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ \longrightarrow 6Fe^{3+} + 2Cr^{3+} + 7H_2O$$

অর্থাৎ $6FeSO_4 + K_2Cr_2O_7 + 7H_2SO_4 \longrightarrow 3Fe_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + 7H_2O$

$\therefore$ 6mol $FeSO_4 \equiv 1$ mol $K_2Cr_2O_7$

আবার $FeSO_4$ এর আণবিক ভর = (55.85 + 32 + 64) = 151.85

$K_2Cr_2O_7$ এর আণবিক ভর = $(39.1 \times 2 + 52 \times 2 + 16 \times 7)$ = 294.2

$\therefore$ সমীকরণ মতে, 6×151.85g $FeSO_4 \equiv 294.2$ g $K_2Cr_2O_7$

$\therefore$ 1 g পরিমাণ $FeSO_4 \equiv \frac{294.2}{6 \times 151.85}$ g $K_2Cr_2O_7$

$\therefore$ 5 g পরিমাণ $FeSO_4 \equiv \frac{294.2 \times 5}{6 \times 151.58}$ g $K_2Cr_2O_7 \equiv 1.6145$ g $K_2Cr_2O_7$ (উত্তর)

সমাধানকৃত সমস্যা-৩.৬২ : এক টুকরা লোহার তারকে লঘু H_2SO_4 এসিডে দ্রবীভূত করে প্রাপ্ত দ্রবণকে সম্পূর্ণরূপে জারিত করতে 0.03 M $KMnO_4$ দ্রবণের 27.5 mL প্রয়োজন হয়। লোহার তারটির ভর কত?

সমাধান : লোহার তারকে লঘু H_2SO_4 এসিডে দ্রবীভূত করলে $FeSO_4$ ও H_2 গ্যাস উৎপন্ন হয়।

$$Fe\,(s) + H_2SO_4\,(aq) \longrightarrow FeSO_4\,(aq) + H_2\,(g)$$

ফেরাস আয়নের দ্রবণকে অম্লীয় $KMnO_4$ দ্বারা জারিত করার আয়নিক সমীকরণ নিম্নরূপ :

$$5Fe^{2+} + MnO_4^- + 8H^+ \longrightarrow 5Fe^{3+} + Mn^{2+} + 4H_2O$$

উপরিউক্ত সমীকরণ মতে, 1 mol MnO_4^- আয়ন $\equiv$ 5 mol Fe^{2+} আয়ন

বা, 1 mol $KMnO_4 \equiv$ 5mol Fe

$\therefore$ 1000 mL 1M $KMnO_4$ দ্রবণ $\equiv 5 \times 55.85$ g Fe

$\therefore$ 27.5 mL 0.03 M $KMnO_4$ দ্রবণ $\equiv \frac{5 \times 55.85 \times 27.5 \times 0.03}{1000}$ g Fe = 0.2304 g Fe (প্রায়) (উত্তর)

সমাধানকৃত সমস্যা-৩.৬৩ : এক টুকরা লোহাকে লঘু H_2SO_4 এসিডে দ্রবীভূত করা হলো। ঐ দ্রবণের বিজারককে জারিত করতে 60 mL ডেসিমোলার $KMnO_4$ দ্রবণের প্রয়োজন হয়। এ উদ্দীপকভিত্তিক নিচের প্রশ্নের উত্তর দাও।

[রা. বো. ২০১৬]

(ক) উদ্দীপকের লোহার ভর নির্ণয় কর।

(খ) উদ্দীপকে জারক হিসেবে $K_2Cr_2O_7$ ব্যবহার করে ইলেকট্রন স্থানান্তর পদ্ধতিতে অর্ধ-বিক্রিয়াসহ রিডক্স বিক্রিয়ার সমতাযুক্ত সমীকরণসহ জারক ও বিজারকের মোলার অনুপাত মূল্যায়ন কর।

সমাধান : (ক) উদ্দীপকের লোহার ভর নির্ণয় : (সমাধানকৃত সমস্যা-৩.৬২ মতে)

$$Fe\,(s) + \text{লঘু } H_2SO_4\,(aq) \longrightarrow FeSO_4\,(aq) + H_2\,(g)$$

$FeSO_4$ এর ফেরাস আয়ন (Fe^{2+}) কে অম্লীয় $KMnO_4$ দ্রবণ দ্বারা জারিত করার আয়নিক সমীকরণ নিম্নরূপ ;

$$5Fe^{2+} + MnO_4^- + 8H^+ \longrightarrow 5Fe^{3+} + Mn^{2+} + 4H_2O$$

উপরিউক্ত সমীকরণ মতে, 1 mol MnO_4^- আয়ন $\equiv$ 5 mol Fe^{2+} আয়ন

বা, 1 mol $KMnO_4 \equiv$ 5 mol Fe

$\therefore$ 1000 mL 1 M $KMnO_4$ দ্রবণ = 5×55.85 g Fe

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

$\therefore$ 60 mL 0.1 M $KMnO_4$ দ্রবণ = $\frac{5 \times 55.85 \times 60 \times 0.1 \text{ g Fe}}{1000 \times 1}$ = 1.6755 g Fe (উত্তর)

সমাধান : (খ) উদ্দীপকের বিজারক ফেরাস আয়ন (Fe^{2+}) ও অম্লমিশ্রিত $K_2Cr_2O_7$ জারকের মধ্যে রিডক্স বিক্রিয়া :

এক্ষেত্রে বিজারক ফেরাস আয়ন রিডক্স বিক্রিয়ায় 1টি করে ইলেকট্রন ত্যাগ করে ফেরিক আয়ন (Fe^{3+}) রূপে জারিত হয়। অপরদিকে অম্লমিশ্রিত ডাইক্রোমেট ($Cr_2O_7^{2-}$) আয়ন 6টি ইলেকট্রন গ্রহণ করে $2Cr^{3+}$ আয়নরূপে বিজারিত হয়। সুতরাং এদের মধ্যে জারণ অর্ধ-বিক্রিয়া ও বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়া হলো নিম্নরূপ :

জারণ অর্ধ-বিক্রিয়া : $Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + e^- \quad \ldots\ldots\ldots \times 6$

বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়া : $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O \quad \ldots\ldots\ldots \times 1$

যোগ করে : $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6Fe^{2+} \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O + 6Fe^{3+}$

উভয়দিকে দর্শক আয়নরূপে K^+ আয়ন ও SO_4^{2-} আয়ন যোগ করে সমতাযুক্ত আণবিক সমীকরণ পাই,

$$K_2Cr_2O_7 + 7H_2SO_4 + 6FeSO_4 \longrightarrow 3Fe_2(SO_4)_3 + Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 7H_2O$$

উপরিউক্ত সমতাযুক্ত সমীকরণ মতে, 1 mol $K_2Cr_2O_7 \equiv$ 6 mol $FeSO_4$

$\therefore$ রিডক্স বিক্রিয়ায় জারক $K_2Cr_2O_7$ ও বিজারক $FeSO_4$ এর মধ্যে মোলার অনুপাত হলো 1 : 6।

সমাধানকৃত সমস্যা-৩.৬৪ : (i) $Fe^{2+} + MnO_4^- + H^+ \longrightarrow \ldots\ldots\ldots$ [য. বো. ২০১৬]

(ii) acidified $Cr_2O_7^{2-} + O_2^{2-} \longrightarrow Cr^{3+} + O_2 + H_2O$

উপরোক্ত সমীকরণে Fe^{2+} আয়নকে জারিত করতে 20 mL 0.02M $KMnO_4$ দ্রবণ প্রয়োজন হয়।

(ক) উদ্দীপক মতে (i) নং বিক্রিয়ায় লোহার পরিমাণ নির্ণয় কর।

(খ) উদ্দীপকের (ii) নং বিক্রিয়াটি সমমোলার অবস্থায় সম্পন্ন হবে কী না মূল্যায়ন কর।

সমাধান : (ক) সমাধানকৃত সমস্যা-৩.৬২ মতে পাই, Fe^{2+} আয়ন ও MnO_4^- আয়নের রিডক্স বিক্রিয়া :

$$5Fe^{2+} + MnO_4^- + 8H^+ \rightarrow 5Fe^{3+} + Mn^{2+} + 4H_2O$$

উপরিউক্ত সমীকরণ মতে, 1 mol MnO_4^- আয়ন $\equiv$ 5 mol Fe^{2+} আয়ন

বা, 1 mol $KMnO_4 \equiv$ 5 mol Fe

$\therefore$ 1000 mL 1 M $KMnO_4$ দ্রবণ $\equiv 5 \times 55.85$ g Fe

$\therefore$ 20 mL 0.02 M $KMnO_4$ দ্রবণ $\equiv \frac{5 \times 55.85 \times 20 \times 0.02 \text{ g Fe}}{1000 \times 1}$ = 0.1117 g Fe (উত্তর)

সমাধান : (খ) উদ্দীপকের (ii) নং বিক্রিয়াটি হলো অম্লীয় $Cr_2O_7^{2-}$ আয়ন ও পারঅক্সাইড আয়ন (O_2^{2-}) এর মধ্যে রিডক্স বিক্রিয়া। এ রিডক্স বিক্রিয়ায় বিজারক হলো O_2^{2-} আয়ন এবং জারক হলো অম্লমিশ্রিত $Cr_2O_7^{2-}$ আয়ন। এক্ষেত্রে বিক্রিয়াকালে বিজারক O_2^{2-} আয়ন 2টি করে ইলেকট্রন ত্যাগ করে O_2 অণুরূপে জারিত হয় এবং প্রতিটি $Cr_2O_7^{2-}$ আয়ন অম্লীয় মাধ্যমে 6টি করে ইলেকট্রন গ্রহণ করে 2টি Cr^{3+} আয়নে বিজারিত হয়। তাই এদের মধ্যে জারণ অর্ধ-বিক্রিয়া ও বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়া নিম্নরূপ :

জারণ অর্ধ-বিক্রিয়াকে 3 দ্বারা গুণ করে ইলেকট্রন ত্যাগ ও গ্রহণের সংখ্যা সমান করা হলো :

জারণ অর্ধ-বিক্রিয়া : $O_2^{2-} \longrightarrow O_2 + 2e^- \quad \ldots\ldots\ldots \times 3$

বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়া : $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O \quad \ldots\ldots\ldots \times 1$

যোগ করে পাই : $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 3O_2^{2-} \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O + 3O_2$

উপরোক্ত সমতাযুক্ত আয়নিক সমীকরণ মতে, 1 mol $Cr_2O_7^{2-}$ আয়ন $\equiv$ 3 mol O_2^{2-} আয়ন

সুতরাং উদ্দীপকের (ii) নং বিক্রিয়াটি সমমোলার অনুপাতে সম্পন্ন হবে না। বরঞ্চ $Cr_2O_7^{2-}$ আয়ন : O_2^{2-} আয়ন = 1 : 3 অনুপাতে সম্পন্ন হবে।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সমাধানকৃত সমস্যা-৩.৬৫ : নিচের উদ্দীপকভিত্তিক সংশ্লিষ্ট প্রশ্নের উত্তর দাও : [ঢা. বো. ২০১৬]

নমুনা (A) লোহা ⟶ লঘু H_2SO_4 এ দ্রবীভূত ⟶ $KMnO_4$ দ্রবণ দ্বারা পূর্ণ জারিতকরণ

(ক) উদ্দীপকের বিক্রিয়ার সমীকরণে জারণ-বিজারণ সমতা বিধান কর অর্ধ-বিক্রিয়াসহ।

(খ) উদ্দীপকের রিডক্স বিক্রিয়ায় $KMnO_4$ এর স্থলে $K_2Cr_2O_7$ ব্যবহার করে কীভাবে আয়রনের পরিমাণ নির্ণয় করা যায়, তা বিশ্লেষণ কর।

সমাধান : (ক) উদ্দীপকের জারণ-বিজারণ বিক্রিয়াকে আয়ন ইলেকট্রন পদ্ধতিতে সমতা বিধান :

$$Fe + \text{লঘু } H_2SO_4 \longrightarrow FeSO_4 + H_2$$

সংশ্লিষ্ট ১ম রিডক্স বিক্রিয়াটি হলো লঘু H_2SO_4 এসিডের জলীয় দ্রবণে সৃষ্ট H^+ আয়ন ও Fe পরমাণুর মধ্যে। যেমন,

জারণ অর্ধ-বিক্রিয়া : $Fe \longrightarrow Fe^{2+} + 2e^-$

বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়া : $2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$

যোগ করে : $Fe + 2H^+ \longrightarrow Fe^{2+} + H_2$

সংশ্লিষ্ট ২য় রিডক্স বিক্রিয়াটি হলো জলীয় দ্রবণে থাকা Fe^{2+} আয়ন ও লঘু H_2SO_4 মিশ্রিত $KMnO_4$ দ্রবণের সাথে। প্রশ্নমতে এটিই মূল রিডক্স বিক্রিয়া :

$$Fe^{2+} + KMnO_4 + H_2SO_4 \longrightarrow \ldots\ldots\ \ldots\ldots\ \ldots\ldots$$

এক্ষেত্রে বিজারক হলো ফেরাস আয়ন (Fe^{2+}) এবং জারক হলো অম্লমিশ্রিত MnO_4^- (পারম্যাঙ্গানেট আয়ন)। রিডক্স বিক্রিয়াকালে বিজারক Fe^{2+} আয়ন 1টি ইলেকট্রন ত্যাগ করে ফেরিক আয়ন (Fe^{3+}) রূপে জারিত হয়। অপরদিকে অম্লীয় MnO_4^- আয়ন 5টি ইলেকট্রন গ্রহণ করে Mn^{2+} আয়নরূপে বিজারিত হয়। উভয়ের মধ্যে জারণ অর্ধ-বিক্রিয়া ও বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়া হলো নিম্নরূপ। জারণ অর্ধ-বিক্রিয়াকে 5 দ্বারা গুণ করে ইলেকট্রন ত্যাগ ও গ্রহণ উভয় ক্ষেত্রে সমান করা হলো

জারণ অর্ধ-বিক্রিয়া : $Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + e^-$ ..... $\times 5$

বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়া : $MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$ ..... $\times 1$

যোগ করে : $MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \longrightarrow 5Fe^{3+} + Mn^{2+} + 4H_2O$

এটিই হলো জারণ ও বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়াসহকারে সমতাযুক্ত আয়নিক সমীকরণ।

উভয়দিকে দর্শক আয়নরূপে K^+ আয়ন ও SO_4^{2-} আয়ন যোগ করে সমতাযুক্ত আণবিক সমীকরণ পাই :

$$KMnO_4 + 4H_2SO_4 + 5FeSO_4 \longrightarrow \frac{5}{2}Fe_2(SO_4)_3 + MnSO_4 + \frac{1}{2}K_2SO_4 + 4H_2O$$

বা, $2KMnO_4 + 8H_2SO_4 + 10\,FeSO_4 \longrightarrow 5\,Fe_2(SO_4)_3 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$

সমাধান : (খ) রিডক্স বিক্রিয়ায় $KMnO_4$ এর স্থলে $K_2Cr_2O_7$ ব্যবহার করে Fe এর পরিমাণ নির্ণয় :

এক্ষেত্রে রিডক্স বিক্রিয়ার স্কেলেটন আয়নিক সমীকরণ হলো নিম্নরূপ :

$$Fe^{2+} + Cr_2O_7^{2-} + H^+ \rightarrow Fe^{3+} + 2Cr^{3+} + H_2O$$

উপরের সমীকরণ মতে, বিজারক Fe^{2+} আয়ন ও জারক $Cr_2O_7^{2-}$ আয়নের রিডক্স বিক্রিয়ার মোলার অনুপাত নির্ধারণ করে আয়রন (II) লবণের নির্দিষ্ট পরিমাণের দ্রবণকে প্রমাণ $K_2Cr_2O_7$ এর দ্রবণ দ্বারা রিডক্স টাইট্রেশন করে ব্যবহৃত $K_2Cr_2O_7$ এর আয়তন থেকে নমুনা লবণে আয়রনের পরিমাণ গণনা করা যায়।

প্রথমে অর্ধ-বিক্রিয়ার সাহায্যে রিডক্স বিক্রিয়ার মোল অনুপাত নিম্নমতে নির্ণয় করা যায়। এক্ষেত্রে রিডক্স বিক্রিয়ায় বিজারক Fe^{2+} আয়ন 1টি ইলেকট্রন ত্যাগ করে Fe^{3+} আয়নে জারিত হয়; $Cr_2O_7^{2-}$ আয়ন 6টি ইলেকট্রন গ্রহণ করে

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

$2Cr^{3+}$ আয়নে বিজারিত হয়। অর্ধ-বিক্রিয়ায় ইলেকট্রন ত্যাগ ও গ্রহণ-এর সংখ্যা সমান করার জন্য জারণ অর্ধ-বিক্রিয়াকে 6 দিয়ে গুণ করে পাই :

জারণ অর্ধ-বিক্রিয়া : $Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + e^- \quad \ldots\ldots \times 6$

বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়া : $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O \quad \ldots\ldots \times 1$

যোগ করে : $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6Fe^{2+} \longrightarrow 6Fe^{3+} + 2Cr^{3+} + 7H_2O$

উপরের রিডক্স বিক্রিয়ার সমীকরণ মতে, 1 mol $Cr_2O_7^{2-} \equiv 6$ mol Fe^{2+} আয়ন

বা, 1 mol $K_2Cr_2O_7 = 6$ mol $Fe = 6 \times 55.85$ g Fe

$\therefore$ 1000 mL 1.0 M $K_2Cr_2O_7$ দ্রবণ $\equiv 6 \times 55.85$ g Fe

$\therefore \chi$ mL 'y' M $K_2Cr_2O_7$ দ্রবণ $\equiv \dfrac{6 \times 55.85 \times \chi \times y \text{ (g) Fe}}{1000 \times 1}$

সমাধানকৃত সমস্যা-৩.৬৬: ১ম পাত্রে 20 mL 0.1 M $H_2C_2O_4$ দ্রবণ,; ২য় পাত্রে 10 mL তুল্য ঘনমাত্রার $K_2Cr_2O_7$ দ্রবণ এবং ৩য় পাত্রে তুল্য পরিমাণ অম্লীয় $FeSO_4$ দ্রবণ আছে। [সি. বো. ২০১৭]

(ক) উদ্দীপকের ২য় ও ৩য় পাত্রের দ্রবণের মিশ্রণে সংঘটিত বিক্রিয়াটি আয়ন-ইলেকট্রন পদ্ধতিতে সমতা বিধান কর।

(খ) উদ্দীপকের ১ম ও ২য় দ্রবণের সাহায্যে ৩য় দ্রবণে Fe এর পরিমাণ নির্ণয় কর।

সমাধান : (ক) উদ্দীপকের ২য় ও ৩য় পাত্রের দ্রবণ দুটি হলো যথাক্রমে $K_2Cr_2O_7$ এবং $FeSO_4$ এর দ্রবণ। $FeSO_4$ দ্রবণে Fe^{2+} আয়ন হলো একটি বিজারক এবং $K_2Cr_2O_7$ এর দ্রবণে ডাইক্রোমেট ($Cr_2O_7^{2-}$) আয়ন হলো একটি জারক। উভয় আয়নের মিশ্র দ্রবণে লঘু H_2SO_4 এর উপস্থিতিতে জারণ-বিজারণ বা রিডক্স বিক্রিয়া ঘটে।

রিডক্স বিক্রিয়াকালে বিজারক Fe^{2+} আয়ন 1টি ইলেকট্রন ত্যাগ করে জারিত হয়ে Fe^{3+} আয়ন এবং অম্লীয় $Cr_2O_7^{2-}$ আয়ন 6টি ইলেকট্রন গ্রহণ করে বিজারিত হয়ে $2Cr^{3+}$ আয়ন উৎপন্ন করে। জারণ অর্ধ-বিক্রিয়া ও বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়ায় উভয় ক্ষেত্রে ইলেকট্রন গ্রহণ ও বর্জন-এর সংখ্যা সমান করার জন্য জারণ অর্ধ-বিক্রিয়াকে 6 দ্বারা গুণ করে নিম্নরূপ জারণ ও বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়া পাই—

জারণ অর্ধ-বিক্রিয়া : $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + e^- \quad \ldots\ldots \times 6$

বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়া : $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O \quad \ldots\ldots \times 1$

যোগ করে : $6Fe^{2+} + Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ \rightarrow 6Fe^{3+} + 2Cr^{3+} + 7H_2O$

উভয় পার্শ্বে দর্শক আয়নরূপে K^+ আয়ন ও SO_4^{2-} আয়ন যোগ করে সমতাযুক্ত আণবিক সমীকরণ হয় :

$$6FeSO_4 + K_2Cr_2O_7 + 7H_2SO_4 \rightarrow 3Fe_2(SO_4)_3 + Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 7H_2O$$

সমাধান : (খ) উদ্দীপক মতে ১ম পাত্রে 20 mL 0.1 M $H_2C_2O_4$ (অক্সালিক এসিড) দ্রবণ আছে। এ দ্রবণের অক্সালেট আয়ন ($C_2O_4^{2-}$) হলো একটি বিজারক। ২য় পাত্রে 10 mL তুল্য $K_2Cr_2O_7$ এর দ্রবণ আছে। এ দ্রবণের ডাইক্রোমেট ($Cr_2O_7^{2-}$) আয়ন হলো জারক। এ দ্রবণটির মোলার ঘনমাত্রা দেয়া নেই। তাই সংশ্লিষ্ট রিডক্স বিক্রিয়ায় বিজারক ও জারক পদার্থের মোল অনুপাতের সম্পর্ক জেনে $K_2Cr_2O_7$ দ্রবণের ঘনমাত্রা নির্ণয় করতে হবে।

এ রিডক্স বিক্রিয়ায় বিজারক $C_2O_4^{2-}$ আয়ন 2টি ইলেকট্রন ত্যাগ করে জারিত হয়ে 2 CO_2 উৎপন্ন করে। অপরদিকে অম্লীয় $Cr_2O_7^{2-}$ আয়ন 6টি ইলেকট্রন গ্রহণ করে বিজারিত হয়ে $2Cr^{3+}$ আয়ন উৎপন্ন করে। তাই জারণ অর্ধ-বিক্রিয়াকে 3 দ্বারা গুণ করে জারণ অর্ধ-বিক্রিয়া ও বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়ায় ইলেকট্রন ত্যাগ ও গ্রহণ এর সংখ্যা সমান করে পাই–

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

জারণ অর্ধ-বিক্রিয়া : $C_2O_4^{2-} \longrightarrow 2CO_2 + 2e^- \quad \ldots\ldots \times 3$

বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়া : $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O \quad \ldots\ldots \times 1$

যোগ করে : $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 3C_2O_4^{2-} \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O + 6CO_2$

বা, $K_2Cr_2O_7 + 3H_2C_2O_4 + 4H_2SO_4 \longrightarrow Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 7H_2O + 6CO_2$

উপরোক্ত সমতাকৃত আণবিক সমীকরণ মতে,

$1 \text{ mol } K_2Cr_2O_7 \equiv 3 \text{ mol } H_2C_2O_4$

সুতরাং জারক ও বিজারকের দ্রবণের আয়তন ও মোল অনুপাতের সম্পর্ক মতে,

$$\frac{V_1 \times M_1\,(K_2Cr_2O_7)}{V_2 \times M_2\,(H_2C_2O_4)} = \frac{1 \text{ mol}}{3 \text{ mol}} ;$$

বা, $3 \times V_1 \times M_1 = 1 \times V_2 \times M_2$

বা, $M_1 = \dfrac{V_2 \times M_2}{3V_1} = \dfrac{20 \times 0.1}{3 \times 10} = 0.0667 \text{ M}$

উদ্দীপক মতে,

$K_2Cr_2O_7$ দ্রবণের আয়তন, $V_1 = 10 \text{ mL}$

ঘনমাত্রা, $M_1 = ?$

$H_2C_2O_4$ দ্রবণের আয়তন, $V_2 = 20 \text{ mL}$

ঘনমাত্রা, $M_2 = 0.1\text{M}$

∴ ব্যবহৃত $K_2Cr_2O_7$ দ্রবণের ঘনমাত্রা হলো 0.0667 M

৩য় পাত্রের দ্রবণের Fe এর পরিমাণ নির্ণয় :

আমরা জানি, Fe^{2+} আয়ন এবং $Cr_2O_7^{2-}$ আয়নের রিডক্স বিক্রিয়ায় $1 \text{ mol } K_2Cr_2O_7 = 6 \text{ mol } Fe^{2+}$

বা, $1000 \text{ mL } 1 \text{ M } K_2Cr_2O_7$ দ্রবণ $\equiv 6 \times 55.85 \text{ g } Fe^{2+}$

∴ $10 \text{ mL } 0.0667 \text{ M } K_2Cr_2O_7$ দ্রবণ $\equiv \dfrac{6 \times 55.85 \times 10 \times 0.0667 \text{ g } Fe^{2+}}{1000 \times 1} = 0.2235 \text{ g } Fe^{2+}$

সুতরাং উদ্দীপকের $FeSO_4$ দ্রবণে Fe^{2+} আছে = 0.2235 g (উঃ)।

সমাধানকৃত সমস্যা-৩.৬৭ : একটি নমুনা লোহার 2 g পরিমাণের টুকরাকে লঘু H_2SO_4 এসিডে দ্রবীভূত করা হলো। ঐ দ্রবণকে সম্পূর্ণরূপে জারিত করতে H_2SO_4 মিশ্রিত 50 mL 0.1 M $K_2Cr_2O_7$ দ্রবণ প্রয়োজন হলো। ঐ নমুনা লোহাটি বিশুদ্ধ কীনা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। [অভিন্ন বো. ২০১৮]

সমাধান : (ক) লোহাকে লঘু H_2SO_4 এসিডে দ্রবীভূত করলে $FeSO_4$ দ্রবণ উৎপন্ন হয়।

$$Fe + H_2SO_4 \longrightarrow FeSO_4 + H_2$$

$FeSO_4$ দ্রবণকে অম্লীয় $K_2Cr_2O_7$ দ্রবণ দ্বারা জারিত করার আয়নিক সমীকরণ হলো নিম্নরূপ :

$$Fe^{2+} + Cr_2O_7^{2-} + H^+ \longrightarrow Fe^{3+} + 2Cr^{3+} + H_2O$$

বিক্রিয়াকালে বিজারক Fe^{2+} আয়ন 1টি ইলেকট্রন ত্যাগ করে Fe^{3+} আয়নে জারিত হয় এবং জারক $Cr_2O_7^{2-}$ আয়ন অম্লীয় মাধ্যমে 6টি ইলেকট্রন গ্রহণ করে 2টি Cr^{3+} আয়নে বিজারিত হয়। তখন $Cr_2O_7^{2-}$ আয়নের 7টি O পরমাণু 14টি H^+ আয়নসহ 7টি H_2O অণু গঠন করে। উভয়ের মধ্যে জারণ ও বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়া নিম্নরূপ :

জারণ অর্ধ-বিক্রিয়া : $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + e^- \quad \ldots\ldots (1)$

বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়া : $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O \quad \ldots\ldots (2)$

জারণ অর্ধ-বিক্রিয়া ও বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়ায় ইলেকট্রন ত্যাগ ও ইলেকট্রন গ্রহণ সংখ্যা সমান করতে (1) নং সমীকরণকে 6 দিয়ে গুণ করে (2) নং সমীকরণসহ যোগ করে পাই—

$$6Fe^{2+} \longrightarrow 6Fe^{3+} + 6e^-$$

$$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$$

যোগ করে : $6Fe^{2+} + Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ \longrightarrow 6Fe^{3+} + 2Cr^{3+} + 7H_2O$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

বা, $6FeSO_4 + K_2Cr_2O_7 + 7H_2SO_4 \longrightarrow 3Fe_2(SO_4)_3 + Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 7H_2O$

∴ সমীকরণ মতে, 1 mol $K_2Cr_2O_7 \equiv 6$ mol $FeSO_4 \equiv 6$ mol Fe

বা, 1000 mL 1.0 M $K_2Cr_2O_7$ দ্রবণ $\equiv 6 \times 55.85$ g Fe [যেহেতু Fe এর পা: ভর = 55.85]

∴ 50 mL 0.1 M $K_2Cr_2O_7$ দ্রবণ $\equiv \frac{6 \times 55.85 \times 50 \times 0.1}{1000 \times 1}$ g Fe = 1.676 g Fe

বিশ্লেষণ : প্রশ্নমতে 2.0 g নমুনা লোহায় বিশুদ্ধ লোহা আছে 1.676 g এবং ভেজাল আছে (2.0 – 1.676) g = 0.324 g। সুতরাং নমুনা লোহাটি বিশুদ্ধ নয়; ভেজাল মিশ্রিত; তা রাসায়নিক বিক্রিয়ার সম্পর্ক মতে গাণিতিকভাবে প্রমাণিত হলো।

সমাধানকৃত সমস্যা-৩.৬৮ : 0.36 g তারের এক টুকরা অবিশুদ্ধ লোহাকে লঘু H_2SO_4 এসিডে দ্রবীভূত করে প্রাপ্ত দ্রবণকে সম্পূর্ণভাবে জারিত করতে 0.025 M $KMnO_4$ দ্রবণের 48.5 mL প্রয়োজন হয়। লোহার টুকরাটিতে ভেজাল পদার্থের শতকরা পরিমাণ নির্ণয় কর।

সমাধান : লোহাকে লঘু H_2SO_4 এসিডে দ্রবীভূত করলে $FeSO_4$ দ্রবণ উৎপন্ন হয়। $FeSO_4$ দ্রবণকে অম্লীয় $KMnO_4$ দ্রবণ দ্বারা জারিত করার আয়নিক সমীকরণ নিম্নরূপ :

$$5Fe^{2+} + MnO_4^- + 8H^+ \longrightarrow 5Fe^{3+} + Mn^{2+} + 4H_2O$$

সমীকরণ মতে, 1 mol $KMnO_4 \equiv 5$ mol Fe

বা, 1000 mL 1 M $KMnO_4$ দ্রবণ $\equiv 5 \times 55.85$ g Fe

∴ 48.5 mL 0.025 M $KMnO_4$ দ্রবণ $\equiv \frac{5 \times 55.85 \times 48.5 \times 0.025 \text{ g Fe}}{1000} \equiv 0.3386$ g Fe (প্রায়)

∴ প্রদত্ত অবিশুদ্ধ লোহার টুকরায় ভেজাল আছে = (0.36 – 0.3386) g = 0.0214 g

প্রশ্নমতে, 0.36 g অবিশুদ্ধ লোহাতে ভেজাল আছে = 0.0214 g

∴ 100 g অবিশুদ্ধ ঐ লোহাতে ভেজাল আছে = $\frac{0.0214 \times 100}{0.36}$ g = 5.94 g

উত্তর : ভেজাল পদার্থের পরিমাণ = 5.94% প্রায়।

সমাধানকৃত সমস্যা-৩.৬৯ : ফেরিক সালফেট ভেজাল মিশ্রিত 2 g আর্দ্র ফেরাস সালফেট ($FeSO_4.7H_2O$) কে অম্লীয় মাধ্যমে জারিত করতে 6 mL আয়তনের 0.02 মোলার $KMnO_4$ দ্রবণ প্রয়োজন। প্রদত্ত ফেরাস লবণে প্রকৃত ফেরাস সালফেটের পরিমাণ নির্ণয় কর।

সমাধান : ফেরাস লবণকে অম্লীয় $KMnO_4$ দ্বারা জারিত করার আয়নিক সমীকরণ নিম্নরূপ :

$$MnO_4^- + 5Fe^{2+} + 8H^+ \longrightarrow 5Fe^{3+} + Mn^{2+} + 4H_2O$$

উপরিউক্ত সমীকরণ মতে, 1 mol MnO_4^- আয়ন $\equiv 5$ mol Fe^{2+} আয়ন

বা, 1 mol $KMnO_4 \equiv 5$mol $FeSO_4.7H_2O$

∴ 1000 mL আয়তনের 1 M $KMnO_4$ দ্রবণ $\equiv 5$ mol $FeSO_4.7H_2O$

∴ 6 mL আয়তনের 0.02 M $KMnO_4$ দ্রবণ $\equiv \frac{5 \times 6 \times 0.02}{1000}$ mol $FeSO_4.7H_2O$

$\equiv 0.0006$ mol $FeSO_4.7H_2O$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

আবার $FeSO_4.7H_2O$ এর সংকেত ভর = (55.85 + 32 + 64 + 7 × 18)

= (151.85 + 126) = 277.85

সুতরাং 0.0006 mol $FeSO_4.7H_2O$ = 0.0006 × 277.85 g $FeSO_4.7H_2O$

= 0.16671 g $FeSO_4.7H_2O$ (উত্তর)

সমাধানকৃত সমস্যা-৩.৭০ : লঘু H_2SO_4 মিশ্রিত 19.8 mL আয়তনের 0.02 M $KMnO_4$ দ্রবণ দ্বারা 25 mL আয়তনের কোনো আয়রন (II) সালফেট দ্রবণকে পূর্ণভাবে জারিত করা যায়। ঐ আয়রন (II) সালফেট দ্রবণের ঘনমাত্রা নির্ণয় কর।

সমাধান : আয়রন (II) সালফেটকে অম্লীয় $KMnO_4$ দ্বারা জারিত করার আয়নিক সমীকরণ নিম্নরূপ :

$$MnO_4^- + 5Fe^{2+} + 8H^+ \longrightarrow 5Fe^{3+} + Mn^{2+} + 4H_2O$$

সমীকরণ মতে, 1 mol MnO_4^- আয়ন দ্বারা 5 mol Fe^{2+} আয়ন জারিত হয়।

∴ 1mol $KMnO_4 \equiv$ 5 mol $FeSO_4$। যেহেতু উভয় বিক্রিয়ক দ্রবণে আছে।

$$\therefore \frac{V_1 \times M_1 (KMnO_4)}{V_2 \times M_2 (FeSO_4)} = \frac{1 \text{ mol}}{5 \text{ mol}}$$

বা, $5 \times V_1 \times M_1 = 1 \times V_2 \times M_2$

বা, $5 \times 19.8 \times 0.02 = 25 \times M_2$

বা, $M_2 = \frac{5 \times 19.8 \times 0.02}{25} = 0.0792$ M

প্রশ্নমতে

$KMnO_4$ এর আয়তন, V_1 = 19.8 mL

$KMnO_4$ এর ঘনমাত্রা, M_1 = 0.02 M

$FeSO_4$ এর আয়তন, V_2 = 25 mL

$FeSO_4$ এর ঘনমাত্রা, M_2 = ?

উত্তর : পরীক্ষাধীন $FeSO_4$ দ্রবণের ঘনমাত্রা = 0.0792 $molL^{-1}$ বা, 0.0792 M

সমাধানকৃত সমস্যা-৩.৭১ : লঘু H_2SO_4 মিশ্রিত 15 mL আয়তনের 0.3 M $KMnO_4$ দ্রবণ দ্বারা 25 mL আয়তনের হাইড্রোজেন পারঅক্সাইডের কোনো নমুনাকে জারিত করা যায়। ঐ নমুনায় H_2O_2 এর মোলার ঘনমাত্রা নির্ণয় কর।

সমাধান : প্রশ্নমতে, বিজারক হলো পারঅক্সাইড আয়ন (O_2^{2-}) এবং জারক হলো অম্লীয় পারম্যাঙ্গানেট আয়ন (MnO_4^-)। তাদের মধ্যে জারণ-বিজারণের সমীকরণ নিম্নরূপ :

$$O_2^{2-} \longrightarrow O_2 + 2e^- \quad \ldots \times 5$$

$$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O \quad \ldots \times 2$$

যোগ করে, $2MnO_4^- + 16H^+ + 5O_2^{2-} \longrightarrow 2Mn^{2+} + 8H_2O + 5O_2$

বা, $2KMnO_4 + 3H_2SO_4 + 5H_2O_2 \longrightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 5O_2 + 8H_2O$

উপরিউক্ত সমীকরণ মতে, 2 mol $KMnO_4 \equiv$ 5 mol H_2O_2

$$\therefore \frac{V_1 \times M_1 (KMnO_4 \text{ দ্রবণ})}{V_2 \times M_2 (H_2O_2 \text{ দ্রবণ})} = \frac{2 \text{ mol } KMnO_4}{5 \text{ mol } H_2O_2}$$

বা, $\frac{15 \times 0.3}{25 \times M_2} = \frac{2}{5}$

$\therefore M_2 = \frac{15 \times 0.3 \times 5}{25 \times 2} = 0.45$

প্রশ্নমতে,

$KMnO_4$ এর আয়তন, V_1 = 15 mL

$KMnO_4$ এর ঘনমাত্রা, M_1 = 0.3 M

H_2O_2 এর আয়তন, V_2 = 25 mL

H_2O_2 এর ঘনমাত্রা, M_2 = ?

∴ H_2O_2 দ্রবণের ঘনমাত্রা হলো 0.45 $molL^{-1}$ বা, 0.45 M (উত্তর)

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

। সমাধানকৃত সমস্যা-৩.৭২ : H_2O_2 এর কোনো নমুনা দ্রবণের 25 mL পরিমাণকে টাইট্রেশন করতে 10 mL 0.1 M সোডিয়াম থায়োসালফেট প্রয়োজন হয়। ঐ H_2O_2 দ্রবণের মধ্যে প্রকৃত H_2O_2 এর ভর নির্ণয় কর।

সমাধান : H_2O_2 এর পরিমাণ নির্ণয় আয়োডোমেট্রিক পদ্ধতিতে করা হয়। সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়া নিম্নরূপ :

$$H_2O_2 + 2H^+ + 2I^- \longrightarrow I_2 + 2H_2O$$

$$2S_2O_3^{2-} + I_2 \longrightarrow 2I^- + S_4O_6^{2-}$$

$\therefore 2Na_2S_2O_3 \equiv I_2 \equiv H_2O_2$

$\therefore$ 1000 mL 2 M $Na_2S_2O_3$ দ্রবণ $\equiv$ 1 mol $H_2O_2 \equiv$ 34 gH_2O_2

$\therefore$ 1000 mL 1 M $Na_2S_2O_3$ দ্রবণ $\equiv$ 17 g H_2O_2

MCQ-3.25: 9.5 g $FeSO_4$ কে জারিত করতে 1 M $KMnO_4$ দ্রবণের কতটুকু দরকার?

(ক) 12.5 mL (খ) 11.2 mL

(গ) 10.6 mL (ঘ) 7.5 mL

$\therefore$ প্রদত্ত 10 mL 0.1M $Na_2S_2O_3$ দ্রবণ $\equiv \frac{17\times 0.1\times 10}{1000}$ g H_2O_2 = 0.017 g H_2O_2 (উত্তর)

সমাধানকৃত সমস্যা-৩.৭৩ : 1.5 g লৌহ আকরিককে লঘু H_2SO_4 এ দ্রবীভূত করে 100 mL করা হলো। ঐ দ্রবণের 25 mL-কে টাইট্রেশন করতে 0.02 M $KMnO_4$ দ্রবণের 22.5 mL প্রয়োজন হয়। ঐ আকরিকে Fe (II) আয়ন এর পরিমাণ কত?

সমাধান : লৌহ আকরিক ও লঘু H_2SO_4 এর বিক্রিয়ায় $FeSO_4$ উৎপন্ন হয়। Fe^{2+} আয়ন ও অম্লীয় MnO_4^- এর জারণ-বিজারণ বিক্রিয়ার সমীকরণ নিম্নরূপ :

$$Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + e^- \ldots\ldots \times 5$$

$$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$$

যোগ করে, $5Fe^{2+} + MnO_4^- + 8H^+ \longrightarrow 5Fe^{3+} + Mn^{2+} + 4H_2O$

5 mol 1 mol

সমীকরণ মতে, 1 mol $KMnO_4 \equiv$ 5 mol Fe^{2+}

বা, 1000 mL 1 M $KMnO_4$ দ্রবণ $\equiv 5 \times 55.85$ g Fe^{2+}

$\therefore$ 22.5 mL 0.02 M $KMnO_4$ দ্রবণ $\equiv \frac{5\times 55.85\times 22.5\times 0.02}{1000\times 1}$ g $Fe^{2+} \equiv$ 0.1256625 g Fe^{2+}

প্রশ্নমতে, 25 mL প্রস্তুত দ্রবণে Fe(II) আয়ন আছে = 0.1256625 g

$\therefore$ 100 mL প্রস্তুত দ্রবণে Fe(II) আয়ন আছে $= \frac{0.1256625\times 100}{25}$ g = 0.50265 g

উত্তর : 0.50265 g Fe (II) আয়ন।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সমাধানকৃত সমস্যা-৩.৭৪ : 0.41 g চুনাপাথর থেকে সব CaO কে CaC_2O_4 (ক্যালসিয়াম অক্সালেট) রূপে অধঃক্ষিপ্ত করা হলো। সম্পূর্ণ অধঃক্ষেপ আলাদা করে পরে ভালোভাবে ধৌত করে H_2SO_4 এ দ্রবীভূত করা হলো। CaC_2O_4 এর এ দ্রবণকে সম্পূর্ণরূপে জারিত করতে 35 mL 0.04 M $KMnO_4$ দ্রবণ প্রয়োজন। ঐ চুনাপাথরে CaO এর শতকরা পরিমাণ হিসাব কর।

সমাধান : সংশ্লিষ্ট রাসায়নিক বিক্রিয়াসমূহ নিম্নরূপ :

$$\underset{1\text{ mol}}{CaCO_3(s)} + \underset{\text{অক্সালিক এসিড}}{H_2C_2O_4(aq)} \longrightarrow \underset{1\text{ mol}}{CaC_2O_4(s)} + CO_2(g) + H_2O(l) \quad \ldots\ldots\ldots (1)$$

$$\underset{1\text{ mol}}{CaC_2O_4(s)} + H_2SO_4(aq) \longrightarrow \underset{1\text{mol}}{H_2C_2O_4(aq)} + CaSO_4(s) \quad \ldots\ldots\ldots (2)$$

$$\underset{2\text{ mol}}{2KMnO_4} + \underset{5\text{ mol}}{5H_2C_2O_4} + 3H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 10CO_2 + 8H_2O \quad \ldots\ldots\ldots (3)$$

সমীকরণ (1), (2) ও (3) এর পারস্পরিক সম্পর্ক মতে পাই-

$$1\text{ mol } CaCO_3 \equiv 1\text{ mol } CaC_2O_4 = 1\text{ mol } H_2C_2O_4 = \frac{2}{5}\text{ mol } KMnO_4$$

বা, $5\text{ mol } CaCO_3 \equiv 5\text{ mol } CaC_2O_4 \equiv 5\text{ mol } H_2C_2O_4 \equiv 2\text{ mol } KMnO_4$

$\therefore 2\text{ mol } KMnO_4 \equiv 5\text{ mol } CaCO_3$

বা, 1000 mL 2 M $KMnO_4$ দ্রবণ $\equiv 5 \times (40 + 12 + 16 \times 3)$ g $CaCO_3$

$$\therefore 35\text{ mL } 0.04\text{ M } KMnO_4 \text{ দ্রবণ} \equiv \frac{5 \times 100 \times 35 \times 0.04}{1000 \times 2}\text{ g } CaCO_3 \equiv 0.35\text{ g } CaCO_3$$

আবার, $\underset{100\text{ g}}{CaCO_3} \xrightarrow{\Delta} \underset{56\text{ g}}{CaO} + CO_2$

সমীকরণ মতে, 100 g $CaCO_3$ থেকে 56 g CaO উৎপন্ন হয়।

$$\therefore 0.35\text{ g } CaCO_3 \text{ থেকে } \frac{56 \times 0.35}{100}\text{ g CaO উৎপন্ন হয়} = 0.196\text{ g CaO}$$

প্রদত্ত 0.41 g চুনাপাথরে CaO আছে = 0.196g

$$\therefore 100\text{ g চুনাপাথরে CaO আছে } = \frac{0.196 \times 100}{0.41}\text{ g} = 47.8\text{ g (প্রায়)।}$$

উত্তর : 47.8% CaO

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সমাধানকৃত সমস্যা–৩.৭৫ : 50 mL $CuSO_4$ দ্রবণে অতিরিক্ত KI যোগ করে বিমুক্ত আয়োডিনকে টাইট্রেশন করতে 0.15 M $Na_2S_2O_3$ দ্রবণের 35 mL প্রয়োজন হলে উক্ত কপার সালফেট দ্রবণে Cu^{2+} আয়নের পরিমাণ নির্ণয় কর।

সমাধান : সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়ার সমীকরণ নিম্নরূপ :

$$2Cu^{2+}(aq) + 4I^-(aq) \longrightarrow Cu_2I_2(s) + \boxed{I_2(aq)} \quad \ldots\ldots\ldots (1)$$

$$2S_2O_3^{2-}(aq) + \boxed{I_2(aq)} \longrightarrow S_4O_6^{2-}(sq) + 2I^-(aq) \quad \ldots\ldots\ldots (2)$$

সমীকরণ (1) ও (2) হতে আমরা পাই, $2Na_2S_2O_3 \equiv I_2 \equiv 2Cu^{2+}$ আয়ন।

$\therefore$ 1000 mL 2 M $Na_2S_2O_3$ দ্রবণ $\equiv 2 \times 63.54$ g Cu^{2+} আয়ন

$$\therefore \text{ 35 mL 0.15 M } Na_2S_2O_3 \text{ দ্রবণ } \equiv \frac{2 \times 63.54 \times 35 \times 0.15}{1000 \times 2} \text{ g } Cu^{2+} \text{ আয়ন}$$

$$\equiv 0.333585 \text{ g } Cu^{2+} \text{ আয়ন}$$

উত্তর : প্রদত্ত দ্রবণে Cu^{2+} আয়নের পরিমাণ 0.3336 g (প্রায়)

MCQ-3.26: $K_2Cr_2O_7$ ও $FeSO_4$ এর রিডক্স বিক্রিয়ার জারক ও বিজারকের মোল অনুপাত কোনটি?

(ক) 1 ঃ 6 (খ) 6 ঃ 1

(গ) 7 ঃ 1 (ঘ) 7 ঃ 6

সমাধানকৃত সমস্যা-৩.৭৬ : মিউনিসিপালিটি এলাকার ওয়াসার পানিতে জীবাণুনাশকরূপে ব্যবহৃত ব্লিচিং পাউডার [Ca(OCl)Cl] হলো একটি জারক পদার্থ। 3.04 g ব্লিচিং পাউডারকে পানিতে দ্রবীভূত করে 400 mL দ্রবণ তৈরি করা হলো। এ দ্রবণের 25 mL পরিমাণকে আয়োডোমিতিক পদ্ধতিতে টাইট্রেশন করতে 40 mL 0.075 M সোডিয়াম থায়োসালফেট দ্রবণ প্রয়োজন হলো। [দি. বো. ২০১৭]

(ক) উদ্দীপকে বর্ণিত ব্লিচিং পাউডারে সক্রিয় ক্লোরিনের পরিমাণ নির্ণয় কর।

(খ) উদ্দীপকে আয়োডোমিতিক পদ্ধতিতে Fe^{3+} (ফেরিক আয়ন)-এর পরিমাণ নির্ণয়ের মাত্রিক সম্পর্ক প্রতিষ্ঠা কর।

সমাধান : (ক) প্রথমে ব্লিচিং পাউডার ও KI এর রিডক্স বিক্রিয়ায় উৎপন্ন আয়োডিনের দ্রবণের সাথে সোডিয়াম থায়োসালফেট ($Na_2S_2O_3$) এর দ্রবণের বিক্রিয়ায় আয়োডিনের দ্রবণের মোলার ঘনমাত্রা নিম্নরূপে বের করা যায়।

$Na_2S_2O_3$ দ্রবণ ও I_2 এর দ্রবণের মধ্যে রিডক্স বিক্রিয়াটি হলো :

$$\underset{2 \text{ mol}}{2Na_2S_2O_3(aq)} + \underset{1 \text{ mol}}{I_2(aq)} \longrightarrow Na_2S_4O_6(aq) + 2NaI(aq)$$

এক্ষেত্রে উভয় বিক্রিয়ক দ্রবণে রয়েছে। সুতরাং উভয়ের মোল সংখ্যা ও দ্রবণের আয়তনভিত্তিক সম্পর্ক মতে পাই,

$$\frac{V_1 \times M_1 (Na_2S_2O_3)}{V_2 \times M_2 (I_2)} = \frac{2 \text{ mol}}{1 \text{ mol}};$$

$\therefore V_1 \times M_1 = 2 \times V_2 \times M_2$

বা, $40 \text{ mL} \times 0.075 \text{ M} = 2 \times 25 \text{ mL} \times M_2$

বা, $M_2 = \frac{40 \times 0.075 \text{ M}}{2 \times 25} = 0.06 \text{ M}$

$\therefore$ KI থেকে বিমুক্ত I_2 এর ঘনমাত্রা = 0.06 M

প্রশ্নমতে,

$Na_2S_2O_3$ দ্রবণের আয়তন, $V_1 = 40$ mL

$Na_2S_2O_3$ দ্রবণের ঘনমাত্রা, $M_1 = 0.075$ M

I_2 দ্রবণের আয়তন, $V_2 = 25$ mL

I_2 দ্রবণের ঘনমাত্রা, $M_2 = ?$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

ব্লিচিং পাউডার [Ca(OCl)Cl]-এর রাসায়নিক নাম হলো ক্যালসিয়াম ক্লোরো হাইপোক্লোরাইট। এক্ষেত্রে হাইপো ক্লোরাইট (ClO^-) আয়নটি জারকরূপে ক্রিয়া করে। KI এর আয়োডাইড (I^-) আয়ন হলো বিজারক। উভয়ের মধ্যে রিডক্স অর্ধ-বিক্রিয়া হলো নিম্নরূপ :

জারণ অর্ধ-বিক্রিয়া : $2I^- \longrightarrow I_2 + 2e^-$

বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়া : $ClO^- + 2H^+ + 2e^- \longrightarrow Cl^- + H_2O$

যোগ করে, $ClO^- + 2I^- + 2H^- \longrightarrow I_2 + Cl^- + H_2O$

যেহেতু দুটি আয়োডাইড আয়ন (I^-) থেকে দুটি ইলেকট্রন একটিমাত্র হাইপোক্লোরাইট (ClO^-) আয়ন গ্রহণ করে ClO^- আয়নের মধ্যস্থ Cl এর জারণ-সংখ্যা + 1 থেকে Cl^- আয়নে – 1 হয়েছে, অর্থাৎ Cl এর জারণ মান 2 একক হ্রাস পেয়েছে [যেমন $Cl_2 + 2e^- \longrightarrow 2Cl^-$]। তাই ClO^- আয়নটি 1 mol সক্রিয় Cl_2 এর সমতুল্য। সুতরাং বিমুক্ত I_2 এর ঘনমাত্রা = সক্রিয় Cl_2 এর ঘনমাত্রা = 0.06 M

মোলার দ্রবণের সংজ্ঞা মতে,

1000 mL 1M দ্রবণে ক্লোরিন থাকে 1 mol =71g Cl_2

$\therefore$ প্রস্তুত 400 mL 0.06 M দ্রবণে Cl_2 থাকে $= \frac{71 \times 400 \times 0.06}{1000 \times 1}$ g = 1.704 g

$\therefore$ প্রদত্ত ব্লিচিং পাউডারে সক্রিয় Cl_2 এর পরিমাণ = 1.704 g (উঃ)

সমাধান (খ) : আয়োডোমিতিক পদ্ধতিতে Fe^{3+} আয়নের পরিমাণ নির্ণয়ের মাত্রিক সম্পর্ক প্রতিষ্ঠা :

আয়োডোমিতি : কোনো জারক পদার্থের নির্দিষ্ট পরিমাণ দ্রবণের সাথে অধিক KI দ্রবণের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন আয়োডিনকে প্রমাণ থায়োসালফেট দ্রবণ দ্বারা টাইট্রেশন করে মুক্ত আয়োডিনের পরিমাণ নির্ধারণের পদ্ধতিকে আয়োডোমিতি বলে। এ পদ্ধতিতে নির্ধারিত আয়োডিনের পরিমাণ থেকে ব্যবহৃত জারক পদার্থের পরিমাণ নির্ণয় করা যায়। এক্ষেত্রে তুল্যমোল জারক, তুল্যমোল আয়োডিন ও তুল্যমোল থায়োসালফেট বিজারকের মধ্যে মাত্রিক সম্পর্ক থাকে। এ মাত্রিক সম্পর্ক নিম্নোক্ত বিক্রিয়ার সমীকরণ থেকে প্রতিষ্ঠা করা যায়। যেমন,

প্রশ্নমতে জারক পদার্থ হলো ফেরিক আয়ন (Fe^{3+})।

(i) Fe^{3+} আয়নের সাথে KI দ্রবণে আয়োডাইড আয়ন (I^-)-এর রিডক্স অর্ধ-বিক্রিয়ার সমীকরণ :

জারণ অর্ধ-বিক্রিয়া : $2I^- \longrightarrow I_2 + 2e^-$

বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়া : $2Fe^{3+} + 2e^- \longrightarrow 2Fe^{2+}$

যোগ করে, $2Fe^{3+} + 2I^- \longrightarrow I_2 + 2Fe^{2+}$

(ii) বিমুক্ত I_2 এর সাথে সোডিয়াম থায়োসালফেট ($Na_2S_2O_3$) এর রিডক্স বিক্রিয়ার সমীকরণ :

$$2Na_2S_2O_3 + I_2 \longrightarrow Na_2S_4O_6 + 2NaI$$

সুতরাং উভয় বিক্রিয়ার সমীকরণ মতে পাই,

2 mol Fe^{3+} আয়ন $\equiv$ 1 mol $I_2 \equiv$ 2 mol $Na_2S_2O_3$

বা, 1 mol $Na_2S_2O_3 \equiv$ 1 mol Fe^{3+} আয়ন

বা, 1000 mL 1M $Na_2S_2O_3$ দ্রবণ $\equiv$ 55.85 g Fe^{3+} আয়ন

সুতরাং টাইট্রেশনে ব্যবহৃত প্রমাণ থায়োসালফেট দ্রবণের আয়তন থেকে Fe^{3+} আয়নের পরিমাণ নির্ণয় করা সম্ভব।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

৩.১১। নির্দেশক (Indicators)

তোমাদের কারো কি এ দুটি অভিজ্ঞতা আছে? যেমন, (১) কারো সাদা কাপড়ে বাটা হলুদের পানি পড়েছে। এর হলুদ বর্ণ ধুয়ে ফেলতে সাবান দিয়েছো। এখন কাপড়ের হলুদ বর্ণ কী রকম হবে? নিশ্চয় বাদামি লাল বর্ণ। (২) চাকুতে জবা ফুলের রস লাগিয়ে সে চাকু দিয়ে লেবু কেটে দেখেছো? কাটা লেবুর অংশ নিশ্চয় লাল বর্ণ হয়?

তোমরা চিন্তা করে দেখো, জবাফুলের রসে থাকা রাসায়নিক পদার্থ নিজের বর্ণ-পরিবর্তন করে লেবুর রসে এসিড আছে নির্দেশ করল। হলুদের রসে যে রাসায়নিক পদার্থ আছে তা নিজের বর্ণ পরিবর্তন করে সাবানে ক্ষার আছে নির্দেশ করল। রসায়নের ভাষায় উদ্ভিজ্জ উভয় রাসায়নিক পদার্থের নাম হলো নির্দেশক।

নির্দেশকসমূহ মূলত দুই শ্রেণিভুক্ত। যেমন–

(১) এসিড-ক্ষার নির্দেশক ও (২) জারণ-বিজারণ নির্দেশক।

এসিড-ক্ষার নির্দেশক : এসিড-ক্ষার বিক্রিয়ার প্রশমন বিন্দু বা তুল্যতা বিন্দু জানার জন্য যে সব জৈব যৌগ ব্যবহৃত হয়, এদেরকে এসিড ক্ষার নির্দেশক বলে। এসব নির্দেশক এসিড মাধ্যমে এক ধরনের বর্ণ এবং ক্ষার মাধ্যমে অন্য ধরনের বর্ণ দেখায়। এসিড-ক্ষার নির্দেশকগুলো রাসায়নিকভাবে দুর্বল জৈব ক্ষার অথবা দুর্বল জৈব এসিড হয়ে থাকে। যেমন মিথাইল অরেঞ্জ এসিড মাধ্যমে (pH রেঞ্জ 3.1— 4.4) লাল বর্ণ এবং ক্ষারীয় মাধ্যমে হলুদ বর্ণ দেখায়। ফেনলফথ্যালিন নির্দেশক এসিড মাধ্যমে বর্ণহীন এবং ক্ষারীয় মাধ্যমে (pH রেঞ্জ 8.2 – 9.8) লালচে বেগুনি বর্ণ হয়।

নির্দেশকের বৈশিষ্ট্য :

(১) প্রকৃতপক্ষে সব নির্দেশকই একই pH এ বর্ণ পরিবর্তন করে না।

(২) প্রতিটি নির্দেশকের একটি pH রেঞ্জ বা পরিসর আছে, যেখানে দু'প্রকার বর্ণের সংমিশ্রণ দেখা যায়।

(৩) pH এর মান pH রেঞ্জ থেকে কম হলে নির্দেশক শুধুমাত্র অম্লীয় বর্ণ এবং pH এর মান এ রেঞ্জ বা পরিসর থেকে বেশি হলে নির্দেশক শুধুমাত্র ক্ষারীয় বর্ণ দেখায়।

(৪) প্রতিটি নির্দেশক সামান্য pH পরিসরে বর্ণ পরিবর্তন করে।

(৫) তাই কোনো নির্দিষ্ট অম্ল-ক্ষারক যুগলের টাইট্রেশনের জন্য এমন একটি নির্দিষ্ট নির্দেশক নির্বাচন করা প্রয়োজন, যার বর্ণ পরিবর্তনের pH পরিসরের মধ্যে এ টাইট্রেশনের সমাপ্তি বা তুল্যতা বিন্দুর pH অবস্থিত হয়।

নির্দিষ্ট টাইট্রেশনে উপযুক্ত নির্দেশক : কোনো টাইট্রেশনের সমাপ্তি বা তুল্যতা বিন্দুতে অর্থাৎ pH পরিসরে যে নির্দেশকের বর্ণ হঠাৎ পরিবর্তিত হয়, তা ঐ টাইট্রেশনের জন্য উপযুক্ত নির্দেশক। নিচে সারণি-৩.২-এ কয়েকটি নির্দেশকের নাম ও pH পরিসরভিত্তিক বর্ণ পরিবর্তন উল্লেখ করা হয়েছে।

কোনো টাইট্রেশনে কোনো পদার্থকে নির্দেশক হিসেবে ব্যবহার করার প্রধান বৈশিষ্ট্যপূর্ণ শর্তসমূহ নিম্নরূপ:

(১) নির্দেশকের বর্ণ যথেষ্ট স্থায়ী ও উজ্জ্বল হতে হবে এবং অম্লীয় মাধ্যম ও ক্ষারীয় মাধ্যমের বর্ণের মধ্যে যথেষ্ট পার্থক্য থাকতে হবে। এরা বিপরীত বর্ণের হলে সবচেয়ে ভালো হয়।

(২) নির্দেশকের বর্ণ হঠাৎ পরিবর্তিত হতে হবে। অর্থাৎ H^+ আয়নের যে ঘনমাত্রার মধ্যে নির্দেশকের বর্ণ পরিবর্তিত হয় তার পরিসর স্বল্প হতে হবে।

(৩) সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়ার প্রশমন বিন্দুতে বা টাইট্রেশনের সমাপ্তি বিন্দুতে নির্দেশকের বর্ণ পরিবর্তিত হতে হবে।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সারণি-৩.২ : কিছু গুরুত্বপূর্ণ এসিড ক্ষার নির্দেশক :

নির্দেশকের নাম	অম্লীয় মাধ্যমে বর্ণ	ক্ষারীয় মাধ্যমে বর্ণ	বর্ণ পরিবর্তনে pH পরিসর
১. ফেনলফথ্যালিন	বর্ণহীন	লালচে বেগুনি	8.2 – 9.8
২. থাইমল ব্লু (ক্ষার)	হলুদ	নীল	8.0 –9.6
৩. ক্রিসল রেড	হলুদ	লাল	7.2 – 8.8
৪. ফেনল রেড	হলুদ	লাল	6.8 – 8.4
৫. ব্রোমোথাইমল ব্লু	হলুদ	নীল	6.0 – 7.6
৬. লিটমাস	লাল	নীল	6.0 – 8.0
৭. মিথাইল রেড	লাল	হলুদ	4.2 – 6.3
৮. মিথাইল অরেঞ্জ	গোলাপি-লাল	হলুদ	3.1 – 4.4
৯. থাইমল ব্লু (অম্ল)	লাল	হলুদ	1.2–2.8

৩.১১.১। বিক্রিয়ার সমাপ্তি বিন্দু নির্ণয়ে নির্দেশকের ভূমিকা

Roles of Indicators to identify the end-point of Reactions

উপযুক্ত নির্দেশক : (১) কোনো নির্দেশক এসিড-ক্ষার প্রশমন বিক্রিয়ার প্রশমন-বিন্দু কীরূপে এবং (২) নির্দেশকের 2 pH পরিসরে কীরূপে বর্ণ পরিবর্তন ঘটে, তা ব্যাখ্যা করা হলো। এসিড-ক্ষার নির্দেশক সাধারণত দুর্বল জৈব এসিড ও দুর্বল ক্ষার হয়ে থাকে। দুর্বল জৈব এসিড নির্দেশক (HIn) অণু জলীয় দ্রবণে বিয়োজিত হয়ে অনুবন্ধী ক্ষারক (In^-) উৎপন্ন করে। অবিয়োজিত অণু HIn ও এর অনুবন্ধী ক্ষারক In^- আয়নের বর্ণ ভিন্ন হয়। যেমন লিটমাসের বেলায় **HIn এর বর্ণ লাল** এবং এর অনুবন্ধী ক্ষারক In^- আয়নের বর্ণ নীল হয়।

$$\underset{\text{অম্ল (লাল)}}{HIn} + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + \underset{\text{অনুবন্ধী ক্ষারক (নীল)}}{In^-} \quad \ldots \quad \ldots \quad (1)$$

(i) অম্লীয় দ্রবণে (অর্থাৎ HCl দ্রবণে যেখানে অধিক H^+ আয়ন থাকে), উপরিউক্ত নির্দেশকের আয়নীকরণ সমীকরণটির সাম্যের অবস্থান বামদিকে থাকে। তখন নির্দেশকের প্রায় সবটাই অবিয়োজিত অণু HIn হিসেবে থাকবে এবং দ্রবণের বর্ণ হবে লাল অর্থাৎ **অম্লীয় মাধ্যমে লিটমাসের বর্ণ লাল।**

(ii) আবার ক্ষারীয় দ্রবণে (অর্থাৎ NaOH দ্রবণে যেখানে অধিক OH^- আয়ন থাকে), লিটমাস দ্রবণ যোগ করলে ঐ দ্রবণের H_3O^+ আয়নসমূহ OH^- আয়ন দ্বারা প্রশমিত হয়ে পানি অণু হওয়ার ($H_3O^+ + OH^- \longrightarrow 2H_2O$) কারণে সাম্যের অবস্থান ডানদিকে সরে যায়। তখন HIn অণুসমূহ OH^- আয়নের সাথে বিক্রিয়া করে In^- আয়নের ঘনমাত্রা বৃদ্ধি করে এবং দ্রবণের বর্ণটি অনুবন্ধী ক্ষারক (In^-) এর বর্ণযুক্ত নীল বর্ণ হয়। **অর্থাৎ ক্ষারীয় মাধ্যমে লিটমাসের বর্ণ নীল হয়।**

$$HIn + OH^- \rightleftharpoons H_2O + In^- \text{(নীল)}$$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

উপরিউক্ত বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থার ক্ষেত্রে বিয়োজন ধ্রুবক K_{In} হবে নিম্নরূপ :

$$K_{In} = \frac{[H_3O^+] \times [In^-]}{[HIn]} \text{ ; বা, } [H_3O^+] = K_{In} \frac{[HIn]}{[In^-]}$$

MCQ-3.27: NaOH দ্রবণ ও CH_3COOH এর টাইট্রেশনে উপযুক্ত নির্দেশক কোন্‌টি?
(ক) মিথাইল অরেঞ্জ (খ) মিথাইল রেড
(গ) ফেনলফথ্যালিন (ঘ) লিটমাস

যখন [HIn] = [In⁻] হয়, তখন সাম্যাবস্থায় উপরের সমীকরণ হতে আমরা নিম্নরূপ পাই:

$$[H_3O^+] = K_{In} \times \frac{[HIn]}{[In-]} \text{ ; } [H_3O^+] = K_{In} \text{ এবং } pH = pK_{in}$$

যখন $[HIn]/[In^-] \geq 10/_1$ হয়, তখন দ্রবণের বর্ণটি লিটমাসের বেলায় লাল হয়। আবার যদি $[HIn]/[In^-] \leq {}^1/_{10}$ হয়, তখন দ্রবণের বর্ণটি লিটমাসের বেলায় নীল হয়। অতএব, হাইড্রোজেন আয়নের পরিবর্তনের পরিসর, $[H_3O^+] = K_{In} \times \frac{10}{1}$ থেকে $K_{In} \times \frac{1}{10}$ হলে লিটমাসের বর্ণ লাল থেকে পরিবর্তিত হয়ে নীল হয়। তখন দ্রবণের pH এর পরিসর হয় $pH = (pK_{In} + 1)$ থেকে $(pK_{In} - 1)$ অর্থাৎ প্রায় 2 pH একক পরিসরে লিটমাসের বর্ণ পরিবর্তন ঘটে থাকে।

৩.১২ ব্যবহারিক : রঙিন উদ্ভিদের রস ব্যবহার করে এসিড-ক্ষার প্রশমন বিন্দু নির্ণয়

To Determine Acid-Base Neutralisation Point with Coloured Plant Juice

রঙিন উদ্ভিদের রসে দুর্বল জৈব এসিড অথবা জৈব ক্ষার থাকে। এসব রঙিন রাসায়নিক পদার্থ বিপরীত ক্ষারীয় ও অম্লীয় মাধ্যমে আয়নিত হয়ে ভিন্ন বর্ণ সৃষ্টি করে। তাই উদ্ভিদের রস যেমন হলুদের পানি ও জবা ফুলের রস নির্দেশকরূপে ব্যবহার করে এসিড-ক্ষার প্রশমন বিন্দু নির্ণয় করা যায়।

শিক্ষার্থীর কাজ : ব্যবহারিক (Practical)
পরীক্ষা নং - ১১ সময় : ১ পিরিয়ড
তারিখ : .....
পরীক্ষার নাম : রঙিন উদ্ভিদ-রস ব্যবহার করে এসিড-ক্ষার প্রশমন বিন্দু নির্ণয় :

(ক) **মূলনীতি :** সবল এসিড ও সবল ক্ষারের প্রশমন বিন্দু p^H 7 এ থাকে। তাই যে কোনো নির্দেশক ব্যবহার করে প্রশমন বিন্দু নির্ণয় করা সহজ। আমরা জানি, 1 mol HCl এসিডকে 1 mol NaOH পূর্ণ প্রশমিত করে এবং রঙিন উদ্ভিদ হলুদের রস হলো একটি এসিড-ক্ষার নির্দেশক; এটি ক্ষারীয় মাধ্যমে বাদামি লাল এবং অম্লীয় মাধ্যমে হাল্‌কা হলুদ বর্ণ হয়। তখন 20 mL 0.1 M NaOH দ্রবণে যোগ করা নির্দেশক ধর্মবিশিষ্ট হলুদের বাদামি লাল বর্ণটিকে হালকা হলুদ বর্ণে পরিণত করতে 20 mL 0.1 M HCl দ্রবণ প্রয়োজন হবে।

$$HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O$$

1 mol 1 mol

সমীকরণ মতে, 1 mol HCl ≡ 1 mol NaOH

1000 mL 0.1M HCl দ্রবণ ≡ 1000 mL 0.1M NaOH দ্রবণ

20 mL 0.1 M HCl দ্রবণ ≡ 20 mL 0.1M NaOH দ্রবণ

MCQ-3.28 : মিথাইল অরেঞ্জ-এর বর্ণ পরিবর্তনের pH রেঞ্জ কত? [ব. বো. ২০১৫]
(ক) 8.2 – 9.8 (খ) 4.2– 6.3
(গ) 3.1– 4.4 (ঘ) 6.0 –7.6

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

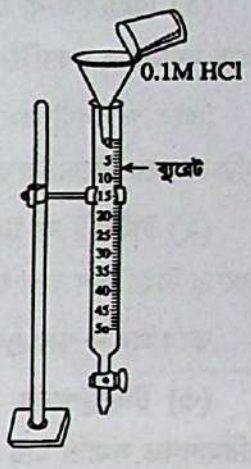
(খ) প্রয়োজনীয় রাসায়নিক বস্তু : (১) HCl দ্রবণ (0.1 M) , (২) NaOH দ্রবণ, (0.1 M), (৩) হলুদের পানি

(গ) প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি : (১) কনিকেল ফ্লাস্ক, (২) ব্যুরেট, (৩) পিপেট,
(৪) বিকার, (৪) ফানেল, (৬) স্ট্যান্ড ও ক্ল্যাম্প।

(ঘ) কাজের ধারা : (১) চিত্র ৩.৭ অনুসারে ব্যুরেটে 0.1 M HCl দ্রবণ পূর্ণ কর।

(২) কনিকেল ফ্লাস্কে 20 mL 0.1 M NaOH দ্রবণ পিপেটের সাহায্যে নাও। এর মধ্যে 3–4 ফোঁটা হলুদের দ্রবণ যোগ কর। মিশ্রণটি বাদামি লাল বর্ণ হয়েছে।

(৩) এখন কনিকেল ফ্লাস্কটিকে এক টুকরা সাদা কাগজের ওপর রাখ। এবার ব্যুরেট থেকে 0.1 M HCl দ্রবণ কনিকেল ফ্লাস্কে 18 mL পর্যন্ত যোগ কর। কনিকেল ফ্লাস্কে বাদামি লাল বর্ণ পরিবর্তন হচ্ছে কীনা লক্ষ কর। সতর্কতার সাথে ফোঁটায় ফোঁটায় আরো HCl দ্রবণ যোগ করে মিশ্রণের বাদামি লাল বর্ণ হালকা হলুদ বর্ণ হলে HCl যোগ করা বন্ধ কর।



চিত্র-৩.৭ : ব্যুরেট পূর্ণ করা।

(৪) এবার ব্যবহৃত HCl এর দ্রবণের আয়তন ব্যুরেট থেকে জেনে নাও। মূলনীতি অনুসারে 20 mL 0.1 M HCl ব্যবহারের পর ব্যবহৃত নির্দেশকটির বর্ণ পরিবর্তন হওয়ার কথা। কিন্তু ব্যবহৃত 0.1 M HCl দ্রবণ ও 0.1 M NaOH দ্রবণের মোলারিটি সঠিক না থাকলে তখন ব্যবহৃত HCl এর আয়তন 20 mL এর চেয়ে কম বেশি হবে।

সিদ্ধান্ত : এ পরীক্ষা দ্বারা রঙিন উদ্ভিদ রস এসিড-ক্ষার প্রশমন বিন্দু নির্ণয়ে নির্দেশকরূপে ভূমিকা রেখেছে।

৩.১৩ টাইট্রেশন দ্বারা অজানা ঘনমাত্রার দ্রবণে এসিড/ক্ষারের পরিমাণ নির্ণয়

To determine Molarity of an Acid or Base by Titration

আগের অনুচ্ছেদ-৩.১২ এ তোমরা রঙিন উদ্ভিদ রস ব্যবহার করে এসিড-ক্ষারের প্রশমন বিন্দু নির্ণয়ের জন্য কনিকেল ফ্লাস্কে 20 mL 0.1 M NaOH নিয়ে ব্যুরেট থেকে 0.1 M HCl দ্রবণ ফোঁটায় ফোঁটায় যোগ করে নির্দেশকের বর্ণ পরিবর্তন পর্যন্ত HCl দ্রবণ যোগ করেছ। এ সামগ্রিক কাজটিই হলো এসিড-ক্ষার টাইট্রেশন এবং প্রশমন বিন্দুতে তুল্য মোল ক্ষারের সাথে তুল্য মোল এসিড পূর্ণ বিক্রিয়া করেছে। অর্থাৎ

OH^- আয়ন এর মোল সংখ্যা (ফ্লাস্কে নেয়া) ≡ H^+ আয়ন এর মোল সংখ্যা (ব্যুরেট থেকে দেয়া)

তোমরা এখন টাইট্রেশনের নিম্নরূপ সংজ্ঞা দিতে পার :

টাইট্রেশন : নির্দেশকের উপস্থিতিতে কোনো বিক্রিয়কের প্রমাণ দ্রবণ বা জানা ঘনমাত্রার দ্রবণ দ্বারা অপর অজানা ঘনমাত্রার বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা নির্ণয়ের পদ্ধতিকে টাইট্রেশন বলে ।

* টাইট্রেশন প্রক্রিয়ায় তিনটি রাসায়নিক পদার্থ ব্যবহৃত হয়। যেমন–
(১) প্রমাণ দ্রবণ, (২) অজানা ঘনমাত্রার দ্রবণ ও (৩) নির্দেশক

* টাইট্রেশন কাজে তিনটি কাচ যন্ত্র ব্যবহৃত হয়। যেমন,
(১) ব্যুরেট, (২) কনিকেল ফ্লাস্ক ও (৩) পিপেট।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

টাইট্রেশন সংশ্লিষ্ট কতগুলো 'পদ' (terms) :

(১) টাইট্র্যান্ট বা টাইটার (Titrant or Titre) : আয়তনিক বিশ্লেষণ কালে টাইট্রেশনে ব্যবহৃত প্রমাণ দ্রবণ বা জ্ঞাত ঘনমাত্রার দ্রবণটিকে টাইট্র্যান্ট বা টাইটার বলে। টাইট্রেশনের সময় এটিকে সাধারণত ব্যুরেটে নেয়া হয়।

[তবে ক্ষারধর্মী প্রমাণ দ্রবণ যথাসম্ভব ব্যুরেটে না নেয়াই ভালো। কারণ ক্ষারধর্মী যৌগ ব্যুরেটের সিলিকেটের সাথে বিক্রিয়া করে ব্যুরেটের ক্যালিব্রেশন বা দাগগুলো নষ্ট করতে পারে।]

(২) টাইট্রেট বা টাইট্যান্ড (Titrate or Titrand) : টাইট্রেশনে ব্যবহৃত অজানা ঘনমাত্রার দ্রবণটিকে অর্থাৎ যে দ্রবণের টাইট্রেশন করা হয়, তাকে টাইট্রেট বা টাইট্র্যান্ড বলে। এটিকে সাধারণত কনিকেল ফ্লাস্কে নেয়া হয়।

তবে প্রমাণ ক্ষার দ্রবণ Na_2CO_3 দ্রবণকে কনিকেল ফ্লাস্কে নেয়া হয়।

(৩) টাইট্রেশনের সমাপ্তি বিন্দু বা প্রশমন বিন্দু (End Point) : টাইট্রেশনের যে অবস্থায় সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়াটির পরিমাণগত সমাপ্তি ঘটে এবং ব্যবহৃত নির্দেশকের বর্ণ পরিবর্তন ঘটে তাকে ঐ টাইট্রেশনের সমাপ্তি ক্ষণ বা সমাপ্তি বিন্দু বা প্রশমন বিন্দু বলা হয়। এসিড-ক্ষার টাইট্রেশনের লেখচিত্রে তা নির্দিষ্ট pH মান যুক্ত একটি বিন্দু হয়। যেমন সবল এসিড ও সবল ক্ষারের প্রশমন বিন্দুতে লেখচিত্রটিতে pH মান 7 হয়।

(৪) প্রমাণ দ্রবণ (Standard solution) : যে দ্রবণের ঘনমাত্রা সঠিকভাবে জানা থাকে, তাকে প্রমাণ দ্রবণ বলে। যেমন 0.1M Na_2CO_3 দ্রবণ একটি প্রমাণ দ্রবণ। কারণ এর এক লিটার দ্রবণে নির্দিষ্ট পরিমাণ যেমন 0.1 মোল Na_2CO_3 বা 10.6 g Na_2CO_3 দ্রবীভূত করা হয়েছে, তা জানা আছে।

প্রমাণ দ্রবণের প্রকারভেদ : প্রমাণ দ্রবণ দুই প্রকার হতে পারে।

(১) প্রাইমারি বা মুখ্য প্রমাণ দ্রবণ ও (২) সেকেন্ডারি বা গৌণ প্রমাণ দ্রবণ।

প্রাইমারি বা মুখ্য প্রমাণ দ্রবণ : প্রাইমারি স্ট্যান্ডার্ড পদার্থ থেকে নির্দিষ্ট পরিমাণ দ্রবকে রাসায়নিক নিক্তিতে ওজন করে নির্দিষ্ট আয়তনের প্রস্তুত দ্রবণকে প্রাইমারি বা মুখ্য প্রমাণ দ্রবণ বলে। প্রাইমারি স্ট্যান্ডার্ড পদার্থের দ্রবণ হলো–

(i) অনার্দ্র Na_2CO_3 এর 0.1M দ্রবণ

(ii) অক্সালিক এসিড ($C_2H_2O_4.2H_2O$) এর 0.1 M দ্রবণ

(iii) 0.1 M $K_2Cr_2O_7$ দ্রবণ ইত্যাদি।

সেকেন্ডারি বা গৌণ প্রমাণ দ্রবণ : সেকেন্ডারি স্ট্যান্ডার্ড পদার্থ থেকে প্রস্তুত যে দ্রবণের ঘনমাত্রা প্রাইমারি বা মুখ্য প্রমাণ দ্রবণের সাহায্যে টাইট্রেশন করে প্রকৃত ঘনমাত্রা নির্ণয় করা হয়, তাকে সেকেন্ডারি বা গৌণ প্রমাণ দ্রবণ বলে। যেমন HCl এসিডের তৈরি মোটামুটি 0.12 M দ্রবণকে 0.1 M Na_2CO_3 দ্রবণ দ্বারা টাইট্রেশন করে নির্ণীত ঘনমাত্রা হয় 0.105 M HCl। এটি হলো HCl এর গৌণ প্রমাণ দ্রবণ। একইভাবে 0.01 M $KMnO_4$ দ্রবণ তৈরি করে এটির সঠিক ঘনমাত্রা প্রমাণ 0.025 M অক্সালিক এসিড দ্বারা নির্ণয় করা হয়। [পরীক্ষা নং-১৩ দ্রষ্টব্য]।

শিক্ষার্থীর কাজ : **ব্যবহারিক (Practical)**

পরীক্ষা নং - ১২ সময় : ১ পিরিয়ড

তারিখ : .....

পরীক্ষার নাম : 0.1M Na_2CO_3 দ্রবণ দ্বারা নমুনা HCl দ্রবণের ঘনমাত্রা নির্ণয় :

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

(ক) মূলনীতি : Na_2CO_3 ও HCl এর প্রশমন বিক্রিয়ার সমীকরণ হলো নিম্নরূপ :

$$2HCl\,(aq) + Na_2CO_3\,(aq) \longrightarrow 2NaCl\,(aq) + CO_2\,(g) + H_2O\,(l)$$

বা, $2H^+\,(aq) + CO_3^{2-}\,(aq) \longrightarrow CO_2\,(g) + H_2O\,(l)$

2 mol 1 mol

টাইট্রেশনের বেলায়, প্রশমন বিক্রিয়া শেষে প্রশমন বিন্দুতে আমরা পাই,

CO_3^{2-} এর মোল সংখ্যা (ফ্লাস্কে) ≡ H^+ এর মোল সংখ্যা (ব্যুরেট থেকে দেয়া)

(খ) প্রয়োজনীয় রাসায়নিক বস্তু : (১) 0.1 M Na_2CO_3 দ্রবণ, (পরীক্ষা নং -৮ এ তৈরি করা প্রমাণ 0.1 M Na_2CO_3 দ্রবণ)

MCQ-3.29 : অম্ল-ক্ষার দ্রবণের টাইট্রেশনে প্রয়োজন হয়—

(i) প্রমাণ এসিড দ্রবণ

(ii) NaOH দ্রবণ

(iii) নির্দেশক

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i ও ii (খ) ii ও iii

(গ) i ও iii (ঘ) i, ii ও iii

(২) 0.1 M HCl দ্রবণ, (পরীক্ষা নং -৯ এ তৈরি করা 0.1 M HCl দ্রবণ)

(৩) নির্দেশক : মিথাইল অরেঞ্জ (সবল HCl এসিডের জন্য)

(গ) প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি : (১) কনিকেল ফ্লাস্ক, (২) ব্যুরেট, (৩) পিপেট, (৪) ক্ল্যাম্পসহ স্ট্যান্ড।

(ঘ) কাজের ধারা : (১) পরীক্ষা নং-৯-এ প্রস্তুত করা 0.1 M HCl দ্রবণ (সেকেন্ডারি এসিড দ্রবণ) অথবা নমুনা HCl দ্রবণ দ্বারা ব্যুরেটটি পূর্ণ কর এবং স্ট্যান্ডের সাথে ক্ল্যাম্প দ্বারা খাড়াভাবে আটকিয়ে নাও।

(২) পরীক্ষা নং –৮ এ প্রস্তুত করা 0.1 M Na_2CO_3 দ্রবণ (প্রমাণ দ্রবণ) এর আয়তনিক ফ্লাস্ক থেকে পিপেট দ্বারা 10 mL দ্রবণ কনিকেল ফ্লাস্কে নাও। কনিকেল ফ্লাস্কের দ্রবণে 1–2 ফোঁটা মিথাইল অরেঞ্জ যোগ কর। তখন দ্রবণের বর্ণ হলুদ হয়।

(৩) কনিকেল ফ্লাস্কের তলায় একটি সাদা কাগজ টুকরা রাখ। ব্যুরেটে HCl এসিড দ্রবণের পাঠ নিয়ে ডাটার ছকে '১ম পাঠ'-এ রেকর্ড কর। চিত্রমতে বাম হাতে ব্যুরেটের স্টপ কক ঘুরিয়ে ব্যুরেটের HCl দ্রবণ ফোঁটায় ফোঁটায় কনিকেল ফ্লাস্কে যোগ কর এবং ডান হাতে কনিকেল ফ্লাস্কের মিশ্রণকে ঘূর্ণি-আবর্তে (swirled) মিশাও। যখন মিশ্রণটির মাঝখানে HCl এর ফোঁটা পড়ার সাথে মিথাইল অরেঞ্জের এসিড মাধ্যমের কমলা বর্ণ দেখা দেয়, কিন্তু মিশ্রণটি ঘুরালে কমলা বর্ণ দূর হয়, তখন প্রশমন বিক্রিয়াটি প্রায় সমাপ্তির পথে বোঝায়। শেষে 2–1 ফোঁটা এসিড দ্রবণ যোগ করলে সম্পূর্ণ মিশ্রণটি কমলা বর্ণ হয়। এটিই টাইট্রেশনের শেষ বিন্দু। এখন ব্যুরেটে এসিড দ্রবণের পাঠ নিয়ে ডাটার ছকে '২য় পাঠ'-এ রেকর্ড কর।

চিত্র-৩.৮ : HCl এসিড ও Na_2CO_3 দ্রবণ টাইট্রেশন।

(৪) এরূপে তিনটি টাইট্রেশন কর। ডাটার ছকে ব্যবহৃত এসিড আয়তনের গড় আয়তন বের করে রেকর্ড কর।

(ঙ) টাইট্রেশন ডাটা : প্রস্তুতকৃত HCl দ্রবণকে প্রমাণ Na_2CO_3 দ্রবণ দ্বারা প্রশমন

ব্যবহৃত প্রাইমারি Na_2CO_3 প্রমাণ দ্রবণের শক্তিমাত্রা = 1.02 (0.1 M) = 0.102 M

ক্রমিক নং	গৃহীত Na_2CO_3 দ্রবণ ; mL	ব্যুরেটে HCl দ্রবণ		ব্যবহৃত HCl mL (২য় পাঠ-১ম পাঠ)	ব্যবহৃত HCl এর গড় আয়তন; mL
		১ম পাঠ, mL	২য় পাঠ, mL		
১।	10	0.1	20.2	20.1	
২।	10	20.2	40.3	20.1	20.1
৩।	10	0.0	20.1	20.1	

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

(চ) প্রস্তুতকৃত HCl দ্রবণের ঘনমাত্রা গণনা : সংশ্লিষ্ট প্রশমন বিক্রিয়াটি হলো—

$$2HCl\ (aq) + Na_2CO_3\ (aq) \longrightarrow 2NaCl\ (aq) + CO_2\ (g) + H_2O\ (l)$$

পূর্ণ প্রশমনের বেলায়, $\frac{V_1 \times M_1}{V_2 \times M_2} = \frac{2 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol } Na_2CO_3}$; এখানে, $V_1 = 20.1$ mL HCl দ্রবণ

বা, $1 \times V_1 \times M_1 = 2 \times V_2 \times M_2$ $M_1 = ?$

বা, $1 \times 20.1 \times M_1 = 2 \times 10 \times 0.102$ M $V_2 = 10$ mL Na_2CO_3 দ্রবণ

বা, $M_1 = \frac{2 \times 10 \times 0.102 \text{ M}}{20.1} = 0.1015$ M $M_2 = 0.102$ (M)

নমুনা HCl দ্রবণের ঘনমাত্রা = 0.1015 M

শিক্ষার্থীর কাজ : **ব্যবহারিক (Practical)**

পরীক্ষা নং-১২ (ক) সময় : ১ পিরিয়ড

তারিখ : .....

পরীক্ষার নাম : 0.05 M অক্সালিক এসিড দ্রবণ দ্বারা নমুনা NaOH দ্রবণের ঘনমাত্রা নির্ণয়

(ক) মূলনীতি : সমীকরণভিত্তিতে [নিচে সমীকরণ দেয়া আছে]।

(খ) প্রয়োজনীয় রাসায়নিক বস্তু: (১) নমুনা NaOH দ্রবণ, (২) অক্সালিক এসিড, (৩) ফেনলফথ্যালিন।

(গ) প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি : (১) ব্যুরেট, (২) কনিকেল ফ্লাস্ক, (৩) পিপেট, (৪) ক্ল্যাম্প-স্ট্যান্ড।

(ঘ) কাজের ধারা:

(১) নমুনা ক্ষার দ্রবণ (NaOH) এর প্রকৃত মোলারিটি নির্ণয়ের জন্য প্রমাণ দ্রবণ হিসেবে 0.05 M অক্সালিক এসিড ব্যবহার করতে হবে। পরীক্ষা নং-৮-এর মতো ওজন পদ্ধতিতে অক্সালিক এসিডের প্রমাণ দ্রবণ তৈরি কর। অক্সালিক এসিড $(COO)_2.2H_2O$ এর মোলার ভর = 126 g

(২) দুর্বল এসিড-সবল ক্ষারের টাইট্রেশনের মতো কনিকেল ফ্লাস্কে 10 mL অক্সালিক এসিড দ্রবণ নাও। এ দ্রবণে 1–2 ফোঁটা ফেনলফথ্যালিন যোগ কর। মিশ্রণটি বর্ণহীন থাকবে।

(৩) ব্যুরেটে NaOH দ্রবণ নিয়ে টাইট্রেশন কর। প্রশমন বিন্দুতে মিশ্রণটি হালকা গোলাপি হবে।

(৪) টাইট্রেশন ডাটা : পরীক্ষা নং-১২ এর (ঙ) টাইট্রেশন ডাটা মতে টাইট্রেশন ডাটা রেকর্ড কর।

(৫) গণনার সমীকরণ :

$$2\ NaOH + HOOC - COOH \longrightarrow Na\text{-}OOC - COO\text{-}Na + 2H_2O.$$

2 mol 1 mol

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

ব্যবহারিক (Practical)

৩.১৪ জারণ-বিজারণ টাইট্রেশন দ্বারা দ্রবণে ধাতব আয়নের পরিমাণ নির্ণয়

To determine Metal ion in Solution by Redox Titration

এসিড-ক্ষার টাইট্রেশনে আমরা প্রমাণ ক্ষার দ্রবণ দ্বারা এসিডের ঘনমাত্রা অথবা প্রমাণ এসিড দ্রবণ দ্বারা ক্ষার দ্রবণের ঘনমাত্রা নির্ণয় পদ্ধতি শিখেছি। একইভাবে রিডক্স টাইট্রেশনে জারক পদার্থের প্রমাণ দ্রবণ দ্বারা দ্রবণে বিজারক পদার্থের পরিমাণ নির্ণয় অথবা বিজারক পদার্থের প্রমাণ দ্রবণ দ্বারা দ্রবণে জারক পদার্থের পরিমাণ নির্ণয় করা হয়। এ রিডক্স টাইট্রেশনের বিশেষ গুরুত্ব রয়েছে। যেমন পানীয় জলে আয়রনের পরিমাণ নির্ণয়, রক্তে Ca^{2+} আয়নের পরিমাণ নির্ণয়, ফল ও সবজিতে ভিটামিন -C এর পরিমাণ নির্ধারণ বিশেষ উল্লেখযোগ্য।

আমরা জানি, রিডক্স বিক্রিয়ায় বিজারক যতটি ইলেকট্রন ত্যাগ করে জারিত হয়, জারক পদার্থ ততটি ইলেকট্রন গ্রহণ করে বিজারিত হয়। তাই সমতাযুক্ত রাসায়নিক সমীকরণভিত্তিক জারক ও বিজারকের মধ্যে তাদের মোলের সংখ্যানুপাতে (stoichiometric) জলীয় দ্রবণে বিক্রিয়া ঘটানো হয়। সুতরাং রাসায়নিক বিক্রিয়ার সংখ্যানুপাতিক সূত্র মতে আমরা পাই,

x জারক + y বিজারক ⟶ উৎপাদ; এখানে x ও y হলো যথাক্রমে জারক ও বিজারক পদার্থের মোল সংখ্যা।

বা, $\dfrac{V_1 \times M_1 \text{ (জারক)}}{V_2 \times M_2 \text{ (বিজারক)}} = \dfrac{x \text{ (জারকের মোল সংখ্যা)}}{y \text{ (বিজারকের মোল সংখ্যা)}}$

জারক ও বিজারক পদার্থ দুটির দ্রবণের মধ্যে একটির ঘনমাত্রা জানা থাকে; এ দ্রবণটিকে প্রমাণ দ্রবণ বলে। এ প্রমাণ দ্রবণের সাহায্যে অপর দ্রবণের ঘনমাত্রা অথবা নির্দিষ্ট ধাতব আয়নের পরিমাণ বের করা হয়।

রিডক্স টাইট্রেশনে জারক হিসেবে পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট ($KMnO_4$) এর 0.02 M দ্রবণ ব্যবহৃত হয়। তবে এটি সেকেন্ডারি পদার্থ হওয়ায় এর দ্রবণকে বিজারক অক্সালিক এসিডের প্রমাণ দ্রবণ দ্বারা প্রমিতকরণ করে সঠিক মোলারিটি নির্ণয় করা হয়।

সেকেন্ডারি পদার্থ হওয়া সত্ত্বেও $KMnO_4$ ব্যবহারে সুবিধা হলো $KMnO_4$ দ্বারা টাইট্রেশনে কোনো নির্দেশকের প্রয়োজন হয় না। কেননা এর বর্ণ অত্যন্ত তীব্র এবং 100 mL পানিতে 0.1 mL 0.02 M $KMnO_4$ যোগ করলে এর সুস্পষ্ট হাল্কা পিঙ্ক বা গোলাপি বর্ণ দেখা যায়।

প্রমিত $KMnO_4$ দ্রবণ দিয়ে পানীয় জলে Fe^{2+} আয়নের পরিমাণ নির্ণয়ের সমীকরণ ও গণনা :

1 M H_2SO_4 মিশ্রিত $KMnO_4$ দ্রবণে পারম্যাঙ্গানেট আয়ন জারকরূপে ও বিজারক Fe^{2+} আয়নের মধ্যে নিম্নরূপ রিডক্স বিক্রিয়া ঘটে।

$$2MnO_4^- + 10\,Fe^{2+} + 16H^+ \longrightarrow 2Mn^{2+} + 10Fe^{3+} + 8\,H_2O$$

সমীকরণ মতে, 2 mol $KMnO_4 \equiv$ 10 mol Fe^{2+} আয়ন

$\therefore$ 1000 mL 2 M $KMnO_4$ দ্রবণ $\equiv 10 \times 55.85$ g Fe^{2+} আয়ন

$$\therefore 1 \text{ mL } 0.02 \text{ M } KMnO_4 \text{ দ্রবণ} \equiv \frac{10 \times 55.85 \times 0.02}{1000 \times 2} \text{ g } Fe^{2+} \text{ আয়ন}$$

$$\equiv 5.585 \times 10^{-3} \text{ g } Fe^{2+} \text{ আয়ন}$$

এরূপে টাইট্রেশনে ব্যবহৃত $KMnO_4$ দ্রবণের মোট আয়তন থেকে পানিতে মোট Fe^{2+} আয়নের পরিমাণ গণনা করা হয়।

MCQ-3.30 : টাইট্রেশন কাজে ব্যবহৃত কাচ যন্ত্র হলো—
(i) ব্যুরেট (ii) কনিকেল ফ্লাস্ক
(iii) মেজারিং সিলিন্ডার
নিচের কোনটি সঠিক?
(ক) i ও ii (খ) ii ও iii
(গ) i ও iii (ঘ) i, ii ও iii

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

৩.১৪.১। আয়োডিনযুক্ত জারণ-বিজারণ টাইট্রেশন: আয়োডিমিতি ও আয়োডোমিতি

Redox Titration involving iodine [Iodimetry and Iodometry]

আয়োডিমিতি : সরাসরি প্রমাণ আয়োডিন দ্রবণের সাহায্যে সোডিয়াম থায়োসালফেট, সালফাইট, আর্সেনাইট ইত্যাদি বিজারক পদার্থের টাইট্রেশন করার মাধ্যমে এদের পরিমাণ নির্ধারণ করার পদ্ধতিকে আয়োডিমিতি (iodimetry) বলা হয়। এক্ষেত্রে প্রমাণ আয়োডিন দ্রবণকে ব্যুরেটে নেয়া হয়। এরূপ ক্ষেত্রে রিডক্স বিক্রিয়া নিম্নরূপে ঘটে।

$$\underset{\text{সোডিয়াম থায়োসালফেট}}{2Na_2S_2O_3} + I_2 \longrightarrow \underset{\text{সোডিয়াম টেট্রাথায়োনেট}}{Na_2S_4O_6} + 2NaI$$

এদের মধ্যে সংঘটিত অর্ধবিক্রিয়া দুটি হলো : $2S_2O_3^{2-}(aq) \longrightarrow S_4O_6^{2-}(aq) + 2e^-$

$I_2(aq) + 2e^- \longrightarrow 2I^-(aq)$

আয়োডোমিতি : কোনো জারক পদার্থের নির্দিষ্ট পরিমাণ দ্রবণের নির্দিষ্ট আয়নের সাথে আয়োডাইড লবণ (যেমন (KI) এর বিক্রিয়ায় উৎপন্ন আয়োডিনকে প্রমাণ থায়োসালফেট দ্রবণ দ্বারা টাইট্রেশন করে মুক্ত আয়োডিনের পরিমাণ নির্ধারণের পদ্ধতিকে আয়োডোমিতি (iodometry) বলা হয়। এক্ষেত্রে প্রমাণ থায়োসালফেট দ্রবণকে ব্যুরেটে নেয়া হয়।

এ প্রক্রিয়ায় নির্ধারিত আয়োডিনের পরিমাণ থেকে ব্যবহৃত জারক পদার্থ যেমন $CuSO_4$, $K_2Cr_2O_7$, $KMnO_4$ ইত্যাদির পরিমাণ নির্ণয় করা যায়। যেমন,

কাজের ধারা : নির্দিষ্ট পরিমাণ জারক পদার্থ (যেমন $CuSO_4$ এর Cu^{2+} আয়ন) এর দ্রবণ কনিকেল ফ্লাস্কে নিয়ে এর মধ্যে অধিক পরিমাণ KI যোগ করলে উভয়ের বিক্রিয়ায় জারক পদার্থের তুল্য পরিমাণ আয়োডিন মুক্ত হয়। পরে মুক্ত আয়োডিনকে প্রমাণ $Na_2S_2O_3$ দ্রবণ দ্বারা টাইট্রেশন করা হয়। যেমন–

$2CuSO_4 + 4KI \rightarrow Cu_2I_2 + \boxed{I_2} + 2K_2SO_4$; $2Na_2S_2O_3 + \boxed{I_2} \rightarrow Na_2S_4O_6 + 2NaI$

বা, (i) $2Cu^{2+} + 4I^- \rightarrow 2Cu^+ + 2I^- + I_2$; বা, (ii) $I_2 + 2S_2O_3^{2-} \rightarrow S_4O_6^{2-} + 2I^-$

উভয় সমীকরণ থেকে পাই, $2\ mol\ CuSO_4 \equiv 1\ mol\ I_2 \equiv 2\ mol\ Na_2S_2O_3$

বা, $1\ mol\ Na_2S_2O_3 \equiv 1\ mol\ CuSO_4$

আয়োডোমিতির মূলনীতি ও প্রয়োগ : প্রমাণ সোডিয়াম থায়োসালফেট দ্রবণ বিজারক এবং রিডক্স বিক্রিয়ায় ব্যবহৃত Cu^{2+} আয়ন হলো জারক। এ প্রমাণ দ্রবণ দ্বারা মুক্ত আয়োডিনকে টাইট্রেশন করা হয় এবং বিজারক পদার্থের পরিমাণ থেকে প্রথমোক্ত জারক পদার্থ (Cu^{2+}) এর পরিমাণ নির্ণয় করা হয়। যেমন, উপরের উভয় বিক্রিয়া থেকে পাই—

তুল্য মোল জারক = তুল্য মোল আয়োডিন = তুল্য মোল বিজারক

বা, $1\ mol\ Na_2S_2O_3 \equiv 1\ mol\ Cu^{2+}\ ion \equiv 63.5\ g\ Cu^{2+}\ ion$

বা, $1000\ mL\ 1M\ Na_2S_2O_3$ দ্রবণ $\equiv 63.5\ g\ Cu^{2+}\ ion$.

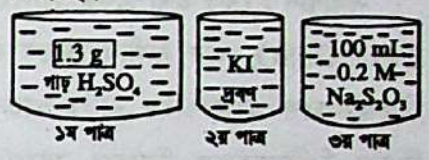
এক্ষেত্রে টাইট্রেশনে প্রাপ্ত প্রমাণ $Na_2S_2O_3$ দ্রবণের আয়তন থেকে Cu^{2+} আয়নের পরিমাণ নির্ণয় করার পদ্ধতি হলো আয়োডোমিতির উদাহরণ।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সমাধানকৃত সমস্যা–৩.৭৭ : নিচের উদ্দীপকভিত্তিক সংশ্লিষ্ট প্রশ্নের উত্তর দাও : [চ. বো. ২০১৭]

1.3 g অবিশুদ্ধ কপারকে উত্তপ্ত গাঢ় H_2SO_4 এসিডে দ্রবীভূত করে ১ম পাত্রে 50 mL দ্রবণ তৈরি করা হলো। ২য় পাত্রে অধিক পরিমাণ KI দ্রবণ আছে। ৩য় পাত্রে 100 mL 0.2 M $Na_2S_2O_3$ দ্রবণ আছে।



(ক) উদ্দীপকের প্রমাণ দ্রবণটিকে কীভাবে সেন্টিমোলার দ্রবণে পরিণত করা যায়?

(খ) উদ্দীপকের দ্রবণগুলো ব্যবহার করে অবিশুদ্ধ কপারে ভেজালের শতকরা পরিমাণ গণনা কর।

সমাধান : (ক) উদ্দীপকের প্রমাণ দ্রবণটি হলো 100 mL 0.2 M $Na_2S_2O_3$ দ্রবণ। লঘুকরণের মাধ্যমে এটিকে সেন্টিমোলার দ্রবণে পরিণত করা সম্ভব। তখন ঐ দ্রবণে পানি যোগ করে আয়তন বৃদ্ধি করতে হবে। লঘুকরণের সমীকরণ মতে,

$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$

বা, $V_2 = \dfrac{V_1 \times M_1}{M_2} = \dfrac{100\ mL \times 0.2\ M}{0.01\ M}$

বা, $V_2 = 2000\ mL$

প্রশ্নমতে,
প্রাথমিক আয়তন, $V_1 = 100\ mL$
প্রাথমিক ঘনমাত্রা, $M_1 = 0.2\ M$
লঘুকৃত দ্রবণের আয়তন, $V_2 = ?$
লঘুকৃত দ্রবণের ঘনমাত্রা, $M_2 = 0.01\ M$

সুতরাং প্রদত্ত প্রমাণ দ্রবণে পানি মিশাতে হলো = (2000 – 100) mL = 1900 mL (উ:)

সমাধান : (খ) উত্তপ্ত গাঢ় H_2SO_4 এসিডে Cu ধাতু প্রথমে জারিত হয়ে CuO ক্ষারক এবং পরে H_2SO_4 এসিডসহ বিক্রিয়ায় $CuSO_4$ উৎপন্ন করে :

$$\text{গাঢ় } H_2SO_4 \xrightarrow{\Delta} H_2O + SO_2 + [O]$$
$$Cu + [O] \longrightarrow CuO$$
$$CuO + H_2SO_4 \longrightarrow CuSO_4 + H_2O$$

যোগ করে, $Cu + 2H_2SO_4\ (\text{গাঢ়}) \xrightarrow{\Delta} CuSO_4 + SO_2 + 2H_2O$

আয়োডোমিতি পদ্ধতিতে অবিশুদ্ধ নমুনা কপারে বিশুদ্ধ কপারের পরিমাণ নিম্ন সমীকরণ মতে নির্ণয় করা যায়।

$$2CuSO_4 + 4\ KI \longrightarrow Cu_2I_2 + \boxed{I_2} + 2K_2SO_4$$
$$2Na_2S_2O_3 + \boxed{I_2} \longrightarrow Na_2S_4O_6 + 2NaI$$

উভয় সমীকরণ থেকে পাই, 2 mol $CuSO_4 \equiv 1$ mol $I_2 = 2$ mol $Na_2S_2O_3$

বা, 1 mol $Na_2S_2O_3 \equiv 1$ mol $CuSO_4 \equiv 1$ mol Cu^{2+}

$\therefore$ 1000 mL 1 M $Na_2S_2O_3$ দ্রবণ $\equiv 1$ mol $Cu^{2+} = 63.546$ g Cu

$\therefore$ 100 mL 0.2 M $Na_2S_2O_3$ দ্রবণ $\equiv \dfrac{63.546 \times 100 \times 0.2\ g\ Cu}{1000 \times 1} = 1.27$ g Cu

$\therefore$ 1.3 g অবিশুদ্ধ কপারে ভেজাল আছে = (1.3 – 1.27) g = 0.03 g

$\therefore$ 100 g অবিশুদ্ধ কপারে ভেজাল আছে $= \dfrac{(0.03 \times 100)\ g}{1.3} = 2.30$ g

$\therefore$ ভেজালের পরিমাণ = 2.30% (উ:)।

সমাধানকৃত সমস্যা-৩.৭৮ : নিচের উদ্দীপকভিত্তিক সংশ্লিষ্ট প্রশ্নের উত্তর দাও : [ঢা. বো. ২০১৭]

(ক) উদ্দীপকের কনিকেল ফ্লাস্কে গৃহীত দ্রবণদ্বয়ের বিক্রিয়াটি আয়ন-ইলেকট্রন পদ্ধতিতে সমতা বিধান কর।

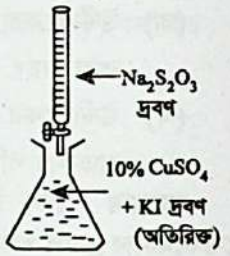
www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

(খ) উদ্দীপকে $CuSO_4$ এর পরিবর্তে $K_2Cr_2O_7$ দ্রবণ ব্যবহার করলে টাইট্রেশন (বা অনুমাপন) প্রক্রিয়াটি আয়োডোমিতিক না আয়োডিমিতিক হবে; তা উপযুক্ত ও প্রয়োজনীয় সমীকরণসহ বিশ্লেষণ কর।

সমাধান : (ক) উদ্দীপকের কনিকেল ফ্লাস্কে গৃহীত দ্রবণদ্বয় হলো $CuSO_4$ দ্রবণ ও KI এর দ্রবণ। $CuSO_4$ এর জলীয় দ্রবণে জারকরূপে Cu^{2+} আয়ন এবং KI এর জলীয় দ্রবণে বিজারকরূপে আয়োডাইড (I^{-1}) আয়ন থাকে। তাই কনিকেল ফ্লাস্কের উভয় দ্রবণের মিশ্রণে রিডক্স বিক্রিয়াকালে নিম্নরূপ জারণ অর্ধ-বিক্রিয়া ও বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়া ঘটে। জারণ অর্ধবিক্রিয়ায় বিজারক আয়োডাইড আয়ন (I^-) একটি ইলেকট্রন ত্যাগ করে প্রথমে আয়োডিন পরমাণু ও পরে আয়োডিন অণু তৈরি করে। অপরদিকে বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়ায় Cu^{2+} আয়ন একটি করে ইলেকট্রন গ্রহণ করে বিজারিত হয়ে কিউপ্রাস আয়ন (Cu^+) এ পরিণত হয়। পরে কিউপ্রাস আয়োডাইডের ডাইমার অণু (Cu_2I_2) গঠন করে। যেমন,

উদ্দীপক চিত্র :



জারণ অর্ধ-বিক্রিয়া : $2I^- \longrightarrow I_2 + 2e^-$

বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়া : $2Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow 2Cu^+$

যোগ করে, $2Cu^{2+} + 2I^- \longrightarrow 2Cu^+ + I_2$

বা, $2Cu^{2+} + 4I^- \longrightarrow 2Cu_2I_2 + I_2$

সমাধান : (খ) উদ্দীপক মতে, কনিকেল ফ্লাস্কে জারক পদার্থ যেমন $CuSO_4$ এর Cu^{2+} আয়ন এবং বিজারক পদার্থ যেমন KI এর আয়োডাইড আয়ন (I^-) এর দ্রবণ অতিরিক্ত পরিমাণে আছে। তাই তুল্য পরিমাণ জারক ও বিজারক পদার্থের মধ্যে রিডক্স বিক্রিয়ার ফলে তুল্য পরিমাণ আয়োডিন মুক্ত হয়। সমীকরণটি হলো :

$2Cu^{2+} + 4I^- \longrightarrow Cu_2I_2 + I_2$

বা, $2CuSO_4 + 4KI \longrightarrow Cu_2I_2 + I_2 + 2K_2SO_4$ ..... (1)

উদ্দীপকের ব্যুরেটে নেয়া প্রমাণ থায়োসালফেট ($Na_2S_2O_3$) দ্রবণ দ্বারা কনিকেল ফ্লাস্কে উৎপন্ন বা মুক্ত আয়োডিনকে টাইট্রেশন বা অনুমাপন করে আয়োডিনের পরিমাণ নির্ধারণ করা হয়েছে। মুক্ত আয়োডিন ও $Na_2S_2O_3$ এর মধ্যে বিক্রিয়ার সমীকরণ হলো নিম্নরূপ :

$$2Na_2S_2O_3 + I_2 \rightarrow Na_2S_4O_6 + 2NaI \text{ ..... (2)}$$

সুতরাং (1) ও (2) নং সমীকরণ থেকে পাই :

$$2CuSO_4 \equiv I_2 \equiv 2Na_2S_2O_3$$

বা, 1 mol $Na_2S_2O_3$ = 1 mol $CuSO_4$

এক্ষেত্রে টাইট্রেশনে ব্যবহৃত প্রমাণ থায়োসালফেটের আয়তন থেকে জারক পদার্থ Cu^{2+} আয়নের পরিমাণ গণনা করা যায়।

এ টাইট্রেশন প্রক্রিয়ায় রিডক্স বিক্রিয়ায় মুক্ত ও নির্ধারিত আয়োডিনের পরিমাণ থেকে প্রমাণ থায়োসালফেট দ্রবণের মাধ্যমে জারক পদার্থের পরিমাণ নির্ণয় করা যায়; এ পদ্ধতিকে আয়োডোমিতি বলা হয়।

উদ্দীপক মতে, $CuSO_4$ এর পরিবর্তে জারক পদার্থরূপে প্রাইমারি স্ট্যান্ডার্ড পদার্থ $K_2Cr_2O_7$ দ্রবণ ব্যবহার করা হলে একইভাবে মুক্ত আয়োডিন প্রস্তুত করা যাবে। তাই সংশ্লিষ্ট টাইট্রেশন বা অনুমাপন প্রক্রিয়াটি সংজ্ঞা মতে আয়োডোমিতি হবে। সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়াসমূহ নিম্নরূপ হবে :

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

$K_2Cr_2O_7 + 7H_2SO_4 + 6KI \longrightarrow 4K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + 3I_2 + 7H_2O$

$6Na_2S_2O_3 + 3I_2 \longrightarrow 3Na_2S_4O_6 + 6NaI$

$\therefore$ 1 mol $K_2Cr_2O_7 \equiv 3$ mol $I_2 \equiv 6$ mol $Na_2S_2O_3$

বা, 6 mol $Na_2S_2O_3 \equiv 1$ mol $K_2Cr_2O_7$

অপরদিকে, আয়োডিমিতির সংজ্ঞা মতে, সরাসরি প্রমাণ আয়োডিনের দ্রবণ দ্বারা বিজারক পদার্থ যেমন সোডিয়াম থায়োসালফেট বা সালফাইট ইত্যাদির দ্রবণকে টাইট্রেশন করে বিজারক পদার্থের পরিমাণ নির্ণয় করা হয়। উদ্দীপক মতে আয়োডিমিতি প্রক্রিয়া এক্ষেত্রে জড়িত নয়।

শিক্ষার্থীর কাজ : ব্যবহারিক (Practical)

পরীক্ষা নং - ১৩ **সময় : ১ পিরিয়ড**

তারিখ : .....

পরীক্ষার নাম : 0.01 M $KMnO_4$ দ্রবণ দ্বারা দ্রবণে $FeSO_4$ এর পরিমাণ নির্ণয় :

মূলনীতি : জারকরূপে অম্লীয় $KMnO_4$ দ্রবণ ও বিজারক Fe^{2+} আয়নের মধ্যে নিম্নরূপ রিডক্স বিক্রিয়া ঘটে।

$$MnO_4^-(aq) + 5Fe^{2+}(aq) + 8H^+(aq) \longrightarrow 5Fe^{3+}(aq) + Mn^{2+}(aq) + 4H_2O(l)$$

1 mol 5 mol

সমগ্র পরীক্ষা কাজটি চারটি অংশে বিভক্ত। যেমন—

(১) 0.01 M $KMnO_4$ দ্রবণ প্রস্তুতি : সাধারণ নিক্তিতে ওজন নেয়া পদ্ধতিতে ;

(২) 0.025 M অক্সালিক এসিড দ্রবণ প্রস্তুতি : রাসায়নিক নিক্তিতে ওজন নেয়া পদ্ধতিতে ;

(৩) প্রমাণ-অক্সালিক এসিড দ্রবণ দ্বারা $KMnO_4$ দ্রবণের প্রমিতকরণ;

(৪) প্রমিত 0.01 $KMnO_4$ দ্রবণ দ্বারা নমুনা $FeSO_4$ দ্রবণ টাইট্রেশন।

তিন পিরিয়ডে অর্থাৎ তিন দিনে এ পরীক্ষা কাজটি শেষ করতে হবে। প্রথম দিনে দুটি দ্রবণ প্রস্তুতিতে, ২য় দিনে $KMnO_4$ দ্রবণ প্রমিতকরণ এবং ৩য় দিনে রিডক্স টাইট্রেশন করতে হবে।

১ম দিনের কাজ : (ক) 0.01 M $KMnO_4$ দ্রবণ ও 0.025 M অক্সালিক এসিড দ্রবণ প্রস্তুতি :

৪ জনের প্রতি গ্রুপের ২ জন করে শিক্ষার্থী এ দুটি দ্রবণ এক সাথে প্রস্তুত করবে।

0.01 M $KMnO_4$ দ্রবণ প্রস্তুতি : $KMnO_4$ এর মোলার ভর = 158 g।

250 mL 0.01 M $KMnO_4$ দ্রবণ প্রস্তুত করার জন্য $KMnO_4$ প্রয়োজন = 0.40 g (প্রায়)।

(১) সাধারণ নিক্তিতে করে কাগজের টুকরার ওপর করে প্রায় 0.40 g $KMnO_4$ গুঁড়া ওজন করে নাও।

(২) 250 mL ফ্লাস্কে ফানেলের মাধ্যমে ওজন করা $KMnO_4$ ঢেলে নাও। ওয়াস বোতলের পানি যোগ করে দ্রবণ তৈরি কর।

0.025 M অক্সালিক এসিড দ্রবণ প্রস্তুতি : অক্সালিক এসিড $(COOH)_2.2H_2O$-এর মোলার ভর = 126 g। 250 mL 0.025 M অক্সালিক এসিড দ্রবণ প্রস্তুত করার জন্য অক্সালিক এসিড প্রয়োজন = 0.7875 g।

(১) ওজন বোতলে বিশুদ্ধ অক্সালিক এসিড নিয়ে রাসায়নিক নিক্তিতে 0.7875 g অক্সালিক এসিড ওজন করে (পরীক্ষা নং-৮ এর মতো) 250 mL ফ্লাস্কে প্রমাণ দ্রবণ তৈরি কর। মনে করি, প্রমাণ দ্রবণের ঘনমাত্রা = 0.025 M

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

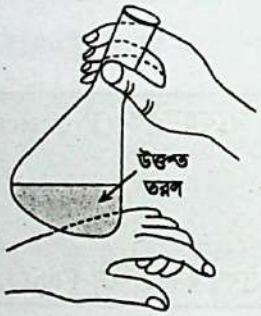
২য় দিনের কাজ : **(খ) প্রমাণ 0.025 M অক্সালিক এসিড দ্বারা প্রস্তুত 0.01 M $KMnO_4$ দ্রবণ প্রমিতকরণ :**

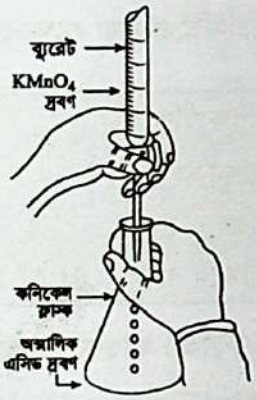
কাজের ধারা : (১) ব্যুরেটে $KMnO_4$ দ্রবণ নাও এবং ব্যুরেটটিকে স্ট্যান্ডের সাথে ক্ল্যাম্পসহ আটকাও।

(২) পিপেটের সাহায্যে 10 mL 0.025 M অক্সালিক এসিড দ্রবণ কনিকেল ফ্লাস্কে নাও। মেজারিং সিলিন্ডার দিয়ে 5 mL 1 M H_2SO_4 কনিকেল ফ্লাস্কে যোগ কর।

(৩) এবার কনিকেল ফ্লাস্কের মিশ্রণটিকে অ্যাস্‌বেস্টস তারজালির ওপর রেখে 60°–70°C তাপমাত্রায় অর্থাৎ হাতে সহনীয় তাপমাত্রায় উত্তপ্ত কর।

(৪) এবার ব্যুরেটে নেয়া $KMnO_4$ দ্রবণের উপরিতলের পাঠ নিয়ে ডাটার ছকে $KMnO_4$ দ্রবণের ১ম পাঠ-এ রেকর্ড কর। এখন ব্যুরেট থেকে ফোঁটায় ফোঁটায় $KMnO_4$ দ্রবণ কনিকেল ফ্লাস্কে যোগ কর এবং মিশ্রণকে ঘূর্ণি-আবর্তে মিশাও। দ্রবণটি স্থায়ী হালকা বেগুনি বা গোলাপি বর্ণ হলে টাইট্রেশনের শেষ বিন্দু নির্দেশ করে। ব্যুরেট থেকে $KMnO_4$ দ্রবণের '২য় পাঠ' ডাটার ছকে রেকর্ড কর।





চিত্র-৩.৯ : প্রমাণ অক্সালিক এসিড দ্বারা $KMnO_4$ দ্রবণ টাইট্রেশন।

টাইট্রেশন ডাটা : প্রমাণ 0.025 M অক্সালিক এসিড ও $KMnO_4$ দ্রবণ

ক্রমিক নং	ফ্লাস্কে অক্সালিক এসিড দ্রবণ (mL)	ব্যুরেটে নেয়া $KMnO_4$ দ্রবণ		ব্যবহৃত $KMnO_4$ (২য় পাঠ–১ম পাঠ) mL	ব্যবহৃত $KMnO_4$ গড় (mL)
		১ম পাঠ (mL)	২য় পাঠ (mL)		
1.	10	...	...	...	(xmL)
2.	10	...	...	...	
3.	10	...	...	...	

গণনা : অম্লীয় $KMnO_4$ দ্রবণ ও অক্সালিক এসিড দ্রবণের বিক্রিয়ার সমীকরণ :

$$2KMnO_4 + 3H_2SO_4 + 5H_2C_2O_4 \longrightarrow 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 10CO_2 + 8H_2O$$

সমীকরণ মতে, 2 mol $KMnO_4 \equiv 5$ mol $H_2C_2O_4$

টাইট্রেশনের শেষ বিন্দুতে, $\frac{V_1 \times M_1(KMnO_4)}{V_2 \times M_2(H_2C_2O_4)} = \frac{2 \text{ mol}}{5 \text{ mol}}$

বা, $5 \times V_1 \times M_1(KMnO_4) = 2 \times V_2 \times M_2(H_2C_2O_4)$

বা, $5 \times x \text{ mL} \times M_1(KMnO_4) = 2 \times 10 \text{ mL} \times 0.025 \text{ M}$

$\therefore M_1(KMnO_4) = \frac{2 \times 10 \times 0.025 \text{ M}}{5 \times x} = 0.0Z \text{ (M)}$

MCQ-3.31 : অম্লীয় $Cr_2O_7^{2-}$ আয়ন ও $C_2O_4^{2-}$ আয়নের রিডক্স বিক্রিয়ায় $Cr_2O_7^{2-}$ ও $C_2O_4^{2-}$ এর মোল অনুপাত কোনটি?

(ক) 1 : 2 (খ) 2 : 3 (গ) 1 : 3 (ঘ) 3 : 2

MCQ-3.32 : নিচের কোনটি জারক ও বিজারক উভয় রূপে কাজ করে?

(ক) Fe^{3+} (খ) Fe^{2+}

(গ) Sn^{4+} (ঘ) Hg^{2+}

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

৩য় দিনের কাজ : **(গ) প্রমিত 0.02 M $KMnO_4$ দ্রবণ দ্বারা নমুনা $FeSO_4$ দ্রবণ টাইট্রেশন**

প্রমাণ দ্রবণ : প্রমিত $KMnO_4$ দ্রবণ

পরীক্ষাধীন দ্রবণ : নমুনা $FeSO_4$ দ্রবণ ; নির্দেশক : $KMnO_4$ দ্রবণ নিজেই নির্দেশক।

কাজের ধারা : (১) ব্যুরেটে $KMnO_4$ দ্রবণ নাও এবং স্ট্যান্ডের সাথে ক্ল্যাম্পসহ ব্যুরেটটিকে আটকাও।

(২) পিপেটের সাহায্যে 10 mL নমুনা $FeSO_4$ দ্রবণ কনিকেল ফ্লাস্কে নাও। মেজারিং সিলিন্ডার দিয়ে 20 mL 1 M H_2SO_4 কনিকেল ফ্লাস্কে যোগ কর।

(৩) ব্যুরেটে $KMnO_4$ দ্রবণের ১ম পাঠ নিয়ে ডাটার ছকে '১ম পাঠ'-এ রেকর্ড কর। এবার $KMnO_4$ দ্রবণ কনিকেল ফ্লাস্কে নেয়া $FeSO_4$ দ্রবণে যোগ করে টাইট্রেশন কর। টাইট্রেশনের শেষ বিন্দুতে হালকা **বেগুনি বা গোলাপি বর্ণ হবে।** এখন ব্যুরেট থেকে '২য় পাঠ' নাও। এভাবে তিনবার টাইট্রেশন করে ব্যবহৃত $KMnO_4$ দ্রবণের আয়তনের গড় কর।

টাইট্রেশন ডাটা : প্রমিত $KMnO_4$ দ্রবণ ও $FeSO_4$ দ্রবণ

ক্রমিক নং	ফ্লাস্কে $FeSO_4$ দ্রবণ (mL)	ব্যুরেটে $KMnO_4$		ব্যবহৃত $KMnO_4$ দ্রবণ (mL)	ব্যবহৃত $KMnO_4$ দ্রবণের গড় (mL)
		১ম পাঠ (mL)	২য় পাঠ (mL)		
1.	10	...	....	...	
2.	10	...	....	...	x mL (মনে করি)
3.	10	...	...	...	

গণনা : সংশ্লিষ্ট অম্লীয় $KMnO_4$ ও $FeSO_4$ এর রিডক্স বিক্রিয়ার সমীকরণ :

$$2KMnO_4 + 8\,H_2SO_4 + 10FeSO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 5\,Fe_2(SO_4)_3 + 8H_2O$$

$\therefore$ সমীকরণ মতে, 2 mol $KMnO_4 \equiv 10$ mol $FeSO_4$

$$1000 \text{ mL } 2 \text{ M } KMnO_4 \text{ দ্রবণ} \equiv 10 \times 151.91 \text{ g } FeSO_4$$

$$\therefore x \text{ mL } 0.01 \text{ M } KMnO_4 \text{ দ্রবণ} \equiv \frac{10 \times 151.91 \text{ g} \times 0.01 \times x}{1000 \times 2} FeSO_4$$

$$\equiv 7.5955 \times x \times 10^{-3} \text{ g } FeSO_4$$

শিক্ষার্থী নিজে কর-৩.১৩ : রিডক্স বিক্রিয়াভিত্তিক গণনা :

সমস্যা-৩.৬৫(ক): 5 g বিশুদ্ধ ফেরাস সালফেটকে সম্পূর্ণ জারিত করতে কত গ্রাম $KMnO_4$ প্রয়োজন হবে? [উ: 1.047 g] [মাদ্রাসা বো. ২০১৭]

সমস্যা-৩.৬৫(খ): 5 g বিশুদ্ধ $FeSO_4$ কে সম্পূর্ণ জারিত করতে কত গ্রাম $K_2Cr_2O_7$ প্রয়োজন হবে? [উ:1.6145 g]

সমস্যা- ৩.৬৬(ক) : এক টুকরা লোহার তারকে লঘু H_2SO_4 এসিডে দ্রবীভূত করে প্রাপ্ত দ্রবণকে সম্পূর্ণ জারিত করতে 0.03 M $KMnO_4$ দ্রবণের 27.5 mL প্রয়োজন হয়। লোহার তারটির ভর কত? [উ: 0.2304 g]

সমস্যা- ৩.৬৬(খ) : 0.36 g এক টুকরা লোহাকে লঘু H_2SO_4 এ দ্রবীভূত করে প্রাপ্ত দ্রবণকে সম্পূর্ণ জারিত করতে 0.025 M $KMnO_4$ -এর 48.5 mL প্রয়োজন হয়। ঐ লোহাতে ভেজাল পদার্থের % পরিমাণ কত? [উ: 5.94%]

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সমস্যা-৩.৬৬ (গ) : একটি নমুনা লোহার 2 g পরিমাণের টুকরাকে লঘু H_2SO_4 এসিডে দ্রবীভূত করা হলো। ঐ দ্রবণকে সম্পূর্ণরূপে জারিত করতে H_2SO_4 মিশ্রিত 50 mL 0.1 M $K_2Cr_2O_7$ দ্রবণ প্রয়োজন হয়। ঐ নমুনা লোহাটি বিশুদ্ধ কীনা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। [অভিন্ন বোর্ড-২০১৮]

[উঃ ঐ লোহায় 0.324 g ভেজাল আছে] [সমাধানকৃত সমস্যা-৩.৬৭ দেখো]

সমস্যা- ৩.৬৭ : লঘু H_2SO_4 মিশ্রিত 15 mL 0.3 M $KMnO_4$ দ্রবণ দ্বারা 25 mL H_2O_2 এর কোনো নমুনাকে জারিত করা যায়। ঐ H_2O_2 এর মোলারিটি কত? [উঃ 0.45 M]

সমস্যা- ৩.৬৮ : 1.5 g লোহার আকরিককে লঘু H_2SO_4 এ দ্রবীভূত করে 100 mL করা হয়। ঐ দ্রবণের 25 mL কে টাইট্রেশন করতে 22.5 mL 0.02M $KMnO_4$ প্রয়োজন হয়। ঐ আকরিকে Fe (11) এর পরিমাণ কত?

[উঃ 0.50265 g]

সমস্যা-৩.৬৯ : বাংলাদেশ স্টিল কারখানার রসায়নবিদেরা দুটি দেশ থেকে সংগ্রহ করা নমুনা A ও B স্টিল নিয়ে প্রত্যেকটির 4 g কে লঘু H_2SO_4 এ দ্রবীভূত করে 250 mL করে দ্রবণ তৈরি করেন। প্রত্যেক নমুনা দ্রবণের 25 mL কে টাইট্রেশন করতে যথাক্রমে 0.05 M $KMnO_4$ ও $K_2Cr_2O_7$ দ্রবণের 28 mL ও 20 mL প্রয়োজন হয়। পদ্মা সেতু নির্মাণে কোন্ নমুনার স্টিলটি ব্যবহারে ভালো হবে তা গাণিতিকভাবে মূল্যায়ন কর।

[উঃ A নমুনায় 3.9 g ও B নমুনায় 3.35 g Fe আছে। A নমুনা ভালো হবে।]

সমস্যা-৩.৭০ (ক) : 'A' পাত্রে 25 mL 0.1 M $H_2C_2O_4$ দ্রবণ, 'B' পাত্রে 15 mL $KMnO_4$ দ্রবণ এবং 'C' পাত্রে 12 mL অম্লীয় $FeSO_4$ দ্রবণ আছে। A ও B পাত্রের দ্রবণ ব্যবহার করে C পাত্রের দ্রবণে লোহার পরিমাণ বের কর। [উঃ 0.28 g Fe] [কু. বো. ২০১৫]

সমস্যা-৩.৭০ (খ) : নিচের উদ্দীপকের আলোকে সংশ্লিষ্ট প্রশ্নের উত্তর দাও। [য. বো. ২০১৫]

(i) $Cu^{2+} + I^- \longrightarrow Cu^+ + I_2$; (ii) $I_2 + S_2O_3^{2-} \longrightarrow S_4O_6^{2-} + I^-$

(১) (i) নং বিক্রিয়া একটি রিডক্স বিক্রিয়া; ব্যাখ্যা কর।

(২) উদ্দীপকের উভয় সমীকরণের আলোকে Cu^{2+} আয়নের পরিমাণ নির্ণয়ের মাত্রিক সম্পর্ক প্রতিষ্ঠা কর।

সমস্যা-৩.৭০ (গ) (i) $Fe^{2+} + MnO_4^- + H^+ \longrightarrow$ ... ...

(ii) acidified $Cr_2O_7^{2-} + O_2^{2-} \longrightarrow Cr^{3+} + O_2 + H_2O$ [য. বো. ২০১৬]

উপরোক্ত সমীকরণে Fe^{2+} আয়নকে জারিত করতে 20 mL 0.02 M $KMnO_4$ প্রয়োজন হয়।

(ক) উদ্দীপক মতে (i) নং বিক্রিয়ায় লোহার পরিমাণ নির্ণয় কর। [উঃ 0.1117 g]

(খ) উদ্দীপকের (ii) নং বিক্রিয়াটি সমমোলার অবস্থায় সম্পন্ন হবে কীনা মূল্যায়ন কর।

[সমাধানকৃত সমস্যা-৩.৬৪ দেখো।] [উঃ হবে না, $Cr_2O_7^{2-} : O_2^{2-} = 1 : 3$ mol]

সমস্যা-৩.৭০ (ঘ) : এক টুকরা লোহাকে লঘু H_2SO_4 এসিডে দ্রবীভূত করা হলো। ঐ দ্রবণের বিজারককে জারিত করতে 60 mL ডেসিমোলার $KMnO_4$ দ্রবণ প্রয়োজন হয়। [রা. বো. ২০১৬]

(ক) উদ্দীপকের লোহার ভর নির্ণয় কর। [উঃ 1.6755 g]

(খ) উদ্দীপকে জারক হিসেবে $K_2Cr_2O_7$ ব্যবহার করে ইলেকট্রন স্থানান্তর পদ্ধতিতে অর্ধবিক্রিয়াসহ রিডক্স বিক্রিয়া দেখাও। [সমাধানকৃত সমস্যা-৩.৬৩ দেখো।]

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সমস্যা-৩.৭০ (ঙ) : নমুনা (A) লোহা → লঘু H_2SO_4 এ দ্রবীভূত → $KMnO_4$ দ্রবণ দ্বারা সম্পূর্ণ জারিতকরণ

(ক) উদ্দীপকের বিক্রিয়ার সমীকরণে জারণ-বিজারণ সমতা বিধান কর অর্ধবিক্রিয়াসহ। [ঢা. বো. ২০১৬]

(খ) উদ্দীপকের রিডক্স বিক্রিয়ায় $KMnO_4$ এর স্থলে $K_2Cr_2O_7$ ব্যবহার করে কীভাবে আয়রনের পরিমাণ নির্ণয় করা যায়; তা ব্যাখ্যা কর। [সমাধানকৃত সমস্যা-৩.৬৫ দেখো।]

সমস্যা-৩.৭০ (চ) : ১ম পাত্রে 20 mL 0.1 M $H_2C_2O_4$ দ্রবণ; ২য় পাত্রে 10 mL তুল্য ঘনমাত্রার $K_2Cr_2O_7$ দ্রবণ এবং ৩য় পাত্রে তুল্য পরিমাণ অম্লীয় $FeSO_4$ দ্রবণ আছে। [সি. বো. ২০১৭]

(ক) উদ্দীপকের ২য় ও ৩য় পাত্রের দ্রবণের মিশ্রণে সংঘটিত বিক্রিয়াটি আয়ন-ইলেকট্রন পদ্ধতিতে সমতা বিধান কর।

(খ) ১ম ও ২য় দ্রবণের সাহায্যে ৩য় দ্রবণের Fe এর পরিমাণ নির্ণয় কর। [উঃ 0.2235 g Fe]

[সমাধানকৃত সমস্যা-৩.৬৬ দেখ।]

সমস্যা-৩.৭১ (ক) : এক টুকরা লোহাকে লঘু H_2SO_4 এসিডে দ্রবীভূত করে প্রাপ্ত দ্রবণকে সম্পূর্ণ জারিত করতে 0.01 M $KMnO_4$ দ্রবণের 95 mL প্রয়োজন হয়। ঐ লোহার টুকরার ভর কত? [উঃ 0.2653 g]

সমস্যা-৩.৭১ (খ) : এক টুকরা লোহার তারকে লঘু H_2SO_4 এসিডে দ্রবীভূত করে প্রাপ্ত দ্রবণকে সম্পূর্ণ জারিত করতে 0.03 M $KMnO_4$ দ্রবণের 45.02 mL প্রয়োজন হয়। লোহার তারটির ভর কত? [উঃ 0.3772 g]

সমস্যা-৩.৭২ (ক) : লঘু H_2SO_4 মিশ্রিত 25 mL 0.2 M $FeSO_4$ দ্রবণকে সম্পূর্ণ জারিত করতে 0.1 M $KMnO_4$ দ্রবণের কত আয়তন দরকার? [উঃ 10 mL]

সমস্যা-৩.৭২(খ) : অম্লীয় মাধ্যমে 0.01 M $KMnO_4$ দ্রবণ দ্বারা 0.02 M আয়রন (II) অক্সালেট দ্রবণের 50 mL পরিমাণকে জারিত করতে ঐ $KMnO_4$ দ্রবণের কত আয়তন দরকার হবে?

[এক্ষেত্রে Fe^{2+} ও অক্সালেট উভয়ই বিজারক] [উঃ 60 mL]

সমস্যা-৩.৭৩(ক): লঘু H_2SO_4 মিশ্রিত 0.003 M H_2O_2 এর 25 mL দ্রবণকে জারিত করতে 10 mL $KMnO_4$ দ্রবণ প্রয়োজন হয়। ঐ $KMnO_4$ দ্রবণের মোলার ঘনমাত্রা কত? [উঃ 0.003 M]

সমস্যা-৩.৭৩ (খ) : 0.103 g সোডিয়াম অক্সালেটের অম্লীয় দ্রবণকে টাইট্রেশন করতে $KMnO_4$ দ্রবণের 24.3 mL প্রয়োজন হয়। ঐ $KMnO_4$ দ্রবণের ঘনমাত্রা কত? [উঃ 0.01263 M]

সমস্যা-৩.৭৪ : রক্তশূন্যতায় ব্যবহৃত আয়রন ট্যাবলেটে আয়রন (II) সালফেট থাকে। যদি 0.20 g ভরের একটি আয়রন ট্যাবলেট লঘু H_2SO_4 এসিডে দ্রবীভূত করে প্রাপ্ত দ্রবণকে টাইট্রেশন করতে 0.01 M $K_2Cr_2O_7$ দ্রবণের 11.5 mL পরিমাণ দরকার হয়। তবে ঐ ট্যাবলেটে $FeSO_4$ এর শতকরা পরিমাণ কত? [উঃ 52.388%]

সমস্যা-৩.৭৫ (ক) : 1.5 g লোহার আকরিক লঘু H_2SO_4 এসিডে দ্রবীভূত করে 100 mL করা হলো। ঐ দ্রবণ থেকে 25 mL নিয়ে টাইট্রেশন করতে 0.02 M 22.5 mL $K_2Cr_2O_7$ প্রয়োজন হলো। ঐ আকরিকে লোহার শতকরা পরিমাণ কত? [উঃ 40.2%]

সমস্যা-৩.৭৫ (খ) : 2.5 g ভরের লোহার আকরিকের সমস্ত Fe_2O_3 কে লঘু H_2SO_4 এসিডে দ্রবীভূত করে বিজারকের সাহায্যে Fe^{2+} আয়নে পরিণত করা হলো। প্রাপ্ত Fe^{2+} আয়নের দ্রবণকে টাইট্রেট করতে 0.05 M $K_2Cr_2O_7$ দ্রবণের 30 mL প্রয়োজন হয়। ঐ আকরিকে Fe_2O_3 এর শতকরা পরিমাণ কত? [উঃ 28.8%]

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

আরো দেখুন

প্রতিদিনের চাকুরীর সার্কুলার পেতে এখানে ক্লিক করুন

প্রতি মাসের কারেন্ট অ্যাফেয়ার্স পিডিএফ এখানে ক্লিক করুন

চাকুরীর প্রয়োজনীয় সকল পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

বিসিএস এর প্রয়োজনীয় পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

প্রতি সপ্তাহের চাকুরী পত্রিকা ডাউনলোড এখানে ক্লিক করুন

সকল নিয়োগ পরীক্ষার প্রশ্ন সমাধান এখানে ক্লিক করুন

বিডিনিয়োগ.কম দেশের সেরা পিডিএফ কালেকশন

SSC এর প্রয়োজনীয় সকল পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

HSC এর প্রয়োজনীয় সকল পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

বিশ্ববিদ্যালয় ভর্তির সকল পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

সকল ধরনের সাজেশন ডাউনলোড এখানে ক্লিক করুন

ORIGINAL
BDNIYOG.COM
COPYRIGHT

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সমস্যা-৩.৭৫(গ) : 20 mL আয়তনের $CuSO_4$ দ্রবণকে টাইট্রেশন করতে 0.1 M 20 mL $Na_2S_2O_3$ দ্রবণ প্রয়োজন হয়। প্রদত্ত $CuSO_4$ দ্রবণে কপারের পরিমাণ নির্ণয় কর। [উ: 0.127 g]

সমস্যা-৩.৭৫ (ঘ) : 60 mL ডেসিমোলার $KMnO_4$ দ্রবণ দ্বারা লঘু H_2SO_4 দ্রবণে দ্রবীভূত এক টুকরা লোহার দ্রবণকে পূর্ণ জারিত করা হলো। ঐ লোহার ভর গণনা কর। [উ: 1.676 g] [রা. বো. ২০১৬]

সমস্যা-৩.৭৬ (ক) : অম্লমিশ্রিত 1/60 M $K_2Cr_2O_7$ দ্রবণের 25 mL পরিমাণকে অতিরিক্ত KI দ্রবণে যোগ করে মুক্ত আয়োডিনকে পূর্ণ টাইট্রেশন করতে কোনো $Na_2S_2O_3$ দ্রবণের 29 mL প্রয়োজন হয়। ঐ $Na_2S_2O_3$ দ্রবণের ঘনমাত্রা কত? [উ: 0.0862 M]

সমস্যা-৩.৭৬ (খ) : নিচের উদ্দীপক বিক্রিয়াভিত্তিক সংশ্লিষ্ট প্রশ্নের উত্তর দাও।

$CuSO_4$ (aq) + KI (aq) ⟶ উৎপাদ; উৎপাদের দ্রবণকে প্রমাণ $Na_2S_2O_3$ দ্রবণ দ্বারা টাইট্রেশন করা হয়। উদ্দীপকে $CuSO_4$ এর পরিবর্তে অম্লীয় $K_2Cr_2O_7$ দ্রবণ ব্যবহার করলে অনুমাপন প্রক্রিয়াটি আয়োডোমিতিক না আয়োডিমিতিক হবে তা উপযুক্ত যুক্তি ও প্রয়োজনীয় সমীকরণসহ ব্যাখ্যা কর। [ঢা. বো. ২০১৭]

[সমাধানকৃত সমস্যা-৩.৭৮ দেখো।

সমস্যা-৩.৭৬(গ) : 3.04 g ব্লিচিং পাউডারকে পানিতে দ্রবীভূত করে 400 mL দ্রবণ তৈরি করা হয়। এ দ্রবণের 25 mL পরিমাণকে আয়োডোমিতিক পদ্ধতিতে টাইট্রেশন করতে 40 mL 0.075 M সোডিয়াম থায়োসালফেট দ্রবণ প্রয়োজন হয়। [দি. বো. ২০১৭]

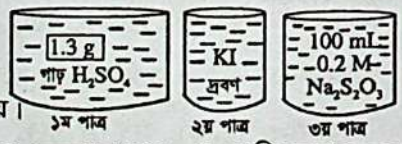
(ক) উদ্দীপকে বর্ণিত ব্লিচিং পাউডারে সক্রিয় Cl_2 এর পরিমাণ নির্ণয় কর। [উ: 1.704 g]

(খ) উদ্দীপকের আয়োডোমিতিক পদ্ধতিতে Fe^{3+} আয়নের পরিমাণ নির্ণয়ের মাত্রিক সম্পর্ক প্রতিষ্ঠা কর।

[সমাধানকৃত সমস্যা-৩.৭৬ দেখো]

সমস্যা-৩.৭৬(ঘ) : 1.3 g অবিশুদ্ধ কপারকে উত্তপ্ত গাঢ় H_2SO_4 এসিডে দ্রবীভূত করে ১ম পাত্রে 50 mL দ্রবণ তৈরি করা হলো। ২য় পাত্রে অধিক পরিমাণ KI দ্রবণ আছে।

৩য় পাত্রে 100 mL 0.2 M $Na_2S_2O_3$ দ্রবণ আছে। [চ. বো. ২০১৭]



(ক) উদ্দীপকের প্রমাণ দ্রবণটি কীভাবে সেন্টিমোলার দ্রবণে পরিণত করা যায়।

[উ: প্রমাণ $Na_2S_2O_3$ দ্রবণে 1900 mL পানি যোগ করে।]

(খ) উদ্দীপকের দ্রবণগুলো ব্যবহার করে অবিশুদ্ধ কপারে ভেজালের শতকরা পরিমাণ গণনা কর।

[সমাধানকৃত সমস্যা-৩.৭৭ দেখো] [উ: ভেজাল = 2.30%]

৩.১৫ দ্রবণের ঘনমাত্রা নির্ণয়ে বিয়ার-ল্যাম্বার্ট সূত্রের ব্যবহার

Use of Beer-Lambert's Law to determine Molarity of a Solution

যখন কোনো একবর্ণী আলোক রশ্মি একটি সমসত্ত্ব একই পদার্থ অথবা দ্রবণের ওপর আপতিত হয়, তখন সে রশ্মির কিছু অংশ প্রতিফলিত (I_r) হয়; কিছু অংশ শোষিত হয় (I_a) এবং বাকি অংশ পদার্থের মধ্য দিয়ে প্রতিসরিত (I_t) হয়ে বের হয়ে পড়ে। মূল রশ্মির তীব্রতা I_o হলে, তখন $I_o = I_r + I_a + I_t$

দুটি একই কোষ বা সেলে দ্রাবক ও দ্রবণ রেখে এদের ভেতর দিয়ে একবর্ণী আলোক রশ্মি প্রবাহিত করলে উভয় ক্ষেত্রে প্রতিফলিত রশ্মির পরিমাণ (I_r) একই হয়। তখন আলোক শোষণে দ্রাবক ও দ্রবণের ক্ষেত্রে তুলনার বেলায় পাই-

$$I_o = I_a + I_t$$

বিজ্ঞানী ল্যাম্বার্ট (1760 খ্রিস্টাব্দে) কোনো স্বচ্ছ মাধ্যমের মধ্য দিয়ে আপতিত নির্দিষ্ট তরঙ্গদৈর্ঘ্যের একবর্ণী আলোক রশ্মির তীব্রতার (I_o) সাথে এর প্রতিসরিত রশ্মির (I_t) তুলনাভিত্তিক নিচের সূত্র উপস্থাপন করেন।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

ল্যাম্বার্টের সূত্র : 'কোনো স্বচ্ছ মাধ্যমের মধ্যদিয়ে কোনো একটি নির্দিষ্ট তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলোক রশ্মি প্রবাহিত করলে মাধ্যমের পুরুত্বের সাথে আলোকের তীব্রতা হ্রাসের হার $\left(\frac{-dI}{dl}\right)$ আলোকের তীব্রতার সমানুপাতিক হয়।

অর্থাৎ, $\frac{-dI}{dl} \propto I$; বা, $\frac{-dI}{dl} = k \times I$; বা, $\frac{-dI}{I} = k \times dl$

আলোর তীব্রতা হ্রাসের ক্ষেত্রে স্বচ্ছ মাধ্যমের লিমিট ০ (শূন্য) থেকে l এবং আলোর তীব্রতা যথাক্রম I_o থেকে I_l ধরে উভয় দিকে সমাকলন করে তখন $l = 0$ হলে $I = I_o$ হয় এবং l দূরত্বের জন্য $I = I_l$ হয়।

এখানে, I = আলোক রশ্মির তীব্রতা,
l = স্বচ্ছ মাধ্যমের পুরুত্ব (Thickness),
k = সমানুপাতিক ধ্রুবক

$$-\int_{I_o}^{I_l} \frac{dI}{I} = k \int_{o}^{l} dl$$

এই মান বসিয়ে পাই $-\ln \frac{I_l}{I_o} = k \times l$, বা, $I_l = I_o \times e^{-kl}$

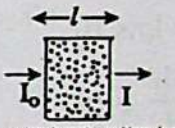
এক্ষেত্রে, $e = 2{\cdot}71828$

$\log_{10} e = 0.4343$

উপরের সমীকরণে সাধারণ লগারিদমের মান বসিয়ে পাই,

$I_l = I_o \times 10^{-0.4343kl}$

বা, $I_l = I_o \times 10^{-k'l}$ ... (1)



চিত্র-৩.১০: আলো শোষণকারী স্বচ্ছ মাধ্যম

এখানে $k' = 0.4343\ k$ = ২য় ধ্রুবক

সমীকরণ (1) হলো ল্যাম্বার্টের সমীকরণ। এক্ষেত্রে k' ধ্রুবকটিকে হ্রাস গুণাঙ্ক (extinction coefficient) বলে।

উপরের সমীকরণ (1) থেকে জানা যায়, $I_l = \frac{I_o}{10}$ হতে হলে $k'l = 1$ হয়; বা $k' = \frac{1}{l}$ হয়। তখন স্বচ্ছ মাধ্যমে আপতিত আলোক রশ্মির তীব্রতা এক-দশমাংশ হ্রাস করতে ঐ মাধ্যমের যে পুরুত্ব প্রয়োজন হয়; এর ব্যস্তানুপাতিক মানকে হ্রাস গুণাঙ্ক বা এক্সটিঙ্কশন গুণাঙ্ক বলে। CGS এককে এর একক হলো cm^{-1}.

বিয়ারের সূত্র (Beer's Law) : ল্যাম্বার্ট মাধ্যমের পুরুত্ব ও একবর্ণী আলোক রশ্মির তীব্রতা হ্রাসের সম্পর্কভিত্তিক যে সূত্র প্রদান করেন; বিজ্ঞানী বিয়ার (1852 খ্রিস্টাব্দে) অনুরূপভাবে দ্রবণের ঘনমাত্রা ও একবর্ণী আলোক রশ্মির তীব্রতা হ্রাস সম্পর্কিত নিম্নরূপ সূত্র প্রতিষ্ঠিত করেন।

বিয়ারের সূত্র: 'কোনো দ্রবণের মধ্য দিয়ে একবর্ণী আলোক তরঙ্গ প্রবাহিত করলে দ্রবণের ঘনমাত্রার সাথে আলোকের তীব্রতা হ্রাসের হার $\left(\frac{-dI}{dc}\right)$ আলোকের তীব্রতার সমানুপাতিক হয়। অর্থাৎ

$\frac{-dI}{dc} \propto I$;

বা, $\frac{-dI}{dc} = k_1 \times I$

বা, $\frac{-dI}{I} = k_1 \times dc$

এখানে, I = আলোক রশ্মির তীব্রতা
c = দ্রবণের ঘনমাত্রা
k_1 = সমানুপাতিক ধ্রুবক।

চিত্র-৩.১০ (ক): দ্রবের c ঘনমাত্রার স্বচ্ছ মাধ্যম

আলোর তীব্রতা হ্রাসের ক্ষেত্রে লিমিট o থেকে l এবং দ্রবণের ঘনমাত্রার ক্ষেত্রে o থেকে c ধরে উভয় দিকে সমাকলন করে এবং $c = 0$ হলে $I = I_o$ হয়। এখন মান বসিয়ে পাই,

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

$$-\int_{o}^{l}\frac{dI}{I}=k_1\int_{o}^{c}dc$$

বা, $-\ln\frac{I_l}{I_o}=k_1\times c$ বা, $I_l=I_o\times e^{-k_1c}$

ওপরের সমীকরণে সাধারণ লগারিদমের মান বসিয়ে পাই,

$I_l=I_o\times 10^{-0.4343k_1c}$

বা, $I_l=I_o\times 10^{-k_2c}$ ... (2)

এখানে $k_2=0.4343k_1$

সমীকরণ (2) হলো বিয়ারের সমীকরণ।

MCQ-3.33 : H_2O_2 যৌগে O এর জারণ মান কত? [কু. বো. ২০১৫]
(ক) –1 (খ) –2 (গ) +1 (ঘ) +2

MCQ-3.34 : নিচের বিক্রিয়ার বিজারক কোনটি? [ব. বো. ২০১৫]
$2CuSO_4 + 2KI \longrightarrow Cu_2I_2 + I_2 + K_2SO_4$
(ক) Cu^{2+} (খ) I_2 (গ) K^+ (ঘ) I^-

এখন ল্যাম্বার্টের সমীকরণ (1) ও বিয়ারের সমীকরণ (2) কে সমন্বিত করে বিয়ার-ল্যাম্বার্টের সমীকরণ পাওয়া যায়।

$I_l=I_o\times 10^{-k'k_2cl}=I_o\times 10^{-\varepsilon cl}$; এখানে $k'k_2=\varepsilon$ ধ্রুবক (এক্সটিঙ্কশন গুণাঙ্ক)

বা, $\frac{I_l}{I_o}=10^{-\varepsilon cl}$ [ε এর উচ্চারণ 'epsilon'.]

বা, $l\log\frac{I_o}{I_l}=\varepsilon cl$ ... (3)

দ্রবণের ঘনমাত্রা, c কে mol/L এককে এবং কোষ বা সেলের দৈর্ঘ্য (l) এর একক cm হলে এক্সটিঙ্কশন গুণাঙ্ক, ε এর একক হয় $L\ mol^{-1}\ cm^{-1}$। তখন ε কে মোলার শোষণ সহগ বা, মোলার অ্যাবজর্পটিভিটি (absorptivity) বলে।

[ε এর একক = $k'k_2$ এর একক = $\frac{1}{l}\times\frac{1}{c}=\frac{1}{cm}\times\frac{1}{mol\ L^{-1}}=L\ mol^{-1}\ cm^{-1}$]

$\log\frac{I_o}{I}$ কে বিশোষণ মাত্রা বা Absorbance বলা হয় এবং A দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

অর্থাৎ $\log\frac{I_o}{I_l}=A=\varepsilon cl$ ... (4)

সহজভাবে, বিয়ার-ল্যাম্বার্ট সমীকরণটিকে নিম্নরূপেও লেখা হয় :

$A = abc$; এখানে, $A=\log(I_o/I_l)$, $a=\varepsilon$ (মোলার শোষণ সহগ), $b=l$ (সেল বা কোষের দৈর্ঘ্য),

$c=$ দ্রবণের ঘনমাত্রা, $molL^{-1}$

বর্ণালিমিতির মূলনীতি এ বিয়ার-ল্যাম্বার্ট সূত্রের ওপর প্রতিষ্ঠিত।

স্পেকট্রোমিটারে গ্লাস সেলের দৈর্ঘ্য (l) , দ্রবণের বিশোষণ মাত্রা (A, Absorbance) ও দ্রবের মোলার শোষণ সহগ (ε) জেনে অতি সহজেই, অল্প সময়ে দ্রবণের ঘনমাত্রা জানা যায়। যেমন, স্পেকট্রোমিটারে 1 cm দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট একটি সেলে একটি দ্রবণ রেখে এর বিশোষণ মাত্রা 0.156 পাওয়া গেল। দ্রবের মোলার শোষণ সহগ 1.2×10^4 হলে দ্রবণটির ঘনমাত্রা হবে-

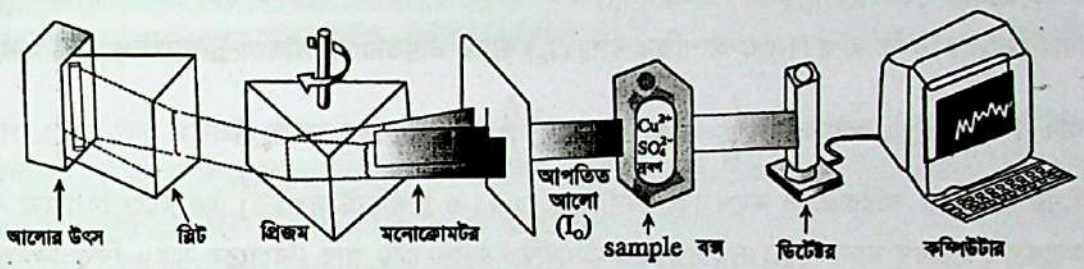
$A=\varepsilon cl$; এখানে বিশোষণ মাত্রা, $A=0.156$, $\varepsilon=1.2\times10^4\ L\ mol^{-1}\ cm^{-1}$; l সেলের দৈর্ঘ্য = 1 cm

$\therefore c=\frac{A}{\varepsilon l}=\frac{0.156}{1.2\times10^4\ L mol^{-1}\ cm^{-1}\times 1\ cm}$; বা, $c=1.3\times10^{-5}\ molL^{-1}$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

স্পেকট্রোমিটারের বিভিন্ন অংশের পরিচয় নিম্নরূপ :



চিত্র-৩.১১ : স্পেক্ট্রোমিটারের বিভিন্ন অংশ।

বিয়ার-ল্যাম্বার্ট সূত্র প্রয়োগে স্পেকট্রোমিটারে দ্রবণের ঘনমাত্রা নির্ণয় :

প্রয়োজনীয় উপকরণ :

(১) UV–Vis স্পেকট্রোমিটার,

(২) পরীক্ষণীয় অজানা ঘনমাত্রার দ্রবণ [পরীক্ষণীয় দ্রবণটি UV – Vis আলো শোষণকারী হতে হয়।],

(৩) পরীক্ষণীয় বস্তুর জানা ঘনমাত্রার 4 –5টি দ্রবণ যেমন $CuSO_4$ এর অজানা ঘনমাত্রার দ্রবণসহ 4 –5টি জানা ঘনমাত্রার দ্রবণ।

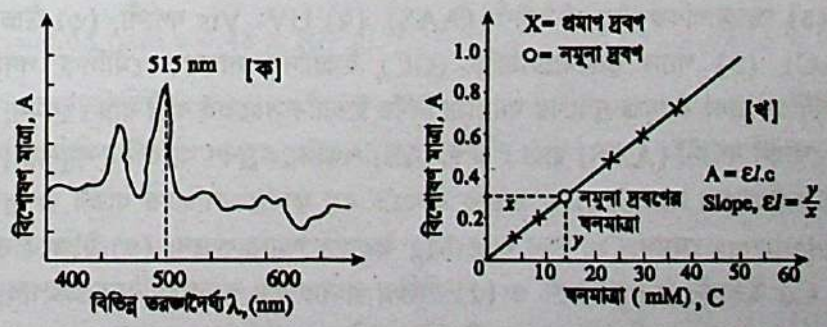
কার্য পদ্ধতি : নিম্নোক্ত ধাপে স্পেকট্রোমিটারে দ্রবণের ঘনমাত্রা নির্ণয় করা হয় :

১। যে যৌগটির দ্রবণের অজানা ঘনমাত্রা নির্ণয় করতে হবে, এর কয়েকটি প্রমাণ দ্রবণ তৈরি করা হলো; যেমন $CuSO_4$ দ্রবণের 1 m M, 0.8 m M, 0.6 m M, 0.4 m M, 0.2 m M ঘনমাত্রার প্রমাণ দ্রবণ। [mM = মিলি মোল]

২। স্পেকট্রোমিটারের গ্লাস সেলে একটি প্রমাণ দ্রবণ নিয়ে আলোর বিভিন্ন তরঙ্গদৈর্ঘ্যে ঐ দ্রবণের বিশোষণ মাত্রা (absorbance) বা আলোক ঘনত্ব (optical density) মাপা হলো। স্পেকট্রোমিটারের কম্পিউটার থেকে কোন্ তরঙ্গদৈর্ঘ্যে বিশোষণ মাত্রা সবচেয়ে বেশি তা নির্ণয় করা হলো [চিত্র-৩.১২(ক) কম্পিউটার স্ক্রিনে প্রদর্শিত]।

৩। এখন নির্ণীত সর্বোচ্চ বিশোষণ মাত্রার এ নির্দিষ্ট তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলোতে প্রমাণ দ্রবণসমূহ ও নমুনা দ্রবণের বিশোষণ মাত্রা মাপা হলো।

৪। এবার গ্রাফ পেপারে বিশোষণ মাত্রা (Y-অক্ষ) বনাম দ্রবণের ঘনমাত্রা (X-অক্ষ) লেখচিত্র অঙ্কন করা হলো। লেখচিত্রে নমুনা দ্রবণের বিশোষণ বিন্দুর মাত্রা সাপেক্ষে X অক্ষের মান হলো নমুনা দ্রবণের ঘনমাত্রা [চিত্র-৩.১২ (খ)]।



চিত্র-৩.১২ (ক, খ) : অজ্ঞাত দ্রবণের ঘনমাত্রা নির্ণয়।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

বর্ণালিমিতির ক্ষেত্রে আলোর বিশোষণ মাত্রা (A, Absorbance) ও ট্রান্সমিটেন্স (T, % Transmitance) রাশিদ্বয়ের মধ্যে সম্পর্ক হলো : $A = \log_{10}(1/T) = -\log_{10}T$।

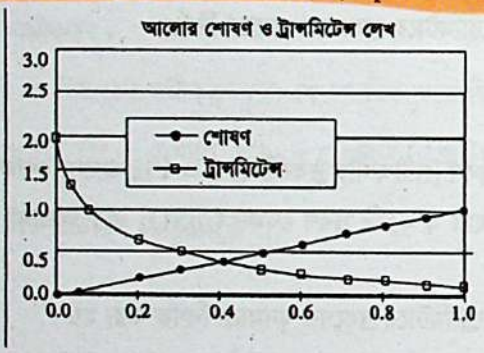
আবার আলোর নির্গত রশ্মি (I_l) ও আপতিত রশ্মি (I_o) দ্বয়ের তীব্রতার অনুপাতকে ট্রান্সমিটেন্স (T) মান ধরা হয়।

অর্থাৎ $T = (I_l/I_o)$; আবার $\log\frac{I_o}{I_l} = A$; বা, $-\log\frac{I_l}{I_o} = A$ বা, $A = -\log T$।

দ্রবণের ঘনমাত্রার পরিবর্তনের সাথে বিশোষণ মাত্রা (A) ও ট্রান্সমিটেন্সের (T) এর মধ্যে বিপরীত সম্পর্ক আছে। দ্রবণে আলোর বিশোষণ মাত্রা (A) দ্রবণের ঘনমাত্রা বৃদ্ধির সাথে বৃদ্ধি পায় (বিয়ারের সূত্র); কিন্তু নির্গত ও আপতিত আলোর মাত্রার অনুপাত বা ট্রান্সমিটেন্স মাত্রা (T) জ্যামিতিক হারে (exponentially) হ্রাস পায়। (চিত্র-৩.১৩)

ঘনমাত্রা	শোষণ	ট্রান্সমিটেন্স
0.001	0.001	3.0000
0.10	0.10	2.0000
0.050	0.050	1.3010
0.100	0.100	1.0000
0.200	0.200	1.0000
0.300	0.300	0.6990
0.400	0.400	0.5220
0.500	0.500	0.3979
0.600	0.600	0.3010
0.700	0.700	0.2218
0.800	0.800	0.1549
0.900	0.900	0.800
1000	1000	0.0969
		0.0458
		0.5000

ঘনমাত্রার বিপরীতে আলোর শোষণ ও ট্রান্সমিটেন্স



ট্রান্সমিটেন্স জ্যামিতিক হারে হ্রাস পায় বলতে বোঝায় যে, l cm দ্রবণে যদি 100% আপতিত রশ্মি (I_o) এর ১ম 20% আলো শোষিত হয় তবে ২য় l cm দ্রবণে পূর্বের অবশিষ্ট 80% আলোর 20% শোষিত হয়ে 64% থাকে। এরূপে ৩য় l cm দ্রবণে 64% আলোর 20% আলো শোষিত হয়ে হ্রাস পেতে থাকে।

চিত্র-৩.১৩ : আলোর শোষণ ও ট্রান্সমিটেন্স

বিয়ার ল্যাম্বার্ট সূত্রের সীমাবদ্ধতা :

(১) দ্রবণের ঘনমাত্রা 0.001 M – 0.01 M মধ্যে বিয়ার ল্যাম্বার্ট সূত্র সঠিকভাবে কার্যকর হয়। দ্রবণের ঘনমাত্রা 0.1 M এর বেশি হলে তখন এ সূত্র প্রযোজ্য হয় না।

(২) দ্রবণে উপাদানের মধ্যে সংযোজন, বিয়োজন ঘটলে তখন এ সূত্র প্রযোজ্য নয়।

(৩) একবর্ণী আলো (monochromatic) ব্যবহৃত না হলে বিশোষণমাত্রা ঘটলে এ সূত্র প্রযোজ্য হবে না।

(৪) দ্রবণ দ্বারা আলোর শোষণের পূর্বে আলোর প্রতিফলন বা বিচ্ছুরণ ঘটলে এ সূত্র প্রযোজ্য হবে না।

বিয়ার ল্যাম্বার্ট সূত্রের প্রয়োগ :

ম্যাক্রো পদ্ধতির টাইট্রেশন প্রক্রিয়ার পরিবর্তে বর্তমানে বিয়ার-ল্যাম্বার্ট সূত্রের প্রয়োগে বিভিন্ন উচ্চ ক্ষমতা সম্পন্ন যন্ত্রের মাধ্যমে যেমন (১) পারমাণবিক শোষণ বর্ণালী (AAS), (২) UV- Vis বর্ণালী, (৩) উচ্চ দক্ষতা সম্পন্ন তরল ক্রোমাটোগ্রাফি (HPLC), (৪) গ্যাস ক্রোমাটোগ্রাফি (GC) ইত্যাদির সাহায্যে মৌলিক পদার্থ ও জৈব যৌগের শনাক্তকরণ, পরিমাণ নির্ধারণ এবং বর্ণযুক্ত দ্রবণের ঘনমাত্রা নির্ণয় ইত্যাদি সহজেই করা যায়। যেমন,

(১) পারমাণবিক শোষণ বর্ণালী (AAS) দ্বারা : এ (AAS) পদ্ধতিতে দ্রবণ বা কঠিন নমুনায় (১) 60-70টি মৌলের শনাক্তকরণ ও পরিমাণ নির্ণয় করা যায়। (২) এ পদ্ধতি ব্যবহৃত হয় ফার্মাকোলজিতে ধাতব অপদ্রব্য শনাক্তকরণে; (৩) বায়োফিজিক্সে trace elements যেমন Ca, Fe, Cu, Mg ইত্যাদি শনাক্তকরণে; (৪) টক্সিকোলজি ও খাদ্য রসায়নে বিষাক্ত As, Cr, Pb, Cd ইত্যাদি শনাক্তকরণে ও (৫) বিভিন্ন রাসায়নিক ল্যাবরেটরিতে উৎপাদ পদার্থের বিশুদ্ধতা ও পরিমাণ নির্ধারণ কাজে। (AAS) পদ্ধতিতে নমুনায় উপস্থিত মৌল ও আয়নের ঘনমাত্রা ppm (mgL^{-1}) অথবা ppb (μgL^{-1}) এককে জানা যায়।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

(২) UV-Vis বর্ণালী দ্বারা : এ UV-Vis বর্ণালী পদ্ধতিতে দ্রবণ ও কঠিন নমুনায় (১) অবস্থান্তর ধাতুর রঙিন আয়ন শনাক্তকরণ ও ঘনমাত্রা নির্ণয়, (২) একান্তর দ্বিবন্ধন বা কনজুগেটেড দ্বিবন্ধনযুক্ত জৈবযৌগ শনাক্তকরণ ও পরিমাণ নির্ণয়; (৩) বায়োলজিকেল ম্যাক্রো-অণু যেমন, প্রোটিন, লিপিড, গ্লুকোজ, সুক্রোজ ইত্যাদির শনাক্তকরণ ও পরিমাণ নির্ণয় করা হয়।

(৩) HPLC বা উচ্চ দক্ষতার তরল ক্রোমাটোগ্রাফি দ্বারা : এ HPLC পদ্ধতি দ্বারা যৌগের তরল মিশ্রণ থেকে উপাদান যৌগের পৃথকীকরণ, বিশুদ্ধকরণ, শনাক্তকরণ ও পরিমাণ নির্ণয় করা হয়। (৪) অ্যারোমেটিক যৌগ, অ্যামিন, প্রোটিন অ্যামাইনো এসিড, লিপিড, সুগার, প্রাকৃতিক উদ্ভিদের নির্যাস (কফি থেকে ক্যাফেইন) ইত্যাদি শনাক্তকরণ ও এদের পরিমাণ নির্ণয়, (৫) ফরেনসিক (Forensic) বিজ্ঞানে DNA- এর জারিত পদার্থের শনাক্তকরণ HPLC দ্বারা করা যায়।

(৪) GC বা গ্যাস ক্রোমাটোগ্রাফি দ্বারা : এ গ্যাস ক্রোমাটোগ্রাফি পদ্ধতি দ্বারা তাপে উদ্বায়ী (volatile), কিন্তু অবিযোজিত থাকে এসব যৌগের মিশ্রণের উপাদান যৌগ শনাক্তকরণ ও পরিমাণ নির্ণয় করা হয়। (১) শিল্পক্ষেত্র হাইড্রোকার্বন ($C_2 - C_{40}$) মিশ্রণ থেকে উপাদান যৌগ শনাক্তকরণ ও পৃথকীকরণ করা হয়। এক্ষেত্রে স্ফুটনাঙ্কের খুব কম ব্যবধানের জৈব যৌগ যেমন বেনজিন C_6H_6(b.p = 80.1°C) ও সাইক্লোহেক্সেন C_6H_{12}(b.p = 80.8°C) এর মিশ্রণ পৃথকীকরণ GC পদ্ধতিতে সহজ, কিন্তু আংশিক পাতন দ্বারা তা অসম্ভব। (২) প্রাকৃতিক উদ্ভিদ- নির্যাসে বিভিন্ন উপাদান যেমন essential oils (সুগন্ধি বস্তু) পৃথকীকরণ, (৩) পরিবেশ রসায়নে বিভিন্ন বিষাক্ত পদার্থ যেমন কীটনাশকের পরিমাণ নির্ণয়, (৪) কসমেটিকে ব্যবহৃত উপাদান নির্ণয়, (৫) ফরেনসিক বিজ্ঞানে যেমন রক্তে অ্যালকোহল এর শনাক্তকরণ ও পরিমাণ নির্ণয় GC পদ্ধতিতে করা হয়।

শিক্ষার্থী নিজে কর-৩.১৪ : বিয়ার ল্যাম্বার্ট সূত্রের প্রয়োগভিত্তিক গণনা :

সমস্যা-৩.৭৭ : স্পেক্ট্রোমিটারের 1.0 cm দৈর্ঘ্যের একটি সেলে রাখা দ্রবণের মোলার শোষণ সহগ 1.0×10^5 L mol^{-1} cm^{-1}এবং বিশোষণ মাত্রা বা অ্যাবজর্ব্যান্স হলো 1.0। ঐ দ্রবণটির ঘনমাত্রা কত? [উ: 1.0×10^{-5} $molL^{-1}$]

সমস্যা- ৩.৭৮ : স্পেকট্রোমিটারের 1.0 cm দৈর্ঘ্যের একটি সেলে রাখা একটি নমুনা দ্রবণ কোনো নির্দিষ্ট তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের আলোর 80% ট্রান্সমিট বা প্রেরণ করে। ঐ আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্যে নমুনা দ্রবণের মোলার শোষণ সহগ 2.0 হলে নমুনার মোলার ঘনমাত্রা কত? [উ: 0.048 $molL^{-1}$]

সমস্যা-৩.৭৯ : স্পেকট্রোমিটারের 1.0 cm সেলে রাখা 4.48 ppm ঘনমাত্রার $KMnO_4$ এর দ্রবণ 520 nm তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলোর 0.309 ট্রান্সমিটেন্স দেয়। $KMnO_4$ দ্রবণের মোলার বিশোষণ মাত্রা কত?

[$KMnO_4$=158 $gmol^{-1}$] [উ: 1.8×10^4 $cm^{-1}mol^{-1}L$]

দ্রষ্টব্য : যেহেতু ε এর একক L mol^{-1} cm^{-1} হয়, সেহেতু ঘনমাত্রা c = 4.48 ppm কে mol L^{-1} এ পরিণত করতে হবে। তখন $c = 4.48 \text{ ppm} = 4.48 \times 10^{-3} gL^{-1} = \frac{4.48 \times 10^{-3} gL^{-1}}{158 \text{ g mol}^{-1}} = 2.835 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$]

সমস্যা- ৩.৮০ : স্পেকট্রোমিটারের 2.0 cm সেলে রাখা 3.85×10^{-4} mol L^{-1} ঘনমাত্রার কোনো রঞ্জকের দ্রবণ 550 nm তরঙ্গদৈর্ঘ্যের বিকিরণের বিশোষণ মাত্রা বা অ্যাবজর্ব্যান্স 0.78 হলে ঐ দ্রবণের মোলার শোষণ সহগ বা অ্যাবজর্পটিভিটি কত হবে? [উ: 1.01298×10^3 $Lmol^{-1}$ cm^{-1}]

সমস্যা- ৩.৮১ : স্পেকট্রোমিটারের 2 cm সেলে রাখা 3.75×10^{-4} M ঘনমাত্রার কোনো রঞ্জক পদার্থের দ্রবণের 570 nm তরঙ্গদৈর্ঘ্যের বিকিরণ থেকে মোলার অ্যাবজর্পটিভিটি 1.0×10^3 $Lmol^{-1}cm^{-1}$হলে ঐ দ্রবণের বিশোষণ মাত্রা বা অ্যাবজর্ব্যান্স কত হবে? [উ: 0.75]

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

৩.১৬ পারমাণবিক শোষণ বর্ণালি

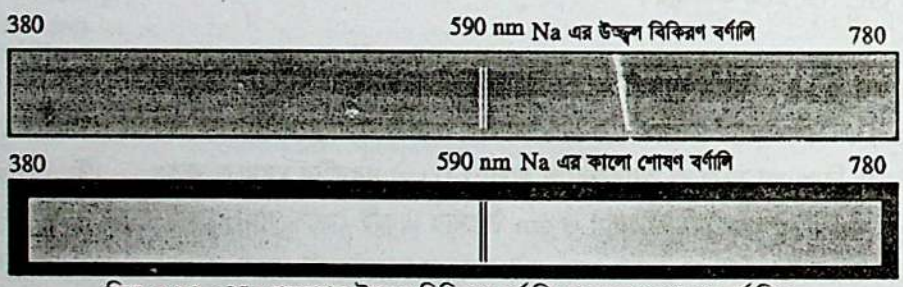
Atomic absorption spectroscopy (AAS)

পারমাণবিক শোষণ বর্ণালি নির্দিষ্ট মৌলিক পদার্থ (60 টিরও বেশি মৌল) শনাক্তকরণে ও ঘনমাত্রা বা পরিমাণ নির্ণয়ে ব্যবহৃত একটি উন্নত বিশোষণ বর্ণালি পদ্ধতি। এটি ফার্মাকোলজি (ধাতব অপদ্রব্য শনাক্তকরণ), বায়োফিজিক্স (trace element শনাক্তকরণ) ও টক্সিকোলজি (As, Cr ইত্যাদি শনাক্তকরণ) গবেষণায় ব্যবহৃত হয়।

মূলনীতি : পারমাণবিক শোষণ বর্ণালির মূল ভিত্তি হলো স্পেকট্রোমিটারের এটমাইজার (atomizer)-এ নির্দিষ্ট মৌলের পরমাণুসমূহের ইলেকট্রন নির্দিষ্ট তরঙ্গদৈর্ঘ্যের শক্তি শোষণ করে উদ্দীপিত অবস্থায় (excited state-এ) উচ্চতর অরবিটালে স্বল্প সময়ের (ন্যানো সেকেন্ডস্) জন্য স্থানান্তরিত হয়। বিশোষণের মাত্রা মৌলের বাষ্পে বিদ্যমান নিম্নতম শক্তি স্তরের পরমাণুর ঘনমাত্রার সমানুপাতিক হয়। ফলে কালো রেখা বর্ণালি সৃষ্টি হয় এবং একে পারমাণবিক শোষণ বর্ণালি বলে।

প্রত্যেকটি মৌলের পরমাণুর ইলেকট্রনের শক্তিস্তর সুনির্দিষ্ট। তাই ইলেকট্রন দ্বারা শক্তি শোষণ নির্দিষ্ট তরঙ্গদৈর্ঘ্যের শক্তি থেকে হয়। সৃষ্ট বর্ণালির রেখা কয়েক পিকোমিটার (pm) প্রশস্ত হয়। স্পেকট্রোমিটারে বিয়ার ল্যাম্বার্ট সূত্রভিত্তিক ডিটেক্টরের সাহায্যে নির্দিষ্ট তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলোর বিশোষণ মাত্রা বা আলোক ঘনত্ব পরিমাপের মাধ্যমে মৌলের পরমাণুর পরিমাণ বা ঘনমাত্রা নির্ণয় করা হয়।

পারমাণবিক শোষণ বর্ণালি-মিটারে ধাতুর শিখা পরীক্ষায় সৃষ্ট উজ্জ্বল বিকিরণ বর্ণালি ও কালো শোষণ বর্ণালি একই তরঙ্গদৈর্ঘ্যের (যেমন-Na পরমাণুর বেলায় $\lambda = 590$ nm) হয়। Na-পরমাণুর উভয় প্রকার বর্ণালি নিচে দেখানো হলো:



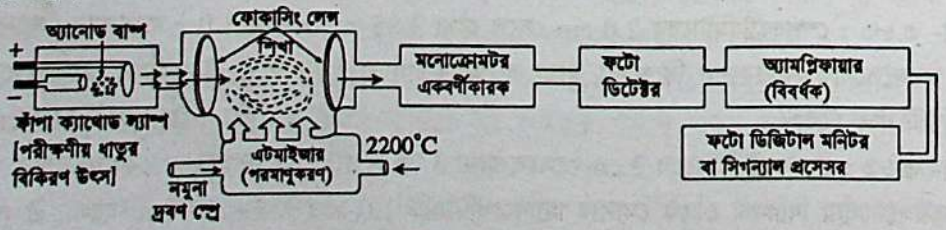
চিত্র-৩.১৪ : Na পরমাণুর উজ্জ্বল বিকিরণ বর্ণালি ও কালো শোষণ বর্ণালি।

বিয়ার-ল্যাম্বার্ট সূত্রের মূলনীতিভিত্তিক পারমাণবিক শোষণ বর্ণালিমাপক যন্ত্রটির গঠন নিম্নরূপ-তিন অংশে বিভক্ত :

(১) ফাঁপা ক্যাথোড ল্যাম্প : এটি পরীক্ষিত মৌল দ্বারা নির্মিত ফাঁপা ক্যাথোড ল্যাম্প, যা থেকে বৈশিষ্ট্যপূর্ণ একবর্ণী বিকিরণ রশ্মি বার্নারের শিখায় ছড়ানো পরমাণু সমাবেশে প্রবেশ করে।

(২) নমুনা এটমাইজার (atomizer) সেল : যা থেকে মৌলটির গ্যাসীয় পরমাণু প্রবাহ শিখায় প্রবেশ করে।

(৩) ফটোডিটেক্টর : এ ৩য় অংশটি হলো বিয়ার-ল্যাম্বার্ট সূত্রভিত্তিক গ্যাসীয় পরমাণু দ্বারা শোষিত একবর্ণী বিকিরণের পরিমাণ নির্ধারণের যন্ত্র।



চিত্র-৩.১৫ : পারমাণবিক শোষণ বর্ণালি মাপক-এর ব্লকচিত্র

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

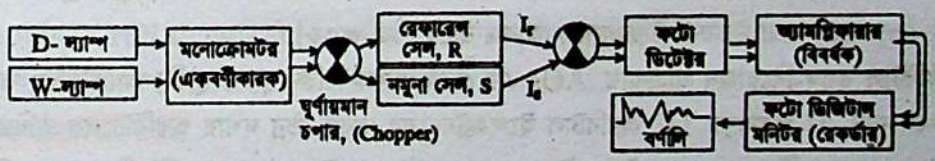
এক্ষেত্রে ফাঁপা ক্যাথোড ল্যাম্পটিতে পরীক্ষণীয় ধাতুর অ্যানোডীয় বাষ্প থাকে। নমুনার দ্রবণকে ট্যাপনলের তৈরি নেবুলাইজারের সাহায্যে বার্নারের মধ্যে স্প্রে করা হয়। বার্নারের জ্বালানিরূপে অক্সি-অ্যাসিটিলিন মিশ্রণের দহনে 2200°C তাপমাত্রার শিখা সৃষ্টি হয়। ঐ শিখায় নমুনা মৌলের সৃষ্ট পারমাণবিক বাষ্প ক্যাথোড ল্যাম্প থেকে প্রবাহিত বিকিরণের নির্দিষ্ট তরঙ্গ শক্তি শোষণ করে। শোষণের মাত্রা বাষ্পে বিদ্যমান নিম্নতম শক্তিস্তরের পরমাণুর পরিমাণ বা ঘনমাত্রার সমানুপাতিক হয়।

৩.১৭ UV-দৃশ্যমান স্পেকট্রোস্কোপি (UV–Vis)

UV-Visible Absorption Spectroscopy

মূলনীতি : UV-Vis বর্ণালি অর্থাৎ UV-দৃশ্যমান আলো শোষণ বর্ণালি পাই (π) বন্ধন ইলেকট্রন অথবা নন্ বন্ডিং ইলেকট্রনযুক্ত যৌগ অণুর বেলায় ঘটে। আণবিক অরবিটালের এসব ইলেকট্রন দৃশ্যমান আলো 380 nm–780 nm এবং এর পার্শ্ববর্তী UV-রশ্মি বিশেষত near-UV-রশ্মি 200 nm –379 nm শোষণ করে উদ্দীপিত অবস্থায় উচ্চতর অ্যান্টি-বন্ডিং আণবিক অরবিটালে স্বল্প সময়ের (ন্যানো সেকেন্ড বা, 10^{-8}~10^{-9} s) জন্য স্থানান্তরিত হয়। এর ফলে শোষণ বর্ণালি সৃষ্টি হয়। জৈব যৌগের পাই (π) বন্ধন ইলেকট্রন অথবা নন্ বন্ডিং ইলেকট্রন দ্বারা অতিবেগুনি (UV) ও দৃশ্যমান আলোর শোষণে সৃষ্ট এরূপ বর্ণালিকে ইলেকট্রনিক বর্ণালিও বলে। এক্ষেত্রে বিয়ার ল্যাম্বার্ট সমীকরণ, $A = \varepsilon cl$ সম্পর্ক প্রযোজ্য হয়।

কার্যপ্রণালি : UV-Vis স্পেকট্রোস্কোপ যন্ত্রটি হলো দ্বৈত রশ্মি বর্ণালিমাপক। এতে UV-আলো রশ্মির উৎসরূপে ডিউটেরিয়াম ($_1D$, ^2_1H) ল্যাম্প ও Vis-আলো রশ্মির উৎসরূপে টাংস্টেন ফিলামেন্ট (W) ল্যাম্প ব্যবহৃত হয়। উভয় রশ্মি- মনোক্রোমটর বা একবর্ণীকারক যন্ত্রাংশে প্রবেশ করে। নির্গত উভয় রশ্মির মিশ্রণটি ঘূর্ণায়মান চপার (rotating chopper) দ্বারা সমান দু' অংশে বিভক্ত হয়ে একটি অংশ বিশুদ্ধ দ্রাবক ভর্তি রেফারেন্স সেলে (R) ও অপর অংশ পরীক্ষাধীন যৌগের দ্রবণ ভর্তি নমুনা সেলে (S) প্রবেশ করে। R ও S সেল থেকে নির্গত রশ্মি (I_r ও I_s) দ্বিতীয় ঘূর্ণায়মান চপারে পতিত হওয়ার পর ফটোডিটেকটরে প্রবেশ করে এবং পরে অ্যামপ্লিফায়ারে বহু গুণ বিবর্ধিত হয়ে ফটোডিজিটাল মনিটরে উপযুক্ত বর্ণালি তৈরি করে।



চিত্র-৩.১৬ : UV–Vis দ্বৈত রশ্মি বর্ণালিমাপক এর ব্লকচিত্র

বর্ণালিমাপক থেকে পরীক্ষাধীন দ্রবণের বিশোষণ মাত্রা (A), মোলার শোষণ সহগ (ε) ও সেল বা কোষের দৈর্ঘ্য (l, সাধারণত 1.0 cm) জানা যায়। তাই এসব মান বিয়ার ল্যাম্বার্ট সমীকরণে ($A = \varepsilon lc$-এ) বসিয়ে নমুনা দ্রবণের ঘনমাত্রা সহজে নির্ণয় করা যায়।

UV–Vis স্পেকট্রোস্কোপের ব্যবহার : (১) প্রধানত নমুনা দ্রবণের ঘনমাত্রা নির্ণয়, (২) জৈব যৌগে কার্যকরীমূলক, (৩) কার্বন শিকলে থাকা একান্তর দ্বিবন্ধন বা কনজুগেটেড দ্বিবন্ধন নির্ণয়, (৪) কার্বন শিকলের একান্তর দ্বিবন্ধনে থাকা প্রতিস্থাপক ও এদের সংখ্যা নির্ণয় এবং (৫) অ্যারোমেটিক যৌগের চক্রে উপস্থিত দ্বিবন্ধন সংখ্যা এ পদ্ধতিতে নির্ণয় করা যায়।

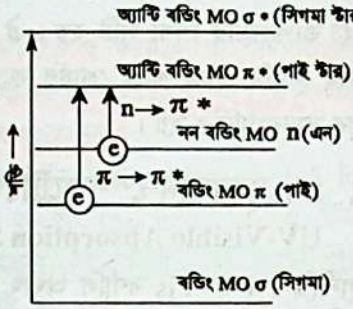
আণবিক অরবিটাল (MO, molecular orbital) মতবাদ অনুসারে UV-Vis বর্ণালির ব্যাখ্যা : পরমাণুসমূহের পারমাণবিক অরবিটালের অধিক্রমণে (overlapping) সৃষ্ট যৌগ অণুতে (১) σ-বন্ডিং আণবিক অরবিটাল (MO,σ), (2)

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

σ–অ্যান্টি বন্ডিং আণবিক অরবিটাল (MO,σ*), (৩) π-বন্ডিং আণবিক অরবিটাল (MO, π), (৪) π অ্যান্টি বন্ডিং আণবিক অরবিটাল (MO, π*), (৫) নন্‌বন্ডিং (lone-pair) আণবিক অরবিটাল (MO, n) থাকে। এদের মধ্যে শক্তির পার্থক্য হলো $\sigma < \pi < n < \pi^* < \sigma^*$ [চিত্র ৩.১৭]।

UV -Vis রশ্মি শোষণ করে π- বন্ধনের MO ও নন্‌বন্ডিং MO-এর ইলেকট্রন উদ্দীপিত হয়ে ন্যানো সেকেন্ডের জন্য অ্যান্টি বন্ডিং (MO, π*) এ স্থানান্তরিত হতে পারে (যেমন, $\pi \longrightarrow \pi^*$, পাই স্টার ও $n \longrightarrow \pi^*$)। তখন UV -Vis বর্ণালি সৃষ্টি হয়।



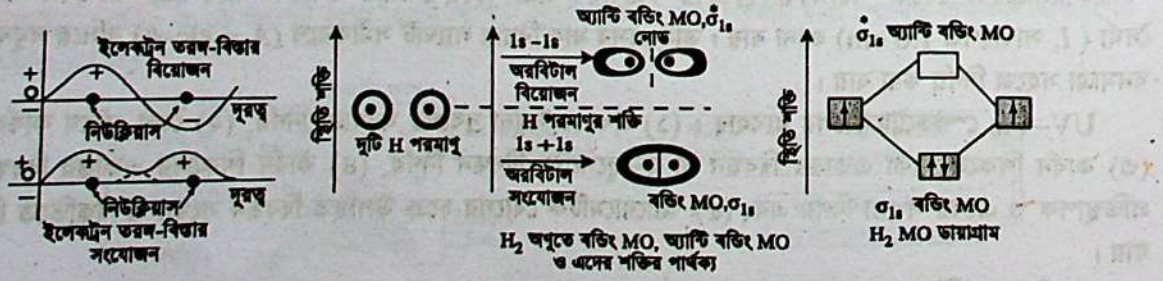
চিত্র-৩.১৭: যৌগ অণুতে বিভিন্ন MO

জেনে রাখো : বন্ডিং MO ও অ্যান্টিবন্ডিং MO কী?

রাসায়নিক বন্ধন ব্যাখ্যায় অধিকতর সফল কিন্তু জটিল আণবিক অরবিটাল (MO) মতবাদ মতে, যৌগ অণুতে বিভিন্ন পরমাণুর নিউক্লিয়াসগুলোর চারদিকের এলাকায় ইলেকট্রনগুলো সঞ্চরণশীল (delocalised) থাকে, ইলেকট্রনের ঐ সব এলাকাকে আণবিক অরবিটাল (MO) বলে। কিন্তু যোজনী বন্ধন (VB) মতবাদ মতে, দুটি পরমাণুর যোজ্যতা স্তরের পারমাণবিক অরবিটালের অধিক্রমণ এলাকায় উভয় নিউক্লিয়াসের মধ্যবর্তী এলাকায় বন্ধন ইলেকট্রন যুগল আবদ্ধ (localised) থাকে। পরমাণুতে থাকে নির্দিষ্ট শক্তির ও আকৃতির পারমাণবিক অরবিটাল (AOs)। অনুরূপভাবে অণুতে থাকে নির্দিষ্ট শক্তির ও আকৃতির আণবিক অরবিটাল (MOs)। দুটি পারমাণবিক অরবিটাল (AOs) এর তরঙ্গ-সংযোজন (wave addition) ও তরঙ্গ-বিয়োজন (wave subtraction) প্রক্রিয়ায় ঐ AOs এর শক্তির চেয়ে যথাক্রমে কমশক্তির (অধিক স্থায়ী) বন্ডিং MO ও বেশি শক্তির (কম স্থায়ী) অ্যান্টিবন্ডিং MO সৃষ্টি হয়। আবার বন্ধনবিহীন নিঃসঙ্গ-ইলেকট্রন (lone pair) থেকে সৃষ্ট ননবন্ডিং MO এর শক্তি পূর্বের একক পারমাণবিক অরবিটাল (AO) এর শক্তির সমান থাকে। উদাহরণস্বরূপ, দুটি H-পরমাণু নিকটে আসলে তাদের দুটি পারমাণবিক $1s^1$ অরবিটালের মধ্যে দু'ভাবে অধিক্রমণ ঘটে। যেমন,

(১) অরবিটাল তরঙ্গ-সংযোজন প্রক্রিয়ায় AOs এর চেয়ে কম শক্তির (অধিক স্থায়ী) বন্ডিং আণবিক অরবিটাল (MO) সৃষ্টি হয়। তখন দুটি H-পরমাণুর $1s^1$ অরবিটাল ইলেকট্রনদ্বয়ের তরঙ্গ একই দশায় (phase-এ) সংযোজন বা অধিক্রমণ ঘটে। ফলে, উভয় নিউক্লিয়াসের মধ্যবর্তী অঞ্চলে এ বন্ডিং আণবিক অরবিটালে সর্বাধিক ইলেকট্রন ঘনত্ব সর্বাধিক সময় থেকে সিগমা (σ) বন্ধন দ্বারা উভয় নিউক্লিয়াসকে আবদ্ধ রাখে [চিত্র-৩.১৮]।

(২) অরবিটাল তরঙ্গ-বিয়োজন প্রক্রিয়ায় AOs এর চেয়ে অধিক শক্তির (কম স্থায়ী) অ্যান্টিবন্ডিং আণবিক অরবিটাল সৃষ্টি হয়। তখন দুটি H পরমাণুর $1s^1$ অরবিটাল ইলেকট্রনদ্বয়ের তরঙ্গ ভিন্ন দশায় অরবিটালের অধিক্রমণ ঘটে। ফলে উভয় নিউক্লিয়াসের মধ্যবর্তী অঞ্চলে প্রায় ইলেকট্রন ঘনত্ব শূন্য সিগমা স্টার (σ*) অ্যান্টিবন্ডিং MO সৃষ্টি হয়। ইলেকট্রন ঘনত্ব শূন্য উভয় নিউক্লিয়াসের মধ্যবর্তী অঞ্চলকে অ্যান্টিবন্ডিং অরবিটালের নোড (node) অঞ্চল বলে।



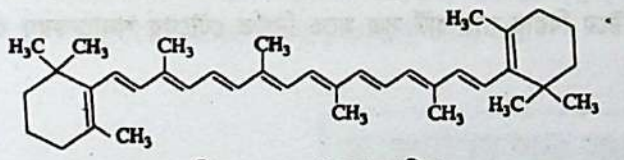
চিত্র-৩.১৮ : ইলেকট্রনের তরঙ্গ সংযোজন ও বিয়োজন দ্বারা H_2 অণুতে বন্ডিং MO, σ_{1s} এবং অ্যান্টিবন্ডিং MO, σ^*_{1s}

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

যৌগের σ বন্ধন UV-Vis বর্ণালি দেয় না; কারণ UV-Vis বর্ণালির পরিসর 200 nm –780 nm তরঙ্গদৈর্ঘ্য (λ) এর মধ্যে ঘটে এবং এর শোষণ শক্তি 586 –570 kJ/mol এর মধ্যে থাকে। কিন্তু সিগমা (σ) বন্ধন ইলেকট্রন নিউক্লিয়াস কর্তৃক অধিকতর আকৃষ্ট থাকে। তাই σ- বন্ধন ইলেকট্রন এ পরিসরের তরঙ্গশক্তি দ্বারা উদ্দীপিত হতে পারে না। σ-বন্ধনের ইলেকট্রনকে উদ্দীপিত করতে শক্তি তরঙ্গের দৈর্ঘ্য (λ) এর মান 200 nm-এর কম হতে হয়।

UV–Vis বর্ণালি সৃষ্টির শর্ত : জৈব যৌগে একান্তর দ্বিবন্ধন ও একক বন্ধন থাকলে অর্থাৎ কনজুগেটেড পলি-ইন যৌগে দীর্ঘ তরঙ্গদৈর্ঘ্য-রশ্মি সর্বাধিক শোষিত হয়। ফলে দৃশ্যমান আলোর পরিসরে এ শোষণ ঘটে। তাই অনেক জৈব যৌগ বর্ণযুক্ত দেখায়। জৈব যৌগের অণুস্থিত যে সব π-বন্ধন যুক্ত কার্যকরীমূলক দৃশ্যমান আলোর পরিসরের শক্তি-তরঙ্গ শোষণ করে এবং যৌগকে বর্ণযুক্ত দেখায়, এদেরকে ক্রোমোফোর (chromophore) বলে। যেমন নাইট্রোমূলক, $\left(\begin{array}{c}\overset{+}{-N}=O\\ \downarrow\\ O^-\end{array}\right)$, নাইট্রোসোমূলক (–N=O), অ্যাজোমূলক (–N=N–) যুক্ত জৈব যৌগ বর্ণযুক্ত হয়। বেনজিনের বেলায় সর্বাধিক শোষণ তরঙ্গ λ_{max} = 255 nm এবং এটি UV-রশ্মির পরিসরে হওয়ায়, বেনজিন বর্ণহীন কিন্তু কনজুগেটেড π বন্ধনযুক্ত β-ক্যারোটিন (গাজরে থাকা ভিটামিন-A এর উৎস) এর বেলায় λ_{max} = 451 nm এবং এটি দৃশ্যমান আলোর পরিসরে হওয়ায় গাজর কমলা বর্ণ হয়।



চিত্র-৩.১৯ : β ক্যারোটিন।

MCQ-3.35 : বিয়ার ল্যাম্বার্ট সূত্রের প্রয়োগ হলো—
(i) দ্রবণের ঘনমাত্রা নির্ণয় (ii) অণুর আকৃতি জানা
(iii) জৈব যৌগের গঠন নির্ণয় [চ. বো. ২০১৫]
নিচের কোনটি সঠিক?
(ক) i ও ii (খ) ii ও iii (গ) i ও iii (ঘ) i, ii ও iii

৩.১৮ উচ্চ দক্ষতাসম্পন্ন তরল ক্রোমাটোগ্রাফি
High Performance Liquid Chromatography (HPLC)

উচ্চ দক্ষতাসম্পন্ন তরল ক্রোমাটোগ্রাফি বা HPLC হলো কলাম ক্রোমাটোগ্রাফির একটি অত্যাধুনিক বহুল ব্যবহৃত বিশ্লেষণ পদ্ধতি। বর্তমানে HPLC পদ্ধতিটি বিশ্লেষণীয় রসায়নে ও বায়োকেমিস্ট্রিতে একাধিক যৌগের মিশ্রণের উপাদান যৌগের পৃথকীকরণ, বিশুদ্ধিকরণ, শনাক্তকরণ ও পরিমাণ নির্ণয়ে ব্যবহৃত হয়।

HPLC-এর গঠনগত বৈশিষ্ট্য :

(১) HPLC-এর বেলায় 'সক্রিয় শোষক কলামটি' সূক্ষ্ম কণাবস্তু যেমন 2–50 মাইক্রোমিটার (μm) সাইজের সিলিকা বা পলিমার বস্তু (আয়ন বিনিময় রেজিন) দ্বারা তৈরি করা হয়।
(২) কলামটির ব্যাস 2.1– 4.6 mm এর এবং কলামের দৈর্ঘ্য 30 –250 mm হয়।
(৩) সাধারণ কলাম-তরল ক্রোমাটোগ্রাফির সচল মাধ্যম তরলটি মাধ্যাকর্ষণের প্রভাবে ধীরে চলে। কিন্তু HPLC এর বেলায় উচ্চ চাপ যেমন 50 –350 bar চাপে সচল মাধ্যম অধিক সচল থাকে।
(৪) তরল দ্রাবকরূপে বিশুদ্ধ পানি ও মিথানল অথবা অ্যাসিটোনাইট্রাইল-এর মিশ্রণ ব্যবহৃত হয় [চিত্র-৩.২০]।

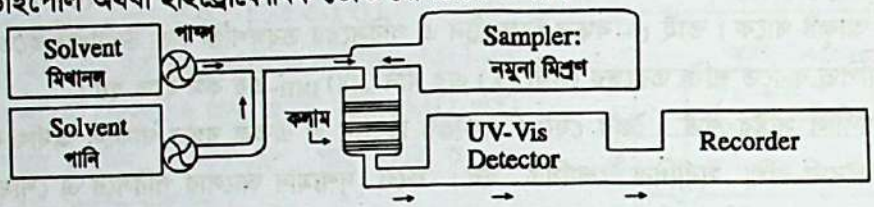
এ অবস্থায় নমুনা মিশ্রণের উপাদান যৌগসমূহের কার্যকর পৃথকীকরণ নির্ভর করে :

(১) স্থির মাধ্যমের সূক্ষ্ম কণা বস্তু দ্বারা উপাদান যৌগের বিভিন্ন শোষণ মাত্রা এবং
(২) বিপরীতভাবে ঐ উপাদান যৌগের সচল মাধ্যমে দ্রাব্যতার ওপর।
(৩) সচল মাধ্যমের সংযুক্তি ও তাপমাত্রার ওপর স্থির মাধ্যমে শোষিত যৌগের দ্রাব্যতা নির্ভর করে।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

(৪) উপাদান যৌগের সাথে স্থির মাধ্যম এবং সচল মাধ্যমের আকর্ষণ বা বিকর্ষণ নির্ভর করে ডাইপোল-ডাইপোল, আয়নিক-ডাইপোল অথবা হাইড্রোফোবিক ভৌত বৈশিষ্ট্যের ওপর।



চিত্র-৩.২০ : উচ্চ ক্ষমতাসম্পন্ন তরল ক্রোমাটোগ্রাফি (LPLC)।

HPLC-এর মূলনীতি : HPLC-এর যান্ত্রিক বিন্যাস মতে (১) সচল মাধ্যমের (solvent-এর) একাধিক পাম্প (pumps), (২) নমুনা মিশ্রণের পাত্র (sampler), (৩) স্থির মাধ্যম কলাম (column) ও (৪) ডিটেক্টর (detector) থাকে। একাধিক pump উৎস থেকে 'নির্দিষ্ট সংযুক্তির দ্রাবকের সচল মাধ্যম নির্দিষ্ট চাপে যখন 'স্থির মাধ্যম কলামের' প্রবেশ মুখে আসে, তখন 'sampler' থেকে নমুনা যৌগের মিশ্রণটিকে সচল মাধ্যমে 'স্প্রে' (spray) করা হয়। নমুনা মিশ্রণ নিয়ে সচল মাধ্যমটি স্থির মাধ্যম কলামে প্রবেশ করে। তখন কলামের উপাদানে নমুনা মিশ্রণের যৌগসমূহের শোষণ-মাত্রার ভিন্নতা এবং সচল মাধ্যম-মিশ্র দ্রাবকের উপাদানে এদের দ্রাব্যতা অনুসারে কলামে পৃথক স্তরে বিভক্ত হয়ে যৌগসমূহ কলাম থেকে নির্গত হয়। তখন UV-Vis ডিটেক্টরে বিয়ার-ল্যাম্পার্ট সূত্র মতে নির্গত যৌগের শনাক্তকরণ ও যৌগের পরিমাণ রেকর্ড হয়ে থাকে।

৩.১৯ গ্যাস ক্রোমাটোগ্রাফি
Gas Chromatography (GC)

গ্যাস ক্রোমাটোগ্রাফি ও কলাম ক্রোমাটোগ্রাফির সাদৃশ্য ও বৈসাদৃশ্য : গ্যাস ক্রোমাটোগ্রাফির অপর নাম গ্যাস-তরল পার্টিশন (Partition) ক্রোমাটোগ্রাফি (GLPC)। গ্যাস ক্রোমাটোগ্রাফির মূলনীতি কলাম ক্রোমাটোগ্রাফির অথবা HPLC এর অনুরূপ। তবে গ্যাস ক্রোমাটোগ্রাফির গঠনগত পার্থক্য হলো :

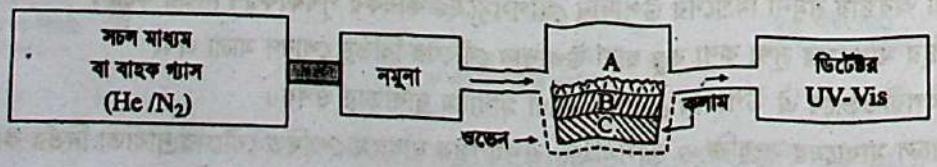
(১) এক্ষেত্রে স্থির মাধ্যম হলো তরল পদার্থ এবং সচল মাধ্যম হলো নিষ্ক্রিয় হিলিয়াম অথবা ক্রিয়াহীন N_2 গ্যাস।

(২) এছাড়া সচল গ্যাস মাধ্যমকে উত্তপ্ত রাখার জন্য স্থির মাধ্যম-এর কলামটিকে ওভেন (oven) এর মধ্যে রাখা হয়; যা কলাম ক্রোমাটোগ্রাফিতে থাকে না। পরীক্ষাধীন যৌগসমূহের নমুনা মিশ্রণটিকে অবিযোজিত ও বাষ্পীয় অবস্থায় বাহক গ্যাস বা সচল মাধ্যমসহ স্থির মাধ্যমের কলামে চালনা করা হয়।

(৩) তৃতীয়ত গ্যাসীয় যৌগের ঘনমাত্রার সাথে এটির আংশিক চাপের সম্পর্ক আছে।

(৪) যৌগের পৃথকীকরণ এদের স্ফুটনাঙ্কের (বা বাষ্পীয় চাপের) পার্থক্যের ওপর নির্ভর করে বলে গ্যাস ক্রোমাটোগ্রাফি আংশিক পাতনের সমতুল্য।

গ্যাস ক্রোমাটোগ্রাফির মূলনীতি : গ্যাস ক্রোমাটোগ্রাফির মূলনীতির ব্যাখ্যা করার জন্য কলামটির গঠন এবং বিভিন্ন অংশকে নিচের চিত্রে দেখানো হলো:



চিত্র-৩.২১ : গ্যাস ক্রোমাটোগ্রাফির প্রবাহ চিত্র।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

কলামটি গ্লাস অথবা ধাতুর টিউবের ভেতর দেওয়ালে (Walls) ক্রিয়াহীন কঠিন পদার্থের সূক্ষ্ম কণার আস্তরণে (C) ধারণকৃত অনুদ্বায়ী তরল পদার্থের পাতলা স্তর (B) স্থির মাধ্যমরূপে থাকে। আস্তরণ কণাসমূহের ফাঁকে ফাঁকে বিদ্যমান স্থানগুলোকে A স্তররূপে ওপরের কলামে দেখানো হলো। বাহক গ্যাসসহ নমুনা মিশ্রণের যৌগসমূহ কলামের ভেতর যখন স্থির তরল মাধ্যমের সংস্পর্শে আসে তখন মিশ্রণের উপাদান যৌগসমূহ এদের দ্রাব্যতা অনুসারে স্থির মাধ্যমে দ্রবীভূত হয়ে নিম্নরূপে বাহক গ্যাস বা সচল মাধ্যমের সাথে সাম্যাবস্থা সৃষ্টির প্রাথমিক অবস্থায় থাকে। যেমন,

বাহক গ্যাস বা সচল মাধ্যমে উপাদান যৌগসমূহ $\rightleftharpoons$ স্থির মাধ্যমে উপাদান যৌগসমূহ। এরূপ অনেকগুলো আংশিক সাম্যাবস্থায় ($\rightleftharpoons$) এবং পরে স্থির মাধ্যম ও সচল মাধ্যমে উপাদান যৌগসমূহ পূর্ণ সাম্যাবস্থায় থাকে। যেমন–

বাহক গ্যাসে উপাদান যৌগসমূহ $\rightleftharpoons$ স্থির মাধ্যমে উপাদান যৌগসমূহ

পরে প্রত্যেক উপাদান যৌগ বিভাজন সহগের (retention time) ওপর ভিত্তি করে ভিন্ন ভিন্ন গতিবেগে কলাম থেকে নির্গত হয়।

উপাদান যৌগের গতিবেগ = বাহক গ্যাসের গতিবেগ × মোট সময়ের যত অংশ উপাদান যৌগ সচল মাধ্যমে ছিল। যেই উপাদান যৌগ স্থির মাধ্যমে কম আকৃষ্ট হয়, সেটির গতিবেগ বেশি হয় এবং বাহক গ্যাসের সাথে কলাম থেকে প্রথমে নির্গত হয়। তখন কলামের প্রান্তে স্বয়ংক্রিয় ডিটেক্টর (UV-Vis) যৌগের শনাক্তকরণ সংকেত দেয় এবং সংকেতের তীক্ষ্ণতা অনুসারে যৌগের পরিমাণ ঘনমাত্রা জানা যায়।

এ অধ্যায়ের সার-সংক্ষেপ (Recapitulation)

***মোলার আয়তন :** গ্যাসের গ্রাম আণবিক ভরকে এক মোল গ্যাস বলা হয়। এক মোল গ্যাস প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপে যে আয়তন লাভ করে একে গ্যাসটির মোলার আয়তন বলে। STP তে যেকোনো গ্যাসের মোলার আয়তন 22.414 L হয়। 20°C ও 1 atm চাপে 24.04 L এবং SATP বা 25°C (1 atm) অবস্থায় 24.789 L ধরা হয়।

লিমিটিং বিক্রিয়ক : বাস্তবে কোনো বিক্রিয়ায় দুটি বিক্রিয়কের মধ্যে সঠিক মোলার অনুপাতে খুব কম ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়। প্রায় ক্ষেত্রে কোনো একটি বিক্রিয়ক কম বা বেশি মিশানো থাকে। যেটি কম পরিমাণ মিশানো থাকে, ঐ বিক্রিয়কের পরিমাণের ওপর মোট উৎপাদ উৎপন্ন হয় এবং সেটিকে লিমিটিং বিক্রিয়ক বলে।

মোলারিটি : স্থির তাপমাত্রায় প্রতি লিটার দ্রবণে দ্রবীভূত থাকা দ্রবের মোল সংখ্যাকে মোলারিটি বলে।

প্রাইমারি স্ট্যান্ডার্ড পদার্থ : যে সব পদার্থ বিশুদ্ধ অবস্থায় প্রস্তুত করা যায়, বাতাসের সংস্পর্শে বাতাসের জলীয় বাষ্প বা কোনো উপাদানের সাথে বিক্রিয়া করে না, ওজনকালে রাসায়নিক নিষ্ক্রিয় ক্ষয় করে না এবং উৎপন্ন দ্রবণের ঘনমাত্রা দীর্ঘদিন অপরিবর্তিত থাকে, সেসব পদার্থকে প্রাইমারি স্ট্যান্ডার্ড পদার্থ বলে। যেমন Na_2CO_3, $K_2Cr_2O_7$।

সেকেন্ডারি স্ট্যান্ডার্ড পদার্থ : প্রাইমারি পদার্থের চারটি বৈশিষ্ট্যের মধ্যে কোনো বৈশিষ্ট্যের অভাব ঘটলে সে সব রাসায়নিক পদার্থকে সেকেন্ডারি পদার্থ বলে। যেমন, গাঢ় H_2SO_4, NaOH ট্যাবলেট, $KMnO_4$।

প্রমাণ দ্রবণ : যে দ্রবণের সঠিক ঘনমাত্রা জানা থাকে, একে প্রমাণ দ্রবণ বলে। প্রমাণ দ্রবণ তৈরিতে প্রাইমারি স্ট্যান্ডার্ড পদার্থ ব্যবহৃত হয়। যেমন, 0.1 M Na_2CO_3 দ্রবণ।

শতকরা ভর : প্রতি 100 ভাগ ভরের দ্রবণে দ্রবীভূত থাকা দ্রবের ভরের পরিমাণকে শতকরা ভর বলে। অর্থাৎ

$$\text{দ্রবের শতকরা ভর} = \frac{\text{দ্রবের ভর} \times 100}{(\text{দ্রবের ভর} + \text{দ্রাবকের ভর})}$$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

ppm ঘনমাত্রা : এর পুরো নাম Parts per Million. ঘনমাত্রার ppm এককে দ্রবের পরিমাণকে দ্রবণে বা মিশ্রণে দশ লক্ষ (10^6) এর অংশরূপে প্রকাশ করা হয়।

মোল ভগ্নাংশ : দ্রবের মোল ভগ্নাংশ হলো দ্রবণে থাকা দ্রবের মোল সংখ্যা ও দ্রবণের উপাদানদ্বয়ের মোট মোল সংখ্যার অনুপাত। দ্রাবকের মোল সংখ্যা ও দ্রবণের মোট মোল সংখ্যার অনুপাত হলো দ্রাবকের মোল ভগ্নাংশ।

প্রশমন বিক্রিয়া : তুল্য পরিমাণ এসিড ও তুল্য পরিমাণ ক্ষারের বিক্রিয়ায় নিরপেক্ষ বস্তু লবণ ও পানি উৎপন্ন হয় এবং এসিড ও ক্ষারের ধর্ম পরস্পর বিক্রিয়ায় বিনষ্ট হয়। এরূপ বিক্রিয়াকে এসিড-ক্ষার প্রশমন বিক্রিয়া বলে।

রিডক্স বিক্রিয়া : যে বিক্রিয়ায় বিক্রিয়কের মধ্যে ইলেকট্রন আদান প্রদান ঘটে, একে রিডক্স বিক্রিয়া বলে।

দর্শক আয়ন : রিডক্স বিক্রিয়ায় যে সব আয়নের জারণ সংখ্যা অপরিবর্তিত থাকে, এদেরকে দর্শক আয়ন বলে।

নির্দেশক : যেসব জৈব যৌগ এসিড ও ক্ষার মাধ্যমে ভিন্ন বর্ণ সৃষ্টি করে, এদেরকে এসিড-ক্ষার নির্দেশক বলে।

টাইট্রেশন : কোনো বিক্রিয়কের প্রমাণ দ্রবণ দ্বারা অপর বিক্রিয়কের দ্রবণের ঘনমাত্রা ও পরিমাণ নির্ণয়ের যান্ত্রিক পদ্ধতিকে টাইট্রেশন বলে।

ক্রোমাটোগ্রাফি : যে পদ্ধতিতে জৈব যৌগের দুই বা ততোধিক উপাদানের কোনো মিশ্রণকে একটি স্থির মাধ্যমে রেখে এবং অপর একটি সচল মাধ্যমকে উক্ত স্থির মাধ্যমের সংস্পর্শে প্রবাহিত করে মিশ্রণের উপাদানগুলোর অধিশোষণ মাত্রার ওপর ভিত্তি করে এদেরকে বিভিন্ন স্তরে পৃথক করার পদ্ধতিকে ক্রোমাটোগ্রাফি বলা হয়।

MCQ-এর উত্তরমালা :
3.1 (খ), 3.2 (গ) 3.3 (গ), 3.4 (ক), 3.5 (গ), 3.6 (ঘ), 3.7 (গ), 3.8 (ঘ), 3.9 (খ), 3.10 (খ), 3.11 (গ), 3.12 (খ), 3.13 (ক), 3.14 (খ), 3.15 (গ), 3.16 (গ), 3.17 (ঘ), 3.18 (গ), 3.19 (ক), 3.20 (গ), 3.21 (খ), 3.22 (খ), 3.23 (খ), 3.24 (ক), 3.25 (ক), 3.26 (ক), 3.27 (গ), 3.28 (গ), 3.29 (ঘ), 3.30 (ক), 3.31 (গ), 3.32 (খ), 3.33 (ক), 3.34 (ঘ), 3.35 (গ)।

অনুশীলনী–৩ : পরিমাণগত রসায়ন

(ক) বিভাগ : জ্ঞান স্তরভিত্তিক প্রশ্নাবলি (এক নজরে)

(১) উৎপাদ গ্যাস সংক্রান্ত প্রশ্নাবলি :

১। গে-লুসাকের গ্যাস আয়তন সূত্র কী?
২। মোল কী?
৩। গ্যাসের মোলার আয়তন কী?
৪। STP তে মোলার আয়তন কত?
৫। 20°C-এ মোলার আয়তন কত?
৬। SATP-এ মোলার আয়তন কত?
৭। গ্যাসের মোল সংখ্যা বের করতে কোন্ সমীকরণ ব্যবহৃত হয়?
৮। লিমিটিং বিক্রিয়ক কী?

(২) দ্রবণের ঘনমাত্রা সংক্রান্ত প্রশ্নাবলি :

১। মোলারিটি কী? [য. বো. ২০১৯; মা. বো. ২০১৯]
২। মোলার দ্রবণ কাকে বলে? [রা. বো. ২০১৯]

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

আরো দেখুন

প্রতিদিনের চাকুরীর সার্কুলার পেতে এখানে ক্লিক করুন

প্রতি মাসের কারেন্ট অ্যাফেয়ার্স পিডিএফ এখানে ক্লিক করুন

চাকুরীর প্রয়োজনীয় সকল পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

বিসিএস এর প্রয়োজনীয় পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

প্রতি সপ্তাহের চাকুরী পত্রিকা ডাউনলোড এখানে ক্লিক করুন

সকল নিয়োগ পরীক্ষার প্রশ্ন সমাধান এখানে ক্লিক করুন

বিডিনিয়োগ.কম দেশের সেরা পিডিএফ কালেকশন

SSC এর প্রয়োজনীয় সকল পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

HSC এর প্রয়োজনীয় সকল পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

বিশ্ববিদ্যালয় ভর্তির সকল পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

সকল ধরনের সাজেশন ডাউনলোড এখানে ক্লিক করুন

ORIGINAL
BDNIYOG.COM
COPYRIGHT

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

তত্ত্বীয় আলোচনা	= ২০
শ্রেণি কর্মকাণ্ড	= ৮
মোট পিরিয়ড	= ২৮

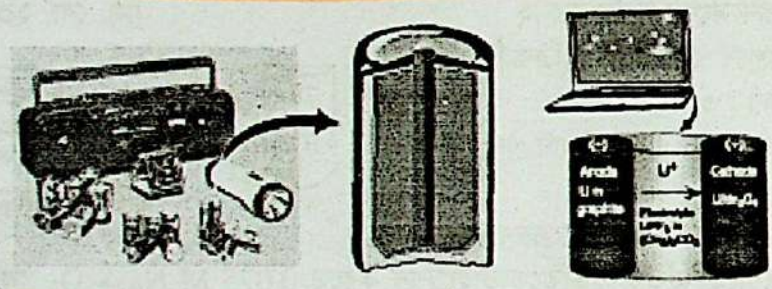
চতুর্থ অধ্যায়

তড়িৎ রসায়ন

Electro-chemistry

ভূমিকা (Introduction)

তড়িৎ বা বিদ্যুৎ বলতে ইলেকট্রন প্রবাহকে বোঝানো হয়। সব Redox বিক্রিয়ায় ইলেকট্রনের স্থানান্তর ঘটে। Redox বিক্রিয়ার স্থানান্তরিত ইলেকট্রনকে বাহ্যিক পরিবাহীতে প্রবাহিত করার প্রক্রিয়া হলো তড়িৎ কোষ। এক্ষেত্রে তড়িৎ কোষে রাসায়নিক বিক্রিয়া বা Redox বিক্রিয়ার শক্তি বৈদ্যুতিক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। টর্চ লাইটে ব্যবহৃত শুষ্ক ব্যাটারি, ক্যালকুলেটরে ব্যবহৃত Ni-Cd ব্যাটারি, হার্টপেচ মেকার ও ঘড়িতে ব্যবহৃত Li-ব্যাটারি, ল্যাপটপ, সেলফোন, ডিজিটেল ক্যামেরায় ব্যবহৃত লিথিয়াম-আয়ন ব্যাটারি, পরিবেশবান্ধব H_2 ফুয়েল সেল ইত্যাদি প্রত্যেকটিতে Redox বিক্রিয়া ঘটে।



অধ্যায়ের প্রধান শব্দসমূহ (Key Words) : তড়িৎ পরিবাহী, তড়িৎ বিশ্লেষ্য, ফ্যারাডে, ধাতুর সক্রিয়তা সিরিজ, জারণ অর্ধকোষ, বিজারণ অর্ধকোষ, লবণ সেতু, তড়িৎদ্বার বিভব, কোষ বিভব, প্রাইমারি কোষ, সেকেন্ডারি কোষ, ফুয়েল সেল।

শিখনফল : এ অধ্যায় পাঠ শেষে শিক্ষার্থীরা—

১. তড়িৎ পরিবাহী ও এর প্রকারভেদ ব্যাখ্যা করতে পারবে।
২. তড়িৎবিশ্লেষ্যের পরিবাহিতা ব্যাখ্যা করতে পারবে।
৩. **ব্যবহারিক :** পরীক্ষার মাধ্যমে বিভিন্ন দ্রবণের পরিবাহিতার পার্থক্য দেখাতে এবং তীব্র ও দুর্বল তড়িৎ বিশ্লেষ্য এবং তড়িৎ অবিশ্লেষ্য চিহ্নিত করতে পারবে।
৪. ফ্যারাডের প্রথম সূত্র প্রয়োগ করে তড়িৎ বিশ্লেষ্য পদার্থের পরিমাণ নির্ণয় বর্ণনা করতে পারবে।
৫. ধাতুর সক্রিয়তা সিরিজ বর্ণনা করতে পারবে।
৬. **ব্যবহারিক:** ধাতুর তুলনামূলক সক্রিয়তা পরীক্ষার মাধ্যমে দেখাতে পারবে।
৭. জারণ অর্ধবিক্রিয়া ও বিজারণ অর্ধবিক্রিয়া এবং তড়িৎদ্বার বিভব ব্যাখ্যা করতে পারবে।
৮. তড়িৎদ্বার বিভবের সাথে ধাতুর সক্রিয়তা সিরিজের সম্পর্ক বর্ণনা করতে পারবে।
৯. Redox বিক্রিয়া ও কোষ বিভব ও প্রমাণ কোষ বিভব ব্যাখ্যা করতে পারবে।
১০. তড়িৎদ্বার এবং কোষের বিভব সংক্রান্ত নার্নস্ট সমীকরণ ব্যাখ্যা করতে পারবে।
১১. তড়িৎদ্বার ও এর প্রকারভেদ বর্ণনা করতে পারবে।
১২. **ব্যবহারিক :** ধাতু-ধাতব আয়ন তড়িৎদ্বার গঠন করতে পারবে।
১৩. **ব্যবহারিক :** দুটি তড়িৎদ্বারের সাহায্যে কোষ গঠন করে রাসায়নিক শক্তিকে বিদ্যুৎশক্তিতে রূপান্তরিত করে দেখাতে পারবে।
১৪. এক ও দুই প্রকোষ্ঠবিশিষ্ট তড়িৎ রাসায়নিক কোষের গঠন ব্যাখ্যা করতে পারবে।
১৫. রিচার্জেবল (লেড স্টোরেজ ও লিথিয়াম) ব্যাটারির কার্যপ্রণালি এবং রিচার্জ প্রক্রিয়া ব্যাখ্যা করতে পারবে।
১৬. লেড স্টোরেজ এবং লিথিয়াম ব্যাটারি ব্যবহারের সুবিধা অসুবিধা বর্ণনা করতে পারবে।
১৭. ফুয়েল সেলের প্রকারভেদ এবং বিভিন্ন ফুয়েল সেলের অ্যানোড, ক্যাথোড ও ফুয়েল উল্লেখ করতে পারবে।
১৮. হাইড্রোজেন ফুয়েল সেলের গঠন , সংঘটিত বিক্রিয়া ও এর সুবিধা ব্যাখ্যা করতে পারবে।
১৯. pH মিটারের সাহায্যে কোনো দ্রবণের pH নির্ণয়ের কৌশল ব্যাখ্যা করতে পারবে।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

৪.১ তড়িৎ পরিবাহী ও এর প্রকারভেদ

Electric-Conductors and their Classification

'বিদ্যুতের তার' এ শব্দ দুটি আমাদের খুবই পরিচিত শব্দ। ঘরে, অফিসে, কারখানার বিদ্যুতের তার (wire) হলো 'কপার ধাতুর' এবং রাস্তায় বিদ্যুৎ বা তড়িৎ প্রবাহের মোটা 'তার' কয়েকটি ধাতুর সংমিশ্রণে তৈরি 'ধাতু সংকর'। সব ধাতু কম-বেশি তড়িৎ পরিবাহী। ধাতু ছাড়া 'গ্রাফাইট' এবং এসিড, ক্ষার, আয়নিক যৌগ যেমন, NaCl এর জলীয় দ্রবণ বা গলিত NaCl এর মধ্য দিয়ে তড়িৎ চলাচল করতে পারে।

তড়িৎ পরিবাহী : যে সব ধাতব-অধাতব পদার্থের মধ্য দিয়ে তড়িৎ চলাচল করতে পারে, এদেরকে তড়িৎ পরিবাহী (electric conductors) বলে। যেমন 'কপার তার' হলো ধাতব পরিবাহী; গ্রাফাইট হলো অধাতব পরিবাহী। তরল পদার্থ পারদ বা মার্কারি তড়িৎ পরিবহন করে।

তড়িৎ অপরিবাহী : যে সব পদার্থের ভেতর দিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হতে পারে না, এদেরকে অপরিবাহী বা ইনসুলেটর (insulator) বলে। 'ইলেকট্রিক তার' এর ওপর প্লাস্টিক অথবা রাবারের যে আবরণ দেয়া হয়, এরা হলো তড়িৎ অপরিবাহী বা ইনসুলেটর।

*** তড়িৎ পরিবাহীর শ্রেণিবিভাগ :** তড়িৎ পরিবাহীকে তিন শ্রেণিতে ভাগ করা হয়। যেমন,

(১) তড়িৎ সুপরিবাহী, (২) তড়িৎ অর্ধপরিবাহী ও (৩) সুপার পরিবাহী বা সুপার কন্ডাক্টর।

(১) তড়িৎ সুপরিবাহী : যে সব ধাতু যেমন কপার, অ্যালুমিনিয়াম, আয়রন, জিঙ্ক, সিলভার ইত্যাদি সহজে বিদ্যুৎ পরিবহন করতে পারে, এদেরকে তড়িৎ সুপরিবাহী (good conductor) বলা হয়।

(২) অর্ধপরিবাহী বা সেমিকন্ডাক্টর : তড়িৎ পরিবাহী ও তড়িৎ অপরিবাহী বা ইনসুলেটর-এ দুয়ের মাঝামাঝি পরিবাহিতা গুণসম্পন্ন কিছু পদার্থ আছে, এদেরকে অর্ধপরিবাহী বা সেমিকন্ডাক্টর (semiconductors) বলা হয়। পর্যায় সারণির গ্রুপ IV A (14) এর সিলিকন (Si) ও জার্মেনিয়াম (Ge)-এসব অর্ধধাতু বা মেটালয়েড হলো সেমিকন্ডাক্টর।

(৩) সুপার কন্ডাক্টর : বর্তমানে সুপার পরিবাহী বা সুপার কন্ডাক্টর নামক বিশেষ তড়িৎ পরিবাহী আবিষ্কৃত হয়েছে। এসব সুপার কন্ডাক্টর হলো সংকর ধাতু ও সংকর ধাতুর অক্সাইড। এদের নির্দিষ্ট একটি সন্ধি তাপমাত্রা T_c (Super conducting transition temperature) নামক নিম্ন তাপমাত্রা থাকে; ঐ তাপমাত্রার নিচে এসব ধাতব পরিবাহীর কোনো বিদ্যুৎ রোধ থাকে না। যেমন Nb_3Ge এর T_c হলো 23.2K এবং $YBa_2Cu_3O_7$ এর T_c= 90K। এসব সুপার কন্ডাক্টরের মধ্য দিয়ে কোনো শক্তির অপচয় (loss) ছাড়া তড়িৎ অনায়াসে চলতে পারে।

*** তড়িৎ পরিবাহীর প্রকারভেদ :** তড়িৎ পরিবহনের মেকানিজমের ভিন্নতার ওপর ভিত্তি করে তড়িৎ পরিবাহী মূলত দু'প্রকার। যেমন-(১) ইলেকট্রনীয় বা ধাতব পরিবাহী ও (২) তড়িৎ বিশ্লেষ্য পরিবাহী।

ইলেকট্রনীয় বা ধাতব পরিবাহী : কঠিন ধাতব ও অধাতব তড়িৎ পরিবাহীকে ইলেকট্রনীয় পরিবাহী বা ধাতব পরিবাহী বলে। যেমন, কপার ধাতু ও গ্রাফাইট অধাতু হলেও ইলেকট্রনীয় পরিবাহী।

বৈশিষ্ট্য : (১) এসব কঠিন পদার্থে পরমাণুর বহিঃস্তরে এক বা একাধিক সঞ্চরণশীল ইলেকট্রন থাকে। তাই এসব পরিবাহীর এক প্রান্তে তড়িৎক্ষেত্র এর মধ্য দিয়ে তড়িৎ বা বিদ্যুৎ পরিবহনকালে জারণ-বিজারণ বিক্রিয়া ঘটে। তাই এদের এরূপ নামকরণ হয়েছে।

(২) এসব তড়িৎ বিশ্লেষ্য আয়নিক যৌগ গলিত অবস্থায় এবং জলীয় দ্রবণে এদের উভয় প্রকার আয়নগুলো কেলাস ল্যাটিস (lattice) বা কেলাস জালি থেকে মুক্ত হয়ে ধনাত্মক ও ঋণাত্মক আয়নরূপে তরল মাধ্যমে সঞ্চরণশীল থাকে বলে তড়িৎ পরিবহন করতে পারে।

(৩) জলীয় দ্রবণে আয়নিক যৌগের ও পোলার সমযোজী যৌগের ধনাত্মক ও ঋণাত্মক আয়নগুলো যথাক্রমে ইলেকট্রন গ্রহণ ও বর্জন করে অর্থাৎ রাসায়নিক পরিবর্তনের মাধ্যমে তড়িৎ পরিবহন করে থাকে। তাই এরূপ তড়িৎ পরিবাহীকে তড়িৎ বিশ্লেষ্য পরিবাহী (electrolyte) বা আয়নিক পরিবাহী বলে।

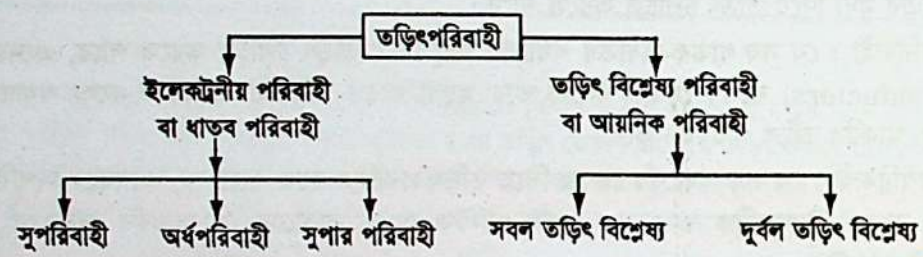
তড়িৎ বিশ্লেষ্যের শ্রেণিবিভাগ : কঠিন পরিবাহীর মতো পদার্থের জলীয় দ্রবণও সবল তড়িৎ বিশ্লেষ্য (strong electrolyte), দুর্বল তড়িৎ বিশ্লেষ্য (weak electrolyte) ও তড়িৎ অবিশ্লেষ্য (non-electrolyte)—এ তিন শ্রেণিতে

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

বিভক্ত। যেসব আয়নিক যৌগ জলীয় দ্রবণে প্রায় 70 –100% পরিমাণে আয়নিত হয়, এরা হলো সবল তড়িৎ বিশ্লেষ্য যেমন KCl, NaCl, HCl, H_2SO_4, NaOH, KOH ইত্যাদির দ্রবণ।

অপরদিকে যেসব যৌগ খুব কম পরিমাণে যেমন 1–10% দ্রবণে আয়নিত হয়, এদেরকে **দুর্বল তড়িৎ বিশ্লেষ্য** বলে। যেমন 0.1M CH_3COOH, HF দ্রবণ। আবার যেসব যৌগ পানিতে আয়নিত হয় না ; তাই তড়িৎ পরিবহন করতে পারে না, এদেরকে **তড়িৎ অবিশ্লেষ্য** পদার্থ বলে । যেমন– চিনির দ্রবণ, অ্যালকোহল, তরল হাইড্রোকার্বনসমূহ।



জেনে নাও :

* ধাতব বন্ধনে আবদ্ধ ধাতুর কেলাস জালির (crystal lattice) মধ্যে থাকা মুক্ত ইলেকট্রনগুলো তড়িৎ পরিবহন করে থাকে।
* কঠিন আয়নিক যৌগের কেলাস জালিতে ধনাত্মক ও ঋণাত্মক আয়ন আবদ্ধ থাকে; এদের কোনো মুক্ত ইলেকট্রন থাকে না। তাই কঠিন আয়নিক যৌগ তড়িৎ পরিবহন করতে পারে না। কঠিন আয়নিক যৌগ তড়িৎ অপরিবাহী।
* দ্রবণে বা গলিত অবস্থায় আয়নিক যৌগের ধনাত্মক আয়ন ও ঋণাত্মক আয়নগুলো কেলাস জালি থেকে মুক্ত হয়ে সচল হয়। তখন বিপরীতধর্মী আয়নগুলো তড়িৎ পরিবহন করতে পারে। এ অবস্থায় আয়নগুলোর মধ্যে তড়িৎ শক্তির প্রভাবে জারণ বিজারণ ঘটে। তাই আয়নিক যৌগের জলীয় দ্রবণ ও গলিত অবস্থায় তড়িৎ পরিবহন করাকে **তড়িৎ বিশ্লেষণ** বলে এবং ঐ রূপ পরিবাহীকে তড়িৎ বিশ্লেষ্য পরিবাহী বলে।
* গ্রাফাইট হলো কার্বনের একটি বহুরূপ। এটিতে sp^2 সংকরিত কার্বন পরমাণুগুলোর একটি করে মুক্ত ইলেকট্রন থাকে। তাই গ্রাফাইট তড়িৎ পরিবাহী হয়। গ্রাফাইট হলো অধাতব ইলেকট্রনীয় পরিবাহী।
* **ব্যতিক্রম :** পারদ (Hg) তরল ধাতু হলেও এটি একটি ইলেকট্রনীয় তড়িৎ পরিবাহী।

৪.১.১ ধাতব বা ইলেকট্রনীয় পরিবাহী ও তড়িৎ বিশ্লেষ্য পরিবাহীর মধ্যে পার্থক্য

Differences between Electronic & Electrolytic conductors

১। ধাতব বা ইলেকট্রনীয় পরিবাহীতে সঞ্চরণশীল ইলেকট্রন দ্বারা তড়িৎ প্রবাহ চলে। অপরদিকে তড়িৎ বিশ্লেষ্যের সঞ্চরণশীল ধনাত্মক ও ঋণাত্মক আয়ন দ্বারা তড়িৎ প্রবাহ ঘটে।

২। ইলেকট্রনীয় পরিবাহীতে তড়িৎ প্রবাহ একটি ভৌত প্রক্রিয়া, এতে তাপমাত্রার পরিবর্তন ঘটে মাত্র; সংশ্লিষ্ট পরমাণুতে ইলেকট্রনের গ্রহণ বা বর্জন বা শেয়ার ঘটে না।

অপরদিকে তড়িৎ বিশ্লেষ্য পরিবাহীতে তড়িৎ পরিবহন একটি রাসায়নিক প্রক্রিয়া, এতে সংশ্লিষ্ট আয়ন দ্বারা ইলেকট্রন গ্রহণ বা বর্জন ঘটে।

৩। তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে ধাতব পরিবাহীর তড়িৎ পরিবহন ক্ষমতা হ্রাস পায়।

অপরদিকে তাপমাত্রা বৃদ্ধির ফলে তড়িৎ বিশ্লেষ্যের তড়িৎ পরিবহন ক্ষমতা বৃদ্ধি পায়। কারণ তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে আয়নসমূহের গতি বৃদ্ধি পায়।

৪। ধাতব পরিবাহীর ক্ষেত্রে কুলম্বের সূত্র প্রযোজ্য ; অপরদিকে, তড়িৎ বিশ্লেষ্য পরিবাহীর ক্ষেত্রে ফ্যারাডের সূত্র প্রযোজ্য।

৫। ইলেকট্রনীয় পরিবাহীতে তড়িৎ পরিবহন ক্ষমতা তড়িৎ বিশ্লেষ্য পরিবাহীর তুলনায় অনেক গুণ বেশি থাকে।

৬। ধাতব পরিবাহীগুলো ধাতু অথবা গ্রাফাইট কার্বন হয়। অপরদিকে তড়িৎ বিশ্লেষ্য পরিবাহী আয়নিক যৌগ বা পোলার সমযোজী যৌগের দ্রবণ হয়।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

জেনে নাও : তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে ধাতুর বা ইলেকট্রনীয় পরিবাহীর তড়িৎ প্রবাহ হ্রাস পায় কেন? [চ. বো.২০১৯]

কারণ তাপমাত্রা বৃদ্ধির ফলে ধাতুর কেলাস ল্যাটিস বা কেলাস জালিকার নির্দিষ্ট অবস্থানে থাকা ধনাত্মক আয়নগুলো (বা positive cores) তাদের অবস্থানের আশেপাশে দোদুল্যমান (oscillating) অবস্থায় থাকে। তখন দোদুল্যমান ধনাত্মক আয়নগুলোর সাথে গতিশীল বা ডিলোকালাইজড ইলেকট্রনগুলো ধাক্কা খেতে থাকে। ফলে ইলেকট্রনসমূহের গতি হ্রাস পায়। অর্থাৎ ধাতুর রোধ বা resistance বেড়ে যায়। তাই তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে ইলেকট্রনীয় পরিবাহী বা ধাতুর তড়িৎ প্রবাহ হ্রাস পায়।

শিক্ষার্থীর কাজ-৪.১ : তড়িৎ পরিবাহী ভিত্তিক :

প্রশ্ন–৪.১ : নিচের পদার্থসমূহ কোন শ্রেণির পরিবাহী, তা ব্যাখ্যা কর : [অনুধাবনভিত্তিক]

(ক) কপার তার, গ্রাফাইট, কেরোসিন, NaOH দ্রবণ।

(খ) কঠিন NaCl, হীরক, গ্রাফাইট, গলিত $CaCl_2$।

প্রশ্ন-৪.২ : ইলেকট্রনীয় বা ধাতব পরিবাহী ও তড়িৎ বিশ্লেষ্য পরিবাহীর মধ্যে পার্থক্যসমূহ লেখ। [অনুধাবন ভিত্তিক]

প্রশ্ন–৪.৩ : গ্রফাইট বিদ্যুৎ পরিবাহী, কিন্তু হীরক বিদ্যুৎ অপরিবাহী; ব্যাখ্যা কর। [অনুধাবনভিত্তিক]

৪.২ তড়িৎ বিশ্লেষ্যের পরিবাহিতা

Conductance or Conductivity of Electrolytes

এখন আমরা তড়িৎ বিশ্লেষ্য পদার্থসমূহ কীরূপে তড়িৎ পরিবহন করে, তা নিচের ব্যাখ্যা থেকে জানতে পারব।

তড়িৎ বিশ্লেষ্যের পরিবাহিতার সংজ্ঞা : আয়নিক যৌগের জলীয় দ্রবণে অথবা গলিত অবস্থায় তড়িৎ বা বিদ্যুৎ পরিবহন করার ক্ষমতাকে তড়িৎ বিশ্লেষ্যের পরিবাহিতা বলে। পরিমাণগতভাবে তড়িৎ বিশ্লেষ্যের রোধের ব্যস্তানুপাতিক হলো ঐ তড়িৎ বিশ্লেষ্যের পরিবাহিতা। তড়িৎ বিশ্লেষ্য পরিবাহীর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হওয়ার কালে আয়নগুলো দ্বারা তড়িৎ বহনের বিরুদ্ধে ঐ পরিবাহী যে বাধা সৃষ্টি করে, তাকে ঐ তড়িৎ বিশ্লেষ্য পরিবাহীর রোধ বলে। যেমন কোনো তড়িৎ বিশ্লেষ্যের রোধ R এবং পরিবাহিতা L হলে, তখন $L = \frac{1}{R}$

পরিবাহিতার একক : পরিবাহিতার একক $= \frac{1}{\text{রোধের একক}}$

CGS পদ্ধতিতে পরিবাহিতার একক হলো ওম$^{-1}$ (ohm^{-1}) বা, mho $= \Omega^{-1}$। SI পদ্ধতিতে পরিবাহিতার একক হলো সিমেনস্ (Siemens)। সিমেনস্‌কে S প্রতীক দ্বারা প্রকাশ করা হয়। $1S = 1 ohm^{-1} = 1\ \Omega^{-1} = 1$ mho

* তড়িৎ বিশ্লেষ্য দ্রবণের মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ ওমের সূত্র মেনে চলে।

* তড়িৎ বিশ্লেষ্যের ধনাত্মক ও ঋণাত্মক আয়নগুলো দ্রবণ বা তরল মাধ্যমে প্রবাহিত হওয়ার সময় তরল মাধ্যম আয়নগুলোর গতির বিপরীতে বাধা সৃষ্টি করে। তরল মাধ্যমে প্রাপ্ত তড়িৎ বিশ্লেষ্যের আয়নগুলোর গতির বাধাকে ঐ তড়িৎ বিশ্লেষ্যের রোধ বলে।

* কঠিন পরিবাহীর বেলায় রোধ (resistance) যেমন পরিমাপ করা হয়, তেমনি তড়িৎ বিশ্লেষ্যের বেলায় রোধের পরিবর্তে পরিবাহিতা (conductance) পরিমাপ করা হয়।

৪.২.১ তড়িৎ বিশ্লেষ্যের পরিবাহিতার প্রকারভেদ

Different Types of Conductivity

বিভিন্ন পদার্থের তড়িৎ পরিবাহিতার তুলনা করার জন্য তাদের তড়িৎ পরিবাহিতাকে নিম্নোক্ত তিন প্রকারে প্রকাশ বা গণনা করা হয়। যেমন–

(১) তড়িৎ বিশ্লেষ্যের আপেক্ষিক পরিবাহিতা (Specific Conductance), κ (Kappa)

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

(২) তড়িৎ বিশ্লেষ্যের তুল্য পরিবাহিতা (Equivalent Conductance), Λ (Lamda)

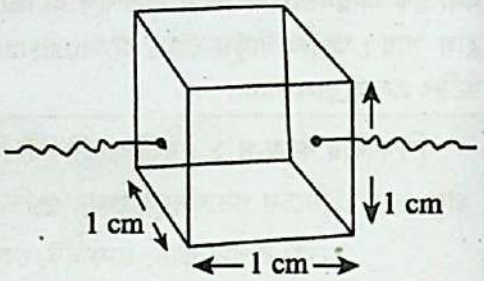
(৩) তড়িৎ বিশ্লেষ্যের মোলার পরিবাহিতা (Molar Conductance), Λ_m বা μ (Mu)

(১) তড়িৎ বিশ্লেষ্যের আপেক্ষিক পরিবাহিতা : ওমের সূত্র অনুসারে, l cm. দূরে অবস্থিত ও A cm^2 প্রস্থচ্ছেদ বিশিষ্ট দুটি ধাতব তড়িৎদ্বারের মধ্যবর্তী কোনো তড়িৎ বিশ্লেষ্য দ্রবণের রোধ যদি R হয়, তবে

$$R \propto \frac{l}{A}; \text{ বা, } R = \rho \times \frac{l}{A} \quad \ldots\ldots\ldots (1)$$

এ সমীকরণে 'ρ' (rho) একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক।

এ ধ্রুবকটিকে তড়িৎ বিশ্লেষ্য দ্রবণের আপেক্ষিক রোধ বলা হয়। অপর কথায়, যখন l = 1 cm এবং A = 1 cm^2 হয়, তখন R = ρ হয়। সুতরাং **1 cm দূরত্বে থাকা ও 1 cm^2 প্রস্থচ্ছেদ বিশিষ্ট দুটি তড়িৎদ্বারের মধ্যবর্তী তড়িৎ বিশ্লেষ্য দ্রবণের রোধকে ঐ তড়িৎবিশ্লেষ্যের আপেক্ষিক রোধ (ρ) বলে। আপেক্ষিক রোধের বিপরীত রাশিকে আপেক্ষিক পরিবাহিতা বলা হয়।**



চিত্র-৪.১ : আপেক্ষিক রোধ

আপেক্ষিক পরিবাহিতার সংজ্ঞা : এক সেন্টিমিটার দূরত্বে থাকা ও এক বর্গসেন্টিমিটার ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট দুটি তড়িৎদ্বারের মধ্যবর্তী অংশের তড়িৎ বিশ্লেষ্য দ্রবণের পরিবাহিতাকে ঐ তড়িৎ বিশ্লেষ্যের আপেক্ষিক পরিবাহিতা বলে। অপর কথায়, কোনো তড়িৎ বিশ্লেষ্যের এক ঘন সেন্টিমিটার আয়তনের পরিবাহিতাকে ঐ তড়িৎ বিশ্লেষ্যের আপেক্ষিক পরিবাহিতা বলে। আপেক্ষিক পরিবাহিতাকে κ (Kappa) প্রতীক দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

$$\therefore \text{ আপেক্ষিক পরিবাহিতা, } \kappa = \frac{1}{\rho} \quad \ldots\ldots\ldots (2)$$

(1) নং সমীকরণ থেকে 'ρ' এর মান (2) নং সমীকরণে বসিয়ে পাই,

$$\kappa = \left(\frac{1}{R}\right) \times \frac{l}{A}; \quad \text{বা, } \kappa = L \times \frac{l}{A} \quad \ldots\ldots (3)$$

$\left[\therefore \text{ দ্রবণের পরিবাহিতা } L = \frac{1}{R}\right]$

MCQ-4.1 : SI পদ্ধতিতে পরিবাহিতার একক কোনটি?
(ক) S (খ) ohm^{-1}
(গ) mho (ঘ) Ω^{-1}

আপেক্ষিক পরিবাহিতার একক : আমরা জানি, আপেক্ষিক পরিবাহিতা, $\kappa = L \times \frac{l}{A}$

$\therefore$ CGS পদ্ধতিতে আপেক্ষিক পরিবাহিত κ এর একক $= \frac{l}{R} \times \frac{l}{A}$

$$= \frac{1}{\text{রোধের একক}} \times \frac{\text{দৈর্ঘ্যের একক}}{\text{ক্ষেত্রফলের একক}} = \frac{1}{\text{ওম}} \times \frac{\text{সেমি}}{(\text{সেমি})^2}$$

$$= \text{ওম}^{-1}\ \text{সেমি}^{-1}\ (ohm^{-1}\ cm^{-1}) \text{ বা, } mho.\ cm^{-1}$$

SI এককে আপেক্ষিক পরিবাহিতার একক = সিমেনস্ $\times \frac{\text{মিটার}}{(\text{মিটার})^2} = Sm^{-1}$

জেনে নাও : কোনো তড়িৎ বিশ্লেষ্যের পরিবাহিতা ও আপেক্ষিক পরিবাহিতা নিম্নোক্ত বিষয়ের ওপর নির্ভর করে।

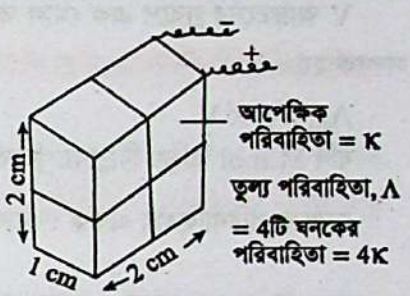
(১) তড়িৎ বিশ্লেষ্যের উপস্থিত আয়নের সংখ্যা, (২) আয়নগুলোর চার্জ বা আধান, (৩) আয়নগুলোর আকার, (৪) আয়নগুলোর গতিবেগ, (৫) তাপমাত্রা, (৬) দ্রবণের গাঢ়ত্ব, (৭) দ্রাবকের প্রকৃতি [দ্রাবক তড়িৎ বিশ্লেষ্যের ক্যাটায়ন ও অ্যানায়নগুলোকে আকর্ষণ করে পরস্পর থেকে বিচ্ছিন্ন হতে সাহায্য করে। তড়িৎ বিশ্লেষ্যের বিপরীতধর্মী আয়নগুলোকে বিচ্ছিন্ন করার ক্ষমতাকে দ্রাবকের ডাই-ইলেকট্রিক ধ্রুবক বলে। এটির মান যত বেশি হয়, তড়িৎ বিশ্লেষ্য ঐ দ্রাবকে তত বেশি আয়নিত হয়। ফলে তড়িৎ পরিবাহিতা বৃদ্ধি পায়। যেমন পানির ডাই-ইলেকট্রিক ধ্রুবক হলো ৮০ এবং মিথাইল অ্যালকোহলের ৩০। তাই তড়িৎ বিশ্লেষ্য পানিতে বেশি আয়নিত হয়।]

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

(২) তড়িৎ বিশ্লেষ্যের তুল্য পরিবাহিতা : তড়িৎ বিশ্লেষ্যের পরিবাহিতা নির্ণয়ের ক্ষেত্রে তড়িৎ বিশ্লেষ্যের পরিমাণ নির্দিষ্ট না থাকায় বিভিন্ন তড়িৎ বিশ্লেষ্যের পরিবাহিতা সঠিকভাবে তুলনা করা যায় না। এজন্যে তুল্য পরিবাহিতা ও মোলার পরিবাহিতা নামে অপর দুটি রাশি ব্যবহৃত হয়ে থাকে।

তুল্য পরিবাহিতার সংজ্ঞা : কোনো তড়িৎ বিশ্লেষ্যের এক গ্রাম তুল্যভর পরিমাণের দ্রবণকে এক সেন্টিমিটার (1 cm) দূরত্বে থাকা দুটি উপযুক্ত তড়িৎদ্বারের মধ্যবর্তী স্থানে রাখলে তড়িৎ প্রবাহে দ্রবণটির যে পরিবাহিতা হয়, তাকে ঐ তড়িৎ বিশ্লেষ্যের তুল্য পরিবাহিতা বলে। তুল্য পরিবাহিতাকে Λ (Lamda) প্রতীক দ্বারা প্রকাশ করা হয়।



চিত্র-৪.২ : $4cm^3$ আয়তনের দ্রবণের 1.0 গ্রাম তুল্যভর তড়িৎ বিশ্লেষ্য আছে। $\therefore \Lambda = 4\kappa$

যদি এক গ্রাম তুল্য তড়িৎ বিশ্লেষ্য V cm^3 দ্রবণে থাকে এবং দ্রবণের আপেক্ষিক পরিবাহিতা κ (Kappa) হয়, তখন তুল্যপরিবাহিতা, $\Lambda = \kappa \times V$। অর্থাৎ এ সমীকরণ থেকে বোঝা যায়, তড়িৎ বিশ্লেষ্য দ্রবণের আপেক্ষিক পরিবাহিতা (κ) কে দ্রবণের মোট আয়তন (V) দ্বারা গুণ করলে তুল্য পরিবাহিতার মান পাওয়া যায়।

** তড়িৎ বিশ্লেষ্যের তুল্য পরিবাহিতা ও আপেক্ষিক পরিবাহিতার মধ্যে সম্পর্ক :

মনে করি, এক গ্রাম তুল্যভর একটি তড়িৎ বিশ্লেষ্য 4 cm^3 পানিতে দ্রবীভূত করে দ্রবণ তৈরি করা হলো। [আণবিক ভরকে ক্যাটায়নের মোট চার্জ সংখ্যা দ্বারা ভাগ করলে ঐ যৌগের তুল্যভর পাওয়া যায়। যেমন Na_2CO_3 এর তুল্যভর হলো $(106 \div 2) = 53$।] এ দ্রবণটিকে 1 cm দূরত্বে থাকা 4 cm^2 আয়তনের দুটি প্লাটিনাম (Pt) পাতের মধ্যবর্তী স্থানে রাখা হলো। চিত্র-৪.২ অনুযায়ী দ্রবণটি 1 cm^3 আয়তনের 4টি ঘনকের আয়তনের সমান। প্রতি 1 cm^3 দ্রবণে থাকা ধনাত্মক ও ঋণাত্মক আয়নের পরিবাহিতা হলো ঐ দ্রবণের আপেক্ষিক পরিবাহিতা (κ)। সম্পূর্ণ দ্রবণের পরিবাহিতা হবে 4κ। সুতরাং একইভাবে V cm^3 দ্রবণের আয়তন V সংখ্যক একক ঘনকের মধ্যবর্তী স্থানে অবস্থান করবে। তখন মোট তুল্য পরিবাহিতা হবে, $\Lambda = \kappa \times V$

ধরা যাক, একটি তড়িৎ বিশ্লেষ্য দ্রবণের ঘনমাত্রা C গ্রাম তুল্যভর/লিটার (বা এক নরমাল দ্রবণ 1 N)।

$\therefore$ C গ্রাম তুল্যভর তড়িৎ বিশ্লেষ্য দ্রবীভূত আছে 1000 cm^3 দ্রবণে

$\therefore$ 1 গ্রাম তুল্যভর তড়িৎ বিশ্লেষ্য দ্রবীভূত আছে $\frac{1000}{C}$ cm^3 দ্রবণে

তুল্য পরিবাহিতার সংজ্ঞা মতে, কোনো দ্রবণের যে আয়তনে এক গ্রাম তুল্যভর তড়িৎ বিশ্লেষ্য বর্তমান থাকে, সে দ্রবণের মোট পরিবাহিতা হলো দ্রবণটির তুল্য পরিবাহিতা (Λ)। অর্থাৎ মোট আয়তন $V = \frac{1000}{C}$ cm^3

$\therefore$ তুল্য পরিবাহিতা, $\Lambda = \kappa \times \frac{1000\ cm^3}{C}$, এখানে C = গ্রাম তুল্যভর/লিটার

তুল্য পরিবাহিতার একক : তুল্য পরিবাহিতা, $\Lambda = \kappa \times \frac{1000\ cm^3}{C}$

$\therefore$ Λ এর একক = κ এর একক $\times \frac{\text{আয়তনের একক}}{\text{দ্রবণের ঘনমাত্রার একক}}$

CGS এককে Λ এর একক $= \frac{\text{ওম}^{-1}\ \text{সেমি}^{-1} \times \text{সেমি}^3}{\text{গ্রাম তুল্যভর}}$

$= \text{ওম}^{-1}\ \text{সেমি}^2\ (\text{গ্রাম তুল্যভর})^{-1}$

$= ohm^{-1}.\ cm^2.\ (g.\ eqv)^{-1}$

SI এককে Λ এর একক $= S.m^2.\ (g.eqv)^{-1}$

MCQ-4.2 : আপেক্ষিক পরিবাহিতার সূত্র কোনটি?

(ক) $L = R^{-1}$ (খ) $\kappa = \frac{l}{\rho}$

(গ) $R = \rho$ (ঘ) $R = \frac{l}{A}$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

(৩) তড়িৎ বিশ্লেষ্যের মোলার পরিবাহিতা : সংজ্ঞা : কোনো তড়িৎ বিশ্লেষ্যের এক মোল পরিমাণের দ্রবণকে এক সেন্টিমিটার (1 cm) দূরত্বে থাকা দুটি উপযুক্ত তড়িৎদ্বারের মধ্যবর্তী স্থানে রাখলে তড়িৎ প্রবাহে দ্রবণটির যে পরিবাহিতা হয়, তাকে ঐ তড়িৎ বিশ্লেষ্যের মোলার পরিবাহিতা বলে। মোলার পরিবাহিতাকে Λ_m প্রতীক দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

V আয়তনের দ্রবণে এক মোল তড়িৎ বিশ্লেষ্য থাকলে মোলার পরিবাহিতা ও আপেক্ষিক পরিবাহিতার মধ্যে নিম্নরূপ সম্পর্ক হয় :

$$\Lambda_m = \kappa \times V$$

যদি M mol তড়িৎ-বিশ্লেষ্য পদার্থ $1000\ cm^3$ দ্রবণে দ্রবীভূত থাকে। তখন $\Lambda_m = \kappa \times \frac{1000\ cm^3}{M}$

মোলার পরিবাহিতার একক : মোলার পরিবাহিতা, $\Lambda_m = \kappa \times \frac{1000\ cm^3}{M}$

$$\therefore \Lambda_m \text{ এর একক} = \kappa \text{ এর একক} \times \frac{\text{আয়তনের একক}}{\text{দ্রবণের মোলার একক}}$$

$$\text{CGS এককে } \Lambda_m \text{ এর একক} = \text{ওম}^{-1}\ \text{সেমি}^{-1} \times \frac{\text{সেমি}^3}{\text{মোল}}$$

$$= \text{ওম}^{-1}, \text{সেমি}^2.\ \text{মোল}^{-1} = ohm^{-1}.cm^2\ mol^{-1}$$

MCQ-4.3 : তুল্য পরিবাহিতার সূত্র কোনটি?

(ক) $\kappa = \rho^{-1}$ (খ) $L = R^{-1}$

(গ) $\Lambda = \frac{\kappa \times 1000 cm^3}{C}$ (ঘ) $\Lambda = \kappa \times V$

জেনে নাও : তুল্য পরিবাহিতা ও মোলার পরিবাহিতার বৈশিষ্ট্য হলো :

(১) তড়িৎ-বিশ্লেষ্যের পরিমাণ নির্দিষ্ট যেমন এক গ্রাম তুল্যভর বা এক মোল।

(২) তড়িৎ-বিশ্লেষ্যের দ্রবণের আয়তন নির্দিষ্ট নয়।

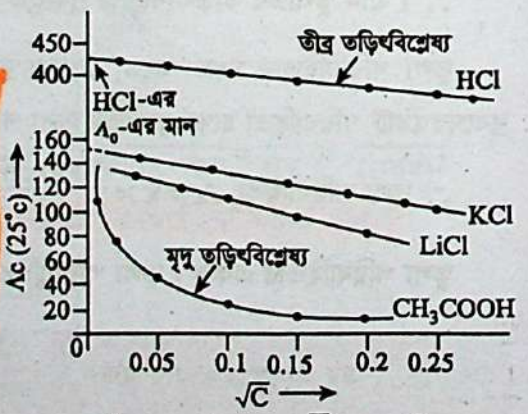
(৩) তড়িৎ বিশ্লেষ্য নির্দিষ্ট; কিন্তু আয়তন নির্দিষ্ট না হওয়ায় ঘনমাত্রা নির্দিষ্ট নয়।

(৪) ঘনমাত্রা নির্দিষ্ট না হওয়ায়; নির্দিষ্ট আয়তনে একই তড়িৎ বিশ্লেষ্যের তুল্য পরিবাহিতা বা মোলার পরিবাহিতা বিভিন্ন হয়।

৪.২.২ তড়িৎ বিশ্লেষ্যের ঘনমাত্রা পরিবর্তনে তুল্য পরিবাহিতার পরিবর্তন

Change of Equivalent Conductance with Concentration Change

কোনো তীব্র তড়িৎ বিশ্লেষ্যের তুল্য পরিবাহিতা তড়িৎ বিশ্লেষ্যের ঘনমাত্রা হ্রাসের সাথে সরল রৈখিকভাবে বৃদ্ধি পায়। অপরদিকে মৃদু তড়িৎ বিশ্লেষ্য (CH_3COOH) এর ঘনমাত্রা হ্রাসের সাথে তুল্য পরিবাহিতা বক্র আকারে বৃদ্ধি পায় এবং অসীম লঘুতায় তুল্য পরিবাহিতা নির্ণয় করা যায় না। [চিত্র-৪.৩]



চিত্র-৪.৩ : Λ_c বনাম $\sqrt{C}$ এর লেখচিত্র

অসীম লঘুতায় তুল্য পরিবাহিতা : তীব্র তড়িৎ বিশ্লেষ্য (HCl, KCl, LiCl, NaCl ইত্যাদি) পদার্থের দ্রবণকে পানি যোগ করে লঘু করতে থাকলে এর তুল্য পরিবাহিতা ক্রমশ বৃদ্ধি পেয়ে এমন একটি স্থির মানে পৌঁছে যে, ঐ দ্রবণটিকে আরো লঘু করলে সেটির তুল্য পরিবাহিতা মান আর বৃদ্ধি পায় না। তখন ঐ শেষ মানটিকে তড়িৎ বিশ্লেষ্যটির অসীম লঘুতায় তুল্য পরিবাহিতা বলে। এটিকে Λ_0 দ্বারা চিহ্নিত করা হয়।

বিজ্ঞানী কোলরাশ পরীক্ষামূলক ফলাফলের ভিত্তিতে তড়িৎ বিশ্লেষ্যের ঘনমাত্রা (C) এর সঙ্গে তুল্য পরিবাহিতার নিম্নরূপ সম্পর্ক নির্ণয় করেন।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সম্পর্কটি হলো–

$\Lambda_c = \Lambda_o - b\sqrt{C}$; এক্ষেত্রে Λ_c হলো C ঘনমাত্রায় তড়িৎ বিশ্লেষ্যের তুল্য পরিবাহিতা, Λ_o = অসীম লঘুতায় ঐ তড়িৎ বিশ্লেষ্যের তুল্য পরিবাহিতা, b = ঐ তড়িৎ বিশ্লেষ্যের একটি ধ্রুবক রাশি। পরীক্ষার ভিত্তিতে নির্ণীত কয়েকটি তড়িৎ বিশ্লেষ্যের Λ_c বনাম $\sqrt{C}$ এর লেখচিত্র দেখানো হলো। [চিত্র-৪.৩]

তড়িৎ বিশ্লেষ্যের পরিবাহিতার নির্ভরশীলতা : কোনো তড়িৎ বিশ্লেষ্যের পরিবাহিতা নির্ভর করে তড়িৎ বিশ্লেষ্যের দ্রবণে উপস্থিত (১) আয়নের সংখ্যা ও (২) আয়নগুলোর গতিবেগের ওপর।

(1) এক গ্রাম তুল্যভর পরিমাণ তীব্র তড়িৎ বিশ্লেষ্য (HCl, KCl) যে কোনো লঘুতায় সম্পূর্ণ আয়নিত থাকে। ফলে তীব্র তড়িৎ বিশ্লেষ্যের যে কোনো ঘনমাত্রায় আয়নের সংখ্যা একই থাকে। তাই শুধুমাত্র আয়নগুলোর গতিবেগের ওপর তীব্র তড়িৎ বিশ্লেষ্যের পরিবাহিতা নির্ভর করে।

তীব্র তড়িৎ বিশ্লেষ্যের গাঢ় দ্রবণে আয়নগুলো কাছাকাছি থাকায় বিপরীতধর্মী আয়নগুলো তীব্রভাবে আকৃষ্ট থাকে। ফলে আয়নগুলোর গতিবেগ কম হয় এবং পরিবাহিতাও কম হয়। লঘুকরণের ফলে আয়নগুলো দূরে সরে যায়, বিপরীত ধর্মী আয়নের মধ্যে আকর্ষণ কমে যায়। তাই আয়নগুলোর গতিবেগ বেড়ে যায় অর্থাৎ পরিবাহিতা বেশি হয়। অতি লঘু অবস্থায় আয়নগুলোর গতিবেগ সর্বোচ্চ হয়। এরূপ অবস্থায় তীব্র তড়িৎ বিশ্লেষ্যের যে পরিবাহিতার মান হয়, সেটিই হলো ঐ তড়িৎ বিশ্লেষ্যের অসীম লঘুতায় তুল্য পরিবাহিতা (Λ_o)। এ অবস্থায় দ্রবণকে আরো লঘু করলেও পরিবাহিতার মান স্থির থাকে; আর কোনো বাড়ে না। এরূপ অবস্থা HCl, KCl, LiCl এর বেলায় ঘটে।

(2) মৃদু তড়িৎ বিশ্লেষ্য এর গাঢ় দ্রবণে কম মাত্রায় আয়নিত থাকায় বিপরীত আয়নগুলোর মধ্যে আকর্ষণ বল থাকে না। তাই আয়নগুলোর গতিবেগ প্রভাবিত হয় না। তুল্য পরিবাহিতা শুধুমাত্র আয়নের সংখ্যার ওপর নির্ভর করে। উচ্চ ঘনমাত্রায় মৃদু তড়িৎ বিশ্লেষ্যের আয়নের সংখ্যা কম থাকায় তখন পরিবাহিতার মান কম হয় (চিত্র-৪.৩)। গাঢ় দ্রবণকে লঘু করলেও আয়নের সংখ্যা সামান্য বৃদ্ধি পাওয়ায় তড়িৎ পরিবাহিতাও সামান্য বৃদ্ধি পায়। অতি লঘু অবস্থায় আয়নীকরণ হঠাৎ বৃদ্ধি পাওয়ায় পরিবাহিতাও হঠাৎ বৃদ্ধি পায় (চিত্র-৪.৩)। কিন্তু মৃদু তড়িৎ বিশ্লেষ্যের আয়নীকরণ একটি উভমুখী প্রক্রিয়া এবং কখনো পূর্ণ আয়নিত না হওয়ায় মৃদু তড়িৎ বিশ্লেষ্যের তুল্য পরিবাহিতার মানটি অতি লঘুতায়ও পাওয়া যায় না। অর্থাৎ অসীম লঘুতায়ও মৃদু তড়িৎ বিশ্লেষ্য (CH_3COOH) এর তুল্যপরিবাহিতা (Λ_o) নির্ণয় করা যায় না। লেখচিত্র তখন Y অক্ষকে ছেদ না করে Y অক্ষের সমান্তরাল অবস্থায় থাকে।

25°C তাপমাত্রায় কতগুলো তড়িৎ বিশ্লেষ্যের জলীয় দ্রবণে তুল্য পরিবাহিতার মান ($ohm^{-1}\ cm^2/g.eqv$) :

ঘনমাত্রা, গ্রামতুল্যভর L^{-1}	HCl	KCl	$AgNO_3$	NaCl	$\frac{1}{2}BaCl_2$	CH_3COOH
0.1 (N)	391.32	128.96	109.14	106.74	105.19	5.21
0.01 (N)	412.00	141.27	124.76	118.51	123.94	16.20
0.001 (N)	421.36	146.95	130.51	123.74	134.34	48.63
0.0005 (N)	422.74	147.81	131.36	124.50	135.96	135.00
অসীম লঘুতায়	426.16	149.90	133.30	126.45	139.98	391.00

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সমাধানকৃত সমস্যা–৪.১ : তীব্র তড়িৎ বিশ্লেষ্যের পরিবাহিতা ও আপেক্ষিক পরিবাহিতাভিত্তিক :

*** তীব্র তড়িৎ বিশ্লেষ্য (যেমন–NaCl এর দ্রবণ) এর ঘনমাত্রা হ্রাসের সাথে আপেক্ষিক পরিবাহিতা হ্রাস পায়; এর ব্যাখ্যা কর।**

সমাধান : তড়িৎ বিশ্লেষ্যের পরিবাহিতা প্রধানত নির্ভর করে দ্রবণে থাকা তড়িৎ বিশ্লেষ্যের ধনাত্মক ও ঋণাত্মক আয়নের সংখ্যা ও আয়নগুলোর গতিবেগের ওপর। তীব্র তড়িৎ বিশ্লেষ্যের গাঢ় ও লঘু দ্রবণ প্রতি ক্ষেত্রে অণুগুলো শতভাগ আয়নিত থাকে। তাই দ্রবণে পানি মিশিয়ে লঘুকরণ বা ঘনমাত্রা হ্রাসের ফলে আয়নীকরণে কোনো প্রভাব পড়ে না।

এখন আপেক্ষিক পরিবাহিতা ও সাধারণ পরিবাহিতার মধ্যে তফাৎ জানা যাক। গাঢ় দ্রবণে কম আয়তনে আয়নগুলো কাছাকাছি থাকে, কিন্তু দ্রবণের ঘনমাত্রা হ্রাস বা লঘুকরণের ফলে আয়নগুলো দূরে অবস্থান করে। তখন লঘুকৃত এক সিসি আয়তনে কম সংখ্যক আয়ন থাকে।

আপেক্ষিক পরিবাহিতার বেলায় উভয় তড়িৎদ্বারের মধ্যবর্তী এক সেন্টিমিটার দ্রবণে থাকা আয়নগুলো দ্বারা তড়িৎ পরিবহনকে বোঝায়। লঘু দ্রবণে এক সি.সি. আয়তনে আয়নের সংখ্যা পূর্বাপেক্ষা কম হওয়ায় আপেক্ষিক পরিবাহিতা পূর্বাপেক্ষা বা গাঢ় দ্রবণ অপেক্ষা হ্রাস পায়।

অপরদিকে সাধারণ পরিবাহিতার ক্ষেত্রে দুই তড়িৎদ্বারের মধ্যে নিমজ্জিত দ্রবণের আয়তনে আয়নের সংখ্যা প্রায় একই থাকে। কিন্তু আয়নগুলো দূরে দূরে থাকার ফলে কোনো আয়নের ওপর বিপরীতধর্মী আয়নের আকর্ষণ বল কম হয়, তাই তড়িৎ পরিবাহিতার বৃদ্ধি ঘটে। অতএব তীব্র তড়িৎ বিশ্লেষ্যের যেমন– NaCl এর ঘনমাত্রা হ্রাসের সাথে আপেক্ষিক পরিবাহিতা হ্রাস পায়; কিন্তু সাধারণ পরিবাহিতা কিছুটা বৃদ্ধি পায়।

সমাধানকৃত সমস্যা– ৪.২ : মৃদু তড়িৎ বিশ্লেষ্যের আপেক্ষিক ও তুল্য পরিবাহিতাভিত্তিক :

*** মৃদু তড়িৎ বিশ্লেষ্যের (যেমন CH_3COOH এর দ্রবণ) এর ঘনমাত্রা বৃদ্ধিতে আপেক্ষিক পরিবাহিতা বৃদ্ধি পায়; কিন্তু তুল্য পরিবাহিতা হ্রাস পায়; ব্যাখ্যা কর।**

সমাধান : মৃদু তড়িৎ বিশ্লেষ্য যেমন CH_3COOH এর অণুগুলো দ্রবণে কম সংখ্যায় আয়নিত হয়, বাকি অণুগুলো অবিয়োজিত অবস্থায় থাকে। দ্রবণের আয়তন স্থির রেখে আরো মৃদু তড়িৎ বিশ্লেষ্য দ্রব যেমন CH_3COOH যোগ করলে ঐ দ্রবণের ঘনমাত্রা বৃদ্ধি পায়। এতে মৃদু তড়িৎ বিশ্লেষ্যের বিয়োজন মাত্রা হ্রাস পায় বটে। কিন্তু প্রতি এক সি.সি আয়তনে আয়নের সংখ্যা পূর্বাপেক্ষা বেশি হয়। এক সি.সি আয়তনে আয়নের সংখ্যা বেশি হলে তড়িৎ বিশ্লেষ্যের আপেক্ষিক পরিবাহিতাও বেশি হয়। অর্থাৎ মৃদু তড়িৎ বিশ্লেষ্যের ঘনমাত্রা বৃদ্ধিতে আপেক্ষিক পরিবাহিতা বৃদ্ধি পায়।

অপরদিকে তুল্য পরিবাহিতার বেলায়, আমরা জানি তুল্য পরিবাহিতা, $\Lambda = \kappa \times \frac{1000\ cm^3}{C}$। এক্ষেত্রে C এর মান বৃদ্ধি করলে অর্থাৎ প্রতি লিটারে তড়িৎ বিশ্লেষ্যের গ্রাম তুল্যভর বৃদ্ধি করলে তুল্য পরিবাহিতা হ্রাস পায়। কারণ তুল্য পরিবাহিতার ক্ষেত্রে যেহেতু দুটি তড়িৎদ্বারের মধ্যবর্তী দূরত্ব 1 cm থাকে, সেহেতু প্রতিটি তড়িৎ দ্বারের ক্ষেত্রফল $\frac{1000}{C}$ বর্গ সে.মি হয়। এক্ষেত্রে $1\ cm \times \frac{1000}{C}\ cm^2 = \frac{1000}{C}\ cm^3$। তাই C এর মান বৃদ্ধি করলে তড়িৎদ্বারের ক্ষেত্রফল হ্রাস পায়, বা প্রতি গ্রাম তুল্যভর দ্রব দ্রবীভূত থাকায় আয়তন (V) হ্রাস পায়। আমরা জানি $\Lambda = \kappa \times V$; দ্রবণের আয়তন হ্রাস পেলে তুল্য পরিবাহিতা Λ হ্রাস পায়। অতএব মৃদু তড়িৎ বিশ্লেষ্য CH_3COOH এর ঘনমাত্রা বৃদ্ধিতে তুল্য পরিবাহিতা হ্রাস পায়।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

৪.২.৩ পরিবাহিতা নির্ণয়ে ব্যবহৃত পরিবাহিতা কোষ ও কোষ ধ্রুবক

Conductivity Cell and Cell Constant

পরিবাহিতা কোষ : একটি নির্দিষ্ট আয়তনের তড়িৎ বিশ্লেষ্যের রোধ মাপার জন্য নির্দিষ্ট ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট দুটি তড়িৎ দ্বারকে নির্দিষ্ট ব্যবধানে কাচের পাত্রে রেখে যে কোষ ব্যবহার করা হয়, তাকে পরিবাহিতা কোষ বলে।

পরিবাহিতা কোষ ধ্রুবক : কোনো পরিবাহিতা কোষের তড়িৎদ্বার দুটির ক্ষেত্রফল সমান ও নির্দিষ্ট এবং উভয় তড়িৎদ্বারের মধ্যে ব্যবধানও নির্দিষ্ট থাকে। মনে করি কোনো পরিবাহিতা কোষের প্রতিটি তড়িৎদ্বারের ক্ষেত্রফল হলো A এবং উভয় তড়িৎ দ্বারের মধ্যবর্তী দূরত্ব হলো l। এক্ষেত্রে A ও l নির্দিষ্ট থাকে। এ নির্দিষ্ট মানের $\frac{l}{A}$ এর অনুপাতকে ঐ পরিবাহিতা কোষের কোষ-ধ্রুবক (Cell constant) বলা হয়।

সংজ্ঞা : কোনো পরিবাহিতা কোষের দুই তড়িৎদ্বারের মধ্যবর্তী দূরত্ব (l) এবং তড়িৎদ্বারের ক্ষেত্রফল (A) এর অনুপাতকে কোষ ধ্রুবক বলে।

কোষ ধ্রুবকের একক : পরিবাহিতা কোষের কোষ ধ্রুবক হলো $\frac{l}{A}$।

CGS এককে কোষ ধ্রুবকের একক $= \frac{cm}{cm^2} = cm^{-1}$

SI এককে কোষ ধ্রুবকের একক $= \frac{m}{m^2} = m^{-1}$

MCQ-4.4 : মোলার পরিবাহিতার সূত্র কোনটি?

(ক) $\Lambda = \frac{\kappa \times 1000\ cm}{C}$ (খ) $\Lambda = \frac{\kappa \times 1000\ cm^2}{C}$

(গ) $\Lambda = \frac{\kappa \times 1000\ cm^3}{C}$ (ঘ) $\Lambda_m = \frac{\kappa \times 1000\ cm^3}{C}$

তড়িৎ বিশ্লেষ্যের পরিবাহিতাভিত্তিক গাণিতিক সমস্যা ও সমাধান :

সমাধানকৃত সমস্যা-৪. ৩ : 25°C তাপমাত্রায় একটি পরিবাহিতা কোষের তড়িৎদ্বার দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব হলো 1 cm এবং প্রতিটির প্রস্থচ্ছেদ হলো 2 cm^2। প্রতি লিটার দ্রবণে 50 g KCl দ্রবীভূত আছে এরূপ দ্রবণ দ্বারা ঐ কোষকে পূর্ণ করা হলে কোষটির রোধ হয় 7.25 ohm। ঐ দ্রবণের তুল্য পরিবাহিতা কত?

দক্ষতা : আপেক্ষিক পরিবাহিতা, $(\kappa) = \left(\frac{1}{R}\right) \times \frac{l}{A}$ এবং তুল্য পরিবাহিতা, $\Lambda = \kappa \times \frac{1000\ cm^3}{C}$ সমীকরণ দুটি ব্যবহৃত হবে।

সমাধান : আমরা জানি,

আপেক্ষিক পরিবাহিতা, $\kappa = \frac{1}{R} \times \frac{l}{A}$

$\therefore \kappa = \frac{1}{7.25\ ohm} \times \frac{1\ cm}{2\ cm^2} = 0.0689\ ohm^{-1}.\ cm^{-1}$

প্রশ্নমতে,

$R = 7.25$ ohm

$l = 1$ cm

$A = 2\ cm^2$

$\Lambda = ?$

আবার তুল্য পরিবাহিতা, $\Lambda = \kappa \times \frac{1000 cm^3}{C}$

প্রশ্নমতে,

KCl এর গ্রামতুল্য ভর = 74.5 g

$\therefore$ KCl এর ঘনমাত্রা, $C = \frac{50\ g\ eqv}{74.5}$

$= 0.6711\ g\ eqv.$

$\kappa = 0.0689\ ohm^{-1}.\ cm^{-1}$

$\therefore \Lambda = 0.0689\ ohm^{-1}.\ cm^{-1} \times \frac{1000\ cm^3}{0.6711\ g.eqv.}$

$= 102.67\ ohm^{-1}.\ cm^2\ (g.eqv)^{-1}$

$\therefore$ KCl দ্রবণের তুল্য পরিবাহিতা = 102. 67 $ohm^{-1}.\ cm^2.\ (g.eqv)^{-1}$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সমাধানকৃত সমস্যা–৪.৪ : 25°C তাপমাত্রায় একটি পরিবাহিতা কোষে 0.05 M NaOH দ্রবণের রোধ হয় 30.5 ohm। পরিবাহিতা কোষের কোষ ধ্রুবক 0.367 cm^{-1} হলে ঐ NaOH দ্রবণের মোলার পরিবাহিতা নির্ণয় কর।

দক্ষতা : $\kappa = \left(\frac{1}{R}\right) \times \frac{l}{A}$ এবং মোলার পরিবাহিতা, $\Lambda_m = \frac{\kappa \times 1000\ cm^3}{M}$ সমীকরণ ব্যবহৃত হবে।

সমাধান : আপেক্ষিক পরিবাহিতা,

$\kappa = \frac{1}{R} \times \frac{l}{A}$;

$\therefore \kappa = \frac{1 \times 0.367\ cm^{-1}}{30.5\ ohm} = 0.012\ ohm^{-1}, cm^{-1}$

প্রশ্নমতে,

কোষ ধ্রুবক, $\frac{l}{A} = 0.367\ cm^{-1}$

দ্রবণের রোধ, R = 30.5 ohm

দ্রবণের ঘনমাত্রা, M = 0.05 mol

মোলার পরিবাহিতা, Λ_m =?

আবার মোলার পরিবাহিতা,

$\Lambda_m = \kappa \times \frac{1000\ cm^3}{M}$

বা, $\Lambda_m = \frac{0.012\ ohm^{-1} \times cm^{-1} \times 1000\ cm^3}{0.05\ mol}$

$= \frac{0.012 \times 1000}{0.05}\ ohm^{-1}.\ cm^2.\ mol^{-1}$

বা, $\Lambda_m = 240\ ohm^{-1}.\ cm^2.\ mol^{-1}$

$\therefore$ NaOH দ্রবণের মোলার পরিবাহিতা = 240 $ohm^{-1}.\ cm^2.\ mol^{-1}$

MCQ-4.5 : CGS এককে তুল্য পরিবাহিতার একক কোনটি?

(ক) $ohm^{-1}.\ cm^2\ (g.eqv)^{-1}$

(খ) $sm^{-1}.\ (g.eqv)^{-1}$

(গ) $ohm^{-1}.\ cm^2\ mol^{-1}$

(ঘ) $ohm^{-1}.\ (g.eqv)^{-1}$

সমাধানকৃত সমস্যা–৪.৫: 25°C তাপমাত্রায় একটি পরিবাহিতা কোষে 0.005 (N) K_2SO_4 দ্রবণের রোধ হয় 326 ohm। ঐ পরিবাহিতা কোষের কোষ ধ্রুবক = 0.228 cm^{-1}। ঐ দ্রবণটির (a) আপেক্ষিক পরিবাহিতা ও (b) তুল্য পরিবাহিতা কত হবে?

দক্ষতা : $\kappa = \frac{1}{R} \times \frac{l}{A}$ এবং $\Lambda = \kappa \times \frac{1000\ cm^3}{C}$ সমীকরণ দুটি ব্যবহৃত হবে।

সমাধান : আপেক্ষিক পরিবাহিতা :

$\kappa = \frac{1}{R} \times \frac{l}{A}$

বা, $\kappa = \frac{1 \times 0.228\ cm^{-1}}{326\ ohm}$

বা, $\kappa = 6.994 \times 10^{-4}\ ohm^{-1}.\ cm^{-1}$

আবার তুল্য পরিবাহিতা,

$\Lambda = \kappa \times \frac{1000\ cm^3}{C}$

প্রশ্নমতে,

ঘনমাত্রা, C = 0.005 g. eqv.

দ্রবণের রোধ, R = 326 ohm

কোষ ধ্রুবক, $\frac{l}{A} = 0.228\ cm^{-1}$

আপেক্ষিক পরিবাহিতা, κ =?

তুল্য পরিবাহিতা, Λ =?

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

বা, $\Lambda = \frac{6.994 \times 10^{-4}\ \text{ohm}^{-1}.\ \text{cm}^{-1} \times 1000\ \text{cm}^3}{0.005\ \text{g. eqv.}} = 139.88\ \text{ohm}^{-1}.\ \text{cm}^2.\ \text{g.eqv}^{-1}$

∴ K_2SO_4 দ্রবণের (a) আপেক্ষিক পরিবাহিতা, $\kappa = 6.994 \times 10^{-4}\ \text{ohm}^{-1}\ \text{cm}^{-1}$

K_2SO_4 দ্রবণের (b) তুল্য পরিবাহিতা, $\Lambda = 139.88\ \text{ohm}^{-1}.\ \text{cm}^2.\ \text{g. eqv}^{-1}$

সমাধানকৃত সমস্যা–৪.৬ : কোনো পরিবাহিতা কোষের তড়িৎদ্বারের মাত্রা (dimension)গুলো হলো 0.90 cm ও 1.005 cm এবং তড়িৎদ্বার দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব 4.5 cm হলে ঐ পরিবাহিতা কোষের কোষ ধ্রুবক কত?

দক্ষতা : কোষ ধ্রুবকের সমীকরণ $\frac{l}{A}$ ব্যবহৃত হবে।

সমাধান : কোষ ধ্রুবকের সমীকরণ $= \frac{l}{A}$

∴ কোষ ধ্রুবক $= \frac{4.5\ \text{cm}}{0.9045\ \text{cm}^2} = 4.975\ \text{cm}^{-1}$

∴ কোষ ধ্রুবক $= 4.975\ \text{cm}^{-1}$

প্রশ্নমতে, $l = 4.5$ cm

তড়িৎদ্বারের ক্ষেত্রফল. A

$= (0.90 \times 1.005)\ \text{cm}^2$

$= 0.9045\ \text{cm}^2$

সমাধানকৃত সমস্যা–৪.৭ : একটি পরিবাহিতা কোষের প্রত্যেক তড়িৎদ্বারের ক্ষেত্রফল 1.25 cm^2। 25°C তাপমাত্রায় কোষটিতে একটি তড়িৎ বিশ্লেষ্য দ্রবণ দিয়ে পূর্ণ করে রোধের মান পাওয়া গেল 160 ohm। দ্রবণটির আপেক্ষিক পরিবাহিতা 0.016 $ohm^{-1}.\ cm^{-1}$ হলে ঐ কোষের তড়িৎদ্বার দুটির মধ্যে দূরত্ব ও কোষ ধ্রুবক নির্ণয় কর।

দক্ষতা : $\kappa = \left(\frac{1}{R}\right) \times \frac{l}{A}$

সমাধান : আপেক্ষিক পরিবাহিতা, $\kappa = \left(\frac{1}{R}\right) \times \frac{l}{A}$

বা, $l = \kappa \times R \times A$

বা, $l = 0.016\ \text{ohm}^{-1}.\ \text{cm}^{-1} \times 160\ \text{ohm} \times 1.25\ \text{cm}^2$

বা, $l = 0.016 \times 160 \times 1.25$ cm

∴ $l = 3.2$ cm

কোষ ধ্রুবক $= \frac{l}{A} = \frac{3.2\ \text{cm}}{1.25\ \text{cm}^2}$

∴ কোষ ধ্রুবক $= 2.56\ \text{cm}^{-1}$

প্রশ্নমতে,

তড়িৎদ্বারের ক্ষেত্রফল, $A = 1.25\ \text{cm}^2$

তড়িৎবিশ্লেষ্যের রোধ, $R = 160$ ohm

আপেক্ষিক পরিবাহিতা, $\kappa = 0.016\ \text{ohm}^{-1}.\ \text{cm}^{-1}$

তড়িৎদ্বারের দূরত্ব, $l = ?$

কোষ ধ্রুবক = ?

∴ কোষে তড়িৎদ্বার দুটির দূরত্ব = 3.2 cm, কোষ ধ্রুবক = $2.56\ \text{cm}^{-1}$

শিক্ষার্থীর কাজ–৪.২ : কোষ ধ্রুবক ও বিভিন্ন পরিবাহিতাভিত্তিক সমস্যা :

সমস্যা– ৪.১ : 25°C তাপমাত্রায় 0.1 (N) ঘনমাত্রার একটি তড়িৎ বিশ্লেষ্য দ্রবণে দুটি তড়িৎদ্বারকে (1 cm × 5 cm) সমান্তরালভাবে 1.5 cm দূরত্বে স্থাপন করে দ্রবণটির রোধ পাওয়া গেল 50 ohm। দ্রবণটির তুল্য-পরিবাহিতা নির্ণয় কর। [উ: 60 $ohm^{-1}.\ cm^2.\ g.eqv^{-1}$]

সমস্যা- ৪.২ : 25°C তাপমাত্রায় 0.01 (N) NaCl দ্রবণের রোধ 200 ohm হয়। পরিবাহিতা কোষটির কোষ ধ্রুবক এক একক হলে দ্রবণটির তুল্য পরিবাহিতা কত হবে? [উ: $5.0 \times 10^2\ \text{ohm}^{-1}\ \text{cm}^2\ \text{g. eqv}^{-1}$]

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সমস্যা–৪.৩ : 25°C তাপমাত্রায় 0.01 (M) NaCl দ্রবণ দ্বারা একটি পরিবাহিতা কোষকে পূর্ণ করা হলো। তখন দ্রবণটির রোধ 384 ohm হয়। এই কোষের কোষ ধ্রুবক 0.5 cm^{-1} হলে ঐ NaCl দ্রবণের মোলার পরিবাহিতা কত হবে? এক্ষেত্রে NaCl এর মোলার পরিবাহিতা ও তুল্য পরিবাহিতার সম্পর্ক কী হবে?

[উ: 130.2 ohm^{-1} cm^2 mol^{-1}; উভয় পরিবাহিতার মান সমান হবে। কারণ NaCl এর মোলার ভর ও গ্রাম তুল্য ভর সমান, 58.5 g]

সমস্যা-৪.৪ : 25°C তাপমাত্রায় কোনো পরিবাহিতা সেলে 0.05 (M) NaOH দ্রবণের রোধ হয় 31.16 ohm। ঐ পরিবাহিতা সেলের সেল ধ্রুবক 0.367 cm^{-1} হলে NaOH দ্রবণটির মোলার পরিবাহিতা নির্ণয় কর।

[উ: 235.56 ohm^{-1}. cm^2. mol^{-1}]

সমস্যা-৪.৫ : 25°C তাপমাত্রায় একটি তড়িৎ বিশ্লেষ্যের 0.1 (M) দ্রবণ দ্বারা 2.25 cm^2 প্রস্থচ্ছেদ ও 0.75 cm ব্যবধানে রাখা দুটি তড়িৎদ্বার বিশিষ্ট একটি পরিবাহিতা কোষকে পূর্ণ করে রাখলে দ্রবণটির রোধ 53 ohm হয়। ঐ দ্রবণটির মোলার পরিবাহিতা গণনা কর। [উ: 62.89 ohm^{-1}. cm^2. mol^{-1}]

সমস্যা-৪.৬ : একটি পরিবাহিতা কোষের তড়িৎদ্বারের দূরত্ব হলো 1 cm এবং প্রতিটি তড়িৎদ্বারের প্রস্থচ্ছেদ 4cm^2। প্রতিলিটার দ্রবণে 50 g KCl দ্রবীভূত আছে। এরূপ দ্রবণ দ্বারা পরিবাহিতা কোষটিকে পূর্ণ করে রাখলে কোষটির রোধ 7.25 ohm হয়। ঐ দ্রবণের তুল্য পরিবাহিতা গণনা কর। [উ: 51.379 ohm^{-1}. cm^2. $g.eqv^{-1}$]

সমস্যা-৪.৭ : 20°C তাপমাত্রায় 0.1 (N) KCl দ্রবণের আপেক্ষিক পরিবাহিতা 0.0112 ohm^{-1}. cm^{-1} হয়। ঐ দ্রবণ দ্বারা একটি পরিবাহিতা কোষকে পূর্ণ করলে 20°C তাপমাত্রায় ঐ কোষটির রোধ হয় 55 ohm। ঐ পরিবাহিতা কোষটির কোষ ধ্রুবকের মান কত হবে? [উ: 0.616 cm^{-1}]

সমস্যা–৪.৮ : 25°C তাপমাত্রায় একটি পরিবাহিতা কোষে 0.01 (N) KCl ও 0.01 (N) HCl দ্রবণের রোধ যথাক্রমে 150 ohm ও 51.4 ohm হয়। ঐ তাপমাত্রায় KCl দ্রবণটির আপেক্ষিক পরিবাহিতা 1.41×10^{-3} ohm^{-1}. cm^{-1} হলে একই তাপমাত্রায় HCl দ্রবণটির তুল্য পরিবাহিতা কত হবে?

[দ্রষ্টব্য : উভয় ক্ষেত্রে কোষ ধ্রুবক সমান] [উ: 411.48 ohm^{-1}. cm^2. $g.eqv^{-1}$]

৪.২.৪ তড়িৎ বিশ্লেষ্যের পরিবাহিতা মাপন

Measurement of Electrolytic Conductivity

মূলনীতি : তড়িৎ বিশ্লেষ্য দ্রবণের পরিবাহিতা দ্রবণটির তড়িৎ রোধের বিপরীত হয়। সুতরাং হুইটস্টোন সেতু (Whitstone bridge) এর তড়িৎ বর্তনীর মধ্যে একটি জ্ঞাত রোধের সাথে তুলনা করে যে কোনো ঘনমাত্রার তড়িৎ বিশ্লেষ্যের পরিবাহিতা মাপা যায়। দ্রবণের পরিবাহিতা মাপার জন্য দ্রবণটিকে 'পরিবাহিতা কোষ' (Conductivity cell) এর মধ্যে নেয়া হয়। এক্ষেত্রে উচ্চ ফ্রিক্যুয়েন্সির AC কারেন্ট ব্যবহার করতে হয়।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি : (১) হুইটস্টোন সেতু বা মিটার ব্রিজ, (২) রোধ বাক্স, (৩) পরিবাহিতা কোষ, (৪) ইনডাক্শন কয়েল, (৫) জকি যুক্ত বাজ্জার (buzzer) বা টেলিফোন, (৬) ব্যাটারি, (৭) সংযোগ কপার তার ইত্যাদি।

প্রয়োজনীয় রাসায়নিক বস্তু : 0.1 M HCl বা 0.1 M NaCl দ্রবণ।

কাজের ধারা : (১) হুইটস্টোন সেতু বা মিটার ব্রিজের ওপরের ডান দিকে পরিবাহিতা কোষ C এর মধ্যে তড়িৎ বিশ্লেষ্য 0.1 M HCl দ্রবণটি যোগ কর।

(২) মিটার ব্রিজের ওপরের বাম দিকের অংশে রোধ বাক্স (R) কে কপার তার দিয়ে যুক্ত কর।

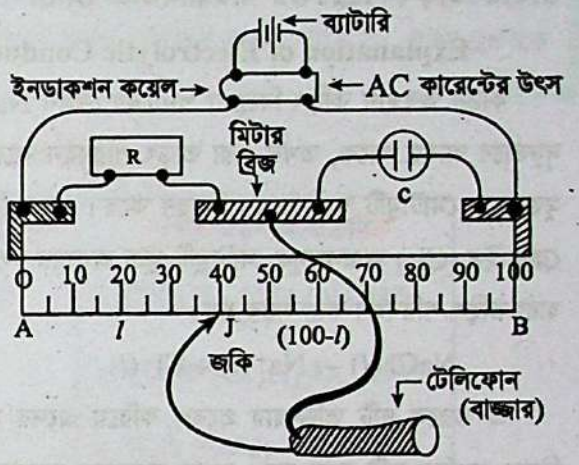
www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

(৩) চিত্র- ৪.৪ মতে, ব্যাটারি ও ইনডাকশন কয়েল (বা আবেশ কুণ্ডলী) এর সংযোগ কর।

(৪) টেলিফোন (বা বাজ্জার) টি মিটার ব্রিজের ওপরের অংশে মাঝখানে কপার তার দিয়ে যুক্ত করে জকির সাথে সংযোগ কর।

(৫) রোধ বাক্স থেকে একটি উপযুক্ত রোধ সংযোগ করার জন্য একটি প্লাগ তুলে নাও। জকিটি (J) কে মিটার ব্রিজের AB তারের বিভিন্ন স্থানে স্পর্শ কর এবং টেলিফোন বা বাজ্জারটিকে কানের কাছে নিয়ে গুঞ্জন শব্দ শোনা যায় কীনা দেখ। গুঞ্জন শব্দ শোনা গেলে মিটার ব্রিজে তড়িৎ প্রবাহের বর্তনী সংযোগ সঠিক হয়েছে বোঝা যায়।



চিত্র-৪.৪ : দ্রবণের পরিবাহিতা মাপন

(৬) এবার জকি (J) টিকে মিটার ব্রিজের এক মিটার দীর্ঘ AB তারের ওপর দিয়ে খুব ধীরে ধীরে ডান দিকে এবং বাম দিকে চালনা করে প্রশম বিন্দু বা নাল-পয়েন্ট (null point) ঠিক করতে হবে। AB তারের ওপর জকির যে অবস্থানে বাজ্জার থেকে কোনো গুঞ্জন শব্দ ক্ষীণ থেকে ক্ষীণতর হয়ে আর শোনা যাবে না; সে অবস্থান সূচক বিন্দুই হলো নাল-পয়েন্ট।

AB তারের দৈর্ঘ্য 100 cm। A প্রান্ত থেকে নাল-পয়েন্টের দূরত্ব l cm হলে ডান দিক থেকে দূরত্ব $(100 - l)$ cm হবে। এ দূরত্ব দুটি রেকর্ড করতে হবে।

গণনা : হুইটস্টোন সেতুর নিয়ম অনুসারে,

$$\frac{\text{কোষের রোধ}}{R} = \frac{100 - l}{l}$$

বা, $\text{কোষের রোধ} = R \times \left(\frac{100 - l}{l}\right)$

বা, $\text{কোষের পরিবাহিতা} = \frac{1}{\text{কোষের রোধ}} = \frac{l}{R(100 - l)}$ ..... (1)

MCQ-4.6 : CGS পদ্ধতিতে মোলার পরিবাহিতার একক কী ?

(ক) $Ohm^{-1}.cm^2 (g.eqv)^{-1}$
(খ) $Ohm^{-1}.cm^2 mol^{-1}$
(গ) $Ohm^{-1}.mol^{-1}$
(ঘ) $Ohm^{-1}.cm^2 mol^{-1}$

যেহেতু l এবং R-এর মান জ্ঞাত, অতএব সমীকরণ (1) হতে কোষের দ্রবণের পরিবাহিতা হিসাব করা যায়। এ পদ্ধতি শুদ্ধ ফল প্রদান করে। ফলাফলের শুদ্ধতা বৃদ্ধির জন্য উন্নত মানের বহু বাণিজ্যিক হুইটস্টোন সেতু তৈরি করা হয়েছে। প্রতিটি হুইটস্টোন সেতু একই নীতির ভিত্তিতে কাজ করে।

জেনে নাও : (১) একযোজী ধনাত্মক আয়ন ও এক যোজী ঋণাত্মক আয়ন দ্বারা সৃষ্ট লবণ বা তড়িৎ বিশ্লেষ্য যৌগের দ্রবণের তুল্য পরিবাহিতা (Λ) ও মোলার পরিবাহিতা (Λ_m) সমান হয়। যেমন– HCl, NaCl, KNO_3 ইত্যাদি। কারণ এ সবের তুল্য ভর = আণবিক ভর হয়। 1 (M) দ্রবণ = 1 (N) দ্রবণ.

(২) যৌগের তুল্যভর = যৌগের আণবিক ভর ÷ মোট ধনাত্মক আয়ন সংখ্যার মোট চার্জ সংখ্যা।
Na_2CO_3 এর তুল্যভর = (106 ÷ 2) = 53.
$Al_2(SO_4)_3$ এর তুল্য ভর = আঃ ভর ÷ ক্যাটায়নের মোট চার্জ সংখ্যা = (332 ÷ 6) = 55.33

(৩) জারক ও বিজারকের তুল্যভর = আঃ ভর ÷ গ্রহণ বা ত্যাগ করা মোট ইলেকট্রন সংখ্যা
$KMnO_4$ এর তুল্যভর = আঃ ভর ÷ 5 (কারণ MnO_4^- আয়ন 5টি ইলেকট্রন গ্রহণ করে।)
∴ $KMnO_4$ এর তুল্যভর = (158 ÷ 5) = 31.6
$K_2Cr_2O_7$ এর তুল্যভর = (294 ÷ 6) = 49

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

৪.২.৫ তড়িৎ-বিশ্লেষ্যের পরিবাহিতার ব্যাখ্যা

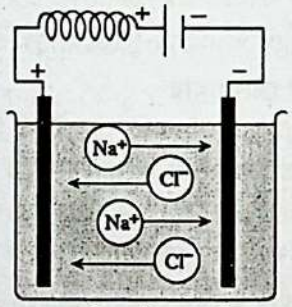
Explanation of Electrolytic Conduction

কঠিন অবস্থায় তড়িৎ বিশ্লেষ্য পদার্থের যেমন NaCl এর আয়নসমূহ কেলাসের মধ্যে কেলাস জালিতে নির্দিষ্ট স্থানে দৃঢ়ভাবে আবদ্ধ থাকে, তখন এরা তড়িৎ পরিবহন করে না। বিগলিত বা দ্রবীভূত অবস্থায় আয়নসমূহ কেলাসজালি থেকে মুক্ত হয়ে মোটামুটি স্বাধীনভাবে বিচরণ করে। যেমন বিগলিত অবস্থায় সোডিয়াম ক্লোরাইডের সোডিয়াম আয়ন (Na^+) ও ক্লোরাইড (Cl^-) আয়নসমূহ মোটামুটি মুক্ত অবস্থায় চলাচল করে। তখন ধনাত্মক আয়ন (Na^+) ও ঋণাত্মক আয়ন (Cl^-) দ্বারা তড়িৎ পরিবহন করা সম্ভব হয়।

$$NaCl\ (l) \rightarrow Na^+\ (l) + Cl^-\ (l)$$

এ তরলে দুটি তড়িৎদ্বার প্রবেশ করিয়ে এদের মধ্যে ব্যাটারির সাহায্যে বিভব পার্থক্য সৃষ্টি করা হয়। তখন ঋণাত্মক ক্যাথোডে ধনাত্মক আধানযুক্ত সোডিয়াম আয়নসমূহ আকৃষ্ট হয়ে ক্যাথোডে পৌছামাত্র ক্যাথোড এদেরকে ইলেকট্রন দান করে; ফলে সোডিয়াম ধাতুরূপে ক্যাথোডে সঞ্চিত হয়।

$Na^+\ (l) + e^-$ (ক্যাথোড হতে) $\longrightarrow Na\ (s)$ [ক্যাথোডে বিজারণ]



চিত্র-৪.৫: আয়নিক যৌগের গলিত অবস্থায় ও দ্রবণে তড়িৎ পরিবহন কৌশল।

অন্যদিকে অ্যানোডে ঋণাত্মক ক্লোরাইড আয়নসমূহ আকৃষ্ট হয়ে ইলেকট্রন ত্যাগ করে ক্লোরিন পরমাণু এবং শেষে ক্লোরিন গ্যাসের অণু সৃষ্টি করে। এ প্রক্রিয়াকে গলিত NaCl এর তড়িৎ বিশ্লেষণ বলা হয়।

$Cl^- \longrightarrow Cl + e^-$ [অ্যানোডে জারণ] ; $2Cl \longrightarrow Cl_2\ (g)$

ক্যাটায়ন ও অ্যানায়ন : তড়িৎ বিশ্লেষণকালে তড়িৎ বিশ্লেষ্যের ধনাত্মক আয়নসমূহ ক্যাথোড কর্তৃক আকৃষ্ট হয় বলে তাদেরকে ক্যাটায়ন বলে। যেমন Na^+, Mg^{2+}, Al^{3+}, NH_4^+ ও H^+ আয়ন ইত্যাদি এবং ঋণাত্মক আয়নসমূহ অ্যানোড কর্তৃক আকৃষ্ট হয় বলে তাদেরকে অ্যানায়ন বলা হয়। যেমন Cl^-, Br^-, I^-, OH^-, NO_3^-, SO_4^{2-} ইত্যাদি।

ব্যবহারিক (Practical)

৪.৩ বিভিন্ন দ্রবণের পরিবাহিতার পার্থক্য

Conductivity Difference of Different Solutions

বিভিন্ন তড়িৎ বিশ্লেষ্য পদার্থের দ্রবণের পরিবাহিতা ঐ সব যৌগের জলীয় দ্রবণে আয়নিত হওয়ার পরিমাণের ওপর নির্ভর করে।

যে তড়িৎ বিশ্লেষ্য দ্রবণে যত বেশি আয়ন তৈরি করে সে পদার্থ তত বেশি বিদ্যুৎ পরিবহন করতে পারে।

এ থেকে বোঝা যায়, (১) আয়নিক যৌগ NaCl, সবল এসিড ও সব ক্ষার জলীয় দ্রবণে অধিক আয়নিত হওয়ায় এরা বেশি তড়িৎ পরিবহন করতে পারে এবং এরা সবল পরিবাহী ও সবল তড়িৎ বিশ্লেষ্য।

অপরদিকে (২) দুর্বল এসিড যেমন অ্যাসিটিক এসিড ও অ্যামোনিয়া জলীয় দ্রবণে কম আয়নিত হয়, তাই এরা কম তড়িৎ পরিবহন করে। তাই এরা দুর্বল পরিবাহী এবং এদেরকে দুর্বল তড়িৎ বিশ্লেষ্য বলে।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

(৩) অপোলার বা আংশিক পোলার সমযোজী যৌগ পানিতে দ্রবীভূত অবস্থায় আয়নিত হয় না; যেমন সুক্রোজ বা চিনি, গ্লুকোজ, মিথানল, ইথানল ইত্যাদি। তাই এসব যৌগের জলীয় দ্রবণ বিদ্যুৎ পরিবহন করতে পারে না; এদের দ্রবণকে তড়িৎ অবিশ্লেষ্য বলা হয়।

সারণি-৪.১ : সবল তড়িৎ বিশ্লেষ্য, দুর্বল তড়িৎ বিশ্লেষ্য ও তড়িৎ অবিশ্লেষ্য

(ক) সবল তড়িৎ বিশ্লেষ্য	(খ) দুর্বল তড়িৎ বিশ্লেষ্য	(গ) তড়িৎ অবিশ্লেষ্য
১. আয়নিক যৌগ, NaCl, KCl দ্রবণ	১. CH_3COOH দ্রবণ	১. CH_3OH, C_2H_5OH দ্রবণ
২. HCl, H_2SO_4, $HClO_4$ এসিড	২. HF দ্রবণ	২. সুক্রোজ ($C_{12}H_{22}O_{11}$) দ্রবণ
৩. NaOH, KOH ক্ষার দ্রবণ	৩. H_3PO_4 দ্রবণ	৩. H_2O (বিশুদ্ধ)

শিক্ষার্থীর কাজ : **ব্যবহারিক (Practical)**

পরীক্ষা নং : ১৪

তারিখ : .....

পরীক্ষার নাম : বিভিন্ন দ্রবণের পরিবাহিতার পার্থক্য পরীক্ষা

মূলনীতি : সবল তড়িৎ বিশ্লেষ্য দ্রবণে অধিক আয়নিত হয়। তাই অধিক সংখ্যক আয়ন দ্বারা অধিক পরিমাণ তড়িৎ পরিবহন সম্ভব হয়। অর্থাৎ সবল তড়িৎ বিশ্লেষ্যের তড়িৎ পরিবাহিতার মান বেশি হয়। দুর্বল তড়িৎ বিশ্লেষ্য দ্রবণে কম আয়নিত হয়। তাই কম সংখ্যক আয়ন দ্বারা কম পরিমাণ তড়িৎ পরিবহন সম্ভব অর্থাৎ দুর্বল তড়িৎ বিশ্লেষ্যের তড়িৎ পরিবাহিতার মান কম হয়। অপরদিকে যে সব যৌগ জলীয় দ্রবণে আয়নিত হয় না; এরা তড়িৎ পরিবহন করতে পারে না বলে তড়িৎ অপরিবাহী হয়।

প্রয়োজনীয় রাসায়নিক পদার্থ : (১) 0.1 M HCl দ্রবণ, (২) 0.1 M CH_3COOH,
(৩) 0.1 M $C_{12}H_{22}O_{11}$ (সুক্রোজ) দ্রবণ

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি : (১) বিকার-৩টি, (২) ব্যাটারি সেট, (৩) বাল্‌ব, (৪) কপার তারের সংযোগ

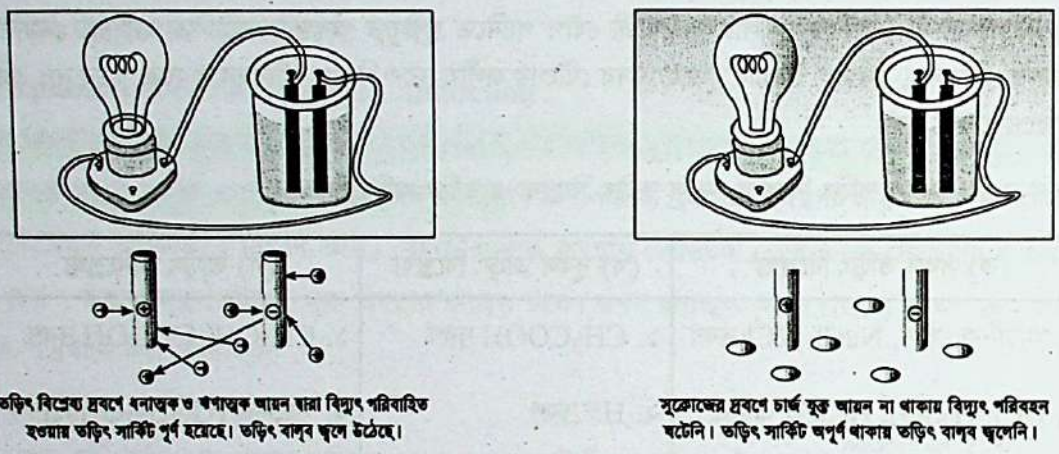
কাজের ধারা : (১) তিনটি বিকারে 0.1 M HCl দ্রবণ, 0.1 M CH_3COOH দ্রবণ ও 0.1 M সুক্রোজ দ্রবণ নাও।

(২) নিচের চিত্র মতে প্রথমে 0.1M HCl দ্রবণে তড়িৎ সার্কিট সংযোগ কর। তখন তড়িৎ বাল্‌ব জ্বলে ওঠবে। উজ্জ্বল আলো দেবে। এতে প্রমাণিত হয় 0.1 M HCl সবল তড়িৎ বিশ্লেষ্য।

(৩) এবার 0.1 M HCl এর বিকারটি সরিয়ে নাও এবং 0.1 M CH_3COOH এর বিকারের দ্রবণে ইলেকট্রোড দুটো ডুবাও। এখন বাল্‌ব কম আলো দেবে। বিদ্যুৎ কম প্রবাহিত হচ্ছে বলে কম আলো হয়। এতে প্রমাণিত হয় 0.1 M CH_3COOH দ্রবণ দুর্বল তড়িৎ বিশ্লেষ্য।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com



তড়িৎ বিশ্লেষ্য দ্রবণে ধনাত্মক ও ঋণাত্মক আয়ন দ্বারা বিদ্যুৎ পরিবাহিত হওয়ায় তড়িৎ সার্কিট পূর্ণ হয়েছে। তড়িৎ বাল্‌ব জ্বলে উঠেছে।

সুক্রোজের দ্রবণে চার্জ যুক্ত আয়ন না থাকায় বিদ্যুৎ পরিবহন ঘটেনি। তড়িৎ সার্কিট অপূর্ণ থাকায় তড়িৎ বাল্‌ব জ্বলেনি।

চিত্র-৪.৬ : বিভিন্ন দ্রবণের তড়িৎ পরিবাহিতার পার্থক্য নির্ণয়।

(৪) এবার 0.1 M CH_3COOH দ্রবণের বিকারটি সরিয়ে 0.1 M সুক্রোজ দ্রবণের বিকারটিতে তড়িৎ সংযোগ কর। এবার দেখো, বাল্‌বটি কোনো আলো দিচ্ছে না। এতে প্রমাণিত হয় সুক্রোজ দ্রবণ দিয়ে তড়িৎ পরিবহন সম্ভব না হওয়ায় তড়িৎ সার্কিট পূর্ণ হয় নি। অর্থাৎ সুক্রোজ দ্রবণ তড়িৎ অপরিবাহী।

৪.৩.১ তড়িৎ বিশ্লেষণে ব্যবহৃত পদ ও তাদের একক

Terms used in Electrolysis and their Units

তড়িৎ বিশ্লেষণ সংক্রান্ত ফ্যারাডের সূত্র বোঝার জন্য নিম্নোক্ত পদসমূহ যেমন তড়িৎ বা বিদ্যুৎ, তড়িৎ প্রবাহ, তড়িৎ চার্জ, কুলম্ব, অ্যাম্পিয়ার, তড়িৎ বিভব ইত্যাদি সম্বন্ধে জানা দরকার।

১। তড়িৎ (Electricity) : কোনো পরিবাহীর মধ্য দিয়ে 'ইলেকট্রনের প্রবাহকে' তড়িৎ বা বিদ্যুৎ বলে। বিদ্যুৎ পরিমাপের একক হলো কুলম্ব (coulomb), এর প্রতীক হলো C।

২। তড়িৎ প্রবাহ (Electric Current) : কোনো পরিবাহীর মধ্য দিয়ে 'ইলেকট্রন বা তড়িৎ চার্জের প্রবাহ হারকে' তড়িৎ প্রবাহ বলা হয়। তড়িৎ প্রবাহের একক হলো অ্যাম্পিয়ার (ampere)। এর এককের প্রতীক হলো A। অর্থাৎ প্রতি সেকেন্ডে পরিবাহীর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ চার্জের পরিমাণকে অ্যাম্পিয়ার বলে। এর মাত্রার প্রতীক হলো I।

সিলভার নাইট্রেটের জলীয় দ্রবণে যে পরিমাণ বিদ্যুৎ প্রবাহের ফলে এক সেকেন্ডে 0.001118 গ্রাম ধাতব সিলভার ক্যাথোডে জমা হয়, সে পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহকে এক অ্যাম্পিয়ার বলে।

৩। তড়িৎ চার্জ (Electric charge) : কোনো সুপরিবাহীর মধ্য দিয়ে 1. 0 অ্যাম্পিয়ার (IA) তড়িৎ প্রবাহ 1.0 সেকেন্ড সময় চললে যে পরিমাণ ইলেকট্রন চার্জ প্রবাহিত হয়, তাকে তড়িৎ চার্জ বলে। তড়িৎ চার্জের SI একক হলো কুলম্ব (C)। তড়িৎ চার্জের প্রতীক হলো Q। তড়িৎ চার্জ (কুলম্ব C) = তড়িৎ প্রবাহ (অ্যাম্পিয়ারে) × সময় (সেকেন্ডে)

$$\therefore Q\,(C) = I\,(A) \times t\,(s)$$

কুলম্ব হলো তড়িৎ পরিমাণের ক্ষুদ্রতম একক।

৪। অ্যাম্পিয়ার (Ampere) : কোনো পরিবাহীর মধ্য দিয়ে 1. 0 সেকেন্ডে যত কুলম্ব তড়িৎ চার্জ প্রবাহিত হয় তাকে 1. 0 অ্যাম্পিয়ার বলে। অ্যাম্পিয়ারকে I দ্বারা প্রকাশ করা হয়। অ্যাম্পিয়ারের একক হলো Cs^{-1} যেহেতু $A = \frac{C}{s}$।

৫। কুলম্ব (Coulomb) : কোনো পরিবাহীর মধ্য দিয়ে 1.0 সেকেন্ড যাবৎ 1. 0 অ্যাম্পিয়ার তড়িৎ প্রবাহের ফলে প্রবাহিত মোট তড়িৎ চার্জের পরিমাণকে 1.0 কুলম্ব তড়িৎ প্রবাহ বলে। এর প্রতীক হলো C।

$$\therefore 1C = 1A \times 1s$$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

কুলম্ব ও অ্যাম্পিয়ারের মধ্যে সম্পর্ক : মনে করি কোনো তড়িৎ পরিবাহীর মধ্য দিয়ে c অ্যাম্পিয়ার তড়িৎ প্রবাহ t সেকেন্ড সময় ধরে চালনা করা হলো। এর ফলে প্রবাহিত তড়িতের পরিমাণ হলো Q কুলম্ব।

$\therefore Q = C \times t$; অর্থাৎ, কুলম্ব = অ্যাম্পিয়ার × সময়।

জেনে নাও : তড়িৎ পরিমাণের ক্ষুদ্রতম একক হলো কুলম্ব এবং বৃহত্তম একক হলো ফ্যারাডে (F)।

৬। ফ্যারাডে (Faraday) : এক মোল পরিমাণ ইলেকট্রনের চার্জকে 96500 কুলম্ব ধরা হয়। মোল পরিমাণ তড়িৎ চার্জকে এক ফ্যারাডে চার্জ বলা হয়। এর প্রতীক হলো F। সুতরাং 1F = 96500 C তড়িৎ চার্জ।

৭। তড়িৎ বিভব (Electric Potential) : কোনো পরিবাহীর মাধ্যমে ইলেকট্রনের প্রবাহ থাকলে তখন ঐ মাধ্যমের নির্দিষ্ট এলাকা জুড়ে তড়িৎ ক্ষেত্রের প্রভাব কার্যকর থাকে। এরূপ তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে অসীম দূরত্ব থেকে একটি একক ধনাত্মক তড়িৎ চার্জকে আনতে যে পরিমাণ কাজ সম্পন্ন হয়, তাকে ঐ বিন্দুর তড়িৎ বিভব বলে। তড়িৎ বিভবের SI একক হলো ভোল্ট (volt) এবং এর প্রতীক হলো V। তড়িৎ বিভব $(V) = \frac{\text{সম্পাদিত কাজ (J)}}{\text{চার্জের পরিমাণ (C)}} = JC^{-1}$

শিক্ষার্থীর কাজ-৪.২ (ক) :দ্রবণের তড়িৎ পরিবাহিতা পরীক্ষাভিত্তিক :

প্রশ্ন-৪.৫ : 0.1M HCl দ্রবণ তড়িৎ পরিবহন করতে পারে; কিন্তু 0.1M সুক্রোজ দ্রবণ তড়িৎ পরিবহন করতে পারে না কেন; তা তড়িৎ পরিবহনের শর্তসহ ব্যাখ্যা কর। [অনুধাবনভিত্তিক]

উত্তর : 0.1 HCl দ্রবণে আয়নিত হয়ে H^+ আয়ন ও Cl^- আয়ন তৈরি করে। এ বিপরীতধর্মী আয়ন দ্বারা তড়িৎ পরিবহন সম্ভব হয়। সুক্রোজ দ্রবণে আয়ন সৃষ্টি হয় না। তাই 0.1M সুক্রোজ দ্রবণ বিদ্যুৎ অপরিবাহী হয়।

৪.৪ ফ্যারাডের তড়িৎ বিশ্লেষণের প্রথম সূত্র
Faraday's First Law of Electrolysis

তড়িৎ বিশ্লেষণ : তড়িৎ বিশ্লেষ্যের মধ্য দিয়ে তড়িৎ চলাচল কালে আয়নদ্বয়ের জারণ-বিজারণ ঘটে, তড়িৎ বিশ্লেষ্য যৌগটি উপাদানে বিশ্লেষিত হয়। এরূপ পরিবর্তনকে তড়িৎ বিশ্লেষণ (Electrolysis) বলে।

তড়িৎ বিশ্লেষ্যের বিয়োজন বিভব : বিজ্ঞানী মাইকেল ফ্যারাডে তড়িৎ বিশ্লেষ্য পদার্থের দ্রবণে তড়িৎ প্রবাহিত করে লক্ষ করেন যে, একটি ন্যূনতম মাত্রার চেয়ে সামান্য বেশি পরিমাণ তড়িৎ বিভব প্রয়োগ করলেই তখন ঐ তড়িৎ বিশ্লেষ্য পদার্থের দ্রবণের মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ চলতে থাকে। তড়িৎ বিশ্লেষ্যের ক্ষেত্রে তড়িৎ প্রবাহের প্রয়োজনীয় তড়িৎ বিভবের এ ন্যূনতম মাত্রাকে তড়িৎ বিশ্লেষ্যের বিয়োজন বিভব (decomposition potential) বলে। বিয়োজন বিভবের চেয়ে সামান্য বেশি পরিমাণে তড়িৎ বিভব প্রয়োগ করলেই তখন তড়িৎ বিশ্লেষ্যের জারণ-বিজারণের ফলে তড়িৎ বিশ্লেষণ ঘটে।

তড়িৎ বিশ্লেষণের সাথে রাসায়নিক পরিবর্তনের মাত্রিক পরিমাণ সম্পর্কে ফ্যারাডের দুটি বিখ্যাত সূত্র আছে। এখানে ফ্যারাডের তড়িৎ বিশ্লেষণের প্রথম সূত্রটি আলোচনা করা হলো।

ফ্যারাডের প্রথম সূত্র : তড়িৎ বিশ্লেষণের সময় যে কোনো তড়িৎদ্বারে সংঘটিত রাসায়নিক বিক্রিয়ার পরিমাণ অর্থাৎ কোনো তড়িৎদ্বারে সঞ্চিত বা দ্রবীভূত পদার্থের পরিমাণ প্রবাহিত বিদ্যুতের পরিমাণের সমানুপাতিক।

কোনো পদার্থের তড়িৎ বিশ্লেষণের সময় যদি 1 অ্যাম্পিয়ার মাত্রার বিদ্যুৎ প্রবাহ t সেকেন্ড সময় তড়িৎ কোষে প্রবাহিত হয়। তবে ঐ সময়ে Q কুলম্ব পরিমাণ বিদ্যুৎ প্রবাহিত হওয়ার ফলে Wg ভরের একটি পদার্থ তড়িৎদ্বারে সঞ্চিত বা দ্রবীভূত হয়। তাই ফ্যারাডের প্রথম সূত্র মতে,

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

$W \alpha Q$

বা, $W = ZQ$ ... (i)

আবার, $Q = I \times t$ ... (ii)

সুতরাং $W = ZIt$ ... (iii)

MCQ-4.7: ক্রোমিয়াম সালফেট দ্রবণে তিন ফ্যারাডে বিদ্যুৎ চালনা করলে ক্যাথোডে কত গ্রাম Cr জমা হবে? [Cr = 52] [ঢা. বো. ২০১৫]

(ক) 17.33 g (খ) 52 g

(গ) 62 g (ঘ) 70 g

এখানে Z একটি স্থির সংখ্যা যা পদার্থের ধর্মের ওপর নির্ভর করে এবং একে সে পদার্থের তড়িৎ রাসায়নিক তুল্যাঙ্ক (Electrochemical equivalent) বলা হয়। যখন Q = 1 কুলম্ব, তখন $W = Z \times 1$ coulomb, বা, $Z = W$ g coulomb^{-1} হয়ে থাকে।

তড়িৎ রাসায়নিক তুল্যাঙ্কের একক : ফ্যারাডের ১ম সূত্র মতে, $W = ZQ$

$\therefore Z = \frac{W}{Q} = \frac{\text{গ্রাম}}{\text{কুলম্ব}}$; $\therefore$ মৌলের তড়িৎ রাসায়নিক তুল্যাঙ্ক Z এর একক হলো গ্রাম. কুলম্ব$^{-1}$ ($g.C^{-1}$)

তড়িৎ রাসায়নিক তুল্যাঙ্ক : তড়িৎ বিশ্লেষণের সময় এক কুলম্ব বিদ্যুৎ প্রবাহের ফলে কোনো পদার্থের যত পরিমাণ অ্যানোডে দ্রবীভূত বা ক্যাথোডে সঞ্চিত হয়, তাকে সেই পদার্থের তড়িৎ রাসায়নিক তুল্যাঙ্ক বলা হয়। যেমন,

(১) সিলভারের তড়িৎ রাসায়নিক তুল্যাঙ্ক হচ্ছে 0.001118 g coul^{-1};

(২) হাইড্রোজেনের তড়িৎ রাসায়নিক তুল্যাঙ্ক হচ্ছে 0.000010447 g coul^{-1}।

MCQ-4.8: ফ্যারাডের সূত্রটি শতভাগ প্রযোজ্য হবে নিম্নোক্ত ক্ষেত্রে; যেমন–

(i) সবল তড়িৎ বিশ্লেষ্য (ii) দুর্বল তড়িৎ বিশ্লেষ্য (iii) গ্রাফাইটের ক্ষেত্রে

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i ও ii (খ) ii ও iii (গ) i ও iii (ঘ) i, ii ও iii

MCQ-4.9: ফ্যারাডের সূত্র মতে তড়িৎ বিশ্লেষণকালে তড়িৎদ্বার ক্যাথোডে সঞ্চিত পদার্থের পরিমাণ তিনটি বিষয় বা ফ্যাক্টরের ওপর নির্ভর করে। যেমন—

(i) বিদ্যুতের মাত্রা (I) (ii) বিদ্যুৎ প্রবাহের সময় (t) এবং (iii) ধনাত্মক আয়নের চার্জ সংখ্যা।

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i ও ii (খ) ii ও iii (গ) i ও iii (ঘ) i, ii ও iii

শিক্ষার্থীর কাজ-৪.৩ : তড়িৎ রাসায়নিক তুল্যাঙ্ক ভিত্তিক সমস্যা :

প্রশ্ন ৪.৬(ক) : হাইড্রোজেনের তড়িৎ রাসায়নিক তুল্যাঙ্ক হলো 0.000010447 g C^{-1} ব্যাখ্যা কর।

প্রশ্ন ৪.৬(খ) : সিলভারের তড়িৎ রাসায়নিক তুল্যাঙ্ক 0.001118 g C^{-1} হয় কেন; ব্যাখ্যা কর। [অনুধাবনভিত্তিক]

প্রশ্ন ৪.৬(গ) : Fe এর তড়িৎ রাসায়নিক তুল্যাঙ্ক 2.894×10^{-4} g C^{-1} এবং 1.929×10^{-4} g C^{-1} হতে পারে। ব্যাখ্যা কর।

প্রশ্ন ৪.৬(ঘ) : Cu এর তড়িৎ রাসায়নিক তুল্যাঙ্ক 6.586×10^{-4} g C^{-1} এবং 3.293×10^{-4} g C^{-1} হতে পারে। ব্যাখ্যা কর।

প্রশ্ন ৪.৬(ঙ) : Zn এর তড়িৎ-রাসায়নিক তুল্যাঙ্ক 3.3886×10^{-4} g C^{-1} বলতে কী বোঝায়? [দি. বো. ২০১৭]

জেনে নাও : (১) মৌলের তড়িৎ রাসায়নিক তুল্যাঙ্ক মৌলটির গ্রাম পারমাণবিক ভর ও নির্দিষ্ট জারণ অবস্থা বা যৌগ গঠনে ব্যবহৃত যোজ্যতা সংখ্যার ওপর নির্ভর করে।

(২) স্থির যোজ্যতা বা স্থির জারণ অবস্থার মৌলের তড়িৎ রাসায়নিক তুল্যাঙ্ক স্থির থাকে। কিন্তু একাধিক যোজ্যতা বা জারণ সংখ্যার মৌলের তড়িৎ রাসায়নিক তুল্যাঙ্ক তাদের যোজনী বা জারণ সংখ্যার ওপর নির্ভর করে ভিন্ন ভিন্ন হয়।

যেমন, মৌলের তড়িৎ রাসায়নিক তুল্যাঙ্ক, $Z = \frac{\text{গ্রাম পারমাণবিক ভর}}{\text{যোজনী} \times 96473\ C}$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

স্থির যোজ্যতার মৌল :

মৌল	পাঃ ভর	যৌগে মৌলটির যোজ্যতা	তড়িৎ রাসায়নিক তুল্যাঙ্ক, Z
H	1.0079	1 (HCl)	$1.0447 \times 10^{-5}\ gC^{-1}$
O	15.9994	2 (H_2O)	$8.2921 \times 10^{-5}\ gC^{-1}$
Cl	35.4530	1 (HCl)	$3.6749 \times 10^{-4}\ gC^{-1}$
Zn	65.409	2. (ZnO)	$3.390 \times 10^{-4}\ gC^{-1}$
Ag	107.868	1(AgCl)	$1.1181 \times 10^{-3}\ gC^{-1}$

পরিবর্তনশীল যোজ্যতার মৌল :

মৌল	পাঃ ভর	যৌগে মৌলটির যোজ্যতা	তড়িৎ রাসায়নিক তুল্যাঙ্ক, Z
Fe	55.845	2 (FeO)	$2.894 \times 10^{-4}\ gC^{-1}$
Fe	55.845	3 ($FeCl_3$)	$1.929 \times 10^{-4}\ gC^{-1}$
Cu	63.546	1 (CuCl)	$6.586 \times 10^{-4}\ gC^{-1}$
Cu	63.546	2 (CuO)	$3.293 \times 10^{-4}\ gC^{-1}$

(৩) মৌলের রাসায়নিক তুল্যভর : মৌলের পারমাণবিক ভরকে ঐ মৌলের যৌগ গঠনে ব্যবহৃত যোজ্যতা সংখ্যা দ্বারা ভাগ করলে, যে সংখ্যা পাওয়া যায় তাকে ঐ মৌলের রাসায়নিক তুল্যভর বলে। রাসায়নিক তুল্যভরকে রাসায়নিক তুল্যাঙ্কও বলে। যেমন $CuSO_4$ যৌগে কপারের ব্যবহৃত যোজনী হলো 2 এবং Cu এর পারমাণবিক ভর হলো 63.5।

∴ Cu এর রাসায়নিক তুল্যভর = (63.5 ÷ 2) = 31.75।

(৪) যৌগের তুল্যভর : যৌগের আণবিক ভরকে ক্যাটায়ন বা অ্যানায়নের মোট যোজনী সংখ্যা দ্বারা ভাগ করলে প্রাপ্ত ভাগফলকে যৌগটির তুল্যভর বলে। যেমন,

$CuSO_4$ এর আণবিক ভর হলো 159.5। $CuSO_4$ যৌগে Cu^{2+} আয়নের যোজনী 2;

∴ $CuSO_4$ এর তুল্যভর = (159.5 ÷ 2) = 79.75। তদ্রূপ,

H_2SO_4 এর তুল্যভর = (98 ÷ 2) = 49; Na_2CO_3 এর তুল্যভর = (106 ÷ 2) = 53।

(৫) তড়িৎ রাসায়নিক তুল্যাঙ্ক ও গ্রাম রাসায়নিক তুল্যভরের মধ্যে সম্পর্ক :

মৌলের তড়িৎ রাসায়নিক তুল্যাঙ্ক × 96500 C (প্রায়) = মৌলটির গ্রাম রাসায়নিক তুল্যভর। যেমন,

Ag এর তড়িৎ রাসায়নিক তুল্যাঙ্ক 1.1181×10^{-3} g $C^{-1} \times 96500$ C = 107.896 g (Ag এর গ্রাম রাসায়নিক তুল্যভর)।

৪.৪.১ ফ্যারাডের সূত্রের প্রযোজ্যতা ও সীমাবদ্ধতা

Applicability and Limitation of Faraday's Law

(ক) প্রযোজ্যতা : (i) ফ্যারাডের সূত্র তড়িৎ বিশ্লেষ্য-দ্রবণে ও গলিত তড়িৎ-বিশ্লেষ্যের ক্ষেত্রে সমভাবে প্রযোজ্য। (ii) ফ্যারাডের সূত্রের উপর চাপ ও দ্রবণের ঘনমাত্রার বিশেষ কোনো প্রভাব নেই। তবে তাপের প্রভাব আছে, উত্তপ্ত অবস্থায় তড়িৎ বিশ্লেষ্যের পরিবহন সহজ হয়।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

(খ) সীমাবদ্ধতা : (i) ফ্যারাডের সূত্র কেবলমাত্র তড়িৎ বিশ্লেষ্য পরিবাহীর বেলায় প্রযোজ্য। ইলেকট্রনীয় পরিবাহীর ক্ষেত্রে প্রযোজ্য নয়; কারণ এক্ষেত্রে জারণ-বিজারণ ঘটে না। (ii) যেসব ক্ষেত্রে শতভাগ তড়িৎ বিশ্লেষ্য পদ্ধতিতে তড়িৎ প্রবাহিত হয়, শুধুমাত্র সে সব ক্ষেত্রে ফ্যারাডের সূত্র শতভাগ প্রযোজ্য। (iii) কোনো তড়িৎ-বিশ্লেষ্যে এক সাথে একাধিক জারণ-বিজারণ ঘটলে ফ্যারাডের সূত্রের গণনার ক্ষেত্রে ত্রুটি ঘটবে।

৪.৪.২ ফ্যারাডের সূত্র প্রয়োগে তড়িৎ বিশ্লেষ্য পদার্থের পরিমাণ নির্ণয়

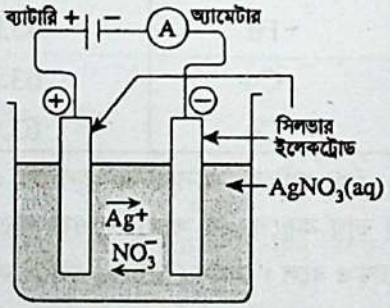
To Determine Amount of Electrolytic Substance From Faraday's Law

চিত্র-৪.৭ এর তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষটিতে অ্যানোড ও ক্যাথোডরূপে দুটি সিলভার ইলেকট্রোড এবং তড়িৎ বিশ্লেষ্যরূপে সিলভার নাইট্রেট ($AgNO_3$) দ্রবণ ব্যবহৃত হয়েছে। প্রবাহিত বিদ্যুতের পরিমাপের জন্য অ্যামেটার ব্যবহৃত হয়েছে। এখন সিলভার নাইট্রেট ($AgNO_3$) এর জলীয় দ্রবণে বিদ্যুৎ চালনা করলে তড়িৎ বিশ্লেষণ দ্বারা ক্যাথোডে সিলভার ধাতু জমা হয়। নিম্নরূপে ক্যাথোডে সিলভার আয়ন (Ag^+) বিজারিত হয়।

$$Ag^+(aq) + e^- \longrightarrow Ag(s)$$

1 মোল 1 মোল 1 মোল

এ সমীকরণ মতে বোঝা যায় যে, 1 মোল সিলভার আয়ন 1 মোল ইলেকট্রন দ্বারা বিজারিত হয়ে 1 মোল সিলভার পরমাণু উৎপন্ন করে। আবার উৎপন্ন সিলভারের পরিমাণ সার্কিট বা বর্তনীতে প্রবাহিত ইলেকট্রনের সংখ্যার সমানুপাতিক অর্থাৎ বর্তনীতে প্রবাহিত মোট বিদ্যুৎ বা বিদ্যুৎ চার্জের সমানুপাতিক। আবার 1 মোল সিলভার পরমাণুর ভর 108 g এবং এর মধ্যে N_A সংখ্যক (অ্যাভোগ্যাড্রো সংখ্যা 6.022×10^{23}টি) সিলভার পরমাণু আছে। কিন্তু 1 মোল ইলেকট্রনেও সমসংখ্যক ইলেকট্রন থাকে। একটি ইলেকট্রনের চার্জ হলো = 1.602×10^{-19} কুলম্ব। অতএব 1 মোল ইলেকট্রনের মোট চার্জ = $1.602 \times 10^{-19} \times 6.022 \times 10^{23}$ C = 96473 C = 96500 C (প্রায়)।



চিত্র-৪.৭ : ফ্যারাডের ১ম সূত্রের সাহায্যে তড়িৎ বিশ্লেষ্য পদার্থের পরিমাণ নির্ণয়।

ফ্যারাডে (Faraday) : এক মোল ইলেকট্রনের মোট চার্জ হলো 96,500 কুলম্ব। এ পরিমাণ বিদ্যুৎ চার্জকে এক ফ্যারাডে চার্জ বলা হয় এবং একে F দ্বারা চিহ্নিত করা হয়।

∴ IF = 96500 C বিদ্যুৎ চার্জ।

1 মোল সিলভার (Ag) উৎপাদনের জন্য 1F বিদ্যুৎ চার্জ প্রয়োজন।

∴ x মোল সিলভার (Ag) উৎপাদনের x × F বিদ্যুৎ চার্জ প্রয়োজন।

সুতরাং তড়িৎদ্বারে সঞ্চিত সিলভারের পরিমাণ প্রবাহিত বিদ্যুৎ চার্জের সমানুপাতিক।

MCQ-4.10: এক ফ্যারাডে বলতে কী বোঝায়?
(ক) 96500 টি e^- (খ) 96500 টি e^- এর চার্জ
(গ) 6.022×10^{23} টি e^- এর চার্জ
(ঘ) N_A সংখ্যক ইলেকট্রন

অর্থাৎ তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষে প্রবাহিত বিদ্যুতের পরিমাণ থেকে তড়িৎ বিশ্লেষ্য পদার্থের পরিমাণ নির্ণয় করা যায়।

৪.৪.৩ ফ্যারাডের সূত্রের তাৎপর্য

Significance of Faraday's Law

১। পরমাণুর ইলেকট্রনীয় গঠন ও রাসায়নিক বন্ধনের ইলেকট্রনীয় তত্ত্ব জানার পরে ফ্যারাডের সূত্রসমূহ পরিষ্কারভাবে বোঝা যায়। যে কোনো মৌলের পরমাণুর নিউক্লিয়াসে মৌলটির পারমাণবিক সংখ্যার সমান সংখ্যক প্রোটন থাকে। একটি পরমাণুতে সাধারণ অবস্থায় প্রোটনের সমান সংখ্যক ইলেকট্রন থাকে, যারা নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে পরিভ্রমণ রত।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

২। কোনো পরমাণু থেকে একটি ইলেকট্রন বর্জন করা হলে সে পরমাণুতে একটি নিট ধনাত্মক আধানের সৃষ্টি হয়; অপরদিকে একটি পরমাণু অন্য কোনো পরমাণু থেকে একটি ইলেকট্রন গ্রহণ করলে তাতে একটি ঋণাত্মক আধানের সৃষ্টি হয়।

৩। একটি পরমাণু বা পরমাণুগুচ্ছ যখন তড়িৎ নিরপেক্ষ থাকে না, অর্থাৎ তাতে যখন নিট ধনাত্মক বা ঋণাত্মক আধানের সৃষ্টি হয়, তখন তাকে আয়ন বলা হয়।

৪। যদি কোনো পরমাণু n সংখ্যক ইলেকট্রন বর্জন করে, তখন n^+ আধানবিশিষ্ট ক্যাটায়নের সৃষ্টি হয়। আবার কোনো পরমাণু n সংখ্যক ইলেকট্রন গ্রহণ করলে n^- আধানবিশিষ্ট অ্যানায়নের সৃষ্টি হয়।

৫। সাধারণভাবে একটি ধাতু ও অধাতু পরস্পরের সাথে বিক্রিয়া করার সময় ধাতু পরমাণু থেকে এক বা একাধিক ইলেকট্রন অধাতু পরমাণুতে স্থানান্তরিত হয়। এভাবে আয়নিক যৌগসমূহ গঠিত হয়। যেমন Na ও Cl পরমাণুর মধ্যে বিক্রিয়ার সময় সোডিয়াম পরমাণু থেকে একটি ইলেকট্রন ক্লোরিন পরমাণুতে স্থানান্তরিত হয়। অর্থাৎ Na^+ ও Cl^- আয়নের সৃষ্টি হয়। $Na = Na^+ + e^-$; $Cl + e^- = Cl^-$। আয়নিক যৌগের স্ফটিকে আয়নসমূহ কেলাস ল্যাটিসে আবদ্ধ থাকে।

৬। দ্রবণে বা গলিত অবস্থায় তড়িৎ বিশ্লেষ্যের আয়নগুলো মুক্ত অবস্থায় চলাচল করে। তখন তাদের পক্ষে তড়িৎ পরিবহন সম্ভব হয়। তড়িৎ বিশ্লেষণের সময় আয়নিক যৌগ গঠনের বিপরীত প্রক্রিয়া সম্পন্ন হয়। অর্থাৎ ক্যাথোডে ক্যাটায়ন প্রয়োজনীয় সংখ্যক ইলেকট্রন গ্রহণ করে আধান বা চার্জবিহীন পরমাণুতে পরিণত হয়। যেমন,

$$Na^+ + e^- \longrightarrow Na$$

আবার অ্যানোডে অ্যানায়ন প্রয়োজনীয় সংখ্যক ইলেকট্রন ত্যাগ করে আধানবিহীন পরমাণুতে পরিণত হয় এবং পরে অণু গঠন করে। অথবা দ্রাবকের সাথে বা তড়িৎদ্বারের সাথে বিক্রিয়া করতে পারে। যেমন,

$$Cl^- \longrightarrow Cl + e^-,\ Cl + Cl \longrightarrow Cl_2,\ Na^+ + OH^- \longrightarrow NaOH$$

৭। তড়িৎ বিশ্লেষণের সময় একটি একযোজী ক্যাটায়ন বা অ্যানায়ন যথাক্রমে একটি ইলেকট্রন গ্রহণ বা বর্জন করে। যোজনী n হলে ক্যাটায়ন ও অ্যানায়ন n টি ইলেকট্রন যথাক্রমে গ্রহণ ও বর্জন করে।

৮। আবার ক্যাটায়নের এক মোল পরিমাণের মধ্যে অ্যাভোগ্যাড্রো সংখ্যক N_A টি ক্যাটায়ন থাকে। তাই n যোজনী বিশিষ্ট এক মোল ক্যাটায়ন এক মোল পরমাণু তৈরিতে nN_A টি ইলেকট্রন প্রয়োজন হয়। একই ভাবে m যোজনী বিশিষ্ট এক মোল অ্যানায়ন থেকে এক মোল পরমাণু পেতে mN_A সংখ্যক ইলেকট্রন বর্জন করতে হয়।

৯। বিদ্যুৎ বিশ্লেষণ কালে কোনো পদার্থের আয়ন থেকে 1 মোল পদার্থকে সঞ্চিত করতে প্রয়োজনীয় বিদ্যুতের পরিমাণ সে পদার্থের ধনাত্মক আয়নের চার্জের সমান মোল ইলেকট্রন (যেমন ১, ২, ৩ মোল ইত্যাদি) এর সমান।

তড়িৎ বিশ্লেষণ থেকে জানা যায়, ক্যাথোডে 1 মোল Ag. 1 মোল Cu এবং 1 মোল Cr এর সঞ্চিত হওয়ার কালে যথাক্রমে 96500 C, 2×96500 C এবং 3×96500 C বিদ্যুৎ প্রয়োজন হয়। এ সব তথ্য নিম্নোক্ত সমীকরণের সাথে সামঞ্জস্যপূর্ণ। যেমন,

Ag^+	+ e^-	⟶	Ag;	এক্ষেত্রে বিদ্যুৎ প্রয়োজন 1×96500 C = 1 F
1 মোল	1 মোল		1 মোল	
Cu^{2+}	+ $2e^-$	⟶	Cu;	এক্ষেত্রে বিদ্যুৎ প্রয়োজন 2×96500 C = 2 F
1 মোল	2 মোল		1 মোল	
Cr^{3+}	+ $3e^-$	⟶	Cr;	এক্ষেত্রে বিদ্যুৎ প্রয়োজন 3×96500 C = 3F
1 মোল	3 মোল		1 মোল	

সুতরাং 1 মোল এক-ধনাত্মক আয়নকে বিজারিত করতে 1 F বিদ্যুৎ প্রয়োজন।
1 মোল দ্বি-ধনাত্মক আয়নকে বিজারিত করতে 2 F বিদ্যুৎ প্রয়োজন।
1 মোল ত্রি-ধনাত্মক আয়নকে বিজারিত করতে 3 F বিদ্যুৎ প্রয়োজন।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

অপর কথায়, 96.5×10^3C বিদ্যুৎ তিনটি তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষে প্রবাহিত হওয়ার ফলে সঞ্চিত ধাতুসমূহের পরিমাণ হয় যথাক্রমে 1 মোল Ag, $\frac{1}{2}$ মোল Cu, $\frac{1}{3}$ মোল Cr অর্থাৎ 1 মোল/(ধনাত্মক আয়নের চার্জ)। মৌলের এরূপ সম্পর্কযুক্ত পরিমাণকে বিজ্ঞানী ফ্যারাডে তাঁর সূত্রে ধাতুসমূহের তুল্যভর বা তুল্যাঙ্ক (equivalents) বলেছেন।

ধাতুর তুল্যভরের সংজ্ঞা : কোনো ধাতুর লবণের দ্রবণের তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষে এক ফ্যারাডে তড়িৎ দ্বারা ক্যাথোডে যত গ্রাম ধাতু সঞ্চিত হয়, ঐ পরিমাণকে ধাতুটির তুল্যভর বা তুল্যাঙ্ক বলে। ধাতুর এক মোল ও ধাতুর ধনাত্মক চার্জের অনুপাত হলো ধাতুটির তুল্যভর। যেমন, Cu এর তুল্যভর বা রাসায়নিক তুল্যভর = (63.55g ÷ 2) = 31.775 g।

১০। ফ্যারাডের সূত্রের সাহায্যে ইলেকট্রনের চার্জ গণনা করা সম্ভব।

তড়িৎ বিশ্লেষণের সমীকরণ মতে, একযোজী এক মোল ক্যাটায়নকে চার্জ মুক্ত করতে 1F বিদ্যুতের প্রয়োজন হয়।

এক মোল ক্যাটায়নের সংখ্যা হলো অ্যাভোগাড্রো সংখ্যা, N_A

একটি ইলেকট্রনের চার্জ = e^-

$\therefore N_A \times e^- = 1$ ফ্যারাডে = 96500 কুলম্ব (C).

$$\therefore e^- = \frac{96500\ C}{N_A} = \frac{96500\ C}{6.022 \times 10^{23}} = 1.60245 \times 10^{-19}\ C$$

এভাবে হিসাবকৃত ইলেকট্রনের চার্জের পরিমাণ বিভিন্ন পরীক্ষা থেকে প্রাপ্ত ইলেকট্রনের চার্জের সমান। এ থেকে ফ্যারাডের সূত্রের তাৎপর্য বোঝা যায় এবং প্রমাণিত হয় যে, **1 মোল ইলেকট্রন = 1 ফ্যারাডে (F)**

সমাধানকৃত সমস্যা-৪.৮ : 5 অ্যাম্পিয়ার মাত্রার তড়িৎ 60 মিনিট ধরে $CuSO_4$ দ্রবণের মধ্য দিয়ে চালনা করলে তড়িৎদ্বারে কী পরিমাণ কপার সঞ্চিত হবে? [Cu = 63.5]

দক্ষতা : সংশ্লিষ্ট বিজারণ সমীকরণ ও ফ্যারাডের ১ম সূত্র প্রয়োগ করতে হবে।

সমাধান : প্রশ্নমতে মোট সময়, $t = 60 \times 60$ সেকেন্ড।

$$\therefore \text{প্রবাহিত বিদ্যুতের পরিমাণ, } Q = I \times t = 5 \times 60 \times 60\ C \text{ বা, } Q = \frac{5 \times 60 \times 60}{965000}\ F = \frac{36 \times 5}{965}\ F$$

কপার সালফেট ($CuSO_4$) এর দ্রবণে তড়িৎ বিশ্লেষণে Cu^{2+} আয়ন নিম্নরূপে বিজারিত হয়।

$$\underset{2F}{Cu^{2+}(aq) + 2e^-} \longrightarrow \underset{1\text{ মোল} = 63.5\text{ g Cu}}{Cu(s)}$$

সমীকরণ মতে, 2 F বিদ্যুৎ দ্বারা সঞ্চিত হয় 1 মোল কপার = 63.5 g Cu

$$\therefore \frac{36 \times 5}{965}\ F \text{ বিদ্যুৎ দ্বারা সঞ্চিত হয় } = \frac{63.5 \times 36 \times 5}{2 \times 965}\ g\ Cu = 5.922\ g\ Cu \text{ (প্রায়) (উত্তর)}$$

সমাধানকৃত সমস্যা- ৪.৯ : $CuSO_4$ দ্রবণের মধ্য দিয়ে 160 mA বিদ্যুৎ 40 min. যাবৎ চালনা করা হলো। তড়িৎদ্বারে সঞ্চিত কপার পরমাণুর সংখ্যা নির্ণয় কর।

সমাধান : প্রশ্নমতে, $t = 40 \times 60$ সেকেন্ড। বিদ্যুতের মাত্রা, $I = 160\ mA = 0.16\ A$

$$\therefore \text{প্রবাহিত বিদ্যুতের পরিমাণ, } Q = I \times t = (0.16 \times 40 \times 60)\ C = \frac{384}{96500}\ F$$

$CuSO_4$ দ্রবণের তড়িৎ বিশ্লেষণে Cu^{2+} আয়ন নিম্নরূপে বিজারিত হয় :

$$\underset{2F}{Cu^{2+}(aq) + 2e^-} \longrightarrow \underset{1\text{ মোল}}{Cu(s)}$$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সমীকরণ মতে, 2 F বিদ্যুৎ দ্বারা সঞ্চিত হয় 1 মোল Cu বা, 6.022×10^{23} টি Cu পরমাণু

$\therefore \frac{384}{96500}$ F বিদ্যুৎ দ্বারা সঞ্চিত হয় $= \frac{6.022 \times 10^{23} \times 384}{2 \times 96500}$ টি Cu পরমাণু

$= 1.198159585 \times 10^{21}$ টি Cu পরমাণু (উত্তর)

সমাধানকৃত সমস্যা–৪.১০ : সালফিউরিক এসিডের লঘু জলীয় দ্রবণের মধ্য দিয়ে প্লাটিনাম তারের মাধ্যমে ১ ঘণ্টা বিদ্যুৎ প্রবাহিত করায় আদর্শ তাপমাত্রা ও চাপে 250 mL হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন হয়। বিদ্যুতের মাত্রা কত ছিল?

সমাধান : প্রশ্নমতে, উৎপন্ন H_2 গ্যাসের আয়তন (আদর্শ তাপমাত্রা ও চাপে) 250 mL = 0.250 L

আবার 1 মোল $H_2 = 1.008 \times 2$ g H_2

অর্থাৎ 22.4 L $H_2 = 1.008 \times 2$ g H_2

$\therefore$ 0.250 L $H_2 = \frac{1.008 \times 2 \times 0.250}{22.4}$ g $H_2 = 0.0225$ g H_2

MCQ-4.11: 1 মোল ইলেকট্রন কোন্‌টি ?
(ক) 1 ফ্যারাডে (খ) 1C
(গ) 1.62 C (ঘ) 1.602×10^{-19} C

বিদ্যুৎ বিশ্লেষণ কালে H^+ এর বিজারণ নিম্ন সমীকরণ মতে ঘটে :

$$\underset{1\text{ মোল}}{H^+(aq)} + \underset{1\text{ মোল}}{e^-} \rightarrow \frac{1}{2} H_2(g)$$

1 মোল হাইড্রোজেন পরমাণু = 1.008 g

$\therefore$ 1.008 g হাইড্রোজেন মুক্ত করতে প্রয়োজন হয় 1F = 96500 C

$\therefore$ 0.0225 g হাইড্রোজেন মুক্ত করতে প্রয়োজন হয় $= \frac{96500 \times 0.0225}{1.008}$ C = 2154.0178 C

আমরা জানি, $Q = I \times t$

$\therefore$ বিদ্যুতের মাত্রা, $I = \frac{Q}{t} = \frac{2154.0178C}{60 \times 60\ s} = 0.5983$ A (প্রায়)। (উত্তর)

সমাধানকৃত সমস্যা-৪.১১ : লঘু H_2SO_4 মিশ্রিত পানিতে Pt তড়িৎদ্বারের মাধ্যমে 3.0 A বিদ্যুৎ 2 ঘণ্টা যাবৎ প্রবাহিত করা হলো। এতে কত গ্রাম পানি তড়িৎ বিশ্লেষিত হবে এবং STP তে কত আয়তনের H_2 গ্যাস ও O_2 গ্যাস উৎপন্ন হবে?

সমাধান : লঘু H_2SO_4 মিশ্রিত পানিতে Pt তড়িৎদ্বার ব্যবহার করে তড়িৎ বিশ্লেষণকালে জারণ বিজারণ বিক্রিয়ার সমীকরণটি হলো নিম্নরূপ :

তড়িৎ বিয়োজন	:	$4H_2O$			$\longrightarrow$	$4H^+$	+	$4OH^-$
ক্যাথোডে বিজারণ	:	$4H^+$	+	$4e^-$	$\longrightarrow$	$2H_2$		
অ্যানোডে জারণ	:	$4OH^-$			$\longrightarrow$	$2H_2O$	+	$O_2 + 4e^-$
সামগ্রিক তড়িৎ বিশ্লেষণ	:	$2H_2O$			$\xrightarrow{4F}$	$2H_2$	+	O_2
		36 g				2×22.4L (STP তে)		22.4 L (STP তে)

প্রশ্নমতে, প্রবাহিত মোট বিদ্যুতের পরিমাণ, $Q = 1 \times t = 3.0 \times 2 \times 60 \times 60$ C = 21600 C

সমীকরণ মতে, পানিতে 4F বা, 4×96500 C বিদ্যুৎ প্রবাহে 36 g পানি বিশ্লেষিত হয়

$\therefore$ 21600 C বিদ্যুৎ প্রবাহে $\frac{36 \times 21600}{4 \times 96500}$ g = 2.0145 g পানি।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

STP তে উৎপন্ন H_2 গ্যাস ও O_2 গ্যাস এর আয়তন গণনা :

সমীকরণ মতে, 4F বা, 4×96500 C বিদ্যুৎ প্রবাহে STP তে 2×22.4 L H_2 উৎপন্ন হয়।

$$\therefore \text{ 21600 C বিদ্যুৎ প্রবাহে STP তে } \frac{2 \times 22.4 \times 21600 \text{ L}}{4 \times 96500} = 2.5069 \text{ L } H_2।$$

আবার, সমীকরণ মতে, উৎপন্ন O_2 গ্যাসের আয়তন H_2 গ্যাসের অর্ধেক হয়।

$$\therefore \text{ উৎপন্ন } O_2 \text{ গ্যাসের আয়তন} = (2.5069 \div 2) \text{ L} = 1.25345 \text{ L}$$

উত্তর: পানি = 2.0145 g, H_2 = 2.5069 L, O_2 = 1.25345 L

সমাধানকৃত সমস্যা- ৪.১২ : সিলভার নাইট্রেট দ্রবণের মধ্য দিয়ে 1.5 অ্যাম্পিয়ারের বিদ্যুৎ কতক্ষণ ধরে প্রবাহিত করলে 1.89 g সিলভার ক্যাথোড সঞ্চিত হবে?

MCQ-4.12 : 1 mol Cr ক্যাথোডে সঞ্চিত হতে বিদ্যুৎ প্রয়োজন কত ফ্যারাডে?
(ক) 1 F (খ) 2 F
(গ) 3 F (ঘ) 4 F

সমাধান : মনে করি, সময় = t সেকেন্ড।

এখানে সঞ্চিত সিলভারের পরিমাণ = 1.89 g

প্রবাহিত মোট বিদ্যুৎ, $Q = I \times t = 1.5 \times t$ (C)

এখানে সিলভার আয়ন (Ag^+) বিজারণের সমীকরণ নিম্নরূপ :

$$Ag^+(aq) + e^- \rightarrow Ag(s)$$

1 মোল 1 মোল 1 মোল = 107.88 g

আবার 1 মোল Ag (অর্থাৎ 107.88 g) সঞ্চিত হতে 1.0 মোল ইলেকট্রন প্রয়োজন।

$$\therefore \text{ 1,89 g সিলভার সঞ্চিত হতে } \frac{1.0 \times 1.89}{107.88} \text{ মোল ইলেকট্রন প্রয়োজন।}$$

$$\therefore \text{ মোট বিদ্যুতের পরিমাণ, } Q = \frac{96500 \times 1.0 \times 1.89 \text{C}}{107.88} = 1690.63 \text{ C (প্রায়)}$$

আবার $Q = 1.5 \times t$;

$$\therefore t = \frac{Q}{1.5\text{A}} = \frac{1690.63 \text{ C}}{1.5\text{A}} = 1127.08 \text{ sec} = 18 \text{ min } 47.08 \text{ sec (উত্তর)}$$

সমাধানকৃত সমস্যা- ৪.১৩ : ক্রোমিয়াম (III) সালফেট দ্রবণে 0.120 অ্যাম্পিয়ার বিদ্যুৎ কত সময় যাবৎ প্রবাহিত করলে ক্যাথোডে 1.00 g ক্রোমিয়াম সঞ্চিত হবে? [Cr = 52]

সমাধান : ক্রোমিয়াম (III) আয়নের বিজারণের সমীকরণ নিম্নরূপ :

$$Cr^{3+}(aq) + 3e^- \longrightarrow Cr(s)$$

1 মোল 3 মোল 1 মোল = 52

অর্থাৎ 1 মোল ক্রোমিয়াম (অর্থাৎ 52 g Cr) সঞ্চিত হতে 3 মোল ইলেকট্রন প্রয়োজন।

সুতরাং 1 g ক্রোমিয়াম সঞ্চিত হতে 3/52 মোল ইলেকট্রন প্রয়োজন হবে।

$$\therefore \text{ মোট বিদ্যুতের পরিমাণ, } Q = \frac{96500 \times 3}{52} \text{ C} = 5567.3 \text{ C}$$

$$\text{আবার } Q = I \times t, \therefore t = \frac{Q}{I} = \frac{5567.3 \text{ C}}{0.120 \text{ A}} = 46394 \text{ s} = 12 \text{ hr } 53 \text{ min (উত্তর)}$$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সমাধানকৃত সমস্যা-৪.১৪ : ক্রোমিয়াম (III) সালফেট দ্রবণে 0.0422 A বিদ্যুৎ 1 hr যাবৎ প্রবাহিত করার ফলে ক্যাথোডে 0.0275 g ক্রোমিয়াম সঞ্চিত হয়। ক্রোমিয়াম আয়নের চার্জ কত? [Cr = 52.0]

সমাধান : মোট সময়, $t = 1\ hr = 60 \times 60\ s.$

প্রবাহিত মোট বিদ্যুতের পরিমাণ, $Q = I \times t = 0.0422 \times 60 \times 60\ C$

$$= 151.92\ C = \frac{151.92}{96500}\ F$$

সঞ্চিত ক্রোমিয়ামের মোল সংখ্যা $= \frac{0.0275}{52.0} = 0.00053$ (প্রায়)

$$\underset{1\ \text{মোল}}{Cr^{n+}(aq)} + \underset{n\ \text{মোল}}{ne^-} \longrightarrow \underset{1\ \text{মোল}}{Cr\ (s)}$$

0.00053 মোল ক্রোমিয়াম সঞ্চিত হতে দরকার হয় $\frac{151.92}{96500}$ F বিদ্যুৎ।

$\therefore$ 1.0 মোল ক্রোমিয়াম সঞ্চিত হতে দরকার $= \frac{151.92}{96500 \times 0.00053}$ F বিদ্যুৎ

$$= \frac{151.92}{51.145}\ F = 2.97\ F \approx 3\ F$$

$\therefore$ ক্রোমিয়াম আয়নের চার্জ +3 অর্থাৎ ক্রোমিয়াম আয়ন হলো Cr^{3+} (উত্তর)

সমাধানকৃত সমস্যা-৪.১৫ : 2 অ্যাম্পিয়ার বিদ্যুৎ 1 ঘণ্টা যাবৎ সিরিজ সংযোগে $AgNO_3$ দ্রবণ, $CuSO_4$ দ্রবণ ও $Cr_2(SO_4)_3$ দ্রবণের তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষে চালনা করা হয়। প্রতিটি তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষে সঞ্চিত ধাতুর পরিমাণ নির্ণয় কর। [Ag = 108, Cu = 63.5, Cr = 52]

সমাধান : সংশ্লিষ্ট বিজারণ বিক্রিয়া নিম্নরূপে ক্যাথোডে ঘটে;

(i) $\underset{1F}{Ag^+(aq)} + e^- \longrightarrow \underset{1\ \text{মোল}}{Ag\ (s)}$

(ii) $\underset{2F}{Cu^{2+}(aq)} + 2e^- \longrightarrow \underset{1\ \text{মোল}}{Cu\ (s)}$

(iii) $\underset{3F}{Cr^{3+}(aq)} + 3e^- \longrightarrow \underset{1\ \text{মোল}}{Cr\ (s)}$

প্রশ্নমতে, $t = 1 \times 60 \times 60\ s$

প্রবাহিত বিদ্যুতের পরিমাণ,

$$Q = I \times t = 2 \times 60 \times 60\ C = \frac{2 \times 60 \times 60\ F}{96500} = \frac{72\ F}{965}$$

(i) নং সমীকরণ মতে, 1 F বিদ্যুৎ দ্বারা সঞ্চিত হয় 1 মোল Ag অর্থাৎ = 108 g Ag

$\therefore \frac{72\ F}{965}$ বিদ্যুৎ দ্বারা সঞ্চিত হয় $= \frac{108 \times 72}{965}$ g Ag = 8.058 g Ag

(ii) নং সমীকরণ মতে, 2 F বিদ্যুৎ দ্বারা সঞ্চিত হয় 1 মোল Cu অর্থাৎ = 63.5 g Cu

$\therefore \frac{72\ F}{965}$ বিদ্যুৎ দ্বারা সঞ্চিত হয় $\frac{63.5 \times 72}{2 \times 965}$ g Cu = 2.369 g Cu

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

(iii) নং সমীকরণ মতে, 3 F বিদ্যুৎ দ্বারা সঞ্চিত হয় 1 মোল Cr অর্থাৎ = 52 g Cr

$\therefore \frac{72\ F}{965}$ বিদ্যুৎ দ্বারা সঞ্চিত হয় $= \frac{52 \times 72}{3 \times 965}$ g Cr = 1.293 g Cr

উত্তর : Ag = 8.058 g; Cu = 2.369 g; Cr = 1.293 g.

শিক্ষার্থীর কাজ-৪.৪ : ফ্যারাডের সূত্রভিত্তিক গণনা :

সমস্যা-৪.৯ : $Ni(NO_3)_2$ দ্রবণে প্লাটিনাম তড়িৎদ্বার ব্যবহার করে 5 অ্যাম্পিয়ার শক্তির বিদ্যুৎ 30 মিনিট যাবৎ চালনা করা হলো। ক্যাথোডে কী পরিমাণ নিকেল জমা হবে? [Ni = 58.7] [উ: 2.737 g]

সমস্যা-৪.১০ : অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড ও ক্রায়োলাইটের গলিত মিশ্রণে 1.0×10^5 A বিদ্যুৎ 8.0 h যাবৎ চালনা করলে কত কিলোগ্রাম অ্যালুমিনিয়াম উৎপাদিত হবে? [উ: 268.6 kg]

সমস্যা-৪.১১ : চট্টগ্রামের দত্ত জুয়েলার্স মেয়েদের জন্য ইমিটেশন চেইন তৈরি করে। কম দামের ধাতুর তৈরি 10 টি চেইনের ওপর গোল্ডের প্রলেপ দিতে গোল্ড লবণের (Au^{3+}) দ্রবণে গোল্ড অ্যানোড ব্যবহার করে 5.0 A বিদ্যুৎ 10 মিনিট যাবৎ চালনা করা হয়। প্রতি 10 g গোল্ডের দাম 40,000 টাকা হলে প্রতি চেইনে কত টাকার গোল্ড ব্যবহৃত হয়েছে। [Au = 196.97] [উ: 816.40 টাকা]

সমস্যা-৪.১২(ক) : $FeSO_4$ এর দ্রবণে 250 A বিদ্যুৎ 40 মিনিট চালনা করলে ক্যাথোডে কত গ্রাম ধাতু জমা হবে? [উ: 173.61 g] [দি. বো. ২০১৫]

সমস্যা– ৪.১২ (খ) : $FeSO_4$ এর দ্রবণে 5 A বিদ্যুৎ 10 মিনিট চালনা করলে কী পরিমাণ ধাতু ক্যাথোডে জমা হবে? [উ: 0.868 g] [কু. বো.২০১৬]

সমস্যা-৪.১২ (গ) : $CaCl_2$ এর দ্রবণে 5 A বিদ্যুৎ 10 min চালনা করলে ক্যাথোডে কত গ্রাম ধাতু জমা হবে? [উ: 0.622 g] [কু. বো. ২০১৭]

সমস্যা-৪.১২ (ঘ): $AgNO_3$ এর দ্রবণে 6 A বিদ্যুৎ 40 min চালনা করলে ক্যাথোডে কত গ্রাম ধাতু জমা হবে? [উ: 16.096 g] [মাদ্রাসা. বো. ২০১৭]

সমস্যা–৪.১৩ (ক) : এক ধাতব সালফেট দ্রবণে 0.5 অ্যাম্পিয়ার বিদ্যুৎ 1 ঘণ্টা চালনা করলে ক্যাথোডে 0.59 গ্রাম ধাতু জমা হয়। ধাতুটির তুল্যভর কত হবে? [উ: 31. 63 g]

সমস্যা–৪.১৩ (খ) : $AgNO_3$ এর দ্রবণে 3 A বিদ্যুৎ 10 মিনিট চালনা করলে ক্যাথোডে 2.015 g সিলভার সঞ্চিত হয়। সিলভারের তড়িৎ রাসায়নিক তুল্যাঙ্ক ও রাসায়নিক তুল্যাঙ্ক নির্ণয় কর। [উ: 1.11944×10^{-3} gC^{-1}, 108.02 g]

সমস্যা–৪.১৩ (গ) : $CuSO_4$ এর দ্রবণে 30 মিনিট যাবৎ 0.5 A বিদ্যুৎ প্রবাহ চালনা করলে ক্যাথোডে 0.2964 গ্রাম কপার জমা হয়। কপারের তড়িৎ রাসায়নিক তুল্যাঙ্ক কত? [উ: 0.000329 g C^{-1}]

সমস্যা–৪.১৩ (ঘ) : $CuSO_4$ এর দ্রবণে 0.25 A বিদ্যুৎ 1 ঘণ্টা চালনা করলে 0.295 g কপার ক্যাথোডে জমা হয়। কপারের তুল্যাঙ্ক ভর কত? [উ: 31.63 g]

সমস্যা–৪.১৪ (ক) : একটি একযোজী ধাতব আয়ন 1.60245×10^{-19} C বিদ্যুৎ পরিবহন করলে তবে ঐ ধাতুর 1 g মোল আয়ন কী পরিমাণ বিদ্যুৎ পরিবহন করবে? [উ: 96499.5 C]

সমস্যা–৪.১৪ (খ) : গলিত $CaCl_2$ থেকে তড়িৎ বিশ্লেষণ পদ্ধতিতে 20.0 g ক্যালসিয়াম ধাতু নিষ্কাশনে কত কুলম্ব বিদ্যুৎ প্রয়োজন হবে? [উ: 96500 C]

সমস্যা–৪.১৫ (ক) : একটি $AgNO_3$ দ্রবণে 50 min যাবৎ 0.20 অ্যাম্পিয়ার শক্তিসম্পন্ন বিদ্যুৎ চালনা করলে ক্যাথোডে কত পরিমাণ সিলভার সঞ্চিত হবে? [Ag = 108] [উ: 0.6715 g]

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সমস্যা-৪.১৫ (খ) : $AgNO_3$ দ্রবণের মধ্য দিয়ে 5 অ্যাম্পিয়ার শক্তির বিদ্যুৎ 10 মিনিট চালনা করা হলো। এতে কত পরিমাণ সিলভার ও কয়টি সিলভার পরমাণু ক্যাথোডে সঞ্চিত হবে? [উ: 3.3575 g, $187.211713 \times 10^{20}$]

সমস্যা-৪.১৬ (ক) : $CuSO_4$ এর দ্রবণে 15 min. সময় যাবৎ 5 A বিদ্যুৎ প্রবাহ চালনা করলে ক্যাথোডে কী পরিমাণ কপার জমা হবে? [Cu = 63.5] [উ: 1.48 g Cu (প্রায়)]

সমস্যা-৪.১৬ (খ) : তুঁতের জলীয় দ্রবণে 0.5 A মাত্রার বিদ্যুৎ প্রবাহ 10 min ধরে চালনা করলে কী পরিমাণ কপার ও কয়টি কপার পরমাণু ক্যাথোডে জমা হবে? [উ: 0.0987 g, $936.0179528 \times 10^{18}$]

সমস্যা-৪.১৭ (ক) : $CuSO_4$ দ্রবণে 2 অ্যাম্পিয়ার মাত্রার বিদ্যুৎ প্রবাহ কতক্ষণ চালনা করলে ক্যাথোডে 2.368 g কপার সঞ্চিত করে? [Cu = 63.54] [উ: 59.94 min বা, 60 min]

সমস্যা-৪.১৭ (খ) : গলিত $AlCl_3$ তড়িৎ বিশ্লেষ্যের মধ্য দিয়ে 1.5 A শক্তির বিদ্যুৎ কত সময় যাবৎ চালনা করলে ক্যাথোডে 1.6 g Al ধাতু জমা হবে? (Al এর পাঃ ভর = 27) [উ: 3.177 hrs]

সমস্যা-৪.১৮ (ক) : H_2SO_4 এর লঘু দ্রবণের মধ্য দিয়ে 2.5 অ্যাম্পিয়ার শক্তির বিদ্যুৎ কতক্ষণ চালনা করলে আদর্শ তাপমাত্রায় ও চাপে 600 mL হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন হবে? [উ: 34.46 min]

সমস্যা-৪.১৮ (খ) : H_2SO_4 মিশ্রিত পানির মধ্য দিয়ে প্লাটিনাম তড়িৎদ্বারের মাধ্যমে 1.5 ঘণ্টা বিদ্যুৎ প্রবাহিত করায় আদর্শ তাপমাত্রায় ও চাপে 500 mL হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন হয়। বিদ্যুতের শক্তিমাত্রা কত ছিল? [উ: 0.7978 A]

সমস্যা-৪.১৮ (গ) : H_2SO_4 মিশ্রিত পানির মধ্য দিয়ে প্লাটিনাম তড়িৎদ্বারের মাধ্যমে বিদ্যুৎ প্রবাহিত করে STP তে 500 mL H_2 গ্যাস পাওয়া গেল। এতে কত কুলম্ব বিদ্যুৎ চালনা করা হয়? [উ: 4308.036 C]

সমস্যা-৪.১৮ (ঘ) : এসিড মিশ্রিত পানির মধ্য দিয়ে 10 A বিদ্যুৎ 3 মিনিট 13 সেকেন্ড ধরে চালনা করলে কত পরিমাণ পানি বিয়োজিত হবে? STP তে কত আয়তনের H_2 গ্যাস ও O_2 গ্যাস উৎপন্ন হবে? [উ: পানি = 0.36 g, H_2 = 0.224 L, O_2 = 0.112 L]

সমস্যা-৪.১৮ (ঙ) : 100 সেকেন্ড ধরে 10 A বিদ্যুৎ এসিড মিশ্রিত পানিতে চালনা করলে STP তে কত আয়তন H_2 ও O_2 উৎপন্ন হবে? [উ: H_2 = 116 mL, O_2 = 58 mL]

সমস্যা- ৪.১৯ (ক) : একটি গোল্ড লবণের দ্রবণ থেকে 2.6267 গ্রাম গোল্ড মুক্ত করতে যে পরিমাণ তড়িৎ ব্যয়িত হয়, ঐ একই পরিমাণ তড়িৎ দ্বারা $CuSO_4$ দ্রবণে কপার অ্যানোড ব্যবহার করে তড়িৎ বিশ্লেষণ করলে 1.26 g কপার দ্রবীভূত হয়। গোল্ড লবণটিতে গোল্ডের জারণ সংখ্যা নির্ণয় কর। [Cu = 63, Au = 197] [উ: Au এর জারণ সংখ্যা = + 3]

সমস্যা-৪.১৯. (খ) : $AgNO_3$ এর জলীয় দ্রবণে যে পরিমাণ বিদ্যুৎ চালনা করলে 10 গ্রাম Ag তড়িৎদ্বারে জমা হয়, একই পরিমাণ বিদ্যুৎ গোল্ড লবণের দ্রবণে চালনা করলে 6.08 গ্রাম Au তড়িৎদ্বারে জমা হয়। ঐ গোল্ড লবণে গোল্ডের আধান কত? [Ag = 108, Au = 197] [উ: +3]

সমস্যা- ৪.২০. (ক) : 1 ফ্যারাডে তড়িৎ প্রবাহে কত গ্রাম ফেরাস আয়ন ও ফেরিক আয়ন চার্জ মুক্ত হবে? [Fe = 56] [উ: ফেরাস = 2 8 g; ফেরিক = 18.66 g]

সমস্যা- ৪.২০. (খ) : 1 মোল $Cr_2O_7^{2-}$ আয়নকে Cr^{3+} আয়নে বিজারিত করতে কত কুলম্ব বিদ্যুতের প্রয়োজন হবে? [উ: 5.79×10^5 কুলম্ব]

সমস্যা- ৪.২০ (গ) : CrO_3 এর অম্লীয় দ্রবণের তড়িৎ বিশ্লেষণে নিম্ন সমীকরণ মতে Cr উৎপন্ন করা যায় :

$$CrO_3\,(aq) + 6H^+ + 6e^- \longrightarrow Cr(s) + 3H_2O$$

এক্ষেত্রে 12.5 A তড়িৎ প্রবাহ কত সেকেন্ড যাবৎ চালনা করলে 15 g Cr উৎপন্ন হবে? [Cr = 52] [উ: 13361.5 s]

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সমস্যা- ৪.২১(ক) : 0.5 L আয়তনের 2 M $Ni(NO_3)_2$ দ্রবণের মধ্য দিয়ে 3.7 A শক্তির বিদ্যুৎ 6.0 ঘণ্টা যাবৎ চালনা করা হলে তড়িৎ বিশ্লেষণের পর ঐ দ্রবণের ঘনমাত্রা কত হবে? [Ni = 58.7] [উ: 1.172 M]

সমস্যা- ৪.২১(খ) একটি অ্যালুমিনিয়াম শিল্পে দৈনিক 20 টন Al ধাতু উৎপাদন করে। যদি দৈনিক সময় 30000 সেকেন্ড কার্যকাল হয়, তবে এতে দৈনিক কত ফ্যারাডে বিদ্যুৎ ও কত শক্তির বিদ্যুৎ প্রয়োজন হবে?

[1 টন = 1000 kg এবং Al = 26.98] [উ: 2.22387×10^6F; 7.15×10^6 A]

সমস্যা- ৪.২২(ক) : নিকেল আয়নের দ্রবণে 160 মিনিট যাবৎ 0.1 A শক্তির বিদ্যুৎ চালনা করলে ক্যাথোডে 0.295 g নিকেল জমা হয়। ঐ নিকেল আয়নের চার্জ কত? [Ni = 58.7] [উ: Ni^{2+}]

সমস্যা- ৪.২২ (খ) : $AgNO_3$ ও $Cu(NO_3)_2$ এর দুটি পৃথক দ্রবণকে সিরিজে সংযুক্ত করে তাদের মধ্য দিয়ে কিছুক্ষণ বিদ্যুৎ প্রবাহিত করা হয়। এ সময় দ্বিতীয় দ্রবণ থেকে 0.705 g কপার ক্যাথোডে সঞ্চিত হলে প্রথম দ্রবণ থেকে কী পরিমাণ সিলভার সঞ্চিত হবে? [Ag = 108, Cu = 63.5] [উ: 2.398 g]

সমস্যা- ৪.২৩ : M'SO_4 দ্রবণ ও M"SO_4 দ্রবণে 50 কুলম্ব বিদ্যুৎ চালনা করলে ভিন্ন ভিন্ন তড়িৎদ্বারে ভিন্ন ভিন্ন পরিমাণ পদার্থ সঞ্চিত হওয়ার কারণ ব্যাখ্যা কর। [ব.বো. ২০১৬]

[M' = 108, M" = 52] [উ: তুল্যভরের ভিন্নতার কারণে]

সমস্যা- ৪.২৪ (ক) : কোনো $CuSO_4$ দ্রবণে প্লাটিনাম তড়িৎদ্বারের সাহায্যে 1 ঘণ্টা যাবৎ 1.25 A বিদ্যুৎ চালনা করলে ক্যাথোডে কতগুলো Cu পরমাণু জমা পড়বে? [উ: 14.04×10^{21} টি]

সমস্যা- ৪.২৪ (খ) : একটি ধাতব তারে 1A বিদ্যুৎ প্রবাহিত হচ্ছে। এক সেকেন্ডে এ তারের কোনো একটি বিন্দুর মধ্য দিয়ে কত সংখ্যক ইলেকট্রন প্রবাহিত হবে? [উ: 6.2404×10^{18} টি]

সমস্যা- ৪.২৪ (গ) : Al লবণের দ্রবণে 2 কুলম্ব বিদ্যুৎ প্রবাহিত হলে ক্যাথোডে কত সংখ্যক Al পরমাণু জমা পড়বে? [উ: 4.16×10^{18}]

সমস্যা-৪.২৫ (ক): 30 মিনিট যাবৎ 1.5 A বিদ্যুৎ কোনো লবণের জলীয় দ্রবণে চালনা করলে ক্যাথোডে 0.8898 g ধাতু সঞ্চিত হয়। ধাতুটির যোজ্যতা 2 হলে এর পারমাণবিক ভর কত হবে? [উ: 63.592]

সমস্যা- ৪,২৫ (খ) : একটি ধাতুর পারমাণবিক ভর 112। ধাতুটির লবণের জলীয় দ্রবণে 1.5 A বিদ্যুৎ 15 মিনিট চালনা করলে ক্যাথেডে 0.788 g ধাতু জমা হয়। ঐ লবণটিতে ধাতুটির যোজ্যতা কত? [উ: 2]

৪.৪.৪ দ্রবণে আয়নিক যৌগের তড়িৎ বিশ্লেষণ, ইলেকট্রোড বিক্রিয়া

Electrolysis of Aqueous Electrolytes and Electrode Reaction

যখন কেনো গলিত তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষে একটি মাত্র ক্যাটায়ন ও একটি মাত্র অ্যানায়ন থাকে যেমন গলিত NaCl, তখন ইলেকট্রোড বিক্রিয়া লেখা সহজ। তখন তড়িৎ বিশ্লেষণকালে ক্যাটায়নটি ক্যাথোড থেকে ইলেকট্রন গ্রহণ করে ধাতুতে পরিণত হয় এবং অ্যানায়নটি অ্যানোডে ইলেকট্রন ত্যাগ করে চার্জ নিরপেক্ষ পরমাণুতে রূপান্তরিত হয়।

কিন্তু আয়নিক যৌগের জলীয় দ্রবণে একাধিক ক্যাটায়ন ও অ্যানায়ন থাকে। যেমন $CuSO_4$ এর জলীয় দ্রবণে নিম্নোক্ত সমীকরণ মতে দুটি ক্যাটায়ন বা ধনাত্মক আয়ন যেমন H^+, Cu^{2+} এবং দুটি অ্যানায়ন বা ঋণাত্মক আয়ন যেমন OH^-, SO_4^{2-} থাকে।

$$H_2O\ (l) \rightleftharpoons H^+\ (aq) + OH^-\ (aq)$$

$$CuSO_4\ (aq) \longrightarrow Cu^{2+}\ (aq) + SO_4^{2-}\ (aq)$$

সুতরাং তড়িৎ–বিশ্লেষ্য কোষে বিদ্যুৎ চালনা করলে ক্যাথোডের দিকে H^+ আয়ন ও Cu^{2+} আয়ন এবং অ্যানোডের দিকে OH^- আয়ন ও SO_4^{2-} আয়ন ধাবিত হবে। এখন ক্যাথোডে পৌঁছে উভয় ধনাত্মক আয়নের মধ্যে কোনটি অগ্রাধিকার

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

ভিত্তিতে বিজারিত হবে এবং অ্যানোডে পৌঁছে উভয় ঋণাত্মক আয়নের মধ্যে কোনটি অগ্রাধিকার ভিত্তিতে জারিত হবে তা নির্ভর করে নিম্নোক্ত তিন শর্তের উপর। যেমন,

(১) তড়িৎ রাসায়নিক সারিতে সংশ্লিষ্ট আয়নের অবস্থান;

(২) তড়িৎ বিশ্লেষ্য দ্রবণে ক্যাটায়ন ও অ্যানায়নের ঘনমাত্রার প্রভাব;

(৩) তড়িৎ কোষে ব্যবহৃত তড়িৎদ্বারের প্রকৃতি ও তড়িৎদ্বারের প্রভাব।

১। **তড়িৎ রাসায়নিক সারি (Electrochemical series)** : তড়িৎ বিশ্লেষণের সময় বিভিন্ন আয়নের চার্জমুক্ত হওয়ার প্রবণতার উপর ভিত্তি করে আয়নসমূহকে একটি সারিতে সাজানো হয়েছে, তাকে তড়িৎ রাসায়নিক সারি বলা হয়। এ সারিটি বিজারণ বিভবের উচ্চক্রম অনুসারে সজ্জিত। সহজে বিজারণযোগ্য ক্যাটায়নটি এ সারিতে সবচেয়ে নিচে স্থান পেয়েছে। [এক্ষেত্রে নিচের ২নং ও ৩নং শর্ত অপরিবর্তিত থাকতে হবে।] উল্লেখ্য ধনাত্মক আয়ন বা ক্যাটায়নের সারিতে সবচেয়ে অধিক সক্রিয় ধাতুটি সারির প্রথমে রয়েছে এবং নিচের দিকে ক্রমান্বয়ে কম সক্রিয় মৌলসমূহ স্থান পেয়েছে। অর্থাৎ দ্রবণ থেকে কোনো আয়ন চার্জমুক্ত হওয়ার প্রবণতা হলো তার ধাতুর সক্রিয়তার বিপরীত।

সারণি-৪.২ : তড়িৎ রাসায়নিক সিরিজের একাংশ

ক্যাটায়ন	সক্রিয়তা	ক্যাথোডে অর্ধবিক্রিয়া	অ্যানায়ন	সক্রিয়তা	অ্যানোডে অর্ধবিক্রিয়া
K^+					
Ca^{2+}					
Na^+		$M^{n+} + ne^- \rightarrow M$ ক্যাথোডে চার্জমুক্ত হওয়ার প্রবণতা নিচের দিকের আয়নের ক্রমান্বয়ে বাড়ছে।			
Mg^{2+}					
Al^{3+}					
Zn^{2+}					
Fe^{2+}					
Sn^{2+}					
Pb^{2+}					
H^+ (বা, H_3O^+)					
Cu^{2+}					
Ag^+		ধাতুর রাসায়নিক সক্রিয়তা ক্রমান্বয়ে কমছে। $M \rightarrow M^{n+} + ne^-$			
Au^{3+}					
			NO_3^-	চার্জমুক্ত হওয়ার প্রবণতা নিচের দিকের আয়নের ক্রমান্বয়ে বাড়ছে।	$NO_3^- \rightarrow NO_2 + \frac{1}{2}O_2 + e$
			SO_4^{2-}		$SO_4^{2-} \rightarrow SO_2 + O_2 + 2e$
			Cl^-		$Cl^- \rightarrow \frac{1}{2}Cl_2 + e$
			Br^-		$Br^- \rightarrow \frac{1}{2}Br_2 + e$
			I^-		$I^- \rightarrow \frac{1}{2}I_2 + e$
			OH^-		$2OH^- \rightarrow H_2O + \frac{1}{2}O_2 + 2e^-$

ব্যাখ্যা : কোনো তড়িৎ বিশ্লেষ্য দ্রবণে Na^+ ও K^+ আয়ন উপস্থিত থাকলে তড়িৎ বিশ্লেষণের সময় প্রথমে Na^+ ক্যাথোড থেকে ইলেকট্রন গ্রহণ করে চার্জমুক্ত হবে। দ্রবণের সমস্ত Na^+ চার্জমুক্ত হওয়ার পর K^+ আয়নের চার্জমুক্ত হওয়ার সুযোগ হবে। কারণ তড়িৎ রাসায়নিক সারিতে Na^+ এর স্থান K^+ এর নিচে।

$$Na^+ + e^- \longrightarrow Na; \quad K^+ + e^- \rightarrow K$$

অনুরূপভাবে দ্রবণে Cl^- আয়ন ও I^- আয়ন থাকলে তড়িৎ বিশ্লেষণের সময় প্রথমে I^- আয়ন অ্যানোডে ইলেকট্রন ত্যাগ করে চার্জমুক্ত হবে। এরূপে সব I^- আয়ন চার্জমুক্ত হওয়ার পর Cl^- আয়নের চার্জমুক্ত হওয়ার সুযোগ হবে।

$$2I^- \longrightarrow I_2 + 2e^-; \quad 2Cl^- \longrightarrow Cl_2 + 2e^-$$

২। **সমধর্মী আয়নের ঘনমাত্রার প্রভাব** : আবার তড়িৎ রাসায়নিক সারিতে কোন আয়নের অবস্থানের অগ্রাধিকারের চেয়ে ঐ আয়নের ঘনমাত্রার প্রভাব বেশি কার্যকরী হয়। যেমন, 0.1M NaCl এর জলীয় দ্রবণে ঋণাত্মক আয়ন OH^- এর ঘনমাত্রা থাকে 10^{-7} মোল L^{-1} এবং Cl^-এর ঘনমাত্রা থাকে 0.1 মোল L^{-1} অর্থাৎ Cl^- এর ঘনমাত্রা OH^- এর ঘনমাত্রার

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

চেয়ে 10^6 গুণ বেশি। তড়িৎ রাসায়নিক সারিতে OH^- আয়নের অবস্থান Cl^- আয়নের নিচে হওয়ায় OH^- আয়ন আগে চার্জমুক্ত হওয়া উচিত; কিন্তু ঘনমাত্রা বেশি থাকায় Cl^- আয়ন আগে চার্জমুক্ত হয়ে থাকে। একই নিয়মে $PbCl_2$ এর জলীয় দ্রবণে Pb^{2+} আয়নের ঘনমাত্রা H_3O^+ আয়নের ঘনমাত্রার চেয়ে অনেক বেশি থাকায় তড়িৎ বিশ্লেষণের সময় H_3O^+ এর পরিবর্তে Pb^{2+} আয়ন ক্যাথোডে চার্জমুক্ত হয়।

৩। তড়িৎদ্বারের প্রকৃতি : তড়িৎকোষে ব্যবহৃত তড়িৎদ্বারের প্রকৃতি অনেক সময় তড়িৎ রাসায়নিক সারির অগ্রাধিকার নিয়মের ব্যতিক্রম ঘটায়। যেমন, NaCl এর জলীয় দ্রবণে (দুটি ধনাত্মক আয়ন H^+ ও Na^+ থাকে) প্লাটিনাম তড়িৎদ্বার ব্যবহার করে তড়িৎ বিশ্লেষণ ঘটালে ক্যাথোডে তড়িৎ রাসায়নিক সারির অগ্রাধিকার মতে H^+ আয়ন, চার্জমুক্ত হয়ে H_2 গ্যাস উৎপন্ন করে। কিন্তু ক্যাথোডরূপে পারদ ব্যবহৃত হলে তখন H^+ এর পরিবর্তে Na^+ আয়ন আগে চার্জমুক্ত হয়। কারণ এক্ষেত্রে Na^+ আয়ন পারদের সাথে মিশে গিয়ে পারদ সংকর Hg.Na তৈরি করে; ফলে Na^+ আয়নের বিজারিত হওয়ার প্রবণতা বেড়ে যায়।

শিক্ষার্থীর কাজ-৪.৫: তড়িৎ রাসায়নিক সিরিজভিত্তিক সমস্যা :

প্রশ্ন- ৪.৭ : নিচের প্রশ্নগুলো অনুধাবন করে উত্তর দাও।

(ক) কোনো দ্রবণে Fe^{2+} ও Al^{3+} আয়ন আছে। এ দ্রবণে বিদ্যুৎ চালনা করলে কোন আয়নটি প্রথমে ক্যাথোডে ইলেকট্রন গ্রহণ করে চার্জ মুক্ত হবে? ব্যাখ্যা কর।

(খ) কোনো দ্রবণে Zn^{2+} ও Cu^{2+} আয়ন আছে। ঐ দ্রবণে বিদ্যুৎ চালনা করলে কোন আয়নটি আগে চার্জ মুক্ত হবে ব্যাখ্যা কর।

(গ) কোনো জলীয় দ্রবণে Cl^- ও I^- আয়ন আছে। বিদ্যুৎ চালনা করলে কোন আয়নটি অ্যানোডে আগে চার্জমুক্ত হবে?

(ঘ) 0.1 M NaCl এর জলীয় দ্রবণে Cl^- ও OH^- আয়ন দুটিই থাকে। বিদ্যুৎ বিশ্লেষণ কালে কোন আয়নটি আগে চার্জমুক্ত হবে তা ব্যাখ্যা কর।

(ঙ) $PbCl_2$ এর লঘু দ্রবণে Pb^{2+} আয়ন ও H^+ আয়ন উভয়ই থাকে। বিদ্যুৎ বিশ্লেষণের ফলে কোন আয়নটি আগে চার্জ মুক্ত হবে তা ব্যাখ্যা কর।

(চ) গাঢ় NaCl এর দ্রবণ বা ব্রাইনের তড়িৎ বিশ্লেষণের বিক্রিয়াগুলো লেখ। এক্ষেত্রে ক্যাথোডটি মারকারি (Hg) ও অ্যানোডটি লোহার তৈরি।

৪.৪.৫ শিল্পক্ষেত্রে তড়িৎ বিশ্লেষণের ব্যবহার

Uses of Electrolysis in Industry

শিল্পক্ষেত্রে তড়িৎ বিশ্লেষণের ব্যাপক ব্যবহার আছে; বিশেষ করে তড়িৎ বিশ্লেষণের মাধ্যমে বিভিন্ন ধাতুর নিষ্কাশন, ধাতুর বিশুদ্ধকরণ, বিভিন্ন যৌগ উৎপাদন এবং ইলেকট্রোপ্লেটিং ইত্যাদি উল্লেখযোগ্য। নিম্নে শিল্পক্ষেত্রে তড়িৎ বিশ্লেষণের কিছু ব্যবহার উল্লেখ করা হলো :

১। ডাউন পদ্ধতিতে গলিত NaCl এর তড়িৎ বিশ্লেষণে সোডিয়াম ধাতু নিষ্কাশন।

২। মারকারি ক্যাথোড সেলে NaCl এর জলীয় দ্রবণের তড়িৎ বিশ্লেষণে কস্টিক সোডা NaOH, H_2, ক্লোরিন উৎপাদন।

৩। NaCl এর জলীয় দ্রবণের তড়িৎ বিশ্লেষণে সোডিয়াম ক্লোরেট (I), NaClO উৎপাদন।

৪। গলিত $CaCl_2$ ও গলিত $MgCl_2$ এর তড়িৎ বিশ্লেষণে যথাক্রমে Ca ধাতু ও Mg ধাতু নিষ্কাশন।

৫। বিশুদ্ধ বক্সাইট বা অ্যালুমিনা (Al_2O_3) এর তড়িৎ বিশ্লেষণে অ্যালুমিনিয়াম ধাতু নিষ্কাশন।

৬। তড়িৎ-বিশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় ইলেকট্রোপ্লেটিং বা তড়িৎ প্রলেপন পদ্ধতিতে বিভিন্ন ধাতুর উপর নিকেল ও ক্রোমিয়ামের প্রলেপ দেয়া হয়।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

৪.৫ ধাতুর সক্রিয়তা সিরিজ

Reactivity Series of Metals

আমরা জানি ধাতুসমূহ বিক্রিয়াকালে ইলেকট্রন ত্যাগ করে ধনাত্মক আয়নে জারিত হয়। আবার ধনাত্মক আয়ন অবস্থাভেদে ইলেকট্রন গ্রহণ করে বিজারিত হয়ে ধাতুর পরমাণুতে পরিণত হতে পারে। এ ধাতব আয়নের বিজারিত হওয়ার প্রবণতা ধাতুর সক্রিয়তার ওপর নির্ভর করে।

*** একক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া :** জারণ-বিজারণ বিক্রিয়া বা রিডক্স বিক্রিয়াসমূহ হলো **একক-প্রতিস্থাপন** (Single-displacement) বিক্রিয়া। ধাতুর সক্রিয়তা একক-প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া দ্বারা পানি ও এসিড থেকে H-প্রতিস্থাপন সহযোগে প্রমাণিত হয়। এছাড়া অধিক সক্রিয় ধাতু লবণের দ্রবণে আয়নকে প্রতিস্থাপন করে।

ধাতু দ্বারা পানি অথবা এসিডের H এর একক প্রতিস্থাপন : অত্যধিক সক্রিয় গ্রুপ IA (1) ধাতুসমূহ এবং গ্রুপ 2A (2) এর Ca, Sr ও Ba ধাতু প্রবল বিক্রিয়াসহকারে পানি থেকে H_2 প্রতিস্থাপন করতে পারে। যেমন,

$$2\overset{0}{Li}\,(s) + 2\overset{+1\ -2\ +1}{H-O-H}\,(l) \xrightarrow{\leq 25^\circ C} 2\overset{+1\ -2\ +1}{Li\,O-H}\,(aq) + \overset{0}{H_2}\,(g)$$

কম সক্রিয় ধাতু Al ও Zn এর বেলায় বিক্রিয়ার গতি বৃদ্ধির জন্য তাপ শক্তি দরকার হয়; তাই এরা স্টিমের সাথে বিক্রিয়ায় H_2 প্রতিস্থাপন করে।

$$2\overset{0}{Al}\,(s) + 6\overset{+1\ -2\ +1}{H-O-H}\,(l) \xrightarrow{\leq 100^\circ C} 2\overset{+3\ \ -2\ +1}{Al\,(O-H)_3}\,(s) + 3\overset{0}{H_2}\,(g)$$

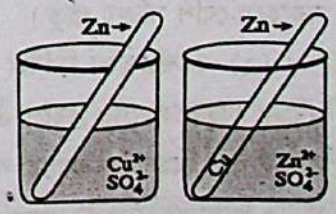
এদের চেয়ে কম সক্রিয় ধাতু যেমন নিকেল ও টিন (Sn) স্টিমের সাথেও বিক্রিয়া করে না; লঘু এসিড দ্রবণের সাথে এরা বিক্রিয়া করে। কারণ পানির চেয়ে এসিডের দ্রবণে H^+ আয়নের ঘনমাত্রা বেশি থাকে।

$$\overset{0}{Ni}\,(s) + 2\overset{+1}{H^+}\,(aq) \longrightarrow \overset{+2}{Ni^{2+}}\,(aq) + \overset{0}{H_2}\,(g)$$

সবচেয়ে কম সক্রিয় ধাতু সিলভার ও গোল্ড কোনো অবস্থায় পানি ও এসিড থেকে H_2 প্রতিস্থাপন করতে পারে না। লক্ষণীয় এ সব বিক্রিয়ায় ধাতু হলো বিজারক (ধাতুর O.N. বিক্রিয়া শেষে বেড়েছে) এবং পানি ও এসিডের H^+ আয়ন হলো জারক (বিক্রিয়া শেষে এদের O.N. কমেছে)।

*** অধিক সক্রিয় ধাতু দ্বারা দ্রবণে অন্য ধাতব আয়নকে প্রতিস্থাপন :**

এক্ষেত্রে সরাসরি পরীক্ষার মাধ্যমে ধাতুর সক্রিয়তা তুলনা করা যায়। যেমন হালকা নীল বর্ণের কপার (II) সালফেটের দ্রবণে জিঙ্ক ধাতুর দণ্ড রেখে দাও। কিছু সময় পর দেখা যাবে নীল দ্রবণটির বর্ণ আরো হালকা হয়ে যাচ্ছে এবং জিঙ্ক দণ্ডের ওপর লালচে কপার গুঁড়া জমা হচ্ছে।



চিত্র-৪.৮ : ধাতুর সক্রিয়তা পরীক্ষা

$$Cu^{2+}\,(aq) + SO_4^{2-}\,(aq) + \overset{0}{Zn}\,(s) \longrightarrow \overset{0}{Cu}\,(s) + Zn^{2+}\,(aq) + SO_4^{2-}\,(aq)$$

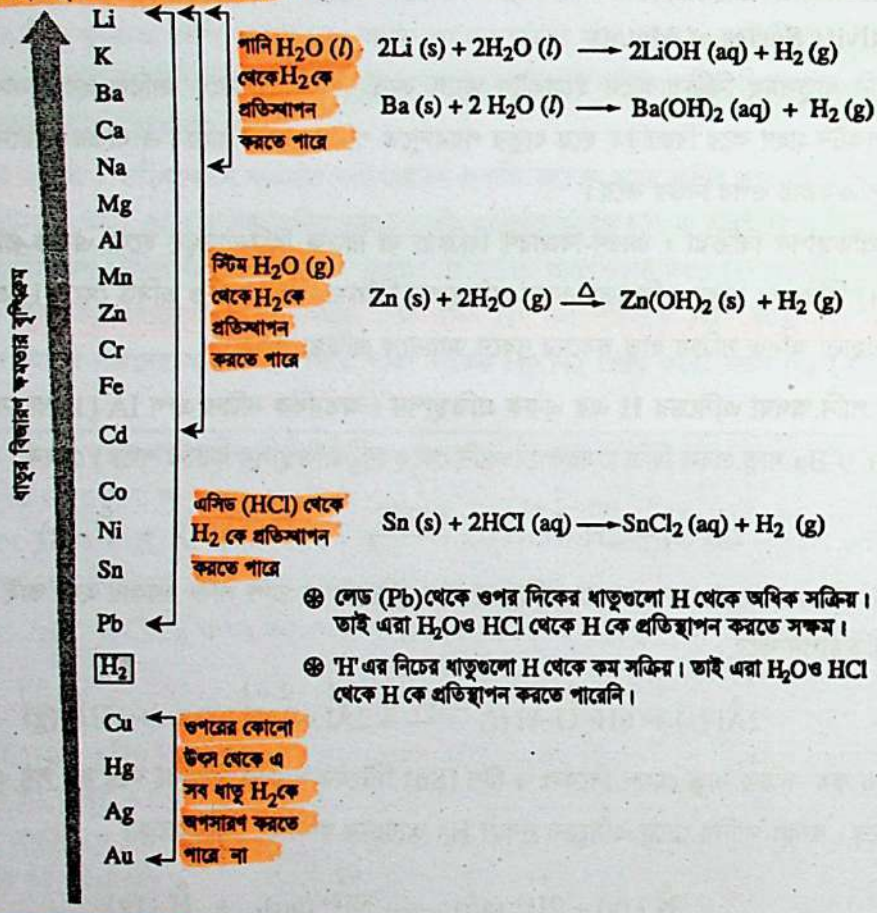
সংজ্ঞা : একক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার মাধ্যমে ধাতুসমূহের সক্রিয়তার তুলনামূলক সারি রসায়নবিদেরা তৈরি করেছেন; ধাতুসমূহের এ সারিকে ধাতুর সক্রিয়তা সিরিজ বলা হয়। এ সারিতে সবচেয়ে অধিক সক্রিয় ধাতুটিকে ওপরে এবং সবচেয়ে কম সক্রিয় ধাতুকে সারির নিচে স্থান দেয়া হয়েছে।

যেমন—

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সারণি-৪.৩ : ধাতুসমূহের সক্রিয়তা সিরিজ



⊛ লেড (Pb) থেকে ওপর দিকের ধাতুগুলো H থেকে অধিক সক্রিয়। তাই এরা H_2O ও HCl থেকে H কে প্রতিস্থাপন করতে সক্ষম।

⊛ 'H' এর নিচের ধাতুগুলো H থেকে কম সক্রিয়। তাই এরা H_2O ও HCl থেকে H কে প্রতিস্থাপন করতে পারেনি।

ধাতুর সক্রিয়তা সিরিজের গুরুত্ব :

(১) ধাতুর সক্রিয়তা সিরিজে বিভিন্ন ধাতুর রাসায়নিক সক্রিয়তার একটি ক্রম দেখানো হয়েছে। এ সিরিজে কোনো ধাতুর অবস্থান যতো ওপরে তার সক্রিয়তা নিচের ধাতুগুলোর চেয়ে ততো বেশি। যেমন প্রদত্ত সক্রিয়তা সিরিজে Li হলো সবচেয়ে বেশি সক্রিয় ধাতু।

(২) এ সক্রিয়তা সিরিজ থেকে জানা যায়, ওপরে স্থান প্রাপ্ত অধিক সক্রিয় ধাতুটি সিরিজে এর নিচে অবস্থিত কম সক্রিয় ধাতুর লবণের দ্রবণে ঐ কম সক্রিয় ধাতুর আয়নকে একক প্রতিস্থাপিত করতে পারে। অর্থাৎ ঐ আয়নকে বেশি সক্রিয় ধাতু বিজারিত করতে পারে। যেমন, Mg ধাতু দ্বারা $ZnSO_4$ লবণের Zn^{2+} আয়নকে, Zn ধাতু দ্বারা $FeSO_4$ এর Fe^{2+} আয়নকে এবং Fe দ্বারা $CuSO_4$ এর Cu^{2+} আয়নকে বিজারিত করতে পারে।

$ZnSO_4\ (aq) \rightarrow Zn^{2+}\ (aq) + SO_4^{2-}\ (aq)$	$FeSO_4\ (aq) \rightarrow Fe^{2+}\ (aq) + SO_4^{2-}\ (aq)$
$Mg\ (s) + Zn^{2+}\ (aq) \rightarrow Mg^{2+}\ (aq) + Zn\ (s)$	$Zn\ (s) + Fe^{2+}\ (aq) \rightarrow Zn^{2+}\ (aq) + Fe\ (s)$
$\therefore Mg\ (s) + ZnSO_4\ (aq) \rightarrow MgSO_4\ (aq) + Zn\ (s)$	$\therefore Zn\ (s) + FeSO_4\ (aq) \rightarrow ZnSO_4\ (aq) + Fe\ (s)$

(৩) ধাতুর সক্রিয়তা সিরিজ থেকে সবল বিজারক ও দুর্বল বিজারক চিহ্নিত করা যায়। সিরিজের ওপরে অবস্থিত ধাতু সবল বিজারক এবং এদের ক্যাটায়ন সুস্থিত এবং দুর্বল জারক হয়। সিরিজের নিচে অবস্থিত ধাতু দুর্বল বিজারক এবং

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

এদের ক্যাটায়ন অপেক্ষাকৃত কম স্থায়ী এবং সবল জারক হয়। এরা ইলেকট্রন গ্রহণ করে সহজে ধাতুতে পরিণত হয়। যেমন, Cu ধাতু কম সক্রিয় ধাতু, কিন্তু Cu^{2+} আয়ন সবল জারকরূপে KI দ্রবণ থেকে আয়োডিন মুক্ত করে।

$$Cu^{2+}(aq) + 2KI(aq) \longrightarrow Cu(s) + I_2(aq) + 2K^+(aq)$$

(৪) সক্রিয়তা সিরিজ তড়িৎ কোষে ক্যাথোড ও অ্যানোড নির্ধারণে ভূমিকা রাখে। অধিক সক্রিয় ধাতুটি অ্যানোড ও কম সক্রিয় ধাতুটি ক্যাথোডরূপে ব্যবহৃত হয়।

(৫) ধাতুর সক্রিয়তা সিরিজে H এর ওপরে অবস্থিত ধাতুগুলো সাধারণ এসিড যেমন লঘু HCl এসিডের H পরমাণুকে একক প্রতিস্থাপিত বা H^+ আয়নকে বিজারিত করতে পারে। কিন্তু সিরিজে H এর নিচে অবস্থিত ধাতুগুলোর সাথে HCl কোনো বিক্রিয়া করে না অর্থাৎ H^+ আয়নকে বিজারিত করে না।

(৬) সক্রিয়তা সিরিজে H এর নিচে অবস্থিত ধাতুগুলো যেমন, Cu, Ag, Au ইত্যাদি HCl এসিডের সাথে বিক্রিয়া না করলেও এরা জারণধর্মী এসিড যেমন, HNO_3 এর সাথে রিডক্স বিক্রিয়া দ্বারা আক্রান্ত হয়। নিচে তা দেখানো হলো।

জেনে নাও :

(১) Cu, Hg, Ag ধাতু জারণধর্মী লঘু নাইট্রিক এসিডে দ্রবীভূত হয়ে নাইট্রেট লবণ, NO গ্যাস ও পানি উৎপন্ন করে।

$$3Cu + 8HNO_3 \longrightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$$
$$3Hg + 8HNO_3 \longrightarrow 3Hg(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$$
$$3Ag + 4HNO_3 \longrightarrow 3AgNO_3 + NO + 2H_2O$$

(২) রাজঅম্ল বা 1mol গাঢ় HNO_3 এসিড ও 3 mol গাঢ় HCl এসিডের মিশ্রণে স্বর্ণ (Au) দ্রবীভূত হয়ে ক্লোরো অরিক এসিড ($HAuCl_4$) উৎপন্ন করে। স্বর্ণের সাথে জায়মান Cl-পরমাণু যুক্ত হয়ে প্রথমে অরিক ক্লোরাইড ($AuCl_3$) উৎপন্ন করে এবং পরে HCl এর সাথে যুক্ত হয়ে ক্লোরো অরিক এসিড ($HAuCl_4$) তৈরি করে।

$$3HCl + HNO_3 \longrightarrow 2H_2O + \underset{\text{নাইট্রোসিল ক্লোরাইড}}{NOCl} + 2[Cl] \ldots\ldots \times 3$$

$$2Au + 6[Cl] \longrightarrow 2AuCl_3$$
$$2AuCl_3 + 2HCl \longrightarrow 2HAuCl_4$$

৪.৬। ধাতুর তুলনামূলক সক্রিয়তা পরীক্ষা

Comparative Reactivity Tests of Metals

অনুচ্ছেদ-৪.৫ এর আলোচনা থেকে আমরা জেনেছি, ধাতুর তুলনামূলক সক্রিয়তা জানার জন্য ধাতুসমূহের সাথে বিভিন্ন তাপীয় অবস্থায় পানির বিক্রিয়া এবং HCl এসিডের সাথে ধাতুসমূহের বিক্রিয়া ব্যবহার করা যায়। এক্ষেত্রে পানি ও HCl এসিডের H^+ আয়ন ধাতু দ্বারা বিজারিত হয়। এছাড়া অধিক সক্রিয় ধাতু দ্বারা দ্রবণে কম সক্রিয় ধাতুর আয়ন বিজারিত হওয়ার প্রবণতা থেকে সক্রিয়তার তুলনা করা যায়।

শিক্ষার্থীর কাজ : ব্যবহারিক (Practical)

সময় : ১ পিরিয়ড

পরীক্ষা নং : ১৫

তারিখ : .....

পরীক্ষার নাম : ধাতুর তুলনামূলক সক্রিয়তা পরীক্ষা

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

মূলনীতি : কম সক্রিয় ধাতুর লবণের দ্রবণে অধিক সক্রিয় ধাতু ডুবালে কম সক্রিয় ধাতুর ধনাত্মক আয়ন অধিক সক্রিয় ধাতু দ্বারা বিজারিত হয়ে ধাতুর পরমাণুতে পরিণত হয়। অধিক সক্রিয় ধাতুর পরমাণু জারিত হয়ে ধনাত্মক আয়নরূপে দ্রবণে দ্রবীভূত থাকে।

প্রয়োজনীয় রাসায়নিক পদার্থ : (১) Zn ধাতুর পাত, (২) $ZnSO_4$ দ্রবণ, (৩) Cu ধাতুর পাত, (৪) $CuSO_4$ দ্রবণ।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি : (১) বিকার-২টি।

কাজের ধারা : (১) নিচের চিত্র-৪.৯(ক) মতে ১টি বিকারে $CuSO_4$ দ্রবণ নিয়ে এতে Zn ধাতুর পাত ডুবাও এবং কিছুক্ষণ রেখে দাও।

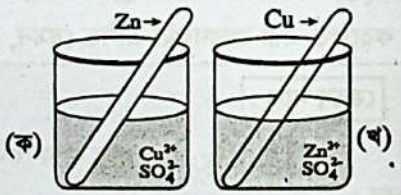
(২) দ্বিতীয় বিকারটিতে $ZnSO_4$ দ্রবণ নিয়ে Cu ধাতুর পাত ডুবাও এবং কিছুক্ষণ রেখে দাও; (চিত্র-৪.৯(খ)।

(৩) দশ মিনিট পর প্রথম বিকারে (ক), দেখতে পাবে $CuSO_4$ দ্রবণের নীল বর্ণ হালকা নীল হয়েছে এবং জিঙ্ক পাতটি কালো হয়েছে। এর কারণ জিঙ্ক পাতের ওপর সূক্ষ্ম কপার কণা জমা হয়েছে। বিক্রিয়াটি হলো : Zn পরমাণু দ্বারা Cu^{2+} আয়নের বিজারণ।

$$Zn\ (s) + Cu^{2+}\ (aq) \longrightarrow Zn^{2+}\ (aq) + Cu\ (s)$$

(৪) অপরদিকে দ্বিতীয় বিকারে (খ), কপার পাতটি অপরিবর্তিত রয়েছে অর্থাৎ Cu পরমাণু Zn^{2+} আয়নকে বিজারিত করতে পারে নি।

সিদ্ধান্ত : Zn ধাতু কপার ধাতু অপেক্ষা অধিক সক্রিয় প্রমাণিত।



চিত্র-৪.৯ : ধাতুর তুলনামূলক সক্রিয়তা পরীক্ষা

শিক্ষার্থীও কাজ-৪.৬: ধাতুর সক্রিয়তা পরীক্ষাভিত্তিক :
প্রশ্ন–৪.৮ : কপার সালফেটের নীল দ্রবণে জিঙ্ক দণ্ড ডুবলে কিছু সময় পরে দ্রবণের নীল বর্ণ ক্রমশ হালকা হতে থাকে এর কারণ ব্যাখ্যা কর।
উত্তর : উপরোক্ত কাজের ধারায় (৩) ও (৪) নং দেখো।

৪.৭ জারণ অর্ধ-বিক্রিয়া ও বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়া

Oxidation Half reaction and Reduction Half reaction

প্রতিটি জারণ-বিজারণ বা রিডক্স বিক্রিয়া দুটি অংশে বিভক্ত। একটি অংশে বিজারকের ইলেকট্রন ত্যাগ ও অপর অংশে জারকের ইলেকট্রন গ্রহণ হয়ে থাকে। তাই প্রতিটি অংশকে রিডক্স বিক্রিয়ার অর্ধ-বিক্রিয়া বলে। যেমন-জারণ অর্ধ-বিক্রিয়া ও বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়া।

জারণ অর্ধ-বিক্রিয়া : রিডক্স বিক্রিয়ায় বিজারক যে ইলেকট্রন ত্যাগ করে জারক পদার্থ তা গ্রহণ করে থাকে। বিজারক ইলেকট্রন ত্যাগ করে জারিত হয়। এতে বিজারকের সংশ্লিষ্ট পরমাণুর O.N বৃদ্ধি পায়। একে জারণ অর্ধবিক্রিয়া বলে।

বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়া : রিডক্স বিক্রিয়ায় জারক কর্তৃক ইলেকট্রন গ্রহণের ফলে এর সংশ্লিষ্ট মৌলের পরমাণুটি বিজারিত হয়। এতে জারকের সংশ্লিষ্ট পরমাণুর O.N হ্রাস পায়, একে বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়া বলে। যেমন–

বিকারে নেয়া $CuSO_4$ দ্রবণে জিঙ্ক ধাতুর পাত ডুবালে তখন জিঙ্ক (Zn) ধাতু ও Cu^{2+} (aq) আয়ন এর মধ্যে ইলেকট্রন আদান-প্রদানের মাধ্যমে বিক্রিয়া ঘটে এবং প্রমাণিত হয় Zn ধাতুর সক্রিয়তা Cu ধাতুর সক্রিয়তার চেয়ে বেশি। এটি একটি রিডক্স বিক্রিয়া ; অর্ধ-বিক্রিয়ার সাহায্যে বিক্রিয়াটি নিম্নরূপে লেখা যায়।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

$Zn\ (s) \longrightarrow Zn^{2+}\ (aq) + 2e^-$ ..... [জারণ অর্ধ-বিক্রিয়া]

$Cu^{2+}\ (aq) + 2e^- \longrightarrow Cu\ (s)$ ..... [বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়া]

উভয় বিক্রিয়া থেকে বোঝা যায়, এক্ষেত্রে ইলেকট্রনের আদান প্রদান ঘটেছে। এটি একটি স্বতঃস্ফূর্ত রিডক্স বিক্রিয়া। এ স্বতঃস্ফূর্ত রিডক্স বিক্রিয়াকে কাজে লাগিয়ে গ্যালভানিক কোষ (Galvanic Cell) বা ভোল্টার কোষ (Voltar cell) তৈরি করা সম্ভব।

রিডক্স বিক্রিয়া ও গ্যালভানিক কোষ : লক্ষ্য কর, পূর্বের চিত্র-৪.৯-এ জারক ও বিজারকের মধ্যে সংশ্লিষ্ট রিডক্স বিক্রিয়াটি (Zn/Cu^{2+}) ঘটেছে একই বিকারে এবং দ্রবণের মাধ্যমে। তাই ঐ ক্ষেত্রে বিদ্যুৎ উৎপন্ন করা সম্ভব নয়। কিন্তু রিডক্স বিক্রিয়ার দুটি অর্ধ-বিক্রিয়াকে পৃথক পাত্রে সংঘটিত করে বাহ্যিক পরিবাহী তার দ্বারা যুক্ত করলে, তখনই পরিবাহীর মাধ্যমে ইলেকট্রনের প্রবাহ বিজারক (Zn) থেকে জারক (Cu^{2+}) এর দিকে ঘটবে। এরূপে ইলেকট্রন প্রবাহই গ্যালভানিক কোষে রাসায়নিক শক্তিকে বিদ্যুৎ শক্তিতে রূপান্তর করা হয়। তখন উপরোক্ত দুটি অর্ধ-বিক্রিয়া দুটি পৃথক পাত্রে সংঘটিত করা হয় এবং এদেরকে জারণ অর্ধকোষ ও বিজারণ অর্ধকোষ বলা হয়।

জারণ-অর্ধকোষ ও বিজারণ-অর্ধকোষ :

যে পাত্রে জারণ অর্ধ-বিক্রিয়া ঘটে, এটিকে জারণ অর্ধ-কোষ বলে এবং যে পাত্রে বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়া ঘটে, সেটিকে বিজারণ অর্ধকোষ বলে। প্রতিটি অর্ধকোষে তড়িদ্বার (electrode) রূপে ধাতব দণ্ডকে ঐ ধাতুর লবণের দ্রবণ (1M দ্রবণ) বা তড়িৎ বিশ্লেষ্যে (electrolyte-এ) ডুবিয়ে রাখা হয়। দুই অর্ধকোষ (half-cell)-কে লবণ সেতু (salt-bridge) দ্বারা যুক্ত করা হয়। তখন পূর্ণ তড়িৎ কোষ সৃষ্টি হয়।

লবণ সেতু : তড়িৎ কোষে ব্যবহৃত লবণ সেতু হলো KCl বা KNO_3 বা NH_4NO_3 বা Na_2SO_4 এর 0.1M ঘনমাত্রার দ্রবণ ভর্তি উল্টানো U-আকৃতির কাচনল। এটির দু'মুখে তুলা ভর্তি থাকে। লবণ সেতুর দু'বাহু বা দু'প্রান্ত দুটি অর্ধকোষে ডুবানো থাকে। (চিত্র-৪.১০)

লবণ সেতুর বৈশিষ্ট্য : (১) লবণ সেতুতে ব্যবহৃত তড়িৎ বিশ্লেষ্যের ক্যাটায়ন ও অ্যানায়নের গতিবেগ সমান বা প্রায় সমান হয়ে থাকে।

(২) তড়িৎ বিশ্লেষ্যটি তড়িৎ কোষের দ্রবণ দুটির সাথে কোনো বিক্রিয়া করবে না।

(৩) তড়িৎ বিশ্লেষ্যের আয়ন দুটি অ্যানোডে ও ক্যাথোডে জারিত বা বিজারিত হবে না।

লবণ সেতুর ভূমিকা : লবণ সেতুর নিম্নোক্ত ভূমিকা রয়েছে।

(১) দুটি অর্ধকোষের পরোক্ষ সংযোগকারীরূপে লবণ সেতু ভূমিকা রাখে।

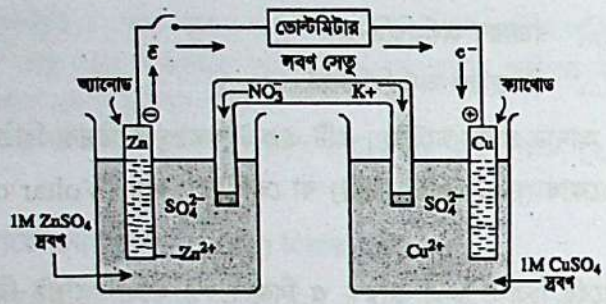
(২) লবণ সেতু কোষের বর্তনী পূর্ণ করে এবং (৩) উভয় অর্ধকোষে বৈদ্যুতিক চার্জের নিরপেক্ষতা বজায় রাখে।

লবণ সেতু প্রস্তুত পদ্ধতি : ক্যাটায়ন ও অ্যানায়নের গতিবেগ প্রায় সমান এরূপ কোনো উপযুক্ত তড়িৎ বিশ্লেষ্য যেমন KCl, KNO_3, NH_4NO_3 বা Na_2SO_4 এর 0.1M জলীয় দ্রবণে সামান্য জিলেটিন অথবা সামুদ্রিক শৈবাল থেকে তৈরি আঠালো অ্যাগার-অ্যাগর (agar-agar) মিশিয়ে উত্তপ্ত করা হয়। পরে দ্রবণটিকে U আকৃতির কাচের নলের মধ্যে নিয়ে শীতল করলে দ্রবণটি জেলির মতো জমে যায়। U নলের মুখ দুটিকে তুলো বা গ্লাসউল দ্বারা বন্ধ করে রাখা হয়। এটিই হলো লবণ সেতু।

কোষ বিভব বা তড়িৎ কোষে বিদ্যুৎ প্রবাহ সৃষ্টি : জারণ অর্ধকোষ বা অ্যানোডকে বাহ্যিক বর্তনীরূপে কপার তার ও ভোল্টমিটারসহ বিজারণ অর্ধকোষ বা ক্যাথোডের সাথে সুইচের মাধ্যমে যুক্ত করলে উভয় তড়িৎদ্বারের বিভব পার্থক্যের কারণে বিদ্যুৎ প্রবাহ ভোল্টমিটারে 1.1V রেকর্ড হয়। এটিই হলো বিদ্যুৎ প্রবাহ সৃষ্টিকারী গ্যালভানিক কোষ।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com



চিত্র-৪.১০ : গ্যালভানিক কোষ (ডেনিয়েল কোষ)।

চিত্র-৪.১১ : জিঙ্ক-কপার কোষ।

গ্যালভানিক তড়িৎ কোষে নিম্নরূপ অর্ধবিক্রিয়া দুটি ঘটে :

অ্যানোডে জারণ অর্ধ-বিক্রিয়া : $Zn(s) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-$

ক্যাথোডে বিজারণ অর্ধবিক্রিয়া : $Cu^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Cu(s)$

কোষ বিক্রিয়া : $Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$ $\quad E^\circ = 1.1V$

কোষ বিভব : কোষের অ্যানোডের জারণ বিভব ও ক্যাথোডের বিজারণ বিভবের সমষ্টি হলো কোষ বিভব বা কোষটির তড়িচ্চালক বল বা কোষের (electro motive force বা, emf)। ভোল্টমিটারে রেকর্ডকৃত প্রমাণ অবস্থায় কোষটির emf = 1.10V.

তড়িৎ কোষের emf কে অর্থাৎ E_{cell} কে নিম্নরূপে লেখা হয়।

$$\therefore E^o_{cell} = E^o_{anode(ox)} + E^o_{cathode(red)}$$
$$= E^o_{anode(ox)} - E^o_{cathode(ox)}$$
$$= E^o_{cathode(red)} - E^o_{anode(red)}$$

এক্ষেত্রে $E^o_{anode(ox)}$ = অ্যানোডের জারণ বিভব

$E^o_{cathode(ox)}$ = ক্যাথোডের জারণ বিভব

$E^o_{anode(red)}$ = অ্যানোডের বিজারণ বিভব

$E^o_{cathode(red)}$ = ক্যাথোডের বিজারণ বিভব

যেমন সারণি-৪.৩ এ দেয়া প্রমাণ তড়িৎদ্বারের বিজারণ বিভব মতে, জিঙ্ক-কপার কোষটির emf হবে :

$$E^o_{cell} = E^o_{cathode} - E^o_{anode} = [0.34 - (-0.76)]\ V = (0.34 + 0.76)\ V = 1.10\ V$$

MCQ-4.13 : নিচের বক্তব্য মনোযোগ সহকারে পড়। লবণ সেতুর তিনটি ভূমিকা হলো নিম্নরূপ:
(i) গ্যালভানিক কোষের বর্তনী পূর্ণ করা, (ii) উভয় অর্ধকোষে ধনাত্মক আয়ন সংখ্যা সমান রাখা,
(iii) উভয় অর্ধকোষে বৈদ্যুতিক চার্জের নিরপেক্ষতা বজায় রাখা।
নিচের কোনটি সঠিক?
(ক) i ও ii (খ) ii ও iii (গ) i ও iii (ঘ) i, ii ও iii

৪.৭.১ তড়িৎদ্বার ও তড়িৎ কোষ লেখার সাংকেতিক চিহ্ন ও রীতি

Notations and Conventions of Writing Electrodes and Cells

(১) তড়িৎদ্বার ও তড়িৎ বিশ্লেষ্যের সংস্পর্শ তলের স্থানটিকে একটি খাড়া রেখা বা তির্যক রেখা দ্বারা বা কমা দ্বারা প্রকাশ করে তড়িৎদ্বারের সংকেত লেখা হয়। যেমন :

$Zn(s) \mid Zn^{2+}(aq)$ বা, $Zn(s)/Zn^{2+}(aq)$ বা, $Zn(s), Zn^{2+}(aq)$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

(২) অর্ধকোষকে প্রথমে তড়িৎদ্বার ও পরে তড়িৎ বিশ্লেষ্যরূপে লিখলে এক্ষেত্রে জারণ ক্রিয়া ঘটে বোঝায় এবং এটিকে জারণ অর্ধকোষ বলে। কিন্তু প্রথমে তড়িৎ বিশ্লেষ্য ও পরে তড়িৎদ্বার হিসেবে লিখলে তখন বিজারণ ক্রিয়া ঘটে বোঝায় এটিকে বিজারণ অর্ধকোষ বলে। যেমন,

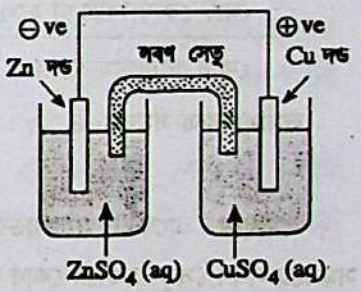
জারণ অর্ধকোষ : $Zn\,(s)/Zn^{2+}\,(aq)$; $Zn\,(s) \longrightarrow Zn^{2+}\,(aq) + 2e^-$ (জারণ)

বিজারণ অর্ধকোষ : $Cu^{2+}\,(aq)/Cu\,(s)$; $Cu^{2+}\,(aq) + 2e^- \longrightarrow Cu\,(s)$ (বিজারণ)

(৩) জারণ-বিজারণ তড়িৎদ্বারে অথবা গ্যাসবিশিষ্ট তড়িৎদ্বারে যেখানে নিষ্ক্রিয় ধাতুকে যেমন, Pt, Au ইত্যাদিকে বৈদ্যুতিক সংযোগের জন্য ব্যবহার করা হয়, সে ক্ষেত্রেও বিধি (১) ও (২) ব্যবহৃত হয়। যেমন,

$Pt, H_2\,(g)/H^+\,(aq)$;	$\frac{1}{2}H_2\,(g)$	$\longrightarrow H^+\,(aq) + e^-$	(জারণ)
$Pt.\ Fe^{2+}\,(aq)/Fe^{3+}\,(aq)$,	$Fe^{2+}\,(aq)$	$\longrightarrow Fe^{3+}\,(aq) + e^-$	(জারণ)
$Fe^{3+}\,(aq)/Fe^{2+}\,(aq), Pt$	$Fe^{3+}\,(aq) + e^-$	$\longrightarrow Fe^{2+}\,(aq)$	(বিজারণ)

(৪) কোষ সংকেত : দুটি অর্ধকোষ বা তড়িৎদ্বার দ্বারা গঠিত একটি পূর্ণাঙ্গ কোষ লেখার সময় যে তড়িৎদ্বারটিতে জারণ ঘটে, তাকে বাম পাশে (অ্যানোড) এবং যে তড়িৎদ্বারটিতে বিজারণ ঘটে, তাকে ডান পাশে (ক্যাথোড) লেখা হয়। উভয় অর্ধকোষের দুটি তড়িৎ বিশ্লেষ্যকে সচ্ছিদ্র দেয়াল দ্বারা সরাসরি সংযোগ করা হলে তখন উভয়ের মধ্যবর্তী স্থানে একটি খাড়া রেখা স্থাপন করা হয়। যেমন ডেনিয়েল কোষের :



চিত্র-৪.১২ : একটি কোষ (লবণ সেতুসহ)

কোষ সংকেত বা কোষ ডায়াগ্রাম হলো নিম্নরূপ :

$$Zn\,(s)/\,ZnSO_4\,(aq)\,|\,CuSO_4\,(aq)\,/Cu\,(s)$$

এক্ষেত্রে অর্ধকোষের মধ্যবর্তী রেখাটি দ্বারা অর্ধকোষে তড়িৎ বিশ্লেষ্য দুটি সরাসরি সংস্পর্শে আছে, তা প্রকাশ পায়।

(৫) তবে উভয় অর্ধ কোষের সংযোগ সাধন যদি একটি লবণ সেতু (salt bridge) দ্বারা করা হয়, তাহলে অর্ধকোষ দুটির মাঝখানে একটি খাড়া দ্বিরেখা দিতে হয়। তখন কোষ সংকেত বা কোষ ডায়াগ্রামটি নিম্নরূপ হয়। যেমন,

$$Zn\,(s)/ZnSO_4\,(aq)\,\|\,CuSO_4\,(aq)/Cu\,(s)$$

(৬) পূর্ণকোষ বিক্রিয়া : দুটি অর্ধকোষের জারণ ও বিজারণ বিক্রিয়াকে যোগ করলে পূর্ণ কোষ বিক্রিয়া হয়। যেমন, ডেনিয়েল কোষের জারণ অর্ধকোষ ও বিজারণ অর্ধকোষ বিক্রিয়া দুটি যোগ করলে পূর্ণ কোষ বিক্রিয়ার সমীকরণ পাওয়া যায় :

জারণ অর্ধকোষ বিক্রিয়া : $Zn\,(s) \longrightarrow Zn^{2+}\,(aq) + 2e^-$

বিজারণ অর্ধকোষ বিক্রিয়া : $Cu^{2+}\,(aq) + 2e^- \longrightarrow Cu\,(s)$

যোগ করে, পূর্ণ কোষ বিক্রিয়া : $Zn\,(s) + Cu^{2+}\,(aq) \longrightarrow Zn^{2+}\,(aq) + Cu\,(s)$

কোষ বিক্রিয়া ও কোষ ডায়াগ্রাম সম্পর্কিত সমস্যা ও সমাধান

সমাধানকৃত সমস্যা-৪.১৬ : $Fe\,(s)/Fe^{2+}\,(aq)$ ও $Cu\,(s)/Cu^{2+}\,(aq)$ ইলেকট্রোড সমন্বয়ে গঠিত তড়িৎ কোষ ডায়াগ্রাম ও কোষ বিক্রিয়া লেখ।

সমাধান : এক্ষেত্রে জারণ অর্ধকোষ বিক্রিয়া হলো : $Fe\,(s) \longrightarrow Fe^{2+}\,(aq) + 2e^-$

বিজারণ অর্ধকোষ বিক্রিয়া হলো : $Cu^{2+}\,(aq) + 2e^- \longrightarrow Cu\,(s)$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

∴ মোট কোষ বিক্রিয়া হলো : $Fe\ (s) + Cu^{2+}\ (aq) \longrightarrow Fe^{2+}\ (aq) + Cu\ (s)$

∴ কোষ ডায়াগ্রাম হলো : $Fe\ (s)/Fe^{2+}\ (aq)|\ Cu^{2+}\ (aq)/Cu\ (s)$

সমাধানকৃত সমস্যা- ৪.১৭ : $Zn(s)\ /\ ZnSO_4\ (aq)|\ CuSO_4\ (aq)\ /\ Cu\ (s)$ এ কোষটির কোষ বিক্রিয়া লেখ।

সমাধান : এক্ষেত্রে জারণ অর্ধকোষ বিক্রিয়া হলো : $Zn\ (s) \longrightarrow Zn^{2+}\ (aq) + 2e^-$

বিজারণ অর্ধকোষ বিক্রিয়া হলো : $Cu^{2+}\ (aq) + 2e^- \longrightarrow Cu\ (s)$

∴ মোট কোষ বিক্রিয়া হলো : $Zn\ (s) + Cu^{2+}\ (aq) \longrightarrow Zn^{2+}\ (aq) + Cu\ (s)$

সমাধানকৃত সমস্যা–৪.১৮ : $Fe\ (s)/FeSO_4\ (aq)$ এবং $Pt,\ H_2/H_2SO_4\ (aq)$ ইলেকট্রোড সমন্বয়ে গঠিত তড়িৎ কোষের ডায়াগ্রাম ও কোষ বিক্রিয়া লেখ।

সমাধান : এক্ষেত্রে জারণ অর্ধকোষ বিক্রিয়া হলো : $Fe\ (s) \longrightarrow Fe^{2+}\ (aq) + 2e^-$

বিজারণ অর্ধকোষ বিক্রিয়া হলো : $2H^+\ (aq) + 2e^- \longrightarrow H_2\ (g)$

∴ মোট কোষ বিক্রিয়া হলো : $Fe\ (s) + 2H^+\ (aq) \longrightarrow Fe^{2+}\ (aq) + H_2\ (g)$

কোষ ডায়াগ্রাম হলো : $Fe\ (s)/FeSO_4\ (aq)\ ||\ H_2SO_4\ (aq)/H_2\ Pt.$

সমাধানকৃত সমস্যা–৪.১৯ : নিম্নোক্ত কোষ বিক্রিয়া থেকে কোষ ডায়াগ্রাম লেখ।

$$Zn\ (s) + H_2SO_4\ (aq) \longrightarrow ZnSO_4\ (aq) + H_2\ (g)$$

সমাধান : এক্ষেত্রে অ্যানোডরূপে জিঙ্ক ইলেকট্রোড $Zn\ (s)/ZnSO_4\ (aq)$ এবং ক্যাথোডরূপে হাইড্রোজেন তড়িৎদ্বার সমন্বয়ে লবণ সেতুসহকারে কোষ ডায়াগ্রাম হলো :

$$Zn\ (s)\ /\ ZnSO_4(aq)\ ||\ H_2SO_4\ (aq)\ /\ H_2\ (g),\ Pt$$

সমাধানকৃত সমস্যা–৪.২০ : নিম্নোক্ত কোষ বিক্রিয়া থেকে কোষ ডায়াগ্রাম বা কোষ সংকেত লেখ।

$$Mg\ (s) + CuSO_4\ (aq) \longrightarrow MgSO_4\ (aq) + Cu\ (s)$$

সমাধান : এক্ষেত্রে অ্যানোডরূপে Mg-ইলেকট্রোড $Mg\ (s)\ /\ MgSO_4\ (aq)$ এবং ক্যাথোডরূপে Cu-ইলেকট্রোড $Cu(s)\ /\ CuSO_4(aq)$ সমন্বয়ে কোষ ডায়াগ্রামটি হলো : $Mg\ (s)\ /\ MgSO_4\ (aq)|\ CuSO_4\ (aq)\ /\ Cu\ (s)$.

সমাধানকৃত সমস্যা–৪.২১ : $Zn\ (s)/Zn^{2+}\ (aq)$ এবং $Ag\ (s)/Ag^+\ (aq)$ ইলেকট্রোড সমন্বয়ে গঠিত তড়িৎকোষ ডায়াগ্রাম ও কোষ বিক্রিয়া লেখ।

সমাধান : এক্ষেত্রে Ag ধাতু অপেক্ষা Zn ধাতু অধিক সক্রিয় হওয়ায় Zn-ইলেকট্রোডে অ্যানোড এবং Ag-ইলেকট্রোডকে ক্যাথোডরূপে ব্যবহার করে তড়িৎ কোষটি তৈরি করতে হবে।

এক্ষেত্রে জারণ-অর্ধকোষ বিক্রিয়া হলো : $Zn\ (s) \longrightarrow Zn^{2+}\ (aq) + 2e^-$

বিজারণ-অর্ধেকোষ বিক্রিয়া হলো : $2Ag^+\ (aq) + 2e^- \longrightarrow 2Ag\ (s)$

∴ মোট কোষ বিক্রিয়া হলো : $Zn\ (s) + 2Ag^+\ (aq) \longrightarrow Zn^{2+}\ (aq) + 2Ag\ (s)$

কোষ ডায়াগ্রাম হলো : $Zn\ (s)/Zn^{2+}\ (aq)|\ Ag^+\ (aq)\ /\ Ag\ (s)$

শিক্ষার্থীর কাজ-৪.৭ : তড়িৎ কোষের অর্ধ-বিক্রিয়াভিত্তিক গণনা :

সমস্যা-৪.২৬ : নিচের তড়িৎ কোষের অর্ধকোষ বিক্রিয়াসহ কোষ বিক্রিয়া লেখ।

(ক) Zn/Zn^{2+} এবং Ag/Ag^+ দ্বারা গঠিত তড়িৎ কোষ।

(খ) $Zn\ (s)/Zn^{2+}\ (aq)\ ||\ H^+\ (aq)/H_2\ (g),\ Pt$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সমস্যা- ৪.২৭ : নিচের গ্যালভানিক কোষগুলোর অর্ধকোষ বিক্রিয়া ও কোষ বিক্রিয়া লেখ :

(ক) $Cu\ (s)/Cu^{2+}\ (aq) \parallel Ag^{+}\ (aq)/Ag\ (s)$

(খ) $Zn\ (s)/Zn^{2+}\ (aq) \parallel Ag^{+}\ (aq)/Ag\ (s)$

(গ) $Cr\ (s)/Cr^{3+}\ (aq) \parallel Pb^{2+}\ (aq)/Pb\ (s)$

সমস্যা- ৪.২৮ : নিচের রিডক্স বিক্রিয়াগুলো থেকে গ্যালভানিক কোষগুলোর কোষ সংকেত বা কোষ ডায়াগ্রাম লেখ :

(ক) $Al\ (s) + Zn^{2+}\ (aq) \longrightarrow Al^{3+}\ (aq) + Zn\ (s)$

(খ) $Ag^{+}\ (aq) + Ni\ (s) \longrightarrow Ni^{2+}\ (aq) + Ag\ (s)$

(গ) $Cd\ (s) + Ni^{2+}\ (aq) \longrightarrow Cd^{2+}\ (aq) + Ni\ (s)$

৪.৭.২ তড়িৎদ্বার বিভব

Electrode Potential

যেকোনো তড়িৎ রাসায়নিক কোষের দুটি অর্ধকোষের প্রত্যেকটিতে একটি তড়িৎ বিশ্লেষ্য ও একটি ধাতব দণ্ড থাকে। প্রতিটি অর্ধকোষের ধাতব দণ্ডকে একক তড়িৎদ্বার বলে। প্রতিটি একক তড়িৎদ্বারের বৈদ্যুতিক বিভব থাকে, একে তড়িৎ দ্বার বিভব বলে।

একক তড়িৎদ্বার বিভবের সংজ্ঞা : যখন কোনো ধাতব দণ্ডকে ঐ ধাতুর লবণের দ্রবণে ডোবানো হয় তখন ধাতব দণ্ডটি দ্রবণের সাপেক্ষে ধনাত্মক বা ঋণাত্মক আধান প্রাপ্ত হয়। ফলে ধাতব দণ্ড ও দ্রবণের সাপেক্ষে একটি নির্দিষ্ট বৈদ্যুতিক বিভব পার্থক্যের সৃষ্টি হয়, এ বিভব পার্থক্যকে ধাতব দণ্ডের একক তড়িৎদ্বার বিভব বলে।

তড়িৎদ্বার বিভবের একক : তড়িৎদ্বার বিভবের একক হলো ভোল্ট (V)

ব্যাখ্যা : তড়িৎদ্বার বিভবের উৎসরূপে বিজ্ঞানী নার্নস্ট নিম্নরূপ তত্ত্ব উপস্থাপন করেন। ধাতব দণ্ডের কেলাসে ধাতুর আয়নসমূহ ল্যাটিসে নির্দিষ্ট স্থানে থাকে এবং এর যোজনী ইলেকট্রনসমূহ ল্যাটিসের ফাঁকা স্থানে চলাচল করে। কোনো ধাতুর দণ্ডকে এর কোনো লবণের দ্রবণে ডুবালে তখন ধাতুর আয়ন ল্যাটিস ত্যাগ করে দ্রবণে প্রবেশের প্রবণতা দেখায়। একে 'দ্রবণ চাপ' বলা হয়। এ অবস্থায় ধনাত্মক চার্জযুক্ত আয়নের চার্জের সমসংখ্যক ইলেকট্রন ধাতব দণ্ডে অতিরিক্ত থাকে, এই ধাতব দণ্ডটি ঋণাত্মক চার্জযুক্ত হয়। ধাতব আয়নগুলো পানির সাথে যুক্ত হয়ে হাইড্রেটেড আয়নরূপে থাকে। আবার হাইড্রেটেড ধাতব ধনাত্মক আয়নগুলো ঐ ধাতব দণ্ডের ইলেকট্রন গ্রহণ করে পুনরায় পরমাণুরূপে ধাতব দণ্ডে যুক্ত হতে চায়। একে ধনাত্মক আয়নের অসমোটিক চাপ বলে। এরূপে ধাতুটির ইলেকট্রন ত্যাগের বেশি বা কম প্রবণতার ফলে ধাতব দণ্ড ঋণাত্মক বা ধনাত্মক চার্জযুক্ত হতে পারে।

$$M\ (s) \rightleftharpoons M^{n+}\ (aq) + ne^{-}$$

প্রত্যেকটি তড়িৎদ্বারের পৃষ্ঠতলে ইলেকট্রন ত্যাগ বা ইলেকট্রন গ্রহণ-এ দুটি বিপরীতমুখী প্রবণতার পরিমাণ কখনো সমান হয় না; তাই ধাতব দণ্ড ও এর দ্রবণের আয়নের মধ্যে একটি বৈদ্যুতিক বিভব সৃষ্টি হয়। এ বিভবকে তড়িৎদ্বার বিভব বলা হয়।

ধাতব পরমাণুর সক্রিয়তা বা ইলেকট্রন ত্যাগের প্রবণতা বেশি হলে এর 'দ্রবণ-চাপ' বেশি হয় এবং এর আয়নের 'অসমোটিক-চাপ' কম হয়। তখন ঐ তড়িৎদ্বারটি ঋণাত্মক চার্জযুক্ত হয়ে অ্যানোডরূপে কাজ করে। যেমন,

জিঙ্ক ইলেকট্রোড এর বেলায় জিঙ্ক পরমাণুর ইলেকট্রন ত্যাগের প্রবণতা বেশি। তাই Zn-দণ্ডের বহিঃস্তরে জমা হওয়া ইলেকট্রনের ঋণাত্মক চার্জের এবং এর খুব নিকটে সংযোগস্থলের দ্রবণে জিঙ্ক ক্যাটায়ন (Zn^{2+}) এর ধনাত্মক চার্জের একটি বৈদ্যুতিক দ্বি-স্তর (electrical double layer) সাম্যাবস্থায় থাকে। ফলে জিঙ্ক দণ্ড ও জিঙ্ক আয়নের সংযোগস্থলে

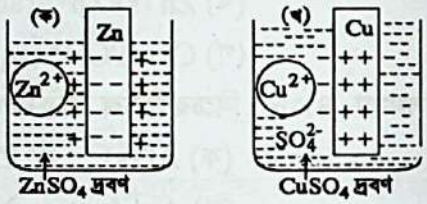
www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

নির্দিষ্ট মানের ইলেকট্রনীয় চাপ বা ঋণাত্মক তড়িৎ শক্তি সৃষ্টি হয়। একে জিঙ্ক ইলেকট্রোডের বিভব বা জারণ বিভব বলে। চিত্র-৪.১৩(ক)]

$$Zn\ (s) \rightleftharpoons Zn^{2+}\ (aq) + 2e^-$$

অপরদিকে ধাতব পরমাণুর সক্রিয়তা বা ইলেকট্রন ত্যাগের প্রবণতা কম হলে এর 'দ্রবণ-চাপ' কম হয় এবং এর আয়নের 'অসমোটিক-চাপ' বেশি হয়। তখন ঐ তড়িৎদ্বারটি ধনাত্মক চার্জযুক্ত হয়ে ক্যাথোডরূপে কাজ করে। যেমন, কপার ইলেকট্রোড এর বেলায় Cu-পরমাণুর ইলেকট্রন ত্যাগের প্রবণতার চেয়ে Cu^{2+} আয়নের ইলেকট্রন গ্রহণের প্রবণতা বেশি। তাই Cu দণ্ডের বহিঃস্তরে জমা হওয়ায় Cu^{2+} আয়নের ধনাত্মক চার্জের এবং এর সংযোগস্থলের দ্রবণে ঋণাত্মক সালফেট (SO_4^{2-}) আয়নের চার্জের একটি বৈদ্যুতিক দ্বি-স্তর সাম্যাবস্থা তৈরি করে ধনাত্মক তড়িৎ শক্তি সৃষ্টি হয়। একে কপার ইলেকট্রোডের বিভব বা বিজারণ বিভব বলে [চিত্র-৪.১৩(খ)]



চিত্র-৪.১৩ : ইলেকট্রোড বিভব

$$Cu\ (s) \rightleftharpoons Cu^{2+}\ (aq) + 2e^-$$

ধাতুর মতো হাইড্রোজেন পরমাণুও এর আয়নের দ্রবণে তড়িৎদ্বার বিভব সৃষ্টি করে।

তড়িৎদ্বারের ধাতব প্রকৃতি, দ্রবণে আয়নের ঘনমাত্রা ও দ্রবণের তাপমাত্রার ওপর তড়িৎদ্বার বিভব নির্ভর করে। যেমন ডেনিয়েল কোষে ব্যবহৃত দুটি অর্ধকোষের সংযোগের ফলে জিঙ্ক তড়িৎদ্বার থেকে ইলেকট্রন কপার তড়িৎদ্বারে প্রবাহিত হয়। অর্থাৎ কপারের তুলনায় জিঙ্ক পরমাণু সহজে Zn^{2+} আয়নরূপে জারিত হয়ে দ্রবণে প্রবেশের অধিক প্রবণতা দেখায়। তড়িৎদ্বারসমূহের জারিত বা বিজারিত হওয়ার তুলনামূলক পরিমাপ হচ্ছে তড়িৎদ্বার বিভব।

MCQ-4.14: তড়িৎদ্বার বিভব নির্ভর করে নিম্নোক্ত বিষয়ের ওপর-(i) ধাতব দণ্ডের প্রকৃতি; (ii) তাপমাত্রা (iii) তড়িৎ বিশ্লেষ্যের ঘনমাত্রা নিচের কোনটি সঠিক?
(ক) i ও ii, (খ) ii ও iii (গ) i ও iii, (ঘ) i, ii ও iii

MCQ-4.15: নিচের কোন্ তড়িৎদ্বার জারণ অর্ধকোষ বোঝায়?
(ক) Zn^{2+}/Zn (খ) Zn/Zn^{2+}
(গ) Cu^{2+}/Cu (ঘ) H^+/H_2, Pt

৪.৮ তড়িৎদ্বার বিভব ও ধাতুর সক্রিয়তা সিরিজ
Electrode Potential and Reactivity Series of Metals

একক অবস্থায় যে কোনো তড়িৎদ্বারই তড়িৎ উৎপাদনে সক্ষম নয়। অতএব, এর বিভবের সুনির্দিষ্ট মান থাকলেও e.m.f থাকে না; কিন্তু সম্পূর্ণ কোষের e. m. f থাকে। অর্থাৎ দুটি ভিন্ন তড়িৎদ্বারের বিভব পার্থক্য অথবা দুটি তড়িৎদ্বারের সংযোজনের ফলে উৎপন্ন কোষের e. m. f-ই কেবল মাপা যায়।

প্রমাণ হাইড্রোজেন তড়িৎদ্বার : কোনো তড়িৎদ্বার বিভবের মান সর্বসম্মতিক্রমে শূন্য ধরে এর সাথে পরীক্ষণীয় তড়িৎদ্বার সংযোগে সৃষ্ট কোষের উৎপন্ন e.m.f কে তড়িৎদ্বার বিভব ধরা হয়। সর্বজনীন রীতি অনুযায়ী প্রমাণ হাইড্রোজেন তড়িৎদ্বারের বিভবের মান শূন্য ধরা হয়। যেকোনো তড়িৎদ্বারের বিভব প্রমাণ হাইড্রোজেন তড়িৎদ্বারের আপেক্ষিকে মাপা হয়।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

প্রমাণ তড়িৎদ্বার বিভব : বিভিন্ন তড়িৎদ্বারের বিভবের তুলনামূলক মান প্রকাশের জন্য প্রতিটি তড়িৎদ্বারের তড়িৎ বিশ্লেষ্য দ্রবণের ঘনমাত্রা 1M এবং তাপমাত্রা 25°C বা, 298K রাখা হয়। এ অবস্থায় প্রতিটি তড়িৎদ্বারের বিভবকে প্রমাণ তড়িৎদ্বার বিভব বলা হয়। যেমন, প্রমাণ হাইড্রোজেন তড়িৎদ্বারের বিভব মানকে 0.0 V ধরা হয়।

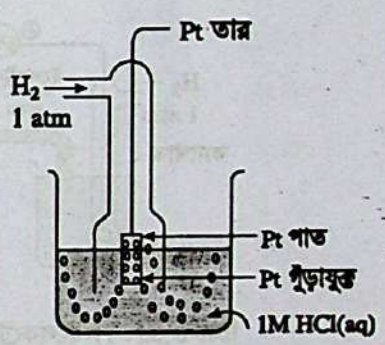
প্রমাণ হাইড্রোজেন তড়িৎদ্বারের গঠন : প্রমাণ হাইড্রোজেন তড়িৎদ্বারের বেলায় বিশুদ্ধ H_2 গ্যাসকে প্রমাণ অবস্থায় যেমন 1.0 atm চাপে 25°C তাপমাত্রায় 1.0 M H^+ আয়নের দ্রবণে ডুবানো নিষ্ক্রিয় ধাতু প্লাটিনাম পাতের সংস্পর্শে চালনা করা হয় ; [চিত্র-৪.১৪]। প্লাটিনাম ধাতু H_2 গ্যাস শোষণ করে। শোষিত অবস্থায় H_2 তড়িৎদ্বারে নিম্নরূপ অর্ধকোষ বিক্রিয়া চলতে থাকে এবং এর তড়িৎদ্বার বিভবকে 0.0V ধরা হয়।

H_2 (g, 1 atm) $\longrightarrow$ $2H^+$ (aq, 1M) + $2e^-$ $E^\theta = 0.0$ V

$2H^+$ (aq, 1M) + $2e^-$ $\longrightarrow$ H_2 (g, 1 atm) $E^\theta = 0.0$ V

H-তড়িৎদ্বার ডায়াগ্রাম : নিষ্ক্রিয় তড়িৎদ্বার প্লাটিনাম সহযোগে হাইড্রোজেন তড়িৎদ্বারকে নিম্নরূপে লেখা হয়।

Pt (s). H_2 (g) (1atm)/ H^+ (aq) (1M) $E^\theta = 0.0$ V



চিত্র-৪.১৪ : H_2তড়িৎদ্বার

প্রাইমারি বা মুখ্য নির্দেশক তড়িৎদ্বার (Primary Reference Electrode) : প্রমাণ হাইড্রোজেন তড়িৎদ্বারকে (Standard Hydrogen Electrode, S.H.E) প্রাইমারি বা মুখ্য নির্দেশক তড়িৎদ্বার বলা হয়। কারণ প্রমাণ হাইড্রোজেন তড়িৎদ্বার (S.H.E) দ্বারা অন্যান্য তড়িৎদ্বারের প্রমাণ তড়িৎদ্বার বিভব নির্ণয় করা হয়।

সেকেন্ডারি বা গৌণ নির্দেশক তড়িৎদ্বার (Secondary Reference Electrode): দৈনন্দিন বিভিন্ন ইলেকট্রোডের বিভব মাপার জন্য প্রাইমারি নির্দেশক তড়িৎদ্বাররূপে প্রমাণ H-তড়িৎদ্বার (S.H.E) ব্যবহার করা সুবিধাজনক নয়। কারণ এর মধ্যে (১) 25°C তাপমাত্রায় সব সময় HCl দ্রবণের ঘনমাত্রা 1.0M রাখা যায় না; এবং (২) ঐ HCl দ্রবণে 1 atm চাপে বিশুদ্ধ H_2 গ্যাস চালনা করা সম্ভব হয় না। তাই S.H.E. এর পরিবর্তে S.H.E. দ্বারা সঠিকভাবে নির্ধারিত তড়িৎ বিভব যুক্ত কিছু 'ধাতু ও ধাতুর অদ্রবণীয় লবণ তড়িৎদ্বার' বা অর্ধকোষকে প্রয়োগ ক্ষেত্রে ব্যবহার করা হয়। এরূপ তড়িৎদ্বার বা অর্ধকোষকে সেকেন্ডারি বা গৌণ নির্দেশক তড়িৎদ্বার' বলে। যেমন–

(i) ক্যালোমেল (Hg_2Cl_2) তড়িৎদ্বার, (ii) সিলভার-সিলভার ক্লোরাইড তড়িৎদ্বার।

প্রমাণ H-তড়িৎদ্বার সহযোগে বিভিন্ন তড়িৎদ্বারের বিভব নির্ণয় :

(১) Zn-তড়িৎদ্বার (Zn^{2+}/Zn)-এর বিভব মান নির্ণয়: Zn-ইলেকট্রোডকে অ্যানোডরূপে ও H-ইলেকট্রোডকে ক্যাথোডরূপে লবণ সেতুর মাধ্যমে সংযোগ করা হয়। তখন Zn-ইলেকট্রোডটি ভোল্টমিটারের ঋণাত্মক প্রান্তের সাথে ও H-ইলেকট্রোডকে উচ্চরোধবিশিষ্ট ভোল্টমিটারের ধনাত্মক প্রান্তের সাথে যুক্ত করা হলেই তখন এক্ষেত্রে ভোল্টমিটার নির্দেশ করে Zn-ইলেকট্রোড থেকে ইলেকট্রন H-ইলেকট্রোডে প্রবাহিত হচ্ছে অর্থাৎ Zn-ইলেকট্রোডে জারণ ক্রিয়া ঘটছে এবং ভোল্টমিটার নির্দেশ করছে কোষটির emf 0.76 V; অর্থাৎ Zn-ইলেকট্রোডের জারণ বিভব + 0.76 V। প্রমাণ H-ইলেকট্রোডের জারণ বা বিজারণ মান শূন্য অর্থাৎ

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

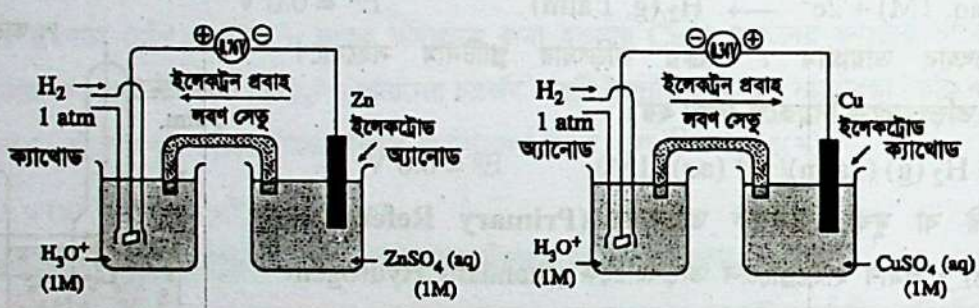
$\therefore E^{\theta}_{cell} = E^{\theta}_{Zn/Zn^{2+}} + E^{\theta}_{H^+/H_2} = (E^{\theta}_{Zn/Zn^{2+}} + 0.0)\ V = 0.76\ V$

$E^{\theta}_{H^+/H_2} = 0.00\ V = E^{\theta}_{H_2/H^+}$

∴ Zn-ইলেকট্রোডের জারণ বিভব = + 0.76 V। সুতরাং Zn ইলেকট্রোডের বিজারণ বিভব = – 0.76 V

∴ কোষ বিক্রিয়াটি হলো : $Zn\ (s) + 2H^+\ (aq) \longrightarrow Zn^{2+}\ (aq) + H_2\ (g).$ $E^{\theta}_{cell} = 0.76\ V$

তড়িৎ কোষ সংকেত হলো : $\underset{\text{অ্যানোড}}{Zn/Zn^{2+}\ (aq)} \parallel \underset{\text{ক্যাথোড}}{H^+\ (aq)/H_2\ (1\ atm).\ Pt}$



চিত্র-৪.১৫: H-ইলেকট্রোডের সাহায্যে Zn-ইলেকট্রোড ও Cu-ইলেকট্রোডের বিভব মান নির্ণয়।

(২) Cu-তড়িৎদ্বার (Cu^{2+}/Cu) এর বিভব মান নির্ণয় : Cu-ইলেকট্রোডকে ক্যাথোডরূপে ও H-ইলেকট্রোডকে অ্যানোডরূপে লবণ সেতুর মাধ্যমে সংযোগ করা হয়। তখন Cu-ইলেকট্রোডটিকে উচ্চরোধবিশিষ্ট ভোল্টমিটারের ধনাত্মক প্রান্তের সাথে ও H-ইলেকট্রোডকে ভোল্টমিটারের ঋণাত্মক প্রান্তের সাথে যুক্ত করা হলে তবেই ভোল্টমিটারটি পাঠ দেয় এবং নির্দেশ করে H-ইলেকট্রোডে জারণ ঘটছে এবং ভোল্টমিটার নির্দেশ করছে কোষটির e. m. f 0.34 V। যেহেতু H-ইলেকট্রোডে জারণ ঘটছে; কোষের e. m. f এর সম্পর্ক মতে,

$\therefore E^{\theta}_{cell} = E^{\theta}_{H_2/H^+} + E^{\theta}_{Cu^{2+}/Cu} = (0.0 + E^{\theta}_{Cu^{2+}/Cu} = 0.34\ V$

∴ Cu-ইলেকট্রোডের বিজারণ বিভব, $E^{\theta}_{Cu^{2+}/Cu} = 0.34\ V$ এবং জারণ বিভব $E^{\theta}_{Cu/Cu^{2+}} = -0.34\ V$

∴ কোষ বিক্রিয়াটি হলো : $2H\ (g) + Cu^{2+}\ (aq) \longrightarrow 2H^+\ (aq) + Cu\ (s)$ $E^{\theta}_{cell} = 0.34\ V$

তড়িৎকোষ সংকেত হলো : $\underset{\text{অ্যানোড}}{Pt.\ H_2\ (1\ atm)/H^+(aq)} \parallel \underset{\text{ক্যাথোড}}{Cu^{2+}\ (aq)/Cu}$

(৩) ধাতুর সক্রিয়তা সিরিজ (Reactivity Series of Metals)

ধাতুসমূহের জারণ-বিজারণ প্রবণতার তুলনা বা আপেক্ষিক সক্রিয়তা সম্বন্ধে ধারণা পাওয়ার জন্য এবং তড়িৎকোষের অ্যানোড ও ক্যাথোড নির্বাচনের সুবিধার্থে বিভিন্ন ধাতুর বিজারণ বিভবের মানসমূহকে ক্রম বৃদ্ধি অনুসারে সারিবদ্ধ করা হয়েছে। ধাতুর আয়নসমূহের বিজারণ প্রবণতার এ সারিকে ধাতুসমূহের প্রমাণ বিজারণ বিভব (25°C) বা, তড়িৎ রাসায়নিক সিরিজ বা ধাতুর সক্রিয়তা সিরিজ বলা হয়, (সারণি-৪.৪)।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সারণি-৪.৪ : ধাতুসমূহের প্রমাণ বিজারণ বিভব ক্রমবৃদ্ধি (25°C) বা সক্রিয়তা সিরিজ (নিচের দিকে ক্রম হ্রাস)

তড়িৎদ্বার বা ইলেকট্রোড		তড়িৎদ্বার অর্ধ-বিক্রিয়া						E°(V) (at 25°C)
Li^+/Li	ধাতব আয়ন জারকের শক্তিমাত্রা বৃদ্ধি ক্রম	Li^+	(aq)	+ e^-	⇌	Li	(s)	– 3.04
K^+/K		K^+	(aq)	+ e^-	⇌	K	(s)	– 2.92
Ca^{2+}/Ca		Ca^{2+}	(aq)	+ $2e^-$	⇌	Ca	(s)	– 2.87
Na^+/Na		Na^+	(aq)	+ e^-	⇌	Na	(s)	– 2.71
Mg^{2+}/Mg		Mg^{2+}	(aq)	+ $2e^-$	⇌	Mg	(s)	– 2.36
Al^{3+}/Al		Al^{3+}	(aq)	+ $3e^-$	⇌	Al	(s)	– 1.66
Zn^{2+}/Zn		Zn^{2+}	(aq)	+ $2e^-$	⇌	Zn	(s)	– 0.76
Cr^{3+}/Cr		Cr^{3+}	(aq)	+ $3e^-$	⇌	Cr	(s)	–0.74
Fe^{2+}/Fe		Fe^{2+}	(aq)	+ $2e^-$	⇌	Fe	(s)	– 0.44
Cd^{2+}/Cd		Cd^{2+}	(aq)	+ $2e^-$	⇌	Cd	(s)	– 0.40
Co^{2+}/Co		Co^{2+}	(aq)	+ $2e^-$	⇌	Co	(s)	– 0.28
Ni^{2+}/Ni		Ni^{2+}	(aq)	+ $2e^-$	⇌	Ni	(s)	– 0.25
Sn^{2+}/Sn		Sn^{2+}	(aq)	+ $2e^-$	⇌	Sn	(s)	– 0.14
Pb^{2+}/Pb		Pb^{2+}	(aq)	+ $2e^-$	⇌	Pb	(s)	– 0.13
$H^+/H_2.Pt$		$2H^+$	(aq)	+ $2e^-$	⇌	H_2	(g)	0.00
Cu^{2+}/Cu		Cu^{2+}	(aq)	- $2e^-$	⇌	Cu	(s)	+ 0.34
Hg_2^{2+}/Hg		Hg_2^{2+}	(aq)	+ $2e^-$	⇌	2Hg	(*l*)	+ 0.79
$Ag+/Ag$		$Ag+$	(aq)	+ e^-	⇌	Ag	(s)	+ 0.80
Au^{3+}/Au		Au^{3+}	(aq)	+ $3e^-$	⇌	Au	(s)	+ 1.42

ধাতব বিজারকের শক্তিমাত্রা বৃদ্ধি ক্রম

জেনে রাখো : (১) প্রতিটি তড়িৎদ্বারের প্রমাণ বিজারণ বিভবের মান হলো প্রমাণ H তড়িৎদ্বারের সাপেক্ষে নির্ণীত মান। প্রতিটি তড়িৎদ্বারকে H তড়িৎদ্বারের সাথে যুক্ত করে একটি পূর্ণ তড়িৎ কোষ গঠন করা হয়। ঐ পূর্ণ কোষে প্রমাণ H তড়িৎদ্বারের বিভব শূন্য ধরে কোষটির যে emf পাওয়া যায়, সেটি হলো ঐ তড়িৎদ্বার বা অর্ধকোষের প্রমাণ বিজারণ বিভবের মান।

(২) কোনো তড়িৎদ্বারের বিজারণ বিভব মান যতো হয়; ঐ তড়িৎদ্বারের জারণ বিভব মান সংখ্যাগত ততো হয়। তবে ধনাত্মক বা ঋণাত্মক চিহ্ন বিপরীত হয়। যেমন কপার তড়িৎদ্বারের প্রমাণ বিজারণ বিভব Cu^{2+}/Cu হলো + 0.34 V; তাই এর প্রমাণ জারণ বিভব (Cu/Cu^{2+}) হলো – 0.34 V।

(৩) যে তড়িৎদ্বারের বিজারণ বিভবের মান যত বেশি ঋণাত্মক তার প্রমাণ জারণ বিভবের মান তত বেশি ধনাত্মক। অর্থাৎ ঐ তড়িৎদ্বারে তত বেশি জারণ ক্রিয়া সম্পন্ন হয় এবং সে ধাতুর বিজারণ ক্ষমতাও তত বেশি।

(৪) শ্রেণির ওপর থেকে নিচের দিকে তড়িৎদ্বারসমূহের প্রমাণ বিজারণ বিভবের ঋণাত্মক মান ক্রমশ কমতে থাকে। অর্থাৎ ঐ সব তড়িৎদ্বারের ধাতুর জারিত হওয়ার প্রবণতা এবং তাদের বিজারণ ক্ষমতাও তত কমতে থাকে।

(৫) শ্রেণিতে বিজারক বলতে ধাতুগুলোকে এবং জারক বলতে তাদের ধনাত্মক আয়নকে বোঝায়।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

(৪) ধাতুর ক্ষয় ও অ্যানোডিক জারণ (Metallic Corrosion & Anodic Oxidation)

ধাতুর ক্ষয় : কোন ধাতু পরিবেশ থেকে পানি ও অক্সিজেন সহযোগে বিক্রিয়া করে ক্ষয়প্রাপ্ত হলে, তাকে করোসান বা ধাতুর ক্ষয় বলে। লোহার মরিচা পড়া, রুপার উজ্জ্বলতা হ্রাস, কপার ও ব্রোঞ্জ সংকর ধাতুর উপর সবুজ আস্তরণ সৃষ্টি ইত্যাদি ধাতুক্ষয়ের উদাহরণ।

ধাতুর ক্ষয়ের ব্যাখ্যা. : ধাতু ক্ষয়ের খুব সাধারণ উদাহরণ হলো লোহার মরিচা পড়া। অবিশুদ্ধ লোহার Fe পরমাণু এবং এর অপদ্রব্য অক্সিজেন মিশ্রিত পানির উপস্থিতিতে অসংখ্য ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র ভোল্টার কোষ গঠন করে। লোহার Fe পরমাণু তখন অ্যানোডরূপে ক্রিয়া করে। Fe পরমাণু জারিত হয় এবং অক্সিজেন মিশ্রিত পানি বিজারিত হয়ে $Fe(OH)_2$ গঠন করে। পরে বায়ুর অক্সিজেন ও পানি দ্বারা $Fe(OH)_2$ অধিক জারিত হয়ে সোদক ফেরিক অক্সাইড বা মরিচা গঠন করে।

$$Fe \longrightarrow Fe^{2+} + 2e^- \text{ [জারণ]}$$

$$H_2O + \frac{1}{2}O_2 + 2e^- \longrightarrow 2HO^- \text{ [বিজারণ]}$$

$$Fe^{2+} + 2HO^- \longrightarrow Fe(OH)_2$$

$$2Fe(OH)_2 + H_2O + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow \underbrace{Fe_2O_3.3H_2O}_{\text{মরিচা}} \text{ বা, } 2Fe(OH)_3$$

সুতরাং ধাতুর ক্ষয় প্রক্রিয়াটি হলো একটি তড়িৎ রাসায়নিক অ্যানোডিক জারণ প্রক্রি

ধাতুক্ষয় রোধ প্রক্রিয়া :

(i) যেহেতু ধাতুর ক্ষয় একটি তড়িৎ রাসায়নিক অ্যানোডিক জারণ প্রক্রিয়া সেহেতু ধাতুকে ক্ষয় থেকে রক্ষা করতে হলে ধাতুটি কোন অবস্থায় যেন অ্যানোডরূপে কাজ করতে না পারে সে ব্যবস্থা করতে হবে।

(ii) কোন ধাতুর উপর প্রায় সমমানের তড়িৎদ্বার বিভবের অপর ধাতু সংযোগ করে ধাতুকে অ্যানোডিক জারণ থেকে ক্ষয়মুক্ত রাখা সম্ভব। ডেনিয়েল কোষে অ্যানোডরূপে ব্যবহৃত Zn ধাতু ইলেকট্রন ত্যাগ করে জারিত হয়।

$$Zn\,(s) \longrightarrow Zn^{2+}\,(aq) + 2e^-$$

তাই লোহার উপর মরিচা পড়া রোধ করতে অধিক সক্রিয় Zn ধাতুর প্রলেপ দেয়া বা গ্যালভানাইজিং করা হয়।

(iii) একক ধাতুর পরিবর্তে সমসক্রিয় d- ব্লকের ধাতুসংকর ব্যবহার করে অ্যানোডরূপে লোহার জারণ রোধ করা যায়। যেমন মরিচারোধী ইস্পাত লোহার সঙ্গে কার্বন, Cr ও Ni যুক্ত করে সংকর- ধাতুরূপে লোহার জারণ বিভব হ্রাস ও মরিচা রোধ করা হয়।

সমাধানকৃত সমস্যা–৪.২২ : স্বতঃস্ফূর্ত কোষ বিক্রিয়াভিত্তিক :

সারণি-৪.৪ অনুসরণ করে ব্যাখ্যা কর; প্রমাণ অবস্থায় Pb^{2+} (aq) আয়ন, Al (s) অথবা Cu (s) দ্বারা বিজারিত হবে কিনা? 25°C-এ প্রতিটি কোষ বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে emf (E^0_{cell}) এর মান গণনা কর।

দক্ষতা : সক্রিয়তা সিরিজ মতে, কোনো বিজারক এর নিচে স্থান প্রাপ্ত যে কোনো ধাতব আয়ন জারককে বিজারিত করতে পারে; কিন্তু এর ওপরের স্থানের ধাতব আয়ন জারককে বিজারিত করতে পারে না। জারণ অর্ধ-বিক্রিয়া ও বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়ার বিভব মানের যোগফল হবে প্রতিটি কোষ বিক্রিয়ার emf (E^0_{cell})।

সমাধান : (১) বিজারক Al (s) এর অবস্থান জারক Pb^{2+} (aq) এর ওপরে এবং বিজারক Cu (s) এর অবস্থান Pb^{2+} (aq) এর নিচে। তাই Al (s) দ্বারা Pb^{2+} (aq) আয়ন বিজারিত হবে; কিন্তু Cu (s) তা পারে না। রিডক্স বিক্রিয়ার কোষ বিভব (E^0_{cell}) এর মান ধনাত্মক হলে তবে এসব বিক্রিয়ার স্বতঃস্ফূর্ততা প্রমাণিত হবে।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

$$[Al(s) \longrightarrow Al^{3+}(aq) + 3e^-] \times 2 \quad \text{(জারণ অর্ধ-বিক্রিয়া)} \quad E^o = +1.66\ V$$
$$[Pb^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Pb(s)] \times 3 \quad \text{(বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়া)} \quad E^o = -0.13\ V$$
$$2Al(s) + 3Pb^{2+}(aq \longrightarrow 3Pb(s) + 2Al^{3+}(aq) \quad \text{কোষ বিক্রিয়া} \quad E^0_{cell} = +1.53\ V$$

লক্ষ্য কর Al/Al^{3+} জারণ অর্ধ-বিক্রিয়াকে 2 দ্বারা এবং Pb^{2+}/Pb বিজারণ অর্ধবিক্রিয়াকে 3 দ্বারা গুণ করে ইলেকট্রন ত্যাগ ও গ্রহণ সংখ্যার সমতা করা হয়েছে। কিন্তু E^o এর মানকে গুণ করা হয়নি: কারণ বিভব E^o হলো energy/ charge এর অনুপাত। শক্তি বা বস্তুর পরিমাণের সাথে চার্জের পরিমাণও বাড়ে; অনুপাত ঠিক থাকে; এটি বস্তুর ঘনত্বের অনুরূপ। এক্ষেত্রে কোষের emf (E^0_{cell}) ধনাত্মক হওয়ায় কোষ বিক্রিয়াটি স্বতঃস্ফূর্তভাবে ঘটবে অর্থাৎ Al দ্বারা Pb^{2+} আয়ন বিজারিত হবে। (২) আবার Cu দ্বারা Pb^{2+}আয়নকে বিজারিত করার সমীকরণ হবে নিম্নরূপ :

$$Cu(s) \longrightarrow Cu^{2+}(aq) + 2e^- \quad \text{(জারণ অর্ধ-বিক্রিয়া)} \quad E^o = -0.34\ V$$
$$Pb^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Pb(s) \quad \text{(বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়া)} \quad E^o = -0.13\ V$$
$$Cu(s) + Pb^{2+}(aq) \longrightarrow Pb(s) + Cu^{2+}(aq) \quad \text{কোষ বিক্রিয়া} \quad E^0_{cell} = -0.47\ V$$

এক্ষেত্রে কোষের emf (E^0_{cell}) এর মান ঋণাত্মক হওয়ায় কোষ বিক্রিয়া স্বতঃস্ফূর্তভাবে ঘটেনি। অর্থাৎ Pb^{2+} আয়ন Cu (s) দ্বারা বিজারিত হবে না।

সমাধানকৃত সমস্যা–৪.২৩ : নিম্নোক্ত বিক্রিয়াটি স্বতঃস্ফূর্তভাবে ঘটবে কীনা ব্যাখ্যা কর।

$$Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$$

যদি $E^0_{Zn^{2+}/Zn} = -0.76\ V$, এবং $E^0_{Cu^{2+}/Cu} = +0.34\ V$

সমাধান : প্রদত্ত বিক্রিয়া : $Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$ হলো একটি গ্যালভানিক কোষের বিক্রিয়া। এ কোষটির ডায়াগ্রাম বা কোষ সংকেত হলো : $Zn(s)/Zn^{2+}(aq)|\ Cu^{2+}(aq)/Cu(s)$

এক্ষেত্রে কোষটির emf হলো : $E^0_{কোষ} = E^0_{Cu^{2+}/Cu} - E^0_{Zn^{2+}/Zn}$

$\therefore E^0_{কোষ} = [0.34 - (-0.76)]\ V$

$E_{কোষ} = +1.1\ V$

প্রশ্ন মতে,
$E^0_{Zn^{2+}/Zn} = -0.76\ V$
$E^0_{Cu^{2+}/Cu} = +0.34\ V$

কোষের emf ধনাত্মক হওয়ায় প্রদত্ত বিক্রিয়াটি স্বতঃস্ফূর্তভাবে ঘটবে।

সমাধানকৃত সমস্যা–৪.২৪ : নিচের কোষটির জন্য অ্যানোডে বিক্রিয়া, ক্যাথোডে বিক্রিয়া ও সর্বমোট কোষ বিক্রিয়া লেখ। $Pt, Cl_2(g) / Cl^-(aq) \| Fe^{2+}(aq), Fe^{3+}(aq), Pt$

যদি $E^0_{Fe^{3+}/Fe^{2-}} = +0.770\ V$; $E^0_{Cl_2/Cl^-} = +1.358\ V$ হয়, তবে তুমি যেভাবে কোষটি লিখেছ, তা স্বতঃস্ফূর্ত হবে কীনা যুক্তি দাও এবং না হলে তা কীভাবে স্বতঃস্ফূর্ত হবে বোঝাও।

সমাধান : প্রদত্ত কোষটির মাঝখানের খাড়া রেখার বাম দিকের ইলেকট্রোডটি অ্যানোড এবং ডানদিকের ইলেকট্রোডটি ক্যাথোড। $Pt, Cl_2(g) / Cl^-(aq), \| Fe^{2+}(aq), Fe^{3+}(aq), Pt$

অ্যানোডে জারণ বিক্রিয়া : $2Cl^-(aq) \longrightarrow Cl_2(g) + 2e^-$

ক্যাথোডে বিজারণ বিক্রিয়া : $2Fe^{3+}(aq) + 2e^- \longrightarrow 2Fe^{2+}(aq)$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সর্বমোট কোষ বিক্রিয়া : $2Fe^{3+}(aq) + 2Cl^{-}(aq), \longrightarrow 2Fe^{2+}(aq) + Cl_2(g)$

কোষের e.m.f, $E^0_{cell} = E^0_{ডান} - E^0_{বাম}$

$= E^0_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} - E^0_{Cl_2/Cl^-}$

$= +0.770\ V - (+1.358\ V)$

$= -0.588\ V$

যেহেতু কোষের e. m. f., E^0_{cell} এর মান ঋণাত্মক হয়েছে; তাই কোষটি বা কোষ বিক্রিয়াটি যেভাবে লেখা হয়েছে তা স্বতঃস্ফূর্ত হবে না। এর বিপরীতমুখী বিক্রিয়াটি স্বতঃস্ফূর্ত হবে। যেমন–

$$2Fe^{2+}(aq) + Cl_2(g) \longrightarrow 2Fe^{3+}(aq) + 2\,Cl^{-}(aq)$$

সমাধানকৃত সমস্যা - ৪.২৫ : লঘু H_2SO_4 এসিড দ্রবণকে জিঙ্ক (Zn) ও কপার (Cu) ধাতুর মধ্যে কোন্ ধাতুর পাত্রে রাখা সম্ভব হবে ব্যাখ্যা কর।

দেয়া আছে, $E^0_{Zn^{2+}/Zn} = -0.76\ V; E^0_{Cu^{2+}/Cu} = +0.34\ V$

সমাধান : আমরা জানি, H_2SO_4 দ্রবণে H^+ আয়ন থাকে। H^+ আয়নের প্রমাণ বিজারণ বিভব, $E^0_{H^+/\frac{1}{2}H_2} = 0.0\ V$

সুতরাং তিনটি তড়িৎদ্বারের বিজারণ বিভবের ক্রম হলো নিম্নরূপ :

$$E^0_{Zn^{2+}/Zn} < E^0_{H^+/\frac{1}{2}H_2} < E^0_{Cu^{2+}/Cu}$$

অতএব, H^+ আয়ন দ্বারা Zn ধাতু জারিত হবে। অর্থাৎ Zn ধাতু দ্বারা H^+ আয়ন বিজারিত হয়ে H_2 গ্যাসে পরিণত এবং Zn ধাতু Zn^{2+} আয়নে পরিণত হবে। তাই Zn ধাতুর পাত্রে লঘু H_2SO_4 রাখা যাবে না।

অপরদিকে, $E^0_{H^+/\frac{1}{2}H_2} < E^0_{Cu^{2+}/Cu}$ হওয়ায় H^+ আয়নকে Cu ধাতু বিজারিত করতে পারে না। অর্থাৎ H^+ আয়ন দ্বারা Cu জারিত হয় না। তাই Cu ধাতু লঘু H_2SO_4 দ্রবণে রিডক্স বিক্রিয়া মুক্ত থাকে। সুতরাং লঘু H_2SO_4 দ্রবণকে Cu ধাতুর পাত্রে রাখা যায়।

সমাধানকৃত সমস্যা- ৪.২৬ : লোহার পাত্রে $CuSO_4$ দ্রবণ রাখা যাবে কি?

অথবা, $Fe(s) + CuSO_4(aq) \longrightarrow FeSO_4(aq) + Cu(s)$, এ বিক্রিয়াটি স্বতঃস্ফূর্তভাবে ঘটবে কি? দেয়া আছে, $E^0_{Fe^{2+}/Fe} = -0.44\ V, E^0_{Cu^{2+}/Cu} = +0.34\ V$

সমাধান : $Fe(s) + CuSO_4(aq) \longrightarrow FeSO_4(aq) + Cu(s)$ সমীকরণভিত্তিক গ্যালভানিক কোষের কোষ ডায়াগ্রাম বা কোষ সংকেত হলো :

$Fe(s)/FeSO_4(aq) \parallel CuSO_4(aq) / Cu(s)$

অ্যানোড ক্যাথোড

এ কোষটির emf হলো, $E^0_{cell} = E^o_{Cu^{2+}/Cu} - E^o_{Fe^{2+}/Fe}$

$= 0.34\ V - (-0.44)\ V$

$= +0.78\ V$

MCQ-4.16: সক্রিয়তা সিরিজে কোনটির অবস্থান ওপরে? [চ. বো. ২০১৭]

(ক) Pb (খ) Cu

(গ) Ag (ঘ) Ca

যেহেতু কোষটির emf মান ধনাত্মক হয়েছে, তাই প্রদত্ত বিক্রিয়াটি স্বতঃস্ফূর্তভাবে ঘটবে। এজন্য লোহার পাত্রে $CuSO_4$ দ্রবণ সংরক্ষণ করা যাবে না।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সমাধানকৃত সমস্যা-৪.২৭: কোষের emf গণনা ও কোষ বিক্রিয়ার স্বতঃস্ফূর্ততা নির্ণয় :

নিচের উদ্দীপকভিত্তিক সমস্যা সমাধান কর : [অভিন্ন বোর্ড-২০১৮]

উদ্দীপক : (i) $E^0_{A^{2+}/A} = +0.20$ V, (ii) $E^0_{B^{2+}/B} = -0.62$ V, (iii) $E^0_{x^{2+}/x} = -0.80$ V

(ক) উদ্দীপকের (i) ও (ii) নং অর্ধকোষ (বা তড়িৎদ্বার) সহকারে সৃষ্ট কোষের তড়িচ্চালক বল (বা emf) গণনা কর।

(খ) উদ্দীপকের B^{2+} আয়নের দ্রবণকে 'A' এবং 'X' ধাতু নির্মিত কোনো পাত্রে সংরক্ষণ করা যাবে কীনা; তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

সমাধান : (ক) কোষের emf গণনা :

প্রশ্নমতে, (i) নং তড়িৎদ্বারের প্রমাণ বিজারণ বিভব, $E^0_{A^{2+}/A} = +0.20$ V

এবং (ii) নং তড়িৎদ্বারের প্রমাণ বিজারণ বিভব, $E^0_{B^{2+}/B} = -0.62$ V

এক্ষেত্রে কোষটির অ্যানোড হবে, $E^0_{B^{2+}/B} = -0.62$ V এবং ক্যাথোড হবে, $E^0_{A^{2+}/A} = +0.20$ V

∴ কোষ বিক্রিয়া হলো : $B(s) + A^{2+}(aq) \longrightarrow B^{2+}(aq) + A(s)$

এবং কোষ ডায়াগ্রাম বা কোষ সংকেত হলো : $B(s)/B^{2+}(aq) \,||\, A^{2+}(aq)/A(s)$

∴ কোষটির তড়িচ্চালক বল বা, emf হলো,

$E^0_{cell} \equiv E^0_{A^{2+}/A} - E^0_{B^{2+}/B} = [0.20 - (-0.62)]\ V = (0.20 + 0.62)V = 0.82$ V (উত্তর)

সমাধান: (খ) প্রশ্নমতে, তড়িৎদ্বার তিনটির বিজারণ বিভবের ক্রম বৃদ্ধি হলো :

$E^0_{x^{2+}/x} = -0.80$ V, $E^0_{B^{2+}/B} = -0.62$ V, $E^0_{A^{2+}/A} = +0.20$ V

∴ ঐ ধাতুসমূহের সক্রিয়তা ক্রম হলো, X (s) > B (s) > A (s)

উদ্দীপক মতে পাত্রটি হলো 'A' ও 'X' ধাতুর তৈরি অর্থাৎ A ও X এর সংকর ধাতুর পাত্র। সুতরাং প্রদত্ত তিনটি ধাতুর সক্রিয়তার ক্রম অনুসারে B^{2+} আয়নের দ্রবণে অধিক সক্রিয় ধাতু X পরমাণু ইলেকট্রন প্রদান করে নিজে জারিত হয়ে X^{2+} আয়নে পরিণত হবে এবং B^{2+} আয়ন বিজারিত হয়ে B ধাতু উৎপন্ন হবে। সুতরাং X ধাতুটি ক্ষয় হয়ে যাবে।

∴ **কোষ বিক্রিয়া :** $X(s) + B^{2+}(aq) \rightarrow X^{2+}(aq) + B(s)$

সুতরাং উপরোক্ত স্বতঃস্ফূর্ত বিক্রিয়াটি ঘটবে। এক্ষেত্রে সৃষ্ট কোষের তড়িচ্চালক বল (বা, emf) হবে নিম্নরূপ :

$E^0_{cell} \equiv E^0_{B^{2+}/B} - E^0_{x^{2+}/x} = [-0.62 - (-0.80)]\ V = (-0.62 + 0.80)\ V = +0.18$ V

কোষের emf মান ধনাত্মক (+ 0.18 V) হওয়ায় উপরোক্ত কোষ বিক্রিয়াটি স্বতঃস্ফূর্তভাবে ঘটবে। তাই B^{2+} আয়নের দ্রবণকে X ও A ধাতু নির্মিত বা এদের সংকর ধাতুর পাত্রে সংরক্ষণ করা যাবে না। এ সত্যটি গাণিতিকভাবে কোষ বিক্রিয়ার স্বতঃস্ফূর্ততা দ্বারা নিরূপিত বা নির্ণয় করা হলো।

৪.৮.১ সিস্টেমের কোনো প্রক্রিয়ার স্বতঃস্ফূর্ততার সাথে গিব্‌স-এর মুক্ত শক্তি হ্রাসের সম্পর্ক

Relation between Spontaneous Process & Decrease of Gibbs Free Energy

রাসায়নিক তাপগতিবিজ্ঞানে তড়িৎ রাসায়নিক কোষের অভ্যন্তরের বিক্রিয়ক পদার্থসমূহ ও তাদের দ্বারা দখল করা স্থানটিকে বিক্রিয়া সিস্টেম (System) এবং অবশিষ্ট অংশকে পরিবেশ (surroundings) বলে।

∴ সিস্টেম + পরিবেশ = বিশ্ব (universe)

যে কোনো সিস্টেমের মোট শক্তির দুটি অংশ আছে। একটি অংশ সিস্টেমের মুক্ত শক্তি (free energy), যাকে কার্যে পরিণত করা যায়।

অপর অংশটি হলো অলভ্য বা অপ্রাপ্য শক্তি (unavail energy), যাকে কার্যে পরিণত করা যায় না। এ অপ্রাপ্য শক্তি এনট্রপি' (entropy) নামক অবস্থা নির্ভর অপেক্ষক (State function) দ্বারা পরিমাপ করা হয়।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

এনট্রপির সংজ্ঞা : কোনো সিস্টেমের কণাগুলোর (অণু, পরমাণু, আয়ন ইত্যাদির) বিশৃঙ্খলতার মাত্রা পরিমাপ করার জন্য যে 'তাপ গতীয় অপেক্ষক' বিবেচনা করা হয়, তাকে ঐ সিস্টেমের এনট্রপি বলে। এনট্রপিকে S অক্ষর দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

গিব্‌সের মুক্ত-শক্তির সংজ্ঞা : কোনো সিস্টেমে স্থির চাপ ও তাপমাত্রায় সংঘটিত কোনো প্রক্রিয়ায় যে তাপ গতীয় অপেক্ষকের মান হ্রাসের দ্বারা সিস্টেমটি কী পরিমাণ ব্যবহারযোগ্য কাজ (usable work) বা নিট কাজ (net work) সম্পাদন করতে পারে তা নির্ণয় করা যায়, সেই তাপ গতীয় অপেক্ষকটিকে গিব্‌সের মুক্ত-শক্তি বলে। গিব্‌স মুক্ত-শক্তিকে 'G' অক্ষর দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

গিব্‌সের মুক্ত-শক্তির ব্যবহার : স্থির চাপ ও তাপমাত্রায় সংঘটিত কোনো প্রক্রিয়ায় স্বতঃস্ফূর্ততা নির্ণয়ের জন্য গিব্‌স মুক্ত শক্তি ব্যবহৃত হয়। স্থির চাপে, TK তাপমাত্রায় সিস্টেমের মোট শক্তি হলো এনথালপি (H) এর সমান। তখন এনট্রপির মান S হলে, সিস্টেমের অলভ্য শক্তির মান হয় $T \times S$।

$\therefore$ সিস্টেমের মোট শক্তি $H = G$ (মুক্ত শক্তি) $+ TS$ (সিস্টেমের অলভ্য শক্তি)

$\therefore H = G + TS$; বা, $G = H - TS$. বা, $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

এ সমীকরণটি হলো রাসায়নিক তাপ গতিবিজ্ঞানে ব্যবহৃত কোনো সিস্টেমের কোনো প্রক্রিয়ায় মুক্ত শক্তি পরিবর্তনের গাণিতিক রূপ। এটিকে গিবস সমীকরণ বলে।

(ক) কোষ বিক্রিয়ার স্বতঃস্ফূর্ততার সাথে গিব্‌সের মুক্ত শক্তি হ্রাসের সম্পর্ক :

কোনো গ্যালভানিক কোষ বা তড়িৎ-রাসায়নিক কোষে জারণ-বিজারণ বিক্রিয়ার ফলে তড়িৎ শক্তি উৎপন্ন হয়। কোষের উভয় তড়িৎদ্বারকে পরিবাহীর মাধ্যমে যুক্ত করলে উচ্চ তড়িৎদ্বার-বিভব যুক্ত ক্যাথোড থেকে অ্যানোডের দিকে পরিবাহীর মাধ্যমে তড়িতের প্রবাহ ঘটে। তখন তড়িৎ কোষটি বৈদ্যুতিক কাজ সম্পাদন করে।

আবার কোনো তড়িৎ রাসায়নিক কোষের ক্ষেত্রে ঐ কোষটি থেকে তড়িৎ প্রবাহজনিত যে পরিমাণ বৈদ্যুতিক কাজ সম্পন্ন হয়, তা হলো ঐ তড়িৎ কোষ থেকে প্রাপ্ত সর্বাধিক কাজের পরিমাণ (W_{max})।

ধরা যাক, কোষটির তড়িচ্চালক বল = E_{cell} ভোল্ট এবং কোষের রিডক্স বিক্রিয়ায় n সংখ্যক ইলেকট্রন প্রয়োজন হয়। ফলে পরিবাহীতে n ফ্যারাডে (nF) তড়িৎ প্রবাহিত হয়। সুতরাং

তড়িৎ প্রবাহজনিত কোষের সর্বাধিক কাজ (W_{max}) = প্রবাহিত তড়িতের পরিমাণ × কোষের তড়িচ্চালক বল।

$\therefore W_{max} = nF \times E_{cell}$ ভোল্ট-কুলম্ব $= nF\,E_{cell}$ জুল $[\because 1J = 1VC]$

আবার তাপগতিবিদ্যা অনুসারে কোনো তড়িৎ রাসায়নিক কোষে বিক্রিয়ার ফলে যে মুক্ত শক্তির হ্রাস ঘটে ($-\Delta G$), তা উৎপন্ন তড়িৎ শক্তি তথা তড়িৎ প্রবাহজনিত কাজের সমান হয়। অর্থাৎ

মুক্ত শক্তির হ্রাস ($-\Delta G$) = বৈদ্যুতিক কাজ (W_{max}); বা, $-\Delta G = W_{max} = nF\,E_{cell}$

$\therefore$ মুক্ত শক্তির হ্রাস, $-\Delta G = nF\,E_{cell}$

যদি কোষ বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণকারী উপাদানগুলো প্রমাণ অবস্থায় থাকে, তবে উপরোক্ত সমীকরণটি হবে,

$-\Delta G^\circ = nF\,E^0_{cell}$

$\Delta G^\circ = -nF\,E^0_{cell}$ সমীকরণের তাৎপর্য : (তাপগতিবিদ্যা অনুসারে) :

(১) ΔG° = ঋণাত্মক (– ve) হলে, তখন কোষ বিক্রিয়া স্বতঃস্ফূর্ত হবে।
এ অবস্থায় E_{cell} এর মান ধনাত্মক (+ ve) হতে হবে।

(২) ΔG° = ধনাত্মক (+ v) হলে, তখন কোষ বিক্রিয়া স্বতঃস্ফূর্ত হবে না।
এ অবস্থায় E_{cell} এর ঋণাত্মক (– ve) হতে হবে।

(৩) $\Delta G^\circ = 0$ হলে, $E^0_{cell} = 0$ হয়, তখন কোষটির বিক্রিয়া সাম্যাবস্থায় আছে এবং কোষটি মৃত (dead)।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

শিক্ষার্থীর কাজ-৪.৮ : স্বতঃস্ফূর্ত কোষ বিক্রিয়াভিত্তিক গণনা :

সমস্যা-৪.২৯ : প্রমাণ অবস্থায় নিম্নোক্ত বিক্রিয়া স্বতঃস্ফূর্তভাবে ঘটবে কীনা, তা E° এর মান দ্বারা প্রমাণ কর।

$3\,Ni\,(s) + 2Al^{3+}\,(aq) \longrightarrow 3Ni^{2+}\,(aq) + 2Al\,(s)$ দেয়া আছে, $E^{0}_{Ni^{2+}/Ni} = 0.25V$, $E^{0}_{Al/Al^{3+}} = +1.66$

উঃ $E^{0}_{cell} = -1.41$ V; তাই বিক্রিয়াটি স্বতঃস্ফূর্ত হবে না।

সমস্যা-৪.৩০ : Zn^{2+}/Zn এবং Cu^{2+}/Cu এর বিজারণ বিভব যথাক্রমে – 0.76 V ও + 0.34 V হলে নিচের বিক্রিয়াটি স্বতঃস্ফূর্তভাবে ঘটবে কীনা যুক্তি দেখাও।

$Cu\,(s) + Zn^{2+}\,(aq) \longrightarrow Cu^{2+}\,(aq) + Zn\,(s)$ [উঃ $E^{0}_{cell} = -1.1$ V, স্বতঃস্ফূর্ত হবে না।]

সমস্যা-৪.৩১(ক) : জিঙ্ক ধাতুর পাত্রে $FeSO_4$ দ্রবণ রাখা যাবে কীনা; তা ব্যাখ্যা কর।

এক্ষেত্রে $Zn/Zn^{2+} = +0.76V$ এবং $Fe/Fe^{2+} = +0.44$ V [উঃ $E^{0}_{cell} = +0.32$ V, তাই রাখা যাবে না।]

সমস্যা- ৪.৩১ (খ) : জিঙ্ক ধাতুর পাত্রে $NiSO_4$ এর দ্রবণকে দীর্ঘকাল সংরক্ষণ করা যাবে কীনা, তা গাণিতিকভাবে মূল্যায়ন কর। $E^{0}_{Ni^{2+}/Ni} = -0.25$ V; $E^{0}_{Zn^{2+}/Zn} = -0.76$ V] [য. বো. ২০১৬; সি. বো. ২০১৬]

[উঃ $E_{cell} = +0.51$V, তাই রাখা যাবে না।]

সমস্যা- ৪.৩১ (গ) তামা বা কপার ধাতুর পাত্রে $MgSO_4$ দ্রবণ রাখা যাবে কি? যুক্তি দাও।

দেয়া আছে, E^{0}_{red}, $Cu^{2+}/Cu = +0.34$ V; E^{0}_{red}, $Mg^{2+}/Mg = -2.3$ V

[উত্তর সংকেত : কপার ধাতুর বিজারণ বিভব ম্যাগনেসিয়ামের চেয়ে বেশি অর্থাৎ কপার ধাতুর জারণ বিভব Mg ধাতুর চেয়ে কম; তাই Cu পরমাণু থেকে ইলেকট্রন Mg^{2+} আয়নে যাবে না। সুতরাং কেনো স্বতঃস্ফূর্ত বিক্রিয়া ঘটবে না। এক্ষেত্রে $E_{কোষ} = -2.64$ V। তাই স্বতঃস্ফূর্ত কোষ বিক্রিয়া ঘটবে না। তাই কপার ধাতুর পাত্রে $MgSO_4$ দ্রবণ রাখা যাবে।]

সমস্যা-৪.৩১ (ঘ) কপার ধাতুর পাত্রে $FeSO_4$ দ্রবণ রাখা যাবে কি?

দেয়া আছে $E^{0}_{Cu/Cu^{2+}} = -0.34$ V এবং $E^{0}_{Fe/Fe^{2+}} = +0.44$ V

[উত্তর সংকেত : ৪.৩১ (গ) নং প্রশ্নের যুক্তির মত।]

সমস্যা-৪.৩১ (ঙ) : কপার ধাতুর পাত্রে ফেরাস সালফেট দ্রবণ রাখা যাবে কীনা; তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। এক্ষেত্রে, $E^{0}_{Fe^{2+}/Fe} = -0.44$V; $E^{0}_{Cu^{2+}/Cu} + 0.34$V| [মাদ্রাসা বোর্ড-২০১৮]

[উঃ যাবে, কারণ, $E^{0}_{cell} = -0.78$ V|

সমস্যা-৪.৩১ (চ) : দেয়া আছে, $E^{0}_{A^{2+}/A} = +0.20$ V; $E^{0}_{B^{2+}/B} = -0.62$ V; $E^{0}_{X^{2+}/X} = -80$ V| এক্ষেত্রে B^{2+} আয়নের দ্রবণকে 'A' ও 'X' ধাতুদ্বয়ের তৈরি কোনো পাত্রে সংরক্ষণ করা যাবে কীনা; তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। [সমাধানকৃত সমস্যা-৪.২৭ দেখো। [অভিন্ন বোর্ড-২০১৮]

[উঃ যাবে না, কারণ, X ধাতু B ধাতুর চেয়ে অধিক সক্রিয়; $E^{0}_{cell} = +0.18$ V|

সমস্যা- ৪.৩১ (ছ): $Zn\,(s) + Cu^{2+}\,(aq) \longrightarrow Zn^{2+}\,(aq) + Cu\,(s)$; এ বিক্রিয়াটি স্বতঃস্ফূর্তভাবে ঘটবে কি?

দেয়া আছে, Zn^{2+}/Zn এবং Cu^{2+}/Cu তড়িৎদ্বারের বিজারণ বিভব হলো যথাক্রমে –0.76 V এবং + 0.34 V

[উঃ $E_{cell} = +1.1$V, বিক্রিয়া স্বতঃস্ফূর্ত ঘটবে।]

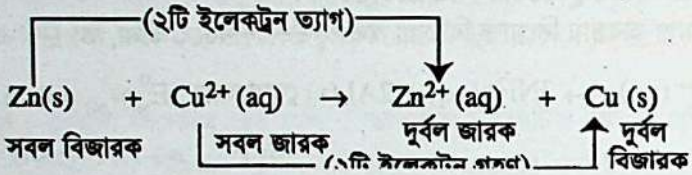
৪.৯ Red-Ox বিক্রিয়া, কোষ বিভব ও প্রমাণ কোষ বিভব

Red-Ox Reaction, Cell Potentials & Standard Cell Potentials

(১) রিডক্স (Red-Ox) বিক্রিয়া : প্রত্যেক রিডক্স বিক্রিয়া হলো দু'টি অর্ধবিক্রিয়ার সমষ্টি। এর প্রত্যেক পার্শ্বে একটি বিজারক ও একটি জারক উপাদান থাকে। যেমন জিঙ্ক-কপার বিক্রিয়ায় Zn ও Cu উভয়ই হলো বিজারক এবং Cu^{2+} আয়ন ও Zn^{2+} আয়ন হলো উভয় জারক। সবল বিজারক ও সবল জারক স্বতঃস্ফূর্তভাবে পরস্পর বিক্রিয়ায় যথাক্রমে দুর্বল জারক ও দুর্বল বিজারকে পরিণত হয়। যেমন–

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com



জেনে নাও : এক্ষেত্রে এসিড-ক্ষারক কেমিস্ট্রির মিল রয়েছে। সবল এসিড ও সবল ক্ষারক স্বতঃস্ফূর্তভাবে বিক্রিয়ায় যথাক্রমে দুর্বল ক্ষারক ও দুর্বল এসিড তৈরি করে। তখন কনজুগেট বা অনুবন্ধী অম্ল-ক্ষারকের মধ্যে একটি প্রোটনের পার্থক্য থাকে। তখন এসিডে বেশি প্রোটন থাকে; কিন্তু ক্ষারকে প্রোটন থাকে না। Red-Ox যুগলের বেলায় যেমন Zn ও Zn^{2+} আয়নের ক্ষেত্রেও এক বা একাধিক ইলেকট্রনের পার্থক্য থাকে। তখন বিজারক উপাদানে (Zn) বেশি ইলেকট্রন থাকে; কিন্তু জারিত উপাদানে (Zn^{2+}) তা থাকে না। এসিড-ক্ষারক বিক্রিয়ায়, K_a ও K_b এর মান জেনে এসিড-ক্ষারকের সবলতা তুলনা করা হয়। অনুরূপভাবে Red-Ox বিক্রিয়ায় বিজারণ বিভব E^o এর মান জেনে জারক ও বিজারক তুলনা করা হয়। দ

সারণি-৪.৪ এ দেয়া তড়িৎদ্বারসমূহের প্রমাণ বিজারণ বিভব (E^o) এর মান থেকে জানা যায়, অধিক সবল জারক (সারণির বাম দিকের ক্যাটায়ন) এর অর্ধ-বিক্রিয়ার E^o এর মান তুলনামূলক বেশি (বেশি ধনাত্মক অথবা কম ঋণাত্মক) থাকে। অপরদিকে, অধিক সবল বিজারক (সারণির ডান দিকের ধাতু) এর অর্ধ-বিক্রিয়ার E^o এর মান তুলনামূলক কম (কম ধনাত্মক অথবা বেশি ঋণাত্মক) থাকে। সুতরাং 'প্রমাণ বিজারণ বিভব'-এর সারণি-৪.৪ অনুসারে, কোনো বিজারক (ডান দিকের) ও এর নিচে স্থান প্রাপ্ত জারক (বাম দিকে) এর মধ্যে স্বতঃস্ফূর্ত বিক্রিয়া ঘটবে ($E^o_{cell} > 0$)।

অপর কথায়, তড়িৎ কোষে স্বতঃস্ফূর্ত বিক্রিয়ার জন্য অধিক সবল বিজারক (অ্যানোডরূপে) নিতে হবে সারণির ডানদিকে ওপর থেকে এবং জারক (ক্যাথোডরূপে) নিতে হবে সারণির বামদিকে নিচের থেকে। যেমন, Zn (ডান দিকে ওপরে) ও Cu^{2+} আয়ন (বাম দিকে নিচে) এর মধ্যে স্বতঃস্ফূর্ত কোষ বিক্রিয়া ঘটবে।

(২) কোষ বিভব : কোষ বিভবের সংজ্ঞা : কোনো তড়িৎ কোষে অ্যানোড বা ঋণাত্মক ইলেকট্রোড থেকে যে বিকর্ষণ বল দ্বারা ঋণাত্মক ইলেকট্রনসমূহ বিকর্ষিত হয়ে ক্যাথোডে বা ধনাত্মক ইলেকট্রোডের দিকে ধাবিত হয়, তাকে ঐ কোষের বিভব বা **emf** বলে। গাণিতিকভাবে, কোষ বিভব বা কোষের emf (E_{cell}) হলো অ্যানোডের জারণ বিভব ও ক্যাথোডের বিজারণ বিভব মানের সমষ্টির সমান।

$$\therefore E_{cell} = E_{\text{anode (ox)}} + E_{\text{cathode (red)}}$$
$$= E_{\text{cathode (red)}} - E_{\text{anode (red)}}$$

কোষের emf তড়িৎদ্বারের ধাতুর (i) প্রকৃতি, (ii) দ্রবণে আয়নের ঘনমাত্রা ও (iii) দ্রবণের তাপমাত্রার ওপর নির্ভর করে। তাই তড়িৎদ্বারে 1.0 M দ্রবণ ও তাপমাত্রা 25°C স্থির রেখে তড়িৎদ্বারসমূহের প্রমাণ বিজারণ বিভব নির্ণয় করা হয়েছে (সারণি-৪.৪)।

(৩) প্রমাণ কোষ বিভব: প্রমাণ কোষ বিভবের সংজ্ঞা : প্রমাণ তড়িৎদ্বার বিভব বিশিষ্ট দুটি অর্ধকোষ সমন্বয়ে তৈরি করা তড়িৎ কোষের ক্যাথোড ও অ্যানোডের প্রমাণ তড়িৎদ্বার বিজারণ বিভবের পার্থক্যের মানকে তড়িৎ কোষটির **প্রমাণ কোষ বিভব বলে। প্রমাণ তড়িৎদ্বার বিভব** বলতে প্রতিটি অর্ধকোষে 25°C তাপমাত্রায় ও 1 M ঘনমাত্রার তড়িৎ বিশ্লেষ্যে থাকা তড়িৎদ্বারে সৃষ্ট তড়িৎ বিভবকে বোঝায়। প্রমাণ কোষ বিভব (E^o_{cell}) কে গাণিতিকভাবে নিম্ন সমীকরণ দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

$$E^0_{cell} = E^0_{\text{cathode (red)}} - E^0_{\text{anode (red)}}$$

জিঙ্ক-কপার তড়িৎ কোষের বিভব হবে নিম্নরূপ :

$$E^0_{cell} = E^0_{Cu^{2+}/Cu} - E^0_{Zn^{2+}/Zn}$$
$$= [0.34 - (-0.76)]\ V$$
$$= [0.34 + 0.76]\ V = 1.10\ V$$

[সারণি-৪.৪ থেকে তড়িৎদ্বারের বিজারণ বিভব মান নেয়া]

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

শিক্ষার্থীর কাজ-৪.৯ : কোষ বিভব নির্ণয় : প্রমাণ জারণ ও বিজারণ বিভব থেকে :

সমস্যা-৪.৩২ : Zn/Zn^{2+} এবং Ag/Ag^{+} তড়িৎদ্বারের প্রমাণ জারণ বিভব + 0.76 V এবং – 0.80 V। তড়িৎ কোষটির বিভব মান গণনা কর। [উ: 1.56 V]

সমস্যা-৪.৩৩ : নিচের কোষটির প্রমাণ কোষ বিভব 0.92 V এবং Al^{3+}/Al এর প্রমাণ বিজারণ বিভব –1.66 V হলে Cr^{3+}/Cr এর প্রমাণ বিজারণ বিভব কত হবে? $Al\ (s)/Al^{3+}\ (aq)\ ।\ Cr^{3+}\ (aq)/Cr\ (s)$। [উ: – 0.74 V]

সমস্যা-৪.৩৪ : নিচের রাসায়নিক কোষটির কোষ বিভব গণনা কর।

$Mg\ (s)/Mg^{2+}(aq)\ ।\ Cu^{2+}(aq)/Cu\ (s)$

এক্ষেত্রে $E_{Mg^{2+}/Mg} = -2.36$ V এবং $E_{Cu^{2+}/Cu} = +0.34$ V [উ: 2.7 V]

সমস্যা-৪.৩৫ : নিচে দেয়া কোষ ডায়াগ্রাম মতে কোষটির emf বের কর। [সি. বো. ২০১৫]

$A/A^{2+} \| B^{2+}/B$; $E^{o}_{A/A^{2+}} = +0.80$ V ; $E^{o}_{B/B^{2+}} = +0.40$ V [উ: 0.40 V]

জেনে নাও :

বিদ্যুৎ বা তড়িৎ শক্তি দ্বারা কাজ (work) সম্পাদিত হয়। কোষের এ বিদ্যুৎ শক্তি উভয় ইলেকট্রোডের তড়িৎ বিভব পার্থক্যের সমান। একে কোষের ভোল্টেজ বা emf বলা হয়।

নেগেটিভ ইলেকট্রোড থেকে ইলেকট্রন স্বতঃস্ফূর্তভাবে পজিটিভ ইলেকট্রোডে প্রবাহিত হয় অর্থাৎ ইলেকট্রন প্রবাহ অধিকতর পজিটিভ তড়িৎ বিভবের ইলেকট্রোডমুখী হয়। তাই কোষ বিক্রিয়ার স্বতঃস্ফূর্ততা হলো ধনাত্মক কোষ বিভব অর্থাৎ

$E_{cell} > 0$। বা ধনাত্মক হলে তখন কোষ বিক্রিয়া স্বতঃস্ফূর্ত হয়।

$E_{cell} = 0$ হলে, কোষ বিক্রিয়া সাম্যাবস্থায় রয়েছে; তখন ঐ কোষটি নিষ্ক্রিয় বা মৃত হয়েছে (The Cell is dead)।

$E_{cell} < 0$ বা ঋণাত্মক হলে তখন কোষ বিক্রিয়া স্বতঃস্ফূর্ত নয়।

SI এককে, তড়িৎ বিভব হলো ভোল্ট (V) এবং বৈদ্যুতিক চার্জের একক হলো কুলম্ব (C)। শক্তি বা কাজের সংজ্ঞা মতে, এক ভোল্ট বিভব পার্থক্যের দুটি ইলেকট্রোডের মধ্যে এক কুলম্ব বিদ্যুৎ চার্জ প্রবাহের ফলে এক জুল (J) শক্তি মুক্ত হয় বা সমতুল্য কাজ সম্পাদিত হয়। তাই 1V = 1J/C, ∴ 1J (কাজ) = 1V(তড়িৎ বিভব) × 1C (তড়িৎ চার্জ)

কয়েকটি গ্যালভানিক বা ভোল্টায়িক কোষের কোষ বিভব হলো নিম্নরূপ :

(১) শুষ্ক কোষ বা ড্রাই ব্যাটারি (ফ্লাশ লাইট) : 1.50 V
(২) লেড-এসিড কার ব্যাটারি (6 সেল =12 V) : 2.00 V
(৩) ক্যালকুলেটর ব্যাটারি (মার্কারি) : 1.30 V
(৪) ক্যালকুলেটর সিলভার বাটন ব্যাটারি : 1.60 V
(৫) লিথিয়াম-আয়ন ল্যাপটপ ব্যাটারি : 3.70 V
(৬) হাইড্রোজেন ফুয়েল সেল ব্যাটারি : 1.23 V

৪.১০ তড়িৎদ্বার ও কোষের বিভব সংক্রান্ত নার্নস্ট সমীকরণ

Nernst Equation Related to EMF of Electrodes & Cell

প্রমাণ তড়িৎদ্বার বিভব মান থেকে প্রমাণ কোষ বিভব গণনা করা সহজ। কিন্তু অধিকাংশ কোষের বেলায় সব উপাদান (components) প্রমাণ অবস্থায় বা standard states-এ থাকে না। এছাড়া কোষ বিক্রিয়া শুরুর সাথে দ্রবণের ঘনমাত্রা ও তাপমাত্রার পরিবর্তন ঘটে। আবার বিভিন্ন ব্যাটারিতে বিক্রিয়কসমূহের ঘনমাত্রা প্রমাণ অবস্থায় থাকে না। তাই জার্মান রসায়নবিদ নার্নস্ট প্রমাণ অবস্থায় অর্থাৎ তাপমাত্রা 25°C ও বিক্রিয়কের এক মোলার ঘনমাত্রায় (1 M) (standard

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

states-এ) নির্ণীত ইলেকট্রোডের বিভব মান (E°)-এর সাথে অপ্রমাণ অবস্থায় (non-standard states-এ) ঐ ইলেকট্রোডের বিজারণ বিভব (E) মানের সম্পর্ক স্থাপন করেন। যেমন নার্নস্ট সমীকরণ মতে, ডেনিয়েল কোষে অপ্রমাণ অবস্থায় জিঙ্ক ইলেকট্রোড ও কপার ইলেকট্রোডের বিজারণ বিভব সম্পর্ক হলো নিম্নরূপ :

$$E_{Zn^{2+}/Zn} = E^0_{Zn^{2+}/Zn} + \frac{RT}{2F} \ln [Zn^{2+}(aq)]$$

$$E_{Cu^{2+}/Cu} = E^o_{Cu^{2+}/Cu} + \frac{RT}{2F} \ln [Cu^{2+}(aq)]$$

MCQ-4.17: সক্রিয়তা সিরিজ মতে নিচের কোন্‌টি সঠিক? [ব. বো. ২০১৫]

(ক) Al > Ni (খ) Zn > Mg

(গ) Fe > Na (ঘ) Cu > Sn

ডেনিয়েল কোষ বিক্রিয়াটি হলো : $Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \xrightarrow[\text{or, } 2F]{2e^-} Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$

কোষ বিভব, $E_{cell} = E_{cathode(red)} - E_{anode(red)}$

$$\therefore E_{cell} = \{E^o_{Cu^{2+}/Cu} + \frac{RT}{2F} \ln [Cu^{2+}(aq)]\} - \{E^0_{Zn^{2+}/Zn} + \frac{RT}{2F} \ln [Zn^{2+}(aq)]\}$$

$$= \left\{E^o_{Cu^{2+}/Cu} - E^0_{Zn^{2+}/Zn}\right\} + \frac{RT}{2F} \ln \frac{[Cu^{2+}(aq)]}{[Zn^{2+}(aq)]}$$

$$\therefore E_{cell} = E^0_{cell} - \frac{2.303RT}{2F} \log \frac{[Zn^{2+}(aq)]}{[Cu^{2+}(aq)]} \ ;$$

(ক) তড়িৎ কোষ বিভবের নার্নস্ট সমীকরণ :

যে কোনো কেলভিন তাপমাত্রা (T) এবং অর্ধকোষদ্বয়ের তড়িৎ বিশ্লেষ্যের যে কোনো মোলার ঘনমাত্রা সহকারে তৈরি করা তড়িৎ কোষের বিভব (E) এর সাথে প্রমাণ অবস্থায় ঐ অর্ধকোষ দ্বারা সৃষ্ট প্রমাণ কোষ বিভব (E°) এর সম্পর্কযুক্ত এক সমীকরণ রসায়নবিদ নার্নস্ট প্রতিষ্ঠা করেন। কোষ বিভব সংক্রান্ত নার্নস্ট সমীকরণটি নিম্নরূপ :

$$E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{RT}{nF} \ln Q = E^\circ_{cell} - \frac{2.303RT}{nF} \log Q, \text{ এক্ষেত্রে } Q = \frac{[\text{উৎপাদ আয়ন}]^x}{[\text{বিক্রিয়ক আয়ন}]^y}$$

x ও y হলো জারণ-বিজারণ (REDOX) সমীকরণে উভয় আয়নের সহগ।

এখানে $R = 8.314 JK^{-1} (\text{mol r} \times n)^{-1}$, [r × n = reaction]; T = 298K, প্রতি মোল বিক্রিয়ার মোল ইলেকট্রন সংখ্যা, F = 96500 C = 96500 J. (V. mol.$\bar{e}$)$^{-1}$ ধরে 2.303RT/F = 0.0592 V হয়। উপরোক্ত সমীকরণে মান বসিয়ে পাই,

$$\therefore E_{cell} = E^0_{cell} - \frac{0.0592V}{n} \times \log Q$$

উদাহরণ-১। ডেনিয়েল কোষের বেলায়, কোষ ডায়াগ্রাম: $Zn(s) / Zn^{2+}(aq) \mid Cu^{2+}(aq) / Cu(s)$

ডেনিয়েল কোষের বিক্রিয়া $Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \xrightarrow[\text{or, } 2F]{2e^-} Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$

$$\therefore \text{নার্নস্ট সমীকরণ মতে, } E_{cell} = E^0_{cell} - \frac{0.0592\ V}{2} \log \frac{[Zn^{2+}]}{[Cu^{2+}]} \ ; \text{ এখানে, } Q = \frac{[Zn^{2+}]}{[Cu^{2+}]}$$

প্রমাণ অবস্থায়, অর্থাৎ T = 298 K এবং $[Zn^{2+}] = [Cu^{2+}] = 1$ M হলে Q = 1,

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

তখন ডেনিয়েল কোষটির বিভব হবে, $E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{0.0592V}{2} \log \frac{1M}{1M}$; বা, $E_{cell} = E^\circ_{cell} + 0$

প্রমাণ অবস্থায় ডেনিয়েল কোষের বিভব, $E^\circ_{cell} = 1.10$ V।

যদি $[Zn^{2+}] < [Cu^{2+}]$ তখন $Q < 1$ এবং কোষটির বিভব 1.10V থেকে বেশি হবে। যেমন, যদি $[Zn^{2+}] = 1.0 \times 10^{-4}$ M এবং $[Cu^{2+}] = 2.0$ M হয়, তখন ডেনিয়েল কোষটির কোষ বিভব হবে :

$$E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{0.0592V}{2} \log \frac{[Zn^{2+}]}{[Cu^{2+}]} = 1.10V - \frac{0.0592\ V}{2} \times \log \frac{1.0 \times 10^{-4}}{2.0}$$

$$E_{cell} = 1.10V - 0.0296 \times (-4.30)\ V = 1.10V + 0.127\ V = \boxed{1.23\ V}$$

উদাহরণ-২। একযোজী ও দ্বিযোজী আয়নবিশিষ্ট তড়িৎকোষের বেলায় কোষ ডায়াগ্রাম, কোষ বিক্রিয়া ও নার্নস্ট সমীকরণ মতে e. m. f প্রকাশ নিম্নরূপে করা হয় :

কোষ ডায়াগ্রাম : Ni (s) /Ni^{2+} (aq) | Ag^+ (aq) / Ag(s)

কোষ বিক্রিয়া : $Ni(s) + 2Ag^+(aq) \xrightarrow{2e^-} Ni^{2+}(aq) + 2Ag(s)$

উপরিউক্ত তড়িৎকোষের বিভব (e. m. f) নিম্নরূপে লেখা হয়। যেমন,

$$E_{cell} = E^0_{cell} - \frac{0.0592V}{2} \log \frac{[Ni^{2+}(aq)]}{[Ag^+(aq)]^2}$$

MCQ-4.18: কোষের emf নির্ভর করে- [চ. বো. ২০১৫]
(i) আয়নের ঘনমাত্রার ওপর
(ii) গ্যাসের চাপের ওপর
(iii) ইলেকট্রোডের বিভব মানের ওপর
নিচের কোনটি সঠিক?
(ক) i ও ii (খ) ii ও iii
(গ) i ও iii (ঘ) i, ii ও iii

* তড়িৎ রাসায়নিক কোষের উভমুখী সাধারণ বিক্রিয়াকে নিম্নরূপে প্রকাশ করা যায় :

$$xA(s) + yB^{m+}(aq) \underset{}{\overset{xne^-}{\rightleftharpoons}} xA^{n+}(aq) + yB(s)$$

উপরিউক্ত বিক্রিয়ার রাসায়নিক কোষের ক্ষেত্রে নার্নস্ট সমীকরণ মতে ঐ কোষের বিভব সমীকরণ নিম্নরূপ হয় :

$$E_{cell} = E^0_{cell} - \frac{2.303RT}{\chi nF} \log \frac{[A^{n+}]^x}{[B^{m+}]^y}$$; [প্রমাণ অবস্থায় কঠিন পদার্থের সক্রিয়তা = 1; তাই শুধু উৎপাদ ও বিক্রিয়কের আয়নের ঘনমাত্রা বিবেচ্য]। এক্ষেত্রে, E_{cell} = কোষ বিভব (অপ্রমাণ অবস্থায়) ; E^0_{cell} = কোষের প্রমাণ বিভব; R = 8.314 $JK^{-1}\ mol^{-1}$, T = কেলভিন তাপমাত্রা; এক্ষেত্রে xn = my = স্থানান্তরিত ইলেকট্রন।

n = প্রতি মোল বিক্রিয়ায় স্থানান্তরিত ইলেকট্রনের মোলসংখ্যা; F = 96500 C, [ ] = মোলার ঘনমাত্রা।

জেনে নাও :

** অপ্রমাণ অবস্থায় অর্ধকোষের তড়িৎদ্বার বিভব সম্পর্কিত নার্নস্টের সমীকরণ :

(১) তড়িৎদ্বারে জারণ ক্রিয়া সংঘটিত হলে, তখন IUPAC নিয়ম মতে তড়িৎদ্বারের জারণ বিভবের মান থেকে অর্ধকোষের তড়িৎদ্বার বিজারণ বিভব, E_{red} প্রকাশ করা হয়। যেমন, একটি অর্ধকোষের জারণ বিক্রিয়া :

$$M_1 \longrightarrow M_1^{n+} + ne^- \ldots\ldots\ldots (1)$$

নার্নস্টের সমীকরণ মতে অর্ধকোষটির $E_{ox} = E^0_{ox} - \frac{RT}{nF} \ln \frac{[M_1^{n+}]}{M_1}$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

IUPAC নিয়ম মতে ধাতুর সক্রিয় ভর $M_1 = 1$ ধরা হয়। তখন 25°C তাপমাত্রায়-

$$E_{ox} = E^0_{ox} - \frac{0.0592V}{n} \log [M_1{}^{n+}]$$

সুতরাং IUPAC নিয়ম মতে, অর্ধকোষটির তড়িৎদ্বার (বিজারণ) বিভব হবে,

$E_{red} = -E^0_{ox}$ হয়,

$$\therefore E_{red} = -E_{ox} = -E^0_{ox} + \frac{0.0592V}{n} \log [M_1{}^{n+}]$$

$$\therefore E_{red} = E^0_{red} + \frac{0.0592\ V}{n} \log [M_1{}^{n+}] \ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

এখন সক্রিয়তা সিরিজ, সারণি-৪.৪ থেকে ধাতব তড়িৎদ্বারটির বিজারণ বিভব (E°) এর মান, (1) নং সমীকরণ থেকে 'n' (ত্যাগ করা ইলেকট্রন সংখ্যা)-এর মান এবং M_1^{n+} আয়নের মোলার ঘনমাত্রার মান (2) নং সমীকরণে বসালে অপ্রমাণ অবস্থায় অর্ধকোষটির তড়িৎদ্বার (বিজারণ) বিভব (E_{red}) এর মান পাওয়া যায়। [সমাধানকৃত সমস্যা-৪.২৮ দেখো।]

MCQ-4.19 : লবণ সেতুতে তড়িৎ বিশ্লেষ্যরূপে ব্যবহৃত হয় কোনটি? [চ. বো. ২০১৭]

(ক) KCl, KNO_3, NH_4Cl
(খ) KCl, K_2SO_4, Na_2SO_4
(গ) KCl, NH_4Cl, Na_2CO_3
(ঘ) KCl, NH_4Cl, $NaNO_3$

(২) $Zn/Zn^{2+} \parallel H^+/H_2$, Pt কোষের EMF গণনায় নার্নস্টের সমীকরণ :

অ্যানোডে জারণ : $Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e^-$

ক্যাথোডে বিজারণ : $2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$

কোষ বিক্রিয়া : $Zn + 2H^+ \longrightarrow Zn^{2+} + H_2$

$$\therefore E_{cell} = E^0_{cell} - \frac{0.0592\ V}{2} \log \frac{[Zn^{2+}] \times P_{H_2}}{[H^+]^2}$$; P_{H_2} = atm এককে H_2 এর চাপ।

সমাধানকৃত সমস্যা– ৪.২৮ : 25° C তাপমাত্রায় 0.5 M $ZnSO_4$ দ্রবণে Zn তড়িৎদ্বার ডুবালে তখন ঐ তড়িৎদ্বারের বিভব কত হবে নির্ণয় কর। [$E^0_{Zn/Zn^{2+}} = +0.76$ V]

সমাধান : নার্নস্টের তত্ত্ব মতে, Zn দণ্ডটি Zn^{2+} আয়নের দ্রবণে ডুবালে জারণ ক্রিয়া ঘটবে।

$$Zn\ (s) \longrightarrow Zn^{2+}\ (aq) + 2e^-$$

$$\therefore \text{নার্নস্টের সমীকরণ মতে, } E_{ox} = E^0_{ox} - \frac{0.0592V}{n} \log [M^{n+}] \quad [\ 25°C \text{ তাপমাত্রায় }]$$

$$\therefore E_{Zn/Zn^{2+}} = 0.76\ V - \frac{0.0592\ V}{2} \times \log 0.5 \quad \text{প্রশ্ন মতে, } [M^{n+}] = 0.5\ (M),\ n = 2$$

$$\therefore E_{Zn/Zn^{2+}} = 0.76\ V - (-0.00891)\ V = 0.7689\ V \text{ (উত্তর)}$$

সমাধানকৃত সমস্যা-৪.২৯ : 25°C তাপমাত্রায় নিচের কোষটির কোষ বিভব গণনা কর।

$$Ni\ (s)/Ni^{2+}\ (0.1\ M) \parallel Ag^+\ (0.2\ M)\ /\ Ag\ (s)$$

দেয়া আছে, $E^0_{Ni^{2+}/Ni} = -0.25$ V; $E^0_{Ag^+/Ag} = +0.80$ V

দক্ষতা : উভয় আয়নের ঘনমাত্রা দেয়া থাকায় কোষের নার্নস্ট সমীকরণ প্রয়োগ করতে হবে।

সমাধান : নার্নস্টের সমীকরণ মতে তড়িৎ কোষের কোষ বিভব সমীকরণ :

$$E_{cell} = E^0_{cell} - \frac{0.0592\ V}{n} \log Q,\ Q = \frac{[\text{উৎপাদ আয়ন}]^x}{[\text{বিক্রিয়ক আয়ন}]^y}$$, x ও y হলো উভয় আয়নের সহগ।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়া হলো নিম্নরূপঃ

অ্যানোডে জারণ : $Ni\ (s) \longrightarrow Ni^{2+}\ (aq) + 2e^-$

ক্যাথোডে বিজারণ : $2Ag^+\ (aq) + 2e^- \longrightarrow 2Ag\ (s)$

সমগ্র কোষ বিক্রিয়া : $Ni\ (s) + 2Ag^+\ (aq) \xrightarrow{2e^-} Ni^{2+}\ (aq) + 2Ag\ (s)$

এক্ষেত্রে, n = 2, [উৎপাদ আয়ন] = $[Ni^{2+}] = 0.1M$ (প্রশ্নমতে), সমীকরণে সহগ x = 1, y = 2

[বিক্রিয়ক আয়ন] = $[Ag^+] = 0.2M$ (প্রশ্নমতে)

$$\therefore E_{cell} = E^0_{cell} - \frac{0.0592\ V}{2} \log \frac{[Ni^{2+}]}{[Ag^+]^2}\ ; E_{cell} = E^0_{cathode} - E^0_{anode} - 0.0296\ V \log \frac{0.1}{(0.2)^2}$$

$$\therefore E_{cell} = [0.80 - (-0.25)]\ V - 0.0296\ V \times (-0.3979)$$

$$= 1.05\ V + 0.011777\ V = 1.062\ V$$

∴ কোষটির বিভব হলো 1.062 V (উত্তর)

সমাধানকৃত সমস্যা- ৪.৩০ : 25°C তাপমাত্রায় নিচের কোষটির কোষ বিভব (emf) গণনা কর।

$$Cd/Cd^{2+}\ (0.02M) \parallel H^+\ (0.2M) / H_2\ (0.5\ atm), Pt$$

দেয়া আছে, $E^0_{Cd^{2+}/Cd} = -0.402\ V$

দক্ষতা : H তড়িৎদ্বার সম্বলিত নার্নস্টের কোষ বিভবের সমীকরণ প্রযোজ্য হবে।

সমাধান : নার্নস্টের সমীকরণ মতে তড়িৎ কোষের কোষ বিভব সমীকরণ হলো :

$$E_{cell} = E^0_{cell} - \frac{0.0592\ V}{n} \log \frac{[Cd^{2+}] \times P_{H_2}}{[H^+]^2}\ ; P_{H_2} = \text{atm এককে } H_2 \text{ এর চাপ}$$

সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়া হলো নিম্নরূপ :

অ্যানোডে জারণ : $Cd \longrightarrow Cd^{2+} + 2e^-$

ক্যাথোডে বিজারণ : $2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$

সমগ্র কোষ বিক্রিয়া : $Cd + 2H^+ \xrightarrow{2e^-} Cd^{2+} + H_2$

এক্ষেত্রে, n = 2, $[Cd^{2+}] = 0.02M$, $[H^+] = 0.2M$, $P_{H_2} = 0.5\ atm$

$E^0_{Cd^{2+}/Cd} = -0.402\ V$, $E^0_{2H^+/H_2} = 0.0\ V$

$$\therefore E_{cell} = E^0_{cell} - \frac{0.0592\ V}{2} \log \frac{0.02 \times 0.5}{(0.2)^2}$$

বা, $E_{cell} = [0.0 - (-0.402)]\ V - 0.0296\ V \times \log 0.25$

বা, $E_{cell} = 0.402\ V - (-0.01782)\ V = 0.41982\ V$

∴ কোষটির বিভব মান হলো = 0.41982 V (উত্তর)

MCQ-4.20 : Pt, H_2/H^+ ($E^0 = 0.0V$) এর সাথে ক্যাথোড হিসেবে ব্যবহৃত হয় কোনটি? [চ. বো. ২০১৯]

(ক) Zn^{2+}/Zn (খ) Mg^{2+}/Mg

(গ) Cu^{2+}/Cu (ঘ) Fe^{2+}/Fe

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সমাধানকৃত সমস্যা–৪.৩১ : 25°C তাপমাত্রায় নিচের কোষটির কোষ বিভব গণনা কর।

$Cr\,(s)/Cr^{3+}\,(0.3M) \parallel Cu^{2+}\,(0.15\,M)/Cu\,(s)$

দেয়া আছে, $E^0_{Cr^{3+}/Cr} = -0.74\ V$, $E^0_{Cu^{2+}/Cu} = +0.34\ V$

দক্ষতা : উভয় আয়নের ঘনমাত্রা দেয়া থাকায় কোষের নার্নস্ট সমীকরণ প্রয়োগ হবে।

সমাধান : নার্নস্টের সমীকরণ মতে তড়িৎ কোষের কোষ বিভব সমীকরণটি হলো :

$$E_{cell} = E^0_{cell} - \frac{0.0592V}{n}\log Q, \text{ এখানে } Q = \frac{[\text{উৎপাদ আয়ন}]^x}{[\text{বিক্রিয়ক আয়ন}]^y}$$

সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়া হলো নিম্নরূপ :

অ্যানোডে জারণ : $Cr\,(s) \longrightarrow Cr^{3+}(aq) + 3e^- \ldots\ldots \times 2$

ক্যাথোডে বিজারণ : $Cu^{2+}\,(aq) + 2e^- \longrightarrow Cu\,(s) \ldots\ldots \times 3$

সমগ্র কোষ বিক্রিয়া : $2Cr\,(s) + 3\,Cu^{2+}(aq) \xrightarrow{6e^-} 2Cr^{3+}\,(aq) + 3Cu\,(s)$

এক্ষেত্রে, $n = 6$, $[Cr^{3+}] = 0.3\ M$, $[Cu^{2+}] = 0.15\ M$; উৎপাদ আয়ন $x = 2$, বিক্রিয়ক আয়ন, $y = 3$

$$\therefore E_{cell} = E^0_{cell} - \frac{0.0592\ V}{6}\log\frac{[Cr^{3+}]^2}{[Cu^{2+}]^3}\ ;\ E_{cell} = E^0_{cathode} - E^0_{anode} - 0.00987\ V \times \log\frac{(0.3)^2}{(0.15)^3}$$

$$\therefore E_{cell} = [0.34 - (-0.74)]\ V - 0.00987\ V \times 1.426 = (1.08 - 0.014)\ V = 1.066\ V$$

∴ কোষটির বিভব মান = 1.066 V (উত্তর)

সমাধানকৃত সমস্যা-৪.৩২ : নিচের ডেনিয়েল কোষটির কোষ বিভব গণনা কর।

$Zn/ZnSO_4\,(0.1M) \parallel CuSO_4\,(0.05M)/Cu$

25°C-এ $E^0_{Zn^{2+}/Zn} = -0.76\ V$ এবং $E^0_{Cu^{2+}/Cu} = +0.34\ V$

দক্ষতা : উভয় আয়নের ঘনমাত্রা দেয়া থাকায় কোষের নার্নস্ট সমীকরণটি প্রয়োগ করতে হবে।

সমাধান : নার্নস্ট সমীকরণ মতে তড়িৎকোষের বিভব (EMF) সমীকরণ নিম্নরূপ :

$$E_{cell} = E^0_{cell} - \frac{2.303RT}{nF}\log\frac{\text{উৎপাদ আয়নের ঘনমাত্রা } [Zn^{2+}]}{\text{বিক্রিয়ক আয়নের ঘনমাত্রা } [Cu^{2+}]}$$

$$= E^0_{Cu^{2+}/Cu} - E^0_{Zn^{2+}/Zn} - \frac{2.303RT}{nF}\log\frac{[Zn^{2+}]}{[Cu^{2+}]}$$

গ্যাস ধ্রুবক, $R = 8.314\ JK^{-1}\ mol^{-1}$

প্রশ্নমতে, $[Zn^{2+}] = 0.10\ molL^{-1}$; $[Cu^{2+}] = 0.05\ molL^{-1}$

তাপমাত্রা, $T = (25 + 273) = 298\ K$

ইলেকট্রনের মোলসংখ্যা, $n = 2$

বিদ্যুৎ চার্জ, $F = 96500\ C$

$E^0_{Cu^{2+}/Cu} = +0.34\ V$ (প্রশ্নে দেয়া আছে)

$E^0_{Zn^{2+}/Zn} = -0.76\ V$ (প্রশ্নে দেয়া আছে);

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

∴ মান বসিয়ে পাই; কোষের তড়িচ্চালক বল, $E_{cell} = ?$

$$E_{cell} = 0.34V - (-0.76)V - \frac{2.303 \times 8.314 \times 298V}{2 \times 96500} \log \frac{0.10}{0.05}$$

$$= (1.10 - 0.02956 \times \log 2)V = (1.10 - 0.02956 \times 0.301)V$$

$$= (1.10 - 0.008\ 897)V = 1.0911V$$

∴ এ কোষটির বিভব (EMF) = 1.0911V

শিক্ষার্থীর কাজ-৪.১০ : কোষ বিভব নির্ণয় : নার্নস্ট সমীকরণভিত্তিক গণনা :

সমস্যা–৪.৩৬ : নিচে রাসায়নিক বিক্রিয়ার তড়িৎ কোষটির কোষ বিভব গণনা কর।

$Mg(s) + 2Ag^+(aq) \longrightarrow Mg^{2+}(aq) + 2Ag(s)$; $E^0_{Ag^+/Ag} = +0.80V$ এবং $E^0_{Mg^{2+}/Mg} = -2.36V$

এক্ষেত্রে $[Mg^{2+}] = 0.13M$ এবং $[Ag^+] = 1.0 \times 10^{-4}$ M। 25°C এ [উ: 2.9495V]

সমস্যা–৪.৩৭ : নিচে দেয়া কোষ ডায়াগ্রাম মতে কোষটির emf বের কর।

$A/A^{3+}(0.05M) \| B^{3+}(0.01M)/B^{2+}$; $E^0_{A/A^{3+}} = 1.66V$; $E^0_{B^{2+}/B^{3+}} = +0.77V$ [উ: 0.7973V]

সমস্যা–৪.৩৮ : নিচে দেয়া কোষ ডায়াগ্রাম মতে কোষটির emf বের কর।

$Al/Al^{3+}(0.1M) \| Ag^+(0.01M)/Ag$; $E^0_{Al^{3+}/Al} = -1.66V$; $E^0_{Ag^+/Ag} = +0.80V$ [উ: 2.361V]

সমস্যা–৪.৩৯ : নিচে দেয়া কোষ ডায়াগ্রাম মতে কোষটির emf গণনা কর। [ঢা. বো. ২০১৫]

(ক) $Fe/Fe^{2+}(1.0M) \| Cu^{2+}(2.0M)/Cu$; $E^0_{Fe^{2+}/Fe} = -0.44V$; $E^0_{Cu^{2+}/Cu} = +0.34V$, T = 298K

(খ) $Mg/Mg^{2+}(0.001M) \| Cu^{2+}(0.0001M)/Cu$ [মাদ্রাসা. বো. ২০১৮]

দেয়া আছে, $E^0_{Mg/Mg^{2+}} = +2.37V$; $E^0_{Cu^{2+}/Cu} = +0.34V$; [উ: 2.71 V]

সমস্যা–৪.৪০ : 25°C তাপমাত্রায় নিম্নোক্ত কোষের emf গণনা কর।

(ক) $All(s) / Al^{3+}(0.25M) \| Sn^{2+}(0.15M) / Sn(s)$ [রা. বো. ২০১৬]

দেয়া আছে, $E^0_{Al^{3+}/Al} = -1.66V$; $E^0_{Sn^{2+}/Sn} = -0.14V$ [উ: 1.517 V]

(খ) $Cr(s)/Cr^{3+}(0.2M) \| Sn^{2+}(0.15M) / Sn(s)$

দেয়া আছে, $E^0_{Cr^{3+}/Cr} = -0.74$ V; $E^0_{Sn^{2+}/Sn} = -0.14V$ [উ: 0.5894 V]

(গ) $Zn(s)/Zn^{2+}(0.25M) \| Au^{3+}(0.2M)/Au(s)$

দেয়া আছে, $E^0_{Zn^{2+}/Zn} = -0.76V$; $E^0_{Au^{3+}/Au} = +1.42V$ [উ: 2.184 V]

(ঘ) $Fe(s)/Fe^{2+}(0.2M) \| H^+(0.2M)/H_2(0.5\ atm), Pt$

দেয়া আছে, $E^0_{Fe^{2+}/Fe} = -0.44V$ [উ: 0.428 V]

(ঙ) $Cr(s)/Cr^{3+}(0.05M) \| H^+(0.25M)/H_2(0.6\ atm), Pt$ [উ: 0.7322 V]

দেয়া আছে, $E^0_{Cr^{3+}/Cr} = -0.74V$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

৪.১১ তড়িৎদ্বার ও এর প্রকারভেদ
Electrodes & Their Types

তড়িৎদ্বার বা ইলেকট্রোড বলতে অর্ধকোষে নিমজ্জিত ধাতব পাত বা দণ্ডকে বোঝানো হয়। যেমন ডেনিয়েল কোষে ব্যবহৃত Zn দণ্ড ও Cu দণ্ড হলো ঐ কোষের দুটি তড়িৎদ্বার। এদেরকে অ্যানোড ও ক্যাথোড বলা হয়। এরা সক্রিয় তড়িৎদ্বার, কারণ কোষ বিক্রিয়ায় এরা ইলেকট্রন আদান প্রদান করে। এছাড়া H-তড়িৎদ্বারে নিষ্ক্রিয় তড়িৎদ্বাররূপে Pt তার ব্যবহৃত হয়। তবে এক্ষেত্রে তড়িৎদ্বার বলতে অর্ধকোষকে বোঝানো হয়েছে। অর্ধকোষসমূহ গঠন অনুসারে পাঁচ প্রকার।

(১) ধাতু ও ধাতুর আয়ন অর্ধকোষ, (২) ধাতু ও ধাতুর অদ্রবণীয় লবণ অর্ধকোষ, (৩) ধাতু-অ্যামালগাম ও ধাতুর আয়ন অর্ধকোষ, (৪) একই ধাতুর দুটি ভিন্ন আয়নের জারণ-বিজারণ অর্ধকোষ, (৫) গ্যাস অর্ধকোষ।

১। **ধাতু ও ধাতুর আয়ন অর্ধকোষ :** এরূপ অর্ধকোষে কোনো ধাতুর সংস্পর্শে ঐ ধাতুর আয়নের দ্রবণ থাকে। এ প্রকার অর্ধকোষকে $M(s)/M^{2+}(aq)$ প্রতীক দ্বারা লেখা হয়। ডেনিয়েল কোষের অর্ধকোষ দুটি এ শ্রেণির উদাহরণ; যেমন– $Zn(s)/Zn^{2+}(aq)$: $Cu(s)/Cu^{2+}(aq)$

এক্ষেত্রে অর্ধকোষ বিক্রিয়া হলো :

$M(s) \rightleftharpoons M^{n+}(aq) + ne^-$

জারণ : $Zn(s) \rightleftharpoons Zn^{2+}(aq) + 2e^-$

বিজারণ : $Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Cu(s)$

২। **ধাতু ও ধাতুর অদ্রবণীয় লবণ অর্ধকোষ :** এরূপ অর্ধকোষে কোনো ধাতুকে এর কোনো অদ্রবণীয় লবণের মধ্যে ঢুকিয়ে রেখে ঐ অদ্রবণীয় লবণের অ্যানায়ন সম্বলিত একটি যৌগের দ্রবণ যোগ করা হয়। যেমন, Ag তারকে অদ্রবণীয় AgCl (s) এর মধ্যে ঢুকিয়ে রেখে এতে HCl বা, NaCl দ্রবণ যোগ করে সৃষ্ট অর্ধকোষটি হয় :

$Ag(s), AgCl(s)/Cl^-(aq)$। এ শ্রেণির ক্যালোমেল অর্ধকোষটি হলো : $Hg(l), Hg_2Cl_2(s)/Cl^-(aq)$

অ্যানোডরূপে ক্যালোমেল অর্ধকোষ বিক্রিয়া : $2Hg(l) + 2Cl^-(aq) \rightleftharpoons Hg_2Cl_2(s) + 2e^-$

ক্যাথোডরূপে ক্যালোমেল অর্ধকোষ বিক্রিয়া : $Hg_2Cl_2(s) + 2e^- \rightleftharpoons 2Hg(l) + 2Cl^-(aq)$

৩। **ধাতু-অ্যামালগাম ও ধাতুর আয়ন অর্ধকোষ :** অধিক সক্রিয় ধাতু ও পারদের (Hg) মিশ্রণ দ্বারা তৈরি ধাতু-অ্যামালগাম দণ্ডকে ঐ ধাতুর লবণের দ্রবণে ডুবিয়ে এরূপ অর্ধকোষ তৈরি করা হয়। তবে অ্যামালগাম ব্যবহার করায় ধাতুটির জারণ দ্বারা ধাতব আয়নে রূপান্তর নিয়ন্ত্রিত হয়। যেমন-সোডিয়াম অ্যামালগাম অর্ধকোষ $Na.Hg(s)/Na^+(aq)$

এক্ষেত্রে অর্ধকোষ বিক্রিয়া হলো: $Na.Hg(s) \rightleftharpoons Na^+(aq) + e^- + Hg(l)$

৪। **জারণ-বিজারণ অর্ধকোষ :** কোনো অবস্থান্তর ধাতুর দুটি ভিন্ন জারণ-সংখ্যা বিশিষ্ট দুটি লবণের দ্রবণে একটি নিষ্ক্রিয় ধাতুর (Pt বা Au) তার বৈদ্যুতিক পরিবাহীরূপে ডুবিয়ে এরূপ অর্ধকোষ তৈরি করা হয়। যেমন,

অর্ধকোষ :	জারণ অর্ধকোষ বিক্রিয়া :
$Pt, Fe^{2+}(aq)/Fe^{3+}(aq)$	$Fe^{2+}(aq) \rightleftharpoons Fe^{3+}(aq) + e^-$
$Au, Sn^{2+}(aq)/Sn^{4+}(aq)$	$Sn^{2+}(aq) \rightleftharpoons Sn^{4+}(aq) + 2e^-$

৫। **গ্যাস অর্ধকোষ :** এরূপ অর্ধকোষে নিষ্ক্রিয় ধাতুর (Pt) তারকে H_2 বা Cl_2 গ্যাসের যৌগের দ্রবণে ডুবিয়ে রেখে 25°C ও 1 atm চাপে ঐ গ্যাসটিকে ঐ দ্রবণে বুদবুদ আকারে চালনা করা হয়। যেমন হাইড্রোজেন অর্ধকোষ।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

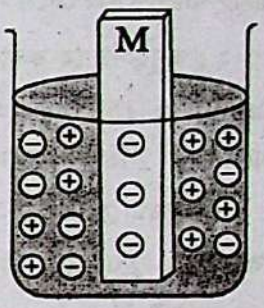
Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

অর্ধকোষ :	জারণ অর্ধকোষ বিক্রিয়া :
$Pt, H_2 (g) (1atm)/H^+ (aq) (1M)$	$H_2 (g) \rightleftharpoons 2H^+ (aq) + 2e^-$
$Pt, Cl_2 (g) (atm)/Cl^- (aq) (1M)$	$2Cl^- (aq) \rightleftharpoons Cl_2 (g) + 2e^-$

৪.১২ ধাতু-ধাতব আয়ন তড়িৎদ্বার গঠন

Metal-Metal-ion Electrode Formation

কোনো ধাতুর পাত বা দণ্ডকে ঐ ধাতুর লবণের দ্রবণে ডুবালে তখন ধাতব দণ্ডের কেলাসে থাকা ধাতুর আয়ন ল্যাটিস বা কেলাস জালি ত্যাগ করে ক্যাটায়নরূপে দ্রবণে প্রবেশের প্রবণতা দেখায়। একে 'দ্রবণ চাপ' বলে। এ অবস্থায় ক্যাটায়নের চার্জের সমসংখ্যক ইলেকট্রন ধাতব দণ্ডে অতিরিক্ত থাকে। তাই ধাতব দণ্ডটি ঋণাত্মক চার্জযুক্ত হয়। ক্যাটায়নসমূহ পানি অণুর সাথে যুক্ত হয়ে হাইড্রেটেড আয়নরূপে থাকে। অপরদিকে লবণের দ্রবণে থাকা হাইড্রেটেড ক্যাটায়নসমূহ ধাতব দণ্ডে থাকা অতিরিক্ত ইলেকট্রন গ্রহণ করে ধাতব দণ্ডে পরমাণুরূপে যুক্ত হতে চায়। একে ক্যাটায়নের 'অসমোটিক চাপ' বলে। এরূপ প্রবণতার ফলে কম সক্রিয় ধাতুর দণ্ডটি ধনাত্মক চার্জযুক্ত হতে পারে।



চিত্র-৪.১৬: ধাতু-ধাতব আয়ন তড়িৎদ্বার।

$$M (s) \rightleftharpoons M^{n+} (aq) + n\bar{e}$$

প্রতিটি তড়িৎদ্বারে ধনাত্মক আয়ন ও ধাতব পরমাণুর মধ্যে স্বতঃ জারণ-বিজারণ এ দুটি বিপরীতমুখী প্রবণতার পরিমাণ কখনো সমান হয় না। তাই ধাতব দণ্ড ও এর লবণের দ্রবণের ক্যাটায়নের মধ্যে একটি তড়িৎ বিভব সৃষ্টি হয়। এ বিভবকে তড়িৎদ্বার বিভব বলে। অধিক সক্রিয় ধাতুর বেলায় দ্রবণ চাপ বেশি ও অসমোটিক চাপ কম হয়। তখন তড়িৎদ্বারটি অ্যানোডরূপে কাজ করে; যেমন জিঙ্ক তড়িৎদ্বার। অপরদিকে, কম সক্রিয় ধাতুর বেলায় 'দ্রবণ চাপ' কম ও অসমোটিক চাপ বেশি হয়। ফলে তড়িৎদ্বারটি ক্যাথোডরূপে কাজ করে; যেমন কপার তড়িৎদ্বার।

শিক্ষার্থীর কাজ : **ব্যবহারিক (Practical)**

পরীক্ষা নং-১৬ **সময় : ১ পিরিয়ড**

তারিখ :

পরীক্ষার নাম : ধাতু-ধাতব আয়ন তড়িৎদ্বার গঠন।

মূলনীতি : পরিষ্কার জিঙ্ক ধাতুর পাতকে জিঙ্ক সালফেট ($ZnSO_4$) এর দ্রবণে ডুবালে জিঙ্ক ধাতুর পাত ও জিঙ্ক লবণের দ্রবণের সংযোগস্থলে Zn পরমাণু ও Zn^{2+} আয়নের মধ্যে রিডক্স বিক্রিয়ার ফলে তড়িৎ বিভব সৃষ্টি হয়। এরূপ Zn ধাতু ও Zn^{2+} আয়নের সমাবেশকে জিঙ্ক-জিঙ্ক আয়ন তড়িৎদ্বার বলা হয়। তদ্রুপ Cu ধাতুর পাত ও $CuSO_4$ দ্রবণের বেলায় Cu ধাতু ও Cu^{2+} আয়নের সমাবেশকে কপার-কপার আয়ন তড়িৎদ্বার বলে।

প্রয়োজনীয় উপকরণ :

(১) এক প্রান্তে ছিদ্র করা জিঙ্ক ধাতুর পাত বা দণ্ড, একটি (4 ইঞ্চি), (২) জিঙ্ক সালফেট ($ZnSO_4$), (৩) এক প্রান্তে ছিদ্র করা কপার ধাতুর পাত বা দণ্ড—একটি (4 ইঞ্চি), (৪) কপার সালফেট ($CuSO_4$), (৪) পানি।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি :

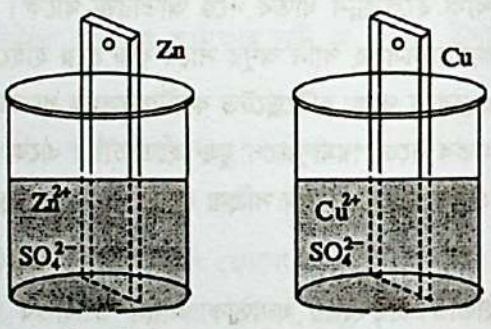
(১) বিকার-২টি (250 mL), (২) ব্যালেন্স, (৩) মেজারিং সিলিন্ডার 200 –500 mL (৪) গ্লাস রড।

কাজের ধারা :

১। জিঙ্ক-তড়িৎদ্বার তৈরি করার জন্য 200 mL 0.1M $ZnSO_4$ দ্রবণ প্রস্তুত কর। এর জন্য 1 mol $ZnSO_4$ (=161.4 g) এর এক-পঞ্চাশাংশ (1/50) পরিমাণ অর্থাৎ (161.4 ÷ 50) =) 3.23 g $ZnSO_4$ পল-বুঙ্গি ব্যালেন্স (বা 2-ডিজিট ব্যালেন্স)-এ মেপে নাও।

২। অনুরূপভাবে কপার-তড়িৎদ্বার তৈরি করার জন্য 200 mL 0.1M $CuSO_4$ দ্রবণ প্রস্তুত কর। এর জন্য 1 mol $CuSO_4$ (= 159.6 g) এর এক-পঞ্চাশাংশ (1/50) পরিমাণ অর্থাৎ (159.6 ÷ 50 =) 3.20 g $CuSO_4$ পল-বুঙ্গি ব্যালেন্স (বা 2 ডিজিট ব্যালেন্স)-এ মেপে নাও।

৩। প্রথম 250 mL বিকারে 3.23 g $ZnSO_4$ নাও এবং দ্বিতীয় 250 mL বিকারে 3.20 g $CuSO_4$ নাও। এখন প্রতিটি বিকারে মেজারিং সিলিন্ডার দ্বারা 200 mL পানি যোগ কর এবং গ্লাস রড দিয়ে নেড়ে $ZnSO_4$ লবণ দ্রবীভূত কর। এরপর গ্লাস রডটি ধুয়ে নাও এবং একইভাবে $CuSO_4$ দ্রবণটি তৈরি কর। লক্ষ কর $ZnSO_4$ দ্রবণটি বর্ণহীন; কিন্তু $CuSO_4$ দ্রবণটি হালকা নীল।



চিত্র-৪.১৭ : জিঙ্ক-জিঙ্ক আয়ন তড়িৎদ্বার (Zn/Zn^{2+}) ও কপার-কপার আয়ন তড়িৎদ্বার (Cu/Cu^{2+})

৪। এখন হালকা নীল বর্ণের $CuSO_4$ এর দ্রবণে কপার পাত বা কপার দণ্ডটি ডুবাও। বর্ণহীন $ZnSO_4$ এর দ্রবণে জিঙ্কের পাত বা জিঙ্ক দণ্ডটি ডুবাও। এরূপে জিঙ্ক ধাতু-জিঙ্ক আয়ন (Zn/Zn^{2+}) তড়িৎদ্বার এবং কপার ধাতু-কপার আয়ন (Cu/Cu^{2+}) তড়িৎদ্বার দুটি তৈরি হয়ে গেল।

৫। এ তড়িৎদ্বার দুটি সংরক্ষণ কর। পরবর্তী পরীক্ষার জন্য এ তড়িৎদ্বার দুটি ব্যবহার করা যাবে।

৪.১৩ রাসায়নিক কোষ গঠন করে রাসায়নিক শক্তিকে বিদ্যুৎ শক্তিতে রূপান্তর

To Convert Chemical Energy into Electrical Energy by Forming a Cell

ভোল্টায়িক সেল বা গ্যালভানিক সেলে সংঘটিত স্বতঃস্ফূর্ত রাসায়নিক বিক্রিয়া থেকে বিদ্যুৎ শক্তি উৎপন্ন হয়। কোষ বিক্রিয়া মতে, উচ্চ শক্তির বিক্রিয়কসমূহ এবং নিম্নশক্তির উৎপাদসমূহের মধ্যে রাসায়নিক অভ্যন্তরীণ শক্তির পার্থক্য যত বেশি হয়, সে পরিমাণ রাসায়নিক অভ্যন্তরীণ শক্তি বিদ্যুৎ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। প্রতিটি ধাতু-ধাতব আয়ন অর্ধকোষের প্রমাণ বিজারণ বিভব নির্ণীত আছে। উভয় অর্ধকোষের প্রমাণ বিজারণ বিভব থেকে নিম্ন সমীকরণ মতে কোষ বিভব (E^o_{cell}) গণনা করা যায়। $E^o_{cell} = E^o_{cathode\ (red)} - E^o_{anode\ (red)}$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

শিক্ষার্থীর কাজ :	ব্যবহারিক (Practical)
পরীক্ষা নং-১৭	সময় : ১ পিরিয়ড
তারিখ :	
পরীক্ষার নাম : কোষ গঠন করে রাসায়নিক শক্তিকে বিদ্যুৎ শক্তিতে রূপান্তর।	

মূলনীতি : জিঙ্ক-জিঙ্ক আয়ন তড়িৎদ্বারকে অ্যানোডরূপে ও কপার-কপার আয়ন তড়িৎদ্বারকে ক্যাথোডরূপে লবণ সেতুর মাধ্যমে সংযোগ দিয়ে পরে অ্যানোড প্রান্তকে কপার তার দিয়ে ভোল্টমিটারের ঋণাত্মক প্রান্তে এবং ক্যাথোড প্রান্তকে ভোল্টমিটারের ধনাত্মক প্রান্তে সংযোগ করলে উভয় তড়িৎদ্বারে ধাতু-ধাতব আয়নের মধ্যে সংঘটিত রিডক্স বিক্রিয়ার নির্গত রাসায়নিক শক্তি বিদ্যুৎ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। এ বিদ্যুৎ প্রবাহ ভোল্টমিটারে শক্তি প্রকাশ করে; বিদ্যুৎ বালবে আলো দেয়।

জারণ অর্ধকোষ বিক্রিয়া : (Zn/Zn^{2+}) : $Zn\,(s) \longrightarrow Zn^{2+}\,(aq) + 2e^-$

বিজারণ অর্ধকোষ বিক্রিয়া : (Cu^{2+}/Cu) : $Cu^{2+}\,(aq) + 2e^- \longrightarrow Cu\,(s)$

$(Zn, Zn^{2+} \| Cu^{2+}, Cu)$ এর কোষ বিক্রিয়া : $Zn\,(s) + Cu^{2+}\,(aq) \longrightarrow Zn^{2+}\,(aq) + Cu\,(s)$

প্রয়োজনীয় উপকরণ :

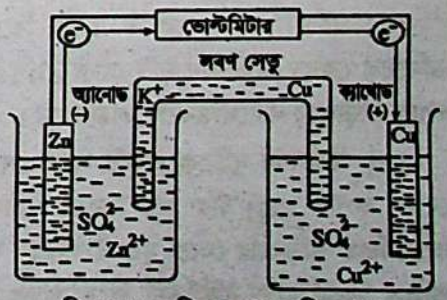
(১) জিঙ্ক তড়িৎদ্বার, (২) কপার তড়িৎদ্বার, (৩) লবণসেতু, (৪) কপার তার, (৫) ভোল্টমিটার, (৬) বিকার, (৭) তুলো, (৮) ত্রিকোণাকার ফাইল (file), (৯) কাচনল, (১০) বার্নার, (১১) KCl লবণ।

কাজের ধারা :

১। লবণ সেতু তৈরি : একটি কাচ নল নাও। বুনসেন বার্নারে কাচ নলটিকে উত্তপ্ত করে চিত্রের মতো U আকৃতির নল তৈরি কর।

২। পটাশিয়াম ক্লোরাইড (KCl) এর 100 mL 0.1M দ্রবণ তৈরি কর। এজন্য 0.75 g KCl ওজন করে বিকারে নিয়ে 100 mL পানিতে দ্রবণ তৈরি কর। এখন U আকৃতির নলের মধ্যে ঐ 0.1M KCl দ্রবণ ঢেলে পূর্ণ কর এবং নলের দু'মুখে তুলোর প্যাড দিয়ে বন্ধ কর। লবণ সেতু তৈরি হয়ে গেল।

৩। তড়িৎ কোষ গঠন : আগের দিনের পরীক্ষায় (পরীক্ষা নং -১৬) তৈরি করা জিঙ্ক ধাতু-জিঙ্ক আয়ন তড়িৎদ্বার ও কপার ধাতু-কপার আয়ন তড়িৎদ্বার দুটির মধ্যে চিত্র মতে লবণ সেতু দিয়ে সংযোগ স্থাপন কর।



চিত্র-৪.১৮ : জিঙ্ক-কপার তড়িৎকোষ।

৪। চিত্র মতে জিঙ্ক তড়িৎদ্বারকে কপার তার দিয়ে ভোল্টমিটারের ঋণাত্মক প্রান্তে সংযোগ দাও এবং কপার তড়িৎদ্বারকে কপার তার দিয়ে ভোল্টমিটারের ধনাত্মক প্রান্তের সাথে সংযোগ দাও।

৫। এবার লক্ষ কর, ভোল্টমিটারে বিদ্যুৎ প্রবাহ ঘটেছে এবং 1.1V রেকর্ড হয়েছে। কিছুক্ষণ পর লক্ষ কর, জিঙ্ক তড়িৎদ্বারটিতে জারণ ক্রিয়ার ফলে এটি ক্ষয় হয়ে যাচ্ছে এবং কপার তড়িৎদ্বারটিতে কপার পরমাণু জমা হয়ে আকারে বেড়ে ওঠছে। এক্ষেত্রে Cu^{2+} আয়ন বিজারিত হয়ে কপার তড়িৎদ্বারে জমা হয়েছে। সুতরাং তড়িৎ কোষে বিদ্যুৎ উৎপাদন Redox বিক্রিয়ার শক্তির পরিবর্তন বিদ্যুৎ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়েছে।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

৪.১৪ এক ও দুই প্রকোষ্ঠবিশিষ্ট তড়িৎ রাসায়নিক কোষ

Electrochemical Cells with Single & Double Compartments

তড়িৎ কোষের প্রকারভেদ : তড়িৎ কোষ দুই প্রকারের হয়। যেমন,

(১) তড়িৎ রাসায়নিক কোষ (Electrochemical Cells) : এরা এক ও দ্বিপ্রকোষ্ঠবিশিষ্ট হতে পারে।

(২) তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষ (Electrolytic Cells) : এরা এক প্রকোষ্ঠ বিশিষ্ট হয়ে থাকে।

তড়িৎ রাসায়নিক কোষের সংজ্ঞা : যে কোষে রাসায়নিক জারণ বিজারণ বিক্রিয়ার ফলে রাসায়নিক শক্তি তড়িৎ শক্তিতে পরিণত হয়, তাকে তড়িৎ রাসায়নিক কোষ বলে। এ ধরনের কোষকে গ্যালভানিক কোষ বা ভোল্টায়িক কোষও বলে। এ ধরনের কোষের উদাহরণ হলো– (১) ডেনিয়েল কোষ, (২) শুষ্ক কোষ বা ড্রাই সেল।

তড়িৎ রাসায়নিক কোষ গঠনের দিক থেকে দুই শ্রেণিতে বিভক্ত। যেমন,

(১) এক প্রকোষ্ঠবিশিষ্ট তড়িৎ রাসায়নিক কোষ হলো শুষ্ক কোষ বা ড্রাইসেল।

(২) দুই প্রকোষ্ঠবিশিষ্ট তড়িৎ রাসায়নিক কোষ হলো গ্যালভানিক কোষ।

আবার রাসায়নিক কোষকে স্বতঃস্ফূর্ততার দিক থেকে দুই শ্রেণিতে ভাগ করা যায়। যেমন,

(১) প্রাইমারি কোষ বা প্রাথমিক কোষ; যেমন গ্যালভানিক কোষ, শুষ্ক কোষ।

(২) গৌণ বা সেকেন্ডারি কোষ বা সঞ্চয়ী কোষ ; যেমন লেড-এসিড স্টোরেজ ব্যাটারি, নিকেল অক্সাইড সঞ্চয়ী কোষ।

প্রাইমারি কোষ : যে তড়িৎ রাসায়নিক কোষ নিজের রাসায়নিক শক্তি থেকে সরাসরি তড়িৎ বা বিদ্যুৎ উৎপন্ন করে তড়িৎ প্রবাহ বজায় রাখে, তাকে প্রাথমিক কোষ বা প্রাইমারি কোষ বলে। যেমন ডেনিয়েল কোষ, শুষ্ক কোষ।

সেকেন্ডারি কোষ বা সঞ্চয়ী কোষ : যে তড়িৎ রাসায়নিক কোষে বাইর থেকে বিদ্যুৎ প্রবাহিত করে বিদ্যুৎ শক্তিকে রাসায়নিক শক্তিরূপে সঞ্চিত করা হয় এবং পরে ঐ রাসায়নিক শক্তিকে পুনরায় বিদ্যুৎ শক্তিতে রূপান্তরিত করা হয়, তাকে গৌণ বা সেকেন্ডারি কোষ বা সঞ্চয়ী কোষ বলে। যেমন লেড-এসিড স্টোরেজ ব্যাটারি।

(ক) দুই প্রকোষ্ঠবিশিষ্ট তড়িৎ রাসায়নিক কোষ : গ্যালভানিক কোষ

গ্যালভানিক কোষের সাধারণ গঠন ও কার্যপ্রণালি:

(১) গ্যালভানিক কোষে সাধারণত দুটি পাত্র ব্যবহৃত হয়। প্রতিটি পাত্রে একটি উপযুক্ত তড়িৎ বিশ্লেষ্য ও একটি ধাতব তড়িৎদ্বার আংশিক নিমজ্জিত থাকে।

(২) প্রতিটি পাত্রে ব্যবহৃত তড়িৎ বিশ্লেষ্য ও অর্ধ নিমজ্জিত তড়িৎদ্বার সমন্বয়ে একটি অর্ধকোষ সৃষ্টি হয়। যেমন ডেনিয়েল কোষে অর্ধকোষ দুটি হলো $Zn\ (s)\ /ZnSO_4\ (aq)$ এবং $Cu\ (s)/CuSO_4\ (aq)$। জিঙ্ক তড়িৎদ্বার অ্যানোড ও কপার তড়িৎদ্বার ক্যাথোডরূপে কাজ করে।

(৩) অর্ধকোষ দুটিকে একটি লবণ সেতু (KCl দ্রবণ ভর্তি U টিউব) দ্বারা এবং তড়িৎদ্বার দুটিকে একটি পরিবাহী (যেমন কপার তার) দ্বারা যুক্ত করলে পরিবাহী তারের মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ (ইলেকট্রন প্রবাহ) শুরু হয়। ডেনিয়েল কোষে জিঙ্ক তড়িৎদ্বার থেকে মুক্ত ইলেকট্রন পরিবাহীর মধ্য দিয়ে কপার তড়িৎদ্বারের দিকে দেখানো হয়। কিন্তু বাস্তবে এবং প্রচলিত নিয়ম মতে বহির্বর্তনী দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ ক্যাথোড (Cu তড়িৎদ্বার) থেকে অ্যানোড (Zn তড়িৎদ্বার) এর দিকে ঘটে।

(৪) তড়িৎ প্রবাহ চলাকালীন দুই অর্ধকোষের যেটিতে জারণ ঘটে, তাকে জারণ অর্ধকোষ (যেমন Zn তড়িৎদ্বার) এবং যে অর্ধকোষে বিজারণ ঘটে, তাকে বিজারণ অর্ধকোষ (যেমন Cu তড়িৎদ্বার)। জারণ অর্ধকোষ থেকে নির্গত ইলেকট্রন বিজারণ অর্ধকোষে শোষিত হয়।

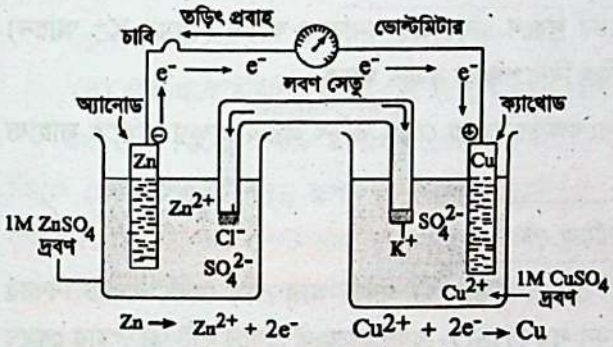
www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

(৫) এরূপে তড়িৎ রাসায়নিক কোষে জারণ-বিজারণ দ্বারা রাসায়নিক শক্তি তড়িৎ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। নিচে গ্যালভানিক কোষের উদাহরণ স্বরূপ ডেনিয়েল কোষের গঠন ও কার্য প্রণালি বর্ণনা করা হলো।

ডেনিয়েল কোষের গঠন ও কার্যপ্রণালি :

কোষের গঠন : ডেনিয়েল কোষে দুটি অর্ধকোষের জন্য দুটি বিকার ব্যবহার করা হয়। একটি বিকারে 1.0 M $ZnSO_4$ দ্রবণ নিয়ে এর মধ্যে একটি Zn দণ্ড আংশিকভাবে ডোবানো হয়। অপর বিকারে 1.0 M $CuSO_4$ দ্রবণ নিয়ে এর মধ্যে একটি Cu দণ্ড আংশিকভাবে ডোবানো হয়। উভয় বিকারের দ্রবণে একটি লবণ সেতু (KCl দ্রবণ ভর্তি) উল্টোভাবে ডুবিয়ে দ্রবণ দুটির মধ্যে সংযোগ করা হয়। এবার Cu ধাতু ও Zn ধাতুর দণ্ড দুটিকে কপার তার দ্বারা একটি ভোল্ট মিটার ও চাবির মাধ্যমে যুক্ত করা হয়। এখন কোষটিতে রিডক্স বিক্রিয়া চলতে থাকবে।



চিত্র-৪.১৯ : ডেনিয়েল কোষ

MCQ-4.21: ক্যালোমেল কোনটি? [চ. বো. ২০১৭]

(ক) $HgCl_2$ (খ) Hg_2Cl_2
(গ) HgF_2 (ঘ) Hg_2I_2

ডেনিয়েল কোষের কার্যপ্রণালি :

ডেনিয়েল কোষে $Zn/ZnSO_4$ অর্ধকোষটি জারণ অর্ধকোষ এবং $CuSO_4/Cu$ অর্ধকোষটি বিজারণ অর্ধকোষ।

জারণ অর্ধকোষে বিক্রিয়া : জারণ অর্ধকোষে Zn দণ্ডের Zn পরমাণু দুটি করে ইলেকট্রন Zn দণ্ডে রেখে Zn^{2+} আয়নরূপে $ZnSO_4$ দ্রবণে দ্রবীভূত হতে থাকলে Zn দণ্ডটি ক্ষয় প্রাপ্ত হয়। তখন Zn পরমাণুর জারণ ঘটে। Zn দণ্ডটি তড়িৎ কোষের অ্যানোডরূপে কাজ করে।

অ্যানোডে জারণ বিক্রিয়া : $Zn\,(s) \longrightarrow Zn^{2+}\,(aq) + 2e^-$

অ্যানোডে জমাকৃত ইলেকট্রন পরিবাহী দিয়ে ক্যাথোড বা Cu দণ্ডের দিকে প্রবাহিত হবে।

বিজারণ অর্ধকোষে বিক্রিয়া : বিজারণ অর্ধকোষে $CuSO_4$ দ্রবণের Cu^{2+} আয়ন Cu দণ্ডে আগত ইলেকট্রন গ্রহণ করে বিজারিত হয়ে কপার দণ্ডে জমা হতে থাকে। তখন Cu দণ্ডটির ভর বৃদ্ধি পায়। কপার দণ্ডটি থেকে Cu^{2+} আয়ন ইলেকট্রন গ্রহণ করায় Cu দণ্ডটিতে ইলেকট্রন শোষিত হয়। তাই Cu-দণ্ডটি ক্যাথোডরূপে কাজ করে।

ক্যাথোডে বিজারণ বিক্রিয়া : $Cu^{2+}\,(aq) + 2e^- \longrightarrow Cu\,(s)$

ডেনিয়েল কোষে সংঘটিত কোষ বিক্রিয়া :

জারণ অর্ধকোষ বিক্রিয়া : $Zn\,(s) \longrightarrow Zn^{2+}\,(aq) + 2e^-$

বিজারণ অর্ধকোষ বিক্রিয়া : $Cu^{2+}\,(aq) + 2e^- \longrightarrow Cu\,(s)$

মোট কোষ বিক্রিয়া : $Zn\,(s) + Cu^{2+}\,(aq) \longrightarrow Zn^{2+}\,(aq) + Cu\,(s)$

ডেনিয়েল কোষের কোষ বিভব : যেহেতু এক্ষেত্রে তড়িৎ বিশ্লেষ্যের ঘনমাত্রা 1M আছে, সেহেতু 25°C তাপমাত্রায় কোষটির ভোল্টমিটারে 1.1 V প্রদর্শিত হবে।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

ডেনিয়েল কোষে লবণ সেতুর ভূমিকা :

(১) লবণ সেতুটি দুটি অর্ধকোষের মধ্যে সংযোগ স্থাপন করে একটি পূর্ণ কোষ গঠন করেছে।

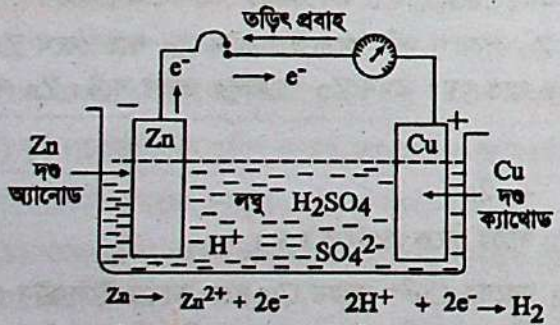
(২) কোষ বিক্রিয়া চলতে থাকলে, তখন অ্যানোডে $ZnSO_4$ এর দ্রবণে Zn পরমাণু Zn^{2+} আয়নরূপে দ্রবীভূত হওয়ার কারণে ধনাত্মক Zn^{2+} আয়নের ঘনমাত্রা ঋণাত্মক SO_4^{2-} আয়নের ঘনমাত্রার চেয়ে বেশি থাকে।

অপরদিকে ক্যাথোডে $CuSO_4$ দ্রবণে Cu^{2+} আয়ন বিজারিত হয়ে Cu পরমাণুরূপে Cu দণ্ডে জমা হওয়ায় ঐ দ্রবণে ধনাত্মক Cu^2 আয়নের তুলনায় ঋণাত্মক SO_4^{2-} আয়নের ঘনমাত্রা বেশি থাকে। এর ফলে অ্যানোডে ধনাত্মক চার্জযুক্ত আয়নের এবং ক্যাথোডে ঋণাত্মক চার্জযুক্ত আয়নের ঘনমাত্রা বেশি হয়। তখন উভয় তড়িৎ বিশ্লেষ্য দ্রবণে তড়িৎ-নিরপেক্ষতা থাকে না। তাই তড়িৎ বিশ্লেষ্য দুটিতে তড়িৎ নিরপেক্ষতা স্থির রাখার জন্য লবণ সেতুর মধ্যে থাকা তড়িৎ বিশ্লেষ্য দ্রবণের ঋণাত্মক আয়ন (যেমন Cl^- আয়ন) অ্যানোডের দ্রবণে এবং এর ধনাত্মক আয়ন (যেমন K^+ আয়ন) ক্যাথোডের দ্রবণে প্রবেশ করে। ফলে উভয় তড়িৎ বিশ্লেষ্যের তড়িৎ নিরপেক্ষতা বজায় থাকে।

(৩) লবণ সেতু কোষের তড়িৎ বিশ্লেষ্যের মধ্যে তড়িৎ নিরপেক্ষতা বজায় রেখে তড়িৎ প্রবাহ অক্ষুণ্ন রাখতে সাহায্য করেছে।

(খ) এক প্রকোষ্ঠবিশিষ্ট তড়িৎ রাসায়নিক কোষ : সরল ভোল্টায়িক কোষ :

কোষের গঠন : (১) সরল ভোল্টায়িক কোষে (Simple Voltaic Cell-এ) একটি মাত্র পাত্র যেমন একটি বিকার ব্যবহার করা হয়। (২) বিকারের মধ্যে একটি তড়িৎ বিশ্লেষ্য যেমন লঘু H_2SO_4 দ্রবণ নিয়ে ঐ দ্রবণে দুটি তড়িৎদ্বার যেমন Zn দণ্ড ও Cu দণ্ডকে আংশিক নিমজ্জিত করে রাখা হয়। (৩) এরপর ঐ তড়িৎদ্বার দুটিকে পরিবাহী তার (যেমন Cu তার) দ্বারা যুক্ত করলে এক প্রকোষ্ঠবিশিষ্ট তড়িৎ রাসায়নিক কোষ গঠিত হয়। এখন রিডক্স বিক্রিয়ার ফলে তড়িৎ প্রবাহ ঘটে।



চিত্র-৪.২০ : সরল ভোল্টায়িক কোষ

MCQ-4.22 : 1 মোল Cu ক্যাথোডে সঞ্চিত করতে $CuSO_4$ দ্রবণে কত বিদ্যুৎ চালনা করতে হবে? [চ. বো. ২০১৭]

(ক) 1 F (খ) 2 F

(গ) 3 F (ঘ) 4F

কোষের কার্য-প্রণালি : সরল ভোল্টায়িক কোষে $Zn(s)/H^+(aq)$ অর্ধকোষটি জারণ অর্ধকোষ এবং $H^+(aq)/Cu(s)$ অর্ধকোষটি বিজারণ অর্ধকোষরূপে কাজ করে।

জারণ অর্ধ কোষে বিক্রিয়া : লঘু H_2SO_4 এসিড জলীয় দ্রবণে আয়নিত হয়ে H^+ আয়ন ও SO_4^{2-} আয়নরূপে থাকে

$$H_2SO_4(aq) \longrightarrow 2H^+(aq) + SO_4^{2-}(aq)$$

এসিড দ্রবণে H^+ আয়নের সংস্পর্শে Zn দণ্ডের Zn পরমাণু দুটি করে ইলেকট্রন Zn. দণ্ডে রেখে Zn^{2+} আয়নরূপে এসিড দ্রবণে দ্রবীভূত হয়। তখন Zn পরমাণুর জারণ ঘটে এবং Zn দণ্ডটি অ্যানোডরূপে কাজ করে।

অ্যানোডে জারণ : $Zn(s) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-$

অ্যানোডে জমাকৃত ইলেকট্রন পরিবাহী দিয়ে ক্যাথোড বা Cu দণ্ডের দিকে প্রবাহিত হয়।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

বিজারণ অর্ধকোষে বিক্রিয়া : বিজারণ অর্ধকোষে লঘু H_2SO_4 এসিড দ্রবণের H^+ আয়ন Cu দণ্ডে আগত ইলেকট্রন গ্রহণ করে বিজারিত হয়ে প্রথমে H পরমাণু এবং পরে H_2 অণুরূপে মুক্ত হয়। যেহেতু Cu দণ্ডে ইলেকট্রন শোষিত হয়, সেহেতু Cu দণ্ড ক্যাথোডরূপে কাজ করে।

ক্যাথোডে বিজারণ : $2H^+(aq) + 2e^- \longrightarrow H_2(g)$

MCQ-4.23 : শুষ্ক কোষের emf কত? [চ. বো. ২০১৭]
(ক) 1.1 V (খ) 1.2 V
(গ) 1.5 V (ঘ) 1.8 V

কোষের সামগ্রিক বিক্রিয়া :

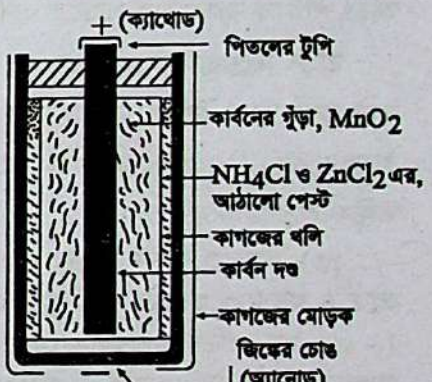
অ্যানোডে জারণ : $Zn(s) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-$

ক্যাথোডে বিজারণ : $2H^+(aq) + 2e^- \longrightarrow H_2(g)$

মোট কোষ বিক্রিয়া : $Zn(s) + 2H^+(aq) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + H_2(g)$

(গ) এক প্রকোষ্ঠবিশিষ্ট শুষ্ক কোষ বা ড্রাই সেল (Dry Cell)

শুষ্ক কোষ হলো একটি প্রাথমিক কোষ বা প্রাইমারি সেল, যা লেকল্যান্স বিদ্যুৎ কোষের একটি ভিন্ন রূপ। এ বিশেষ লেক্ল্যান্স কোষে বিদ্যুৎ উত্তেজক হিসেবে NH_4Cl এর পেস্ট এবং ক্যাথোডের গায়ে H_2 গ্যাস দ্বারা পোলারন বা ছদন নিবারক হিসেবে জারকরূপে কঠিন ম্যাঙ্গানিজ ডাই অক্সাইড (MnO_2) ব্যবহৃত হয় বলে একে শুষ্ক কোষ বলে।



চিত্র-৪.২১ : শুষ্ক কোষ

কোষের গঠন : শুষ্ক বিদ্যুৎ কোষে জিঙ্ক অর্থাৎ দস্তার তৈরি একটি একমুখ বন্ধ ফাঁপা চোঙকে বহিঃপাত্র হিসেবে ব্যবহার করা হয় যা ঋণাত্মক পাত বা অ্যানোড হিসেবে কাজ করে। চোঙটিকে একটি কাগজের মোড়কে ঢেকে রাখা হয়। এ চোঙের ঠিক মাঝখানে একটি কার্বন দণ্ড (কোষের নিষ্ক্রিয় তড়িৎদ্বাররূপে) কোষের ধনাত্মক পাত বা ক্যাথোড হিসেবে কাজ করে। কার্বন দণ্ডের মাথায় একটি পিতলের টুপি থাকে। এ কার্বন দণ্ডটি আলকাতরাযুক্ত কাগজের উপর খাড়াভাবে বসানো থাকে, ফলে কার্বন দণ্ড থেকে দস্তার ফাঁপা চোঙ বিচ্ছিন্ন থাকে। এর চারপাশে কাগজের থলিতে MnO_2 ও গুঁড়া কার্বনের একটি আঠালো পেস্ট থাকে। কাগজের থলি সচ্ছিদ্র পাত্রের কাজ করে এবং কার্বন গুঁড়া ব্যবহারের ফলে ক্যাথোডের পৃষ্ঠতলের ক্ষেত্রফল বেড়ে যায়। দস্তার চোঙ ও কাগজের থলির মাঝে আঠালো স্টার্চের গুঁড়া, NH_4Cl ও সামান্য $ZnCl_2$ এর একটি পেস্ট থাকে, যা MnO_2 কে ভেজা রাখতে সাহায্য করে। কোষের উপরের মুখে পিচ বা গালা স্তর থাকে। এ কোষের E.M.F. প্রায় 1.5 Volt।

কোষ বিক্রিয়া :

অ্যানোডে পরিবর্তন : $Zn(s) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-$

ক্যাথোডে পরিবর্তন : $2NH_4^+(aq) + 2e^- \longrightarrow 2NH_3(g) + H_2(g)$

সামগ্রিক কোষ বিক্রিয়া : $Zn(s) + 2NH_4^+(aq) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + 2NH_3(g) + H_2(g)$

উৎপন্ন H_2 গ্যাস MnO_2 দ্বারা জারিত হয়ে পানি এবং উৎপন্ন NH_3 পানিতে দ্রবীভূত হয়।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

$$2MnO_2\,(s) + H_2\,(g) \longrightarrow Mn_2O_3\,(s) + H_2O\,(l)$$

সুতরাং শুষ্ক কোষের কোষ সংকেত বা সেল ডায়াগ্রাম নিম্নরূপ :

$$Zn\,(s)/Zn^{2+}\,(aq)\,|\,2NH_4^+\,(aq),\,[2NH_3(aq) + H_2(g)]\,/C\,(gr);\qquad E = 1.5\ V.$$

শুষ্ক কোষের ব্যবহার : সাইকেলের আলো, রেডিও, টর্চ লাইট প্রভৃতিতে এটি ব্যবহৃত হয়।

৪.১৪.১ এক প্রকোষ্ঠবিশিষ্ট তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষ

Electrolytic Cell with Single Compartment

তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষের সংজ্ঞা : যে তড়িৎ কোষে কোনো তড়িৎ বিশ্লেষ্য পদার্থের গলিত তরলে অথবা জলীয় দ্রবণে বাহ্যিক উৎস থেকে তড়িৎ প্রবাহ চালনা করে তড়িৎ বিশ্লেষ্যের আয়নগুলোকে জারণ বিজারণ বিক্রিয়ার মাধ্যমে নতুন পদার্থে পরিণত করা হয়, তাকে তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষ বলে। এ প্রক্রিয়াটিকে তড়িৎ বিশ্লেষণ বলে। তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষে তড়িৎ শক্তিকে রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তর করা হয়।

তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষের গঠন : (১) তড়িৎ অপরিবাহী একটি পাত্রে যথোপযুক্ত দুটি তড়িৎদ্বার বা ইলেকট্রোড বিন্যস্ত করে রাখা হয়। ইলেকট্রোড হিসেবে গ্রাফাইট দণ্ড, লোহার দণ্ড, নিকেল দণ্ড ও ক্ষেত্র বিশেষে ক্যাথোডরূপে মারকারি ব্যবহৃত হয়। (২) ঐ পাত্রে তড়িৎ বিশ্লেষ্য যৌগের গলিত তরল অথবা জলীয় দ্রবণ রেখে বাইরে থেকে তড়িৎ চালনা করে তড়িৎ বিশ্লেষণ ঘটানো হয়।

(৩) এক্ষেত্রে তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষের অ্যানোড ও ক্যাথোডকে যথাক্রমে তড়িৎ উৎসের (যেমন ব্যাটারির) ধনাত্মক প্রান্ত ও ঋণাত্মক প্রান্তের সাথে যুক্ত করা হয়। [দ্রষ্টব্য তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষের তড়িৎদ্বারের ধনাত্মক (+ ve) ও ঋণাত্মক (– ve) প্রাপ্ত তড়িৎ রাসায়নিক কোষের বিপরীত হয়। এক্ষেত্রে ধনাত্মক অ্যানোডে ঋণাত্মক আয়নের ইলেকট্রন বর্জনের মাধ্যমে জারণ ঘটে। তাই ঋণাত্মক আয়নকে অ্যানায়ন বলে।। অনুরূপভাবে ঋণাত্মক ক্যাথোডে ধনাত্মক আয়নের ইলেকট্রন গ্রহণের মাধ্যমে বিজারণ ঘটে। তাই ধনাত্মক আয়নকে ক্যাটায়ন বলে।] উদাহরণস্বরূপ :

(i) বিগলিত NaCl এর তড়িৎ বিশ্লেষণে Na ধাতু ও Cl_2 গ্যাস উৎপন্ন করা হয়।

(ii) NaCl এর গাঢ় জলীয় দ্রবণ বা ব্রাইনের তড়িৎ বিশ্লেষণে NaOH, H_2 ও Cl_2 গ্যাস উৎপন্ন করা হয়।

(ক) বিগলিত NaCl এর তড়িৎ বিশ্লেষণ : Na ধাতু ও Cl_2 উৎপাদন : ডাউন পদ্ধতি

মূলনীতি : আধুনিক ডাউন পদ্ধতিতে বিগলিত সোডিয়াম ক্লোরাইডকে তড়িৎ বিশ্লেষণ করা হয়। ফলে ক্যাথোডে সোডিয়াম ধাতু ও অ্যানোডে ক্লোরিন গ্যাস উৎপন্ন হয়।

$$NaCl\,(l) \longrightarrow Na^+\,(l) + Cl^-\,(l)$$

ক্যাথোডে বিজারণ : $Na^+\,(l) + e^- \longrightarrow Na\,(l)$

অ্যানোডে জারণ : $2Cl^-\,(l) \longrightarrow Cl_2\,(g) + 2e^-$

MCQ-4.24 : শুষ্ক কোষের অ্যানোড কোনটি? [চ. বো. ২০১৭]

(ক) NH_4Cl (খ) MnO_2

(গ) Zn (ঘ) C-দণ্ড

NaCl এর গলনাঙ্ক 801°C। এত উচ্চ তাপমাত্রায় উৎপন্ন সোডিয়াম ধাতু (স্ফুটনাঙ্ক 883°C) বাষ্পীভূত হয়ে থাকে। তাই NaCl এর সাথে বিগালকরূপে $CaCl_2$ মিশ্রিত করলে 600°C তাপমাত্রায় NaCl এর বিগলিত তরল উৎপন্ন হয়। ফলে বিভিন্ন অসুবিধা দূর হয়। নিম্নতর তাপমাত্রা বহাল রাখা কম ব্যয়সাধ্য।

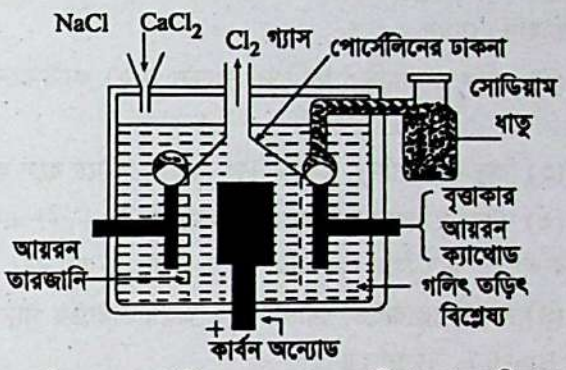
পদ্ধতির বর্ণনা : লোহার তৈরি একটি ট্যাংকে সোডিয়াম ক্লোরাইড (42%) ও ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডের (58%) একটি মিশ্রণ নিয়ে বৈদ্যুতিক পদ্ধতিতে 600°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করে গলানো হয়। একটি শক্ত ও প্রশস্ত গ্রাফাইট কার্বন

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

অ্যানোড হিসেবে ট্যাংকের নিচ থেকে ভেতরের দিকে প্রবেশ করানো থাকে। এই অ্যানোডকে বেষ্টন করে কিছু দূরে একটি বৃত্তাকার শক্ত লোহার পাত ক্যাথোড হিসেবে কাজ করে।

ক্যাথোডের উপরের অংশটুকু একটি ঢাকনার সাহায্যে আবৃত করে রাখা হয়। এ ঢাকনার উপরে একটি পাইপ থাকে, যেন উৎপন্ন সোডিয়াম এ পাইপ দিয়ে বাইরে কেরোসিন পূর্ণ পাত্রে জমা হয়। পোর্সেলিনের একটি বড় গম্বুজাকৃতি ঢাকনাকে অ্যানোডের ঠিক ওপরে রাখা হয়। এর ভেতর দিয়ে উৎপন্ন Cl_2 গ্যাস বের হয়। অ্যানোড ও ক্যাথোডের মাঝখানে একটি তারজালি থাকে, যেন ক্যাথোডে উৎপন্ন সোডিয়াম অ্যানোডের দিকে যেতে না পারে। এ তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষের মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহিত করলে ক্যাথোডে সোডিয়াম আয়ন বিজারিত হয়ে সোডিয়াম ধাতুতে পরিণত হয়। অপরদিকে অ্যানোডে ক্লোরাইড আয়ন জারিত হয়ে ক্লোরিন গ্যাস নির্গম পথে বের হয়।



চিত্র-৪.২২ : গলিত NaCl থেকে সোডিয়াম ধাতুর নিষ্কাশন

তড়িৎ বিশ্লেষণ চলার সময় লোহার ট্যাংকের উপরের একটি পথ দিয়ে নতুন NaCl যোগ করে গলিত মিশ্রণের পরিমাণ একই রাখা হয়।

সোডিয়াম ধাতু সংরক্ষণ : সোডিয়াম ধাতুকে নিষ্ক্রিয় তরল কেরোসিনের মধ্যে সংরক্ষণ করা হয়।

জেনে নাও : NaCl এর পরিবর্তে $CaCl_2$ ব্যবহার করে Ca এবং $MgCl_2$ ব্যবহার করে Mg ধাতু নিষ্কাশন সম্ভব।

(খ) NaCl এর গাঢ় জলীয় দ্রবণের তড়িৎ বিশ্লেষণ : NaOH, Cl_2, H_2 উৎপাদন :

মূলনীতি : সোডিয়াম ক্লোরাইড বা খাদ্য লবণ (NaCl) এর গাঢ় জলীয় দ্রবণকে ব্রাইন বলে। এই দ্রবণে NaCl সোডিয়াম আয়ন ও ক্লোরাইড আয়নরূপে পৃথক হয়। একই সাথে পানিও কিছুটা বিয়োজিত হয়। যেমন,

$$NaCl\ (aq) \longrightarrow Na^+\ (aq) + Cl^-\ (aq)$$
$$H_2O\ (l) \longrightarrow H^+\ (aq) + OH^-\ (aq)$$

NaCl-এর জলীয় দ্রবণে Na^+, Cl^-, H^+ এবং OH^- বর্তমান থাকে। NaCl এর গাঢ় জলীয় দ্রবণে তড়িৎ প্রবাহিত করলে দ্রবণে উপস্থিত ধনাত্মক সোডিয়াম আয়ন (Na^+) ও হাইড্রোজেন আয়ন (H^+) ক্যাথোডে আকৃষ্ট হয়; H^+ এর বিজারণ বিভব বেশি হওয়ায় ক্যাথোড থেকে ইলেকট্রন গ্রহণ করে বিজারিত হয় এবং H_2 গ্যাসে পরিণত হয়। কিন্তু ব্রাইনে OH^- আয়নের তুলনায় Cl^- আয়নের ঘনমাত্রা অনেক বেশি হওয়ায় অ্যানোডে OH^- আয়ন জারিত না হয়ে Cl^- আয়ন জারিত হয়ে Cl_2 গ্যাসরূপে মুক্ত হয়।

ক্যাথোডে বিজারণ : $2H^+\ (aq) + 2e^- \longrightarrow H_2\ (g)$

অ্যানোডে জারণ : $2Cl^-\ (aq) \longrightarrow Cl_2\ (g) + 2e^-$

ক্যাথোডের কাছে দ্রবণে ক্রমাগতভাবে সঞ্চিত Na^+ আয়ন ও OH^- আয়ন সংযোগে NaOH উৎপন্ন হয়।

$$Na^+\ (aq) + OH^-\ (aq) \longrightarrow NaOH\ (aq)$$

অসুবিধা : এ প্রক্রিয়ার অসুবিধা হলো অ্যানোডে উৎপন্ন Cl_2 গ্যাস এবং ক্যাথোডে উৎপন্ন NaOH দ্রবণ পরস্পরের সংস্পর্শে সোডিয়াম ক্লোরাইড (NaCl) ও সোডিয়াম হাইপোক্লোরাইট (NaClO) সৃষ্টি করে। ফলে NaOH এর অপচয় ঘটে।

$$2NaOH\ (aq) + Cl_2\ (aq) \xrightarrow{25°C} NaCl\ (aq) + NaClO\ (aq) + H_2O\ (l)$$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

অপচয় রোধ : NaOH এর এরূপ পরিচয় রোধ করার জন্য বিশেষ তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষ যেমন নেলসন সেলে ক্যাথোড ও অ্যানোডকে পরস্পর থেকে অ্যাস্‌বেস্টস কাগজের ডায়াফ্রাম বা পর্দা দ্বারা পৃথক করে রাখা হয়।

জেনে নাও : ধাতুর লবণের জলীয় দ্রবণে যেমন NaCl এর জলীয় দ্রবণে দুটি করে ক্যাটায়ন (Na^+, H^+) ও দুটি অ্যানায়ন (Cl^-, OH^-) থাকে। তাই ধাতব লবণের জলীয় দ্রবণের তড়িৎ বিশ্লেষণে সারণি-৪.২ অনুসারে বিভিন্ন উৎপাদ পাওয়া যায়। যেমন,

(১) তড়িৎ রাসায়নিক সিরিজে (সারণি ৪.২) ক্যাটায়নের অবস্থান H^+ আয়নের ওপরে হলে ক্যাথোডে H_2 উৎপন্ন হয়।

(২) কিন্তু ক্যাটায়নের অবস্থান H^+ আয়নের নিচে হলে ক্যাথোডে ধাতু জমা হয় যেমন, Cu^{2+}, Ag^+, Au^{3+} আয়ন।

(৩) মধ্যম সক্রিয় ধাতুর আয়ন যেমন, Zn^{2+}, Fe^{2+} এর গাঢ় জলীয় দ্রবণের বেলায় ধাতুর ক্যাটায়নের ঘনমাত্রা বেশি থাকার কারণে ক্যাথোডে ধাতু জমা হয়, H_2 উৎপন্ন হয় না।

(৪) ধাতুর ক্লোরাইড, ব্রোমাইড ও আয়োডাইডের গাঢ় জলীয় দ্রবণের তড়িৎ বিশ্লেষ্যের বেলায় অ্যানোডে যথাক্রমে Br_2 ও I_2 উৎপন্ন হয়।

(৫) ধাতুর নাইট্রেট ও সালফেট (NO_3^-, SO_4^{2-}) আয়নের লঘু জলীয় দ্রবণে অ্যানোডে O_2 গ্যাস মুক্ত হয়।

৪.২ তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষ ও গ্যালভানিক কোষের বৈশিষ্ট্য ও পার্থক্য

Differential Properties of Electrolytic Cell & Galvanic Cell

এক প্রকোষ্ঠবিশিষ্ট ইলেকট্রোলাইটিক সেল বা তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষ এবং দ্বিপ্রকোষ্ঠবিশিষ্ট গ্যালভানিক কোষ বা টায়িক কোষে নিম্নরূপ বৈশিষ্ট্য ও পার্থক্য আছে।

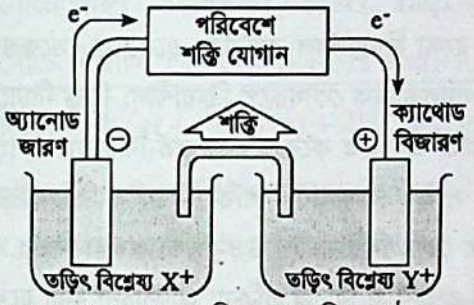
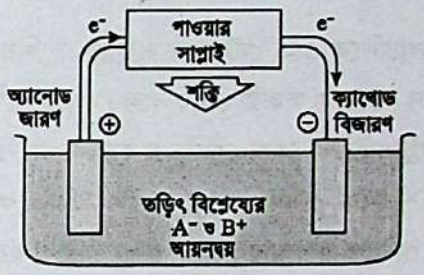
(১) গ্যালভানিক কোষে স্বতঃস্ফূর্ত রিডক্স বিক্রিয়ার রাসায়নিক শক্তি বিদ্যুৎ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। তড়িৎ কোষ বিক্রিয়া মতে উভয় তড়িৎদ্বারের রাসায়নিক বিভব পার্থক্যই বিদ্যুৎ প্রবাহ সৃষ্টি করে। এক্ষেত্রে উচ্চ শক্তির বিক্রিয়কসমূহ থেকে নিম্নশক্তির উৎপাদ সৃষ্টি এবং অতিরিক্ত নির্গত রাসায়নিক শক্তি বিদ্যুৎ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। এ প্রক্রিয়ায় 'উৎপন্ন বিদ্যুৎ শক্তি' পরিবেশের ওপর ক্রিয়া করে (the system does work on the surroundings) অর্থাৎ পরিবেশে শক্তি যোগান দেয়। যেমন গ্যালভানিক কোষের এ বিদ্যুৎ শক্তি টর্চ লাইট, CD-প্লেয়ার ও বিভিন্ন বৈদ্যুতিক যন্ত্রের বিদ্যুৎ চাহিদা (load) পূরণ করতে ব্যাটারিরূপে ব্যবহৃত হয়।

(২) ইলেকট্রোলাইটিক সেলে বা তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষে অস্বতঃস্ফূর্ত রিডক্স বিক্রিয়াকে বাহ্যিক বিদ্যুৎ শক্তি দ্বারা সক্রিয় করা হয়। এক্ষেত্রে তড়িৎ কোষ বিক্রিয়ায় নিম্নশক্তির বিক্রিয়কসমূহে বাহ্যিক উৎসের বিদ্যুৎ শক্তি যোগান দিয়ে উচ্চশক্তির উৎপাদে পরিণত করা হয়। তখন ঐ রিডক্স বিক্রিয়াটি ঘটাতে বাহ্যিক বিদ্যুৎ শক্তি ব্যয়িত হয়। অর্থাৎ এক্ষেত্রে 'বাহ্যিক পরিবেশ শক্তি' তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষের প্রক্রিয়ার ওপর ক্রিয়া করে; (the surroundings do work on the system)। যেমন ইলেকট্রোপ্লেটিং, Al-ধাতু নিষ্কাশন, ব্লিস্টার কপার তড়িৎ বিশোধন ইত্যাদিতে ইলেকট্রোলাইটিক সেল ব্যবহৃত হয়। [উভয় শ্রেণির তড়িৎকোষে গঠনগত কিছু সাদৃশ্য চিত্র-৪.২৩ (ক. খ) থেকে বোঝা যাবে।]

(১) প্রত্যেক তড়িৎ কোষে সংশ্লিষ্ট তড়িৎ বিশ্লেষ্যের জলীয় দ্রবণে দুটি করে তড়িৎদ্বার বা ইলেকট্রোড ডুবানো থাকে। এ তড়িৎদ্বার দুটির মাধ্যমে গ্যালভানিক কোষের বেলায় বিদ্যুৎ বাহ্যিক পরিবেশে এবং তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষের বেলায় ঐ তড়িৎ কোষে প্রবাহিত হয়। কোষের অর্ধ-বিক্রিয়ার প্রকৃতির ওপর নির্ভর করে তড়িৎদ্বার দুটিকে অ্যানোড ও ক্যাথোডরূপে চিহ্নিত করা হয়।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

গ্যালভানিক কোষ	ইলেকট্রোলাইটিক কোষ বা তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষ
(i) স্বতঃস্ফূর্ত রিডক্স বিক্রিয়া থেকে গ্যালভানিক কোষে শক্তি উৎপন্ন হয়।	(i) অস্বতঃস্ফূর্ত রিডক্স বিক্রিয়া ঘটাতে তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষে শক্তি শোষিত হয়।
(ii) সিস্টেম (এর শক্তি) পরিবেশের ওপর ক্রিয়া করে।	(ii) পরিবেশ (বিদ্যুৎ সাপ্লাই) সিস্টেমের ওপর ক্রিয়া করে।
 চিত্র-৪.২৩(ক): গ্যালভানিক কোষ(দ্বিপ্রকোষ্ঠ)।	 চিত্র-৪.২৩(খ): ইলেকট্রোলাইটিক কোষ (এক প্রকোষ্ঠ)।
(iii) জারণ অর্ধ-বিক্রিয়া (অ্যানোডে) : $X(s) \longrightarrow X^+(aq) + e^-$ বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়া (ক্যাথোডে) : $Y^+(aq) + e^- \longrightarrow Y(s)$ সমগ্র কোষ বিক্রিয়া : $X(s) + Y^+(aq) \longrightarrow X^+(aq) + Y(s)$ এক্ষেত্রে X হলো অধিক সক্রিয় বিজারক এবং Y^+ হলো অধিক সক্রিয় জারক।	(iii) জারণ অর্ধ-বিক্রিয়া (অ্যানোডে) : $A^-(aq) \longrightarrow A(s) + e^-$ বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়া (ক্যাথোডে) : $B^+(aq) + e^- \longrightarrow B(s)$ সমগ্র কোষ বিক্রিয়া : $A^-(aq) + B^+(aq) \longrightarrow A(s) + B(s)$ এক্ষেত্রে A^- ও B^+ আয়নদ্বয় হলো তড়িৎ বিশ্লেষ্যের বিদ্যুৎ পরিবাহী আয়ন।

(২) গ্যালভানিক কোষে, জারণ অর্ধ-বিক্রিয়া ঋণাত্মক অ্যানোডে ঘটে। অধিক সক্রিয় বিজারক বা সক্রিয় ধাতু ইলেকট্রন ত্যাগ করে জারিত হয় এবং ঐ সব ইলেকট্রন অ্যানোড থেকে বাইরে পরিবাহীর মাধ্যমে কোষ ত্যাগ করে।

বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়া ধনাত্মক ক্যাথোডে ঘটে। অ্যানোড থেকে পরিবাহীর মাধ্যমে আসা ইলেকট্রন ক্যাথোডের মাধ্যমে কোষে প্রবেশ করে এবং জারক পদার্থ (ধাতব আয়ন) ঐ ইলেকট্রন গ্রহণ করে বিজারিত হয়।

অপরদিকে তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষে জারণ অর্ধ-বিক্রিয়া ধনাত্মক অ্যানোডে ঘটে, তখন তড়িৎ বিশ্লেষ্যের ঋণাত্মক আয়ন ধনাত্মক অ্যানোডে ইলেকট্রন বর্জন করে। আবার এক্ষেত্রে বিজারণ অর্ধ-বিক্রিয়া ঋণাত্মক ক্যাথোডে ঘটে; তখন বাইরের বিদ্যুৎ সাপ্লাই থেকে আসা ইলেকট্রনকে তড়িৎ বিশ্লেষ্যের ধনাত্মক আয়ন শোষণ করে।

(৩) চিত্র-৪.২৩ (ক) ও (খ) থেকে জানা যায় গ্যালভানিক কোষ ও তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষের অ্যানোড ও ক্যাথোডে বিদ্যুৎ চার্জের প্রকৃতি ভিন্ন। গ্যালভানিক কোষে অ্যানোড ঋণাত্মক কিন্তু তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষে অ্যানোড ধনাত্মক। উভয় কোষে ধাতব পরমাণু ও ধাতব আয়নের জারণ প্রক্রিয়ায় নির্গত ইলেকট্রনের উৎস ভিন্ন হওয়ায় এরূপ পার্থক্য ঘটেছে। উভয় কোষের জারণ অর্ধ-বিক্রিয়া থেকে তা সুস্পষ্ট হবে। যেমন, গ্যালভানিক কোষে অ্যানোড ঋণাত্মক; কিন্তু তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষে অ্যানোড ধনাত্মক হয়। গ্যালভানিক কোষে ক্যাথোড ধনাত্মক; কিন্তু তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষে ক্যাথোড ঋণাত্মক হয়।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

৪.১৫ রিচার্জেবল (লেড স্টোরেজ ও লিথিয়াম) ব্যাটারি

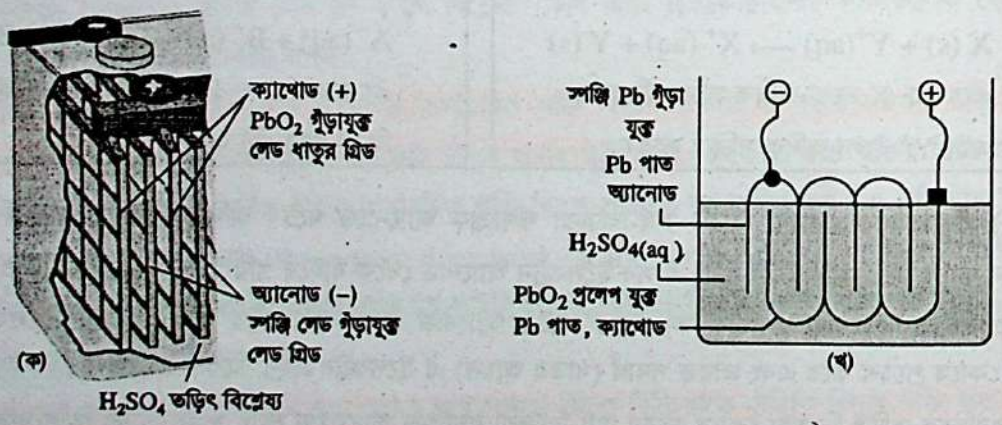
Rechargeable (Lead Storage & Lithium) Battery

তোমরা নবম-দশম শ্রেণির রসায়নে ড্রাইসেল বা ব্যাটারি সম্বন্ধে জেনেছ। এটি প্রাইমারি কোষ; এটিকে রিচার্জ করা যায় না। প্রাইমারি কোষের উপাদানসমূহ এদের সাম্য-ঘনমাত্রায় পৌঁছলে এটি নিষ্ক্রিয় বা মৃত (dead) হয়।

অপরদিকে লেড স্টোরেজ ব্যাটারি, লিথিয়াম-আয়ন ব্যাটারি হলো রিচার্জেবল ব্যাটারি; এদেরকে সেকেন্ডারি ব্যাটারি বা গৌণ কোষ বা সঞ্চয়ী কোষ বলে। সেকেন্ডারি ব্যাটারি প্রথমত গ্যালভানিক কোষরূপে ক্রিয়াশীল; কিন্তু রিচার্জের বেলায় ইলেকট্রোলাইটিক কোষ শ্রেণিভুক্ত হয়। তখন বাইর থেকে বিদ্যুৎশক্তি প্রবাহিত করে অস্বতঃস্ফূর্ত বিক্রিয়াকে সংঘটিত করে বিদ্যুৎ শক্তিকে রাসায়নিক শক্তিরূপে সঞ্চিত করা হয়। পরে ঐ সঞ্চিত রাসায়নিক শক্তিকে কোষ বিক্রিয়ারূপে পুনরায় বিদ্যুৎ শক্তিতে রূপান্তরিত করে ব্যবহার করা হয়। সুতরাং এক্ষেত্রে কোষ বিক্রিয়াটির উভমুখিতা অবস্থা নির্ভর হয়ে থাকে। এখন লেড-এসিড ব্যাটারি ও লিথিয়াম-আয়ন ব্যাটারির গঠন, কার্য প্রণালি ও রিচার্জ প্রক্রিয়া আলোচনা করা হবে।

(১) লেড-এসিড স্টোরেজ ব্যাটারি (Lead-Acid Storage Battery) :

এ শ্রেণিভুক্ত লেড-এসিড কার ব্যাটারিতে ছয়টি কোষ সমান্তরাল সংযোগে যুক্ত থাকে। প্রতিটি কোষ থেকে প্রায় 2.0V হিসেবে মোট প্রায় 12V বিদ্যুৎ কার-ব্যাটারিতে উৎপন্ন হয়। লেড-এসিড কার ব্যাটারির অভ্যন্তরীণ রোধ প্রায় 0.001 ওম।



চিত্র-৪.২৪ : লেড-এসিড স্টোরেজ ব্যাটারি।

কোষের গঠন : প্রতিটি কোষে ইলেকট্রোডরূপে দুটি লেড ধাতুর গ্রিড (grid) বা লেড ধাতুর ঝাঁঝরি জালি থাকে। অ্যানোডরূপে ব্যবহৃত গ্রিডে অধিক পৃষ্ঠতল ক্ষেত্রযুক্ত স্পঞ্জি Pb ধাতুর গুঁড়া এবং ক্যাথোডরূপে ব্যবহৃত অধিক পৃষ্ঠতল ক্ষেত্রযুক্ত PbO_2 গুঁড়া Pb গ্রেডে যুক্ত থাকে। এসব গ্রিড ডুবানো অবস্থায় থাকে তড়িৎ-বিশ্লেষ্যরূপে ব্যবহৃত প্রায় 4.5M H_2SO_4 দ্রবণে (বা, 38% w/w H_2SO_4 দ্রবণ, ঘনত্ব 1.29 g/cm^3)। গ্লাস-ফাইবার শিট দ্বারা গ্রিডগুলো পৃথক ও অন্তরীত অবস্থায় থাকে। তড়িৎ প্রবাহ সৃষ্টির সময় অ্যানোডের Pb ধাতু জারিত হয়ে লেড (II) সালফেটরূপে অ্যানোডে লেগে থাকে। উভয় ইলেকট্রোড H_2SO_4 এর দ্রবণে ডুবানো থাকে বলে এ কোষটির ডায়াগ্রাম বা, কোষ সংকেত হলো :

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

$Pb, PbSO_4/H_2SO_4\ (aq)/PbO_2, Pb$

কার্যপ্রণালি : (১) কোষটি থেকে বিদ্যুৎ উৎপন্ন হওয়ার সময় বা ডিস্‌চার্জের সময় গ্যালভানিক কোষ হিসেবে নিম্নরূপ অর্ধবিক্রিয়া ও কোষ বিক্রিয়া ঘটে :

(–) অ্যানোডে জারণ : $Pb\ (s) + HSO_4^-\ (aq) \longrightarrow PbSO_4\ (s) + H^+\ (aq) + 2e^-$ $E^o = 0.3V$

(+) ক্যাথোডে বিজারণ : $PbO_2\ (s) + 3H^+\ (aq) + HSO_4^-\ (aq) + 2e^- \longrightarrow PbSO_4\ (s) + 2H_2O\ (l)$, $E^o = 1.7V$

কোষ বিক্রিয়া : $Pb\ (s) + PbO_2\ (s) + 2H^+\ (aq) + 2HSO_4^-\ (aq) \longrightarrow 2PbSO_4\ (s) + 2H_2O\ (l)$, $E^o = 2.0V$

লক্ষণীয় : (১) উভয় বিক্রিয়াতে HSO_4^- আয়ন অংশগ্রহণ করেছে। SO_4^{2-} আয়ন অংশ নেয়নি; কারণ সবল এসিড দ্রবণে SO_4^{2-} মূলক প্রোটনযুক্ত থাকে।

(২) উভয় অর্ধ-বিক্রিয়ায় উৎপাদরূপে Pb^{2+} আয়ন উৎপন্ন হয়েছে। অ্যানোডে Pb এর জারণে Pb^{2+} আয়ন এবং ক্যাথোডে PbO_2 এর বিজারণে Pb^{2+} আয়ন উৎপন্ন হয়েছে। পরে Pb^{2+} আয়ন HSO_4^- এর সাথে বিক্রিয়া করে উভয় ইলেকট্রোডে অদ্রবণীয় $PbSO_4\ (s)$ রূপে উৎপন্ন হয়ে লেগে থাকে।

রিচার্জ প্রক্রিয়া : ব্যবহারের ফলে ব্যাটারির emf. 1.17V এর কম হলে রিচার্জ করা হয়। কোষটির রিচার্জের সময়, ইলেকট্রোলাইটিক কোষের মতো বাহ্যিক একমুখী বিদ্যুৎ শক্তি (বা direct current) কোষে প্রবাহিত করে অস্বতঃস্ফূর্ত বিক্রিয়াটিকে সংঘটিত করা হয়। তখন ব্যাটারির ইলেকট্রোড দুটিকে পাওয়ার সাপ্লাইয়ের সাথে পূর্বের বিপরীত ক্রমে যুক্ত করা হয়। পূর্বের অ্যানোডে বিদ্যুৎ যোগান (supply) হওয়ায় এতে বিজারণ ঘটে। তাই এটি হবে ঋণাত্মক ও ক্যাথোড। এ বিক্রিয়াটি গ্যালভানিক কোষে সংঘটিত বিক্রিয়ার বিপরীত। এ বিক্রিয়ার সফলতার মূলে রয়েছে কঠিন উৎপাদ $PbSO_4$ ইলেকট্রোডে লেগে থাকার কারণে। যেমন,

(–) ক্যাথোডে বিজারণ : $PbSO_4\ (s) + H^+\ (aq) + 2e^- \longrightarrow Pb\ (s) + HSO_4^-\ (aq)$

(+) অ্যানোডে জারণ : $PbSO_4\ (s) + 2H_2O\ (l) \longrightarrow PbO_2\ (s) + 3H^+\ (aq) + HSO_4^-\ (aq) + 2e^-$

মোট বিক্রিয়া : $2PbSO_4\ (s) + 2H_2O\ (l) \longrightarrow Pb\ (s) + PbO_2\ (s) + 2H^+\ (aq) + 2HSO_4^-\ (aq)$

এ লেড-এসিড ব্যাটারি কয়েক বছর রিচার্জ প্রক্রিয়ায় ব্যবহার করা যায়। পরে ক্রমান্বয়ে স্পঞ্জি $PbSO_4$এর কেলাস আকারে বড় ও শক্ত হয়ে ওঠে। তখন $PbSO_4$ কে বিদ্যুৎ প্রবাহ দ্বারা Pb ও PbO_2 এ রূপান্তর করা সম্ভব হয় না; অর্থাৎ ঐ লেড-এসিড ব্যাটারি রিচার্জেবল থাকে না; পরিত্যাজ্য হয়ে পড়ে।

ব্যাটারির ডিস্‌চার্জের সময় পানি উৎপন্ন হওয়ায় H_2SO_4 এর ঘনত্ব কমে যায়। তাই সময় মতো হাইড্রোমিটার দিয়ে H_2SO_4 মিশ্রণের ঘনত্ব বা, আপেক্ষিক গুরুত্ব দেখা হয়। আবার রিচার্জের সময় পানি বিশ্লেষিত হয়ে H_2 ও O_2 উৎপন্ন হয় এবং পানি কমে যায়। তখন H_2SO_4 এর ঘনত্ব বেড়ে যায়। তাই সময়মতো ব্যাটারিতে বিশুদ্ধ পানি যোগ করে H_2SO_4 এর ঘনত্ব বা, আপেক্ষিক গুরুত্ব 1.25 থেকে 1.26 এর মধ্যে রাখতে হয়।

* হাইড্রোমিটারে H_2SO_4 এর আপেক্ষিক গুরুত্ব 1.21 দেখালে ব্যাটারির emf 1.17V এর নিচে বোঝায়। তাই H_2SO_4 এর ঘনত্ব কখনো 1.21 এর কাছাকাছি হলে ব্যাটারি পুনরায় চার্জ করতে হয়।

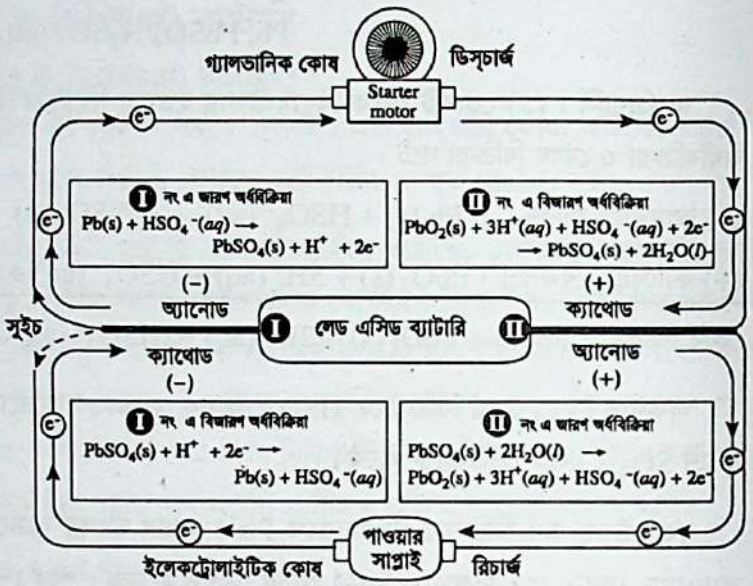
www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

লক্ষ্য কর : এক্ষেত্রে দুটি ইলেকট্রোডের অবস্থান ও ইলেকট্রন প্রবাহের দিক বিপরীত হয়। এটি বোঝার জন্য e^- এর উৎস কোথায় দেখ।

(১) গ্যালভানিক কোষে অ্যানোডে জারণ ক্রিয়ায় e^- উৎপন্ন হয় (generate); তাই এটি ঋণাত্মক। ক্যাথোডে e^- ব্যয় হয় (consume); তাই এটি ধনাত্মক।

(২) ইলেকট্রোলাইটিক কোষের বাইরের উৎস থেকে e^- পূর্বের অ্যানোডে যোগান (supply) হয় এবং বিজারণ ঘটায়; তাই এটি ক্যাথোড ও ঋণাত্মক। পূর্বের ক্যাথোড থেকে এখন e^- অপসারিত (remove) হয়; তাই এটি অ্যানোড ও ধনাত্মক হয়।



চিত্র-৪.২৫ : লেড-এসিড ব্যাটারিতে গ্যালভানিক কোষ ও ইলেকট্রোলাইটিক কোষদ্বয়ে বিক্রিয়াসমূহ।

অধিক জেনে নাও : 25°C-এ হাইড্রোমিটারে H_2SO_4 এর আ. গুরুত্ব (specific gravity) এর সাথে লেড এসিড ব্যাটারির চার্জিত হওয়ার সম্পর্ক :

Charged	sp. gr. of H_2SO_4
100%	1.265—1.255
75%	1.235—1.215
50%	1.200—1.180
25%	1.165—1.155
0%	1.130—1.110

For temperature adjustment get a sp. gr. reading and adjust to temp. by adding 0.004 for every 10°F (বা, 5.5°C) above 80°F and subtracting 0.004 for every 10°F below 80°F.

(২) লিথিয়াম ব্যাটারি ও লিথিয়াম-আয়ন ব্যাটারি (Lithium & Lithium-Ion Batteries, LIB)

লিথিয়াম ব্যাটারি ও লিথিয়াম আয়ন ব্যাটারি নামে দু'ধরনের ব্যাটারি আছে।

লিথিয়াম ব্যাটারি : লিথিয়াম ব্যাটারি প্রাইমারি ব্যাটারি এবং রিচার্জেবল নয়। লিথিয়াম ব্যাটারিতে লিথিয়ামকে অ্যানোড ও ইলেকট্রোলাইট বা তড়িৎ বিশ্লেষ্যরূপে অজলীয় জৈব দ্রাবকে (যেমন ইথেন নাইট্রাইল বা, অ্যাসিটোনাইট্রাইলে CH_3CN) লিথিয়াম পারক্লোরেট, $LiClO_4$ দ্রবণ এবং ক্যাথোডরূপে প্রায় ক্ষেত্রে MnO_2 অথবা সিলভার ভ্যানাডিয়াম অক্সাইড ($Ag_2V_4O_{11}$) ব্যবহৃত হয়। এ সব ধাতুর অক্সাইডের কেলাস গঠনে অসংখ্য Li^+ আয়ন শোষিত (absorb) থাকে। (Energy/mass) অনুপাত অনুসারে লিথিয়াম ব্যাটারির উচ্চ কোষ বিভব, (E^o) মান রয়েছে; মাত্র 6.94 g লিথিয়াম থেকে 1 mol ইলেকট্রন বা 1F বিদ্যুৎ উৎপন্ন হয়। প্রাইমারি লিথিয়াম ব্যাটারির ইলেকট্রোড বিক্রিয়ায় অ্যানোডে লিথিয়াম ধাতুর জারণ ঘটে এবং ক্যাথোডে MnO_2 এর বিজারণ ঘটে।

কার্যপ্রণালি : অ্যানোডে লিথিয়াম ধাতুর জারণের পর সৃষ্ট সলভেটেড লিথিয়াম আয়ন $Li^+(soln)$ কোষের ভেতরে অ্যানোড থেকে ক্যাথোডের দিকে যায়। তখন বহিঃবর্তনী দিয়ে ইলেকট্রন প্রবাহিত হয়। এক্ষেত্রে x = মোলসংখ্যা।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

অ্যানোডে জারণ : $xLi\,(s) \longrightarrow xLi^{+}\,(soln) + xe^{-}$

ক্যাথোডে বিজারণ : $MnO_2\,(s) + xLi^{+}\,(soln) + xe^{-} \longrightarrow Li_xMnO_2\,(s)$

সামগ্রিক কোষ বিক্রিয়া : $MnO_2\,(s) + xLi\,(s) \longrightarrow Li_x\,MnO_2\,(s)$

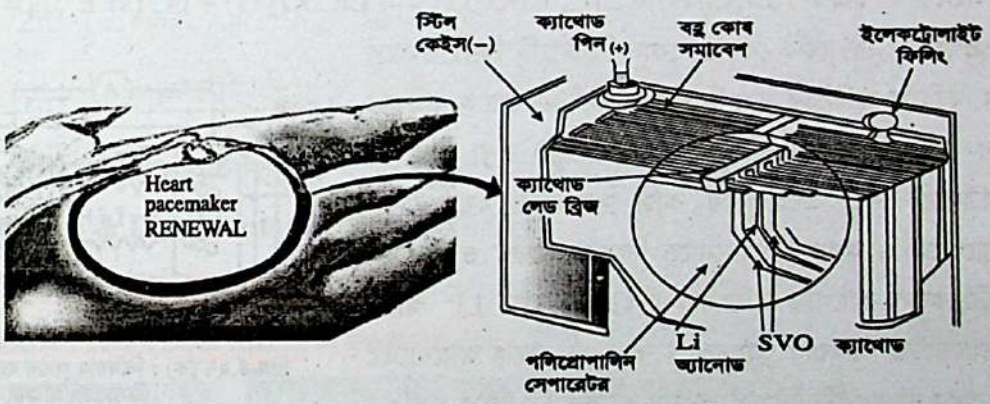
সিলভার ভ্যানাডিয়াম অক্সাইড (SVO) ক্যাথোডরূপে ব্যবহৃত হলে ইলেকট্রোড বিক্রিয়া নিম্নরূপ হয় :

অ্যানোডে জারণ : $7Li\,(s) \longrightarrow 7Li^{+}\,(soln) + 7e^{-}$

ক্যাথোডে বিজারণ : $Ag_2V_4O_{11}\,(s) + 7Li^{+}\,(soln) + 7e^{-} \longrightarrow Li_7Ag_2V_4O_{11}\,(s)$

সামগ্রিক কোষ বিক্রিয়া : $Ag_2V_4O_{11}\,(s) + 7\,Li\,(s) \longrightarrow Li_7Ag_2V_4O_{11}\,(s)$

কিন্তু লিথিয়াম ব্যাটারি রিচার্জেবল নয় এবং দাহ্য ইলেকট্রোলাইট থাকায় এটির কিছু বিপজ্জনক অসুবিধাও রয়েছে। লিথিয়াম ব্যাটারি হালকা, পরিবেশ দূষণ কম ঘটায় ও কয়েক বছর দীর্ঘস্থায়ী। ক্যালকুলেটর, ঘড়ি ইত্যাদিতে ব্যবহৃত হয়। হার্টপেচমেকাররূপে লিথিয়াম SVO ব্যাটারি ব্যবহৃত হয়।



চিত্র-৪.২৬ : SVO ক্যাথোডযুক্ত লিথিয়াম ব্যাটারি।

লিথিয়াম-আয়ন ব্যাটারি : সেকেন্ডারি লিথিয়াম-আয়ন ব্যাটারি রিচার্জেবল ব্যাটারি। এটি হলো লিথিয়াম ব্যাটারির সেকেন্ডারি সংস্করণ। লিথিয়াম-ব্যাটারি ও লিথিয়াম-আয়ন ব্যাটারির মধ্যে পার্থক্য হলো অ্যানোডের প্রকৃতিতে।

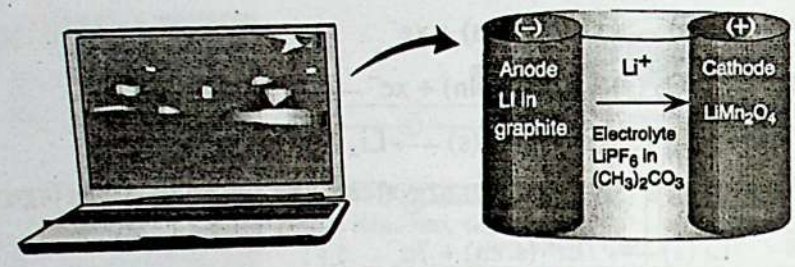
লিথিয়াম ব্যাটারিতে অ্যানোড হলো লিথিয়াম (Li) ধাতু। অপরদিকে লিথিয়াম-আয়ন ব্যাটারিতে অ্যানোড হলো দুই গ্রাফাইট শিটে আবদ্ধ Li-পরমাণু অর্থাৎ লিথিয়ামযুক্ত গ্রাফাইট (Li_xC_6); যাতে Li পরমাণু ইলেকট্রন ত্যাগ করে Li^{+} আয়নে পরিণত হয় এবং এ কারণে লিথিয়াম আয়ন ব্যাটারি নামকরণ হয়েছে।

লিথিয়াম ব্যাটারিতে ক্যাথোড হলো MnO_2 অথবা SVO। অপরদিকে লিথিয়াম-আয়ন ব্যাটারিতে ক্যাথোড হলো লিথিয়াম মেটাল অক্সাইড যেমন লিথিয়াম ম্যাঙ্গানিজ অক্সাইড ($LiMn_2O_4$) অথবা লিথিয়াম কোবাল্ট অক্সাইড ($LiCoO_2$) অথবা লিথিয়াম আয়রন ফসফেট ($LiFePO_4$)

অজলীয় তড়িৎ বিশ্লেষ্য বা ইলেকট্রোলাইট হলো জৈব দ্রাবক যেমন ডাইমিথাইল কার্বনেট ও ইথাইল মিথাইল কার্বনেট মিশ্রণে লিথিয়াম হেক্সাফ্লোরো ফসফেট ($LiPF_6$) এর 1M দ্রবণ।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com



চিত্র-৪.২৭ : লিথিয়াম-আয়ন ব্যাটারি।

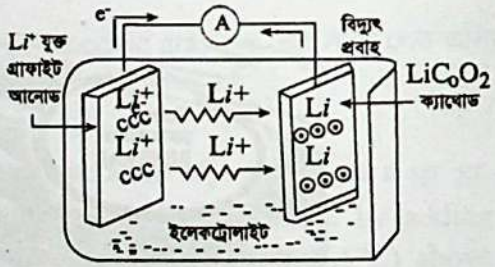
কার্যপ্রণালি : ডিস্‌চার্জিং কালে অধিক সক্রিয় Li পরমাণু ইলেকট্রন ত্যাগ করে Li^+ আয়নে পরিণত হলে সলভেটেড লিথিয়াম আয়ন [Li^+ (soln)] যখন কোষের ভেতরে অ্যানোড থেকে ক্যাথোডের দিকে যায় তখন বহিঃবর্তনী দিয়ে ইলেকট্রন প্রবাহিত হয়, [চিত্র-৪.২৭(ক)]। তখন নিম্নরূপ বিক্রিয়া ঘটে :

(–) অ্যানোডে জারণ : $Li_xC_6\,(s) \longrightarrow xLi^+\,(soln) + 6C\,(s) + xe^-$ $\quad E° = 3.04\ V$

(+) ক্যাথোডে বিজারণ : $Li_{1-x}\,CoO_2\,(s) + xLi^+\,(soln) + xe^- \longrightarrow LiCoO_2\,(s)$ $\quad E° = 0.66\ V$

ডিস্‌চার্জিং কোষ বিক্রিয়া : $Li_xC_6\,(s) + Li_{1-x}\,CoO_2\,(s) \longrightarrow LiCoO_2\,(s) + 6C\,(s)$ $\quad E°_{cell} = 3.7\ V$

রিচার্জ প্রক্রিয়া : রিচার্জের বেলায়, কোষ বিক্রিয়াটি বিপরীতভাবে ঘটে। যেমন, বাহ্যিক সার্কিটের মধ্য দিয়ে বাহ্যিক উৎস থেকে পাওয়ার সাপ্লাই করে কোষের অ্যানোডে বিভব পার্থক্য সৃষ্টি করা হলে ঐ কোষের প্রক্রিয়ার উপর প্রয়োজনীয় কাজ সম্পাদিত হয়। তখন ধনাত্মক ক্যাথোডে ও ঋণাত্মক অ্যানোডে নিম্নোক্ত জারণ ও বিজারণ ঘটে। রিসার্জিংকালে ক্যাথোড তড়িৎদ্বার $LiCoO_2$ হতে Li^+ আয়ন মুক্ত হয়ে সলভেটেড লিথিয়াম আয়নরূপে ক্যাথোড থেকে অ্যানোডের দিকে যায়; তখন বহিঃবর্তনী দিয়ে ইলেকট্রন অ্যানোডের দিকে প্রবাহিত হয়। রিসার্জিং প্রক্রিয়াটি ডিস্‌চার্জিং প্রক্রিয়ার সম্পূর্ণ বিপরীত হয়।



চিত্র-৪.২৭ (ক) : লিথিয়াম আয়ন ব্যাটারির ডিসচার্জিং প্রক্রিয়া

রিচার্জিংকালে ক্যাথোডে জারণ : $LiCoO_2\,(s) \longrightarrow Li_{1-x}\,CoO_2\,(s) + xLi^+\,(soln) + xe^-$

রিচার্জিংকালে অ্যানোডে বিজারণ : $xLi^+\,(soln) + 6C\,(s) + xe^- \longrightarrow Li_xC_6\,(s)$

রিচার্জিং কোষ বিক্রিয়া : $LiCoO_2\,(s) + 6C\,(s) \longrightarrow Li_xC_6\,(s) + Li_{1-x}\,CoO_2\,(s)$

∴ ডিস্‌চার্জিং ও রিচার্জিংকালে সামগ্রিক কোষ বিক্রিয়াটি উভমুখী নিম্নরূপ হয় :

$$Li_xC_6\,(s) + Li_{1-x}CoO_2\,(s) \underset{\text{রিচার্জিং}}{\overset{\text{ডিসচার্জিং}}{\rightleftharpoons}} LiCoO_2\,(s) + 6C\,(s)$$

*** অধিক জেনে নাও :** লিথিয়াম আয়ন ব্যাটারিতে, ডিসচার্জিংকালে সলভেটেড Li^+(soln) আয়ন কোষের ভেতরে অ্যানোড থেকে ক্যাথোডের দিকে যায়; কিন্তু রিচার্জিংকালে Li^+ আয়ন বিপরীতভাবে কোষের ভেতরে ক্যাথোড থেকে অ্যানোডের দিকে যায়।

* লিথিয়াম আয়ন ব্যাটারিতে ক্যাথোডের $LiCoO_2$ এর অবস্থান্তর ধাতু কোবাল্ট (Co)আয়নটিতে যথাক্রমে ডিস্‌চার্জিং কালে বিজারণ (Co^{4+} থেকে Co^{3+}) এবং রিচার্জিংকালে জারণ (Co^{3+} থেকে Co^{4+}) ঘটে। যেমন ডিস্‌চার্জিংকালে অ্যানোডের গ্রাফাইট শিটের মধ্যস্থ Li পরমাণুর ত্যাগ করা ইলেকট্রন বহিঃবর্তনী দিয়ে ক্যাথোডে পৌঁছলে

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

$LiCoO_2$ এর Co^{4+} আয়ন তা শোষণ করে Co^{3+} আয়নে বিজারিত হয়। আবার রিচার্জিংকালে অ্যানোডে বিভব পার্থক্য ঘটলে তখন পূর্বের Co^{3+} আয়ন ইলেকট্রন বিমুক্ত করে জারিত হয়ে Co^{4+}আয়নে পরিণত হয়।

ডিস্‌চার্জিংকালে ক্যাথোডে বিজারণ : $Co^{4+} + e^- \longrightarrow Co^{3+}$

রিচার্জিংকালে ক্যাথোডে জারণ : $Co^{3+} \longrightarrow Co^{4+} + e^-$

ব্যবহার : লিথিয়াম আয়ন ব্যাটারি ব্যবহৃত হয় সেল ফোন, ল্যাপটপ-কম্পিউটার, ডিজিট্যাল ক্যামেরা ও পাওয়ার টুলস্ বা যন্ত্রপাতিতে। লিথিয়াম আয়ন ব্যাটারির ভোল্টেজ হলো 3.7V। বর্তমানে লেড এসিড ব্যাটারির পরিবর্তে LIB ব্যবহৃত হয়। (যেমন, Tesla Motors electric car -এ, এর speed 130 mph)।

শিক্ষার্থীর কাজ-৪.১১ : তড়িৎ কোষ ভিত্তিক সমস্যা :

সমস্যা-৪.৪১ : নিম্নোক্ত কোষের অর্ধ-বিক্রিয়া ও কোষবিক্রিয়া লেখ।

(ক) $Zn\ (s)/Zn^{2+}\ (aq) \parallel H^+\ (aq)/H_2\ (g), Pt$

(খ) লেড-এসিড রিচার্জেবল ব্যাটারি,

(গ) $Zn\ (s)/Zn^{2+}\ (aq)$ এবং $Ag(s)/Ag^+\ (aq)$ ইলেকট্রোডসহ কোষ গঠন ও কোষ বিক্রিয়া লেখ। এক্ষেত্রে $E^0_{Zn^{2+}/Zn} = -0.76V; E^0_{Ag/Ag} = +0.80V;$

(ঘ) প্রাইমারি লিথিয়াম ব্যাটারি,

(ঙ) লিথিয়াম-আয়ন রিচার্জেবল ব্যাটারি।

৪.১৬ লেড স্টোরেজ এবং লিথিয়াম ব্যাটারি ব্যবহারের সুবিধা ও অসুবিধা

Advantages & Disadvantages in Lead Storage & Lithium Batteries

(ক) লেড স্টোরেজ ব্যাটারি ব্যবহারে সুবিধাসমূহ (Advantages of Lead storage Battery)

(১) নিম্ন অভ্যন্তরীণ রোধ (Low internal resistance) : লেড স্টোরেজ ব্যাটারির অভ্যন্তরীণ রোধ প্রায় 0.001 ohms। অপরদিকে ঘড়িতে ব্যবহৃত লিথিয়াম ব্যাটারির অভ্যন্তরীণ রোধ প্রায় 100 ohms। অভ্যন্তরীণ রোধ কম হওয়ায়, লেড স্টোরেজ ব্যাটারি থেকে শুরুতে উচ্চ বিদ্যুৎ শক্তি পাওয়া যায়। কার-ইঞ্জিনে প্রয়োজনীয় উচ্চ বিদ্যুৎ শক্তি লেড স্টোরেজ ব্যাটারি থেকে পাওয়া যায় বলে কার-ইঞ্জিন স্টার্ট করা সহজ হয়। কিন্তু লেড স্টোরেজ ব্যাটারির 12V এর সমতুল্য আটটি 1.5V ড্রাইসেল বা শুষ্ক কোষ (AA) এর অভ্যন্তরীণ রোধ বেশি হওয়ায় এর থেকে কার ইঞ্জিন স্টার্ট করার প্রয়োজনীয় বিদ্যুৎ শুরুতেই পাওয়া যায় না বলে শুষ্ক কোষ এক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয় না।

(২) রিচার্জেবল ব্যাটারি (Rechargeable) : সাধারণ ব্যাটারি যেমন শুষ্ক কোষ, অ্যালকালাইন কোষ ইত্যাদিকে রিচার্জ করা যায় না। লেড-এসিড ব্যাটারিকে রিচার্জ করে বার বার ব্যবহার করা সম্ভব।

(৩) চার্জ লেভেল পরীক্ষা (Checking charge levels) : অ্যালকালাইন ব্যাটারি, লিথিয়াম অথবা নিকেল-ক্যাডমিয়াম ব্যাটারি ইত্যাদি চার্জ লেভেল পরীক্ষা করে ব্যাটারির অবস্থা জানার সুবিধা নেই; কিন্তু লেড-স্টোরেজ ব্যাটারির চার্জ লেভেল জানা যায়। কারণ এর মধ্যে ব্যবহৃত H_2SO_4 এর ঘনত্ব হাইড্রোমিটার দ্বারা মেপে চার্জ লেভেল জানা যায়। একটি পূর্ণ চার্জযুক্ত লেড স্টোরেজ ব্যাটারিতে H_2SO_4 এর ঘনত্ব 1.29 g/cm^3 থাকে। H_2SO_4 এর ঘনত্ব কমলে ব্যাটারির চার্জ লেভেল কমার নির্দেশ করে।

(৪) সহজ প্রাপ্যতা (Availability) : তুলনামূলক কম দামে লেড স্টোরেজ ব্যাটারি সর্বত্র পাওয়া যায়।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

(খ) লেড-স্টোরেজ ব্যাটারি ব্যবহারে অসুবিধাসমূহ

Disadvantages in Lead-storage Battery

(১) এসিড বার্ন বিপদ : লেড-স্টোরেজ ব্যাটারিতে 36–38% (w/w) H_2SO_4 এর জলীয় দ্রবণ ব্যবহৃত হয়। এই H_2SO_4 এর সংস্পর্শে ত্বকের বার্ন ক্ষত হওয়ার সম্ভাবনা থাকে। তাই লেড-স্টোরেজ ব্যাটারি ব্যবহারে অত্যধিক সতর্ক থাকা উচিত।

(২) রিচার্জকালে দাহ্য H_2 গ্যাস নির্গমন : লেড-স্টোরেজ ব্যাটারি রিচার্জের সময় কিছু পরিমাণ ইলেকট্রোলাইট বাষ্পীভূত হয়ে যায় এবং ব্যাটারির খোলা মুখ দিয়ে দাহ্য H_2 গ্যাস বের হতে পারে। তাই রিচার্জকালে লেড-স্টোরেজ ব্যাটারির নিকটে আগুন বা জ্বলন্ত শিখা রাখা যাবে না।

(৩) ইলেকট্রোলাইট লেভেল সমস্যা (Electrolyte Levels) : লেড-স্টোরেজ ব্যাটারিতে H_2SO_4 এসিড ঢালার একটি মুখ থাকে। ব্যাটারির রিচার্জের সময় এ ইলেকট্রোলাইট কোনো একটি সেলে কিছু পরিমাণে বাষ্পীভূত হয়ে এসিড লেভেল সাধারণ অবস্থা থেকে কমে গেলে তখন ব্যাটারি সঠিকভাবে কাজ করে না। তখন ডিস্টিল্ড ওয়াটার ঐ সেলে যোগ করে এসিড লেভেল ঠিক রাখতে হয়।

(৪) ভারী ব্যাটারি বহন করতে সমস্যা (Troubles to Carry Heavy Battery) : লেড স্টোরেজ ব্যাটারিতে 38% H_2SO_4 এসিড দ্রবণে অনেকগুলো লেড ধাতুর পাত ও লেড অক্সাইড ইলেকট্রোড নিমজ্জিত থাকে। লেড স্টোরেজ ব্যাটারির ওজন 30–60 পাউন্ড হয়ে থাকে। এত ভারী লেড ব্যাটারিকে তুলতে গিয়ে অসতর্কতাবশত পেশিতে ব্যথা বা আহত হওয়ার সম্ভাবনা থাকে।

(৫) পরিবেশের দূষণ (Environmental Pollution) : লেড-স্টোরেজ ব্যাটারি বর্জ্যরূপে ফেলে দিলে লেড ধাতু মাটিতে দূষণ সৃষ্টি করে। লেড আয়ন (Pb^{2+}) মাটি থেকে খাদ্য শৃঙ্খলে প্রবেশ করে মানুষের দেহে বিভিন্ন প্রকার রোগ সৃষ্টি করে থাকে।

৪.১৬.১ লিথিয়াম ব্যাটারি ব্যবহারে সুবিধা ও অসুবিধাসমূহ

Advantages & Disadvantages in Lithium Batteries

লিথিয়াম ব্যাটারি দু'প্রকার; যেমন প্রাইমারি লিথিয়াম ব্যাটারি যেখানে লিথিয়াম ধাতু অ্যানোডরূপে ব্যবহৃত হয়। এটি রিচার্জেবল নয়। অপরটি হলো লিথিয়াম আয়ন ব্যাটারি। এটিতে অ্যানোড হলো লিথিয়ামযুক্ত গ্রাফাইট (Li_xC_6); এটি রিচার্জেবল ব্যাটারি।

(ক) লিথিয়াম ব্যাটারির সুবিধাসমূহ (Advantages in Lithium Battery) :

(১) ওজনে হালকা (Lightness) : লেড ধাতু ও নিকেল ধাতু দিয়ে তৈরি ব্যাটারির তুলনায় লিথিয়াম ব্যাটারি হাল্কা। তাই মোটর কারে এটি ব্যবহারযোগ্য।

(২) পরিবেশ দূষণ, পাওয়ার ও স্থায়িত্ব (Pollution, Power, Durability) : নিকেল ও লেড ধাতু থেকে তৈরি ব্যাটারির তুলনায় লিথিয়াম ব্যাটারি দীর্ঘস্থায়ী হওয়ায়, এটি তুলনামূলক কম বর্জ্যরূপে মাটিতে যুক্ত হয়। লিথিয়াম ব্যাটারির পাওয়ার (power) অন্য যেকোনো ব্যাটারির পাওয়ারের তুলনায় বেশি।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

(খ) লিথিয়াম ব্যাটারির অসুবিধাসমূহ

Disadvantages in Lithium Battery

(১) রিচার্জেবল নয় (Not Rechargeable) : লিথিয়াম ব্যাটারি রিচার্জেবল না হওয়ায়, একবার ব্যবহার শেষে পরিত্যাজ্য বা বর্জ্য হয়। আবার ইলেকট্রনিক যন্ত্রপাতিতে যুক্ত থাকলে, তখন এটি প্রতিস্থাপন করা যায় না। ফলে ইলেকট্রনিক যন্ত্রটিই বর্জ্য হয়ে যায়।

(২) বিপজ্জনক ফুটা বা লীক্ (Leak) হওয়া : বৈদ্যুতিক যন্ত্রে ব্যবহৃত অবস্থায় লিথিয়াম ব্যাটারিতে লীক্ বা ফুটা হলে ঐ বৈদ্যুতিক যন্ত্র উত্তপ্ত ও পরে আগুন জ্বলে ওঠে। যেমন 2006 সালে Dell Computer Company এদের ল্যাপটপের একটি ব্যাচ বাজার থেকে তুলে নিতে বাধ্য হয়; কারণ ঐ ল্যাপটপে ব্যবহৃত লিথিয়াম ব্যাটারিতে ফুটা হওয়ার প্রবণতা দেখা গিয়েছিল।

(৩) কমার্শিয়াল স্টোরেজে অসুবিধা : লিথিয়াম ব্যাটারিগুলো সংস্পর্শে থাকলে ফ্রিকশন বা সংঘর্ষের কারণে পরিবেশে বিষাক্ত গ্যাস সৃষ্টি করে। পানি-বাষ্পের সংস্পর্শে করোশন (corrosion) বা ধাতুক্ষয় ঘটে এবং H_2 গ্যাস নির্গত করে।

(গ) লিথিয়াম-আয়ন ব্যাটারি ব্যবহারে সুবিধাসমূহ

Advantages in Lithium-Ion Battery

(১) বহনযোগ্য ইলেকট্রনিক যন্ত্রপাতিতে লিথিয়াম-আয়ন ব্যাটারি সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত হয়। লেড-এসিড ব্যাটারি ভারী এবং সহজে বহনযোগ্য নয়; কিন্তু লিথিয়াম-আয়ন রিচার্জেবল ব্যাটারি সহজে বহনযোগ্য।

(২) লেড-এসিড ব্যাটারির সমপরিমাণ ভোল্টেজ বিদ্যুৎ লিথিয়াম-আয়ন ব্যাটারি থেকে পাওয়া যায়। তাই যান্ত্রিক গঠন কৌশল অপরিবর্তিত রেখে লেড-এসিড ব্যাটারির পরিবর্তে লিথিয়াম-আয়ন ব্যাটারি ব্যবহার সহজে করা যায়।

(ঘ) লিথিয়াম-আয়ন ব্যাটারি ব্যবহারে অসুবিধাসমূহ

Disadvantages in Lithium-Ion Battery

লিথিয়াম-আয়ন ব্যাটারিতে দাহ্য প্রকৃতির ইলেকট্রোলাইট অধিক চাপে থাকে। তাই এটি অবস্থাভেদে বিপজ্জনক হতে পারে। তাই এটিতে গঠনগত নিরাপদ ব্যবস্থা রয়েছে। তবুও কোনো কোনো কোম্পানির তৈরি লিথিয়াম আয়ন ব্যাটারি থেকে দুর্ঘটনার সংবাদে ঐ কোম্পানির লিথিয়াম আয়ন ব্যাটারির ব্যাচ বাজার থেকে তুলে নেয়া হয়েছে। লিথিয়াম-আয়ন ব্যাটারি ব্যবহার শেষে আগুনে ফেলা যাবে না। এতে বিস্ফোরণ ঘটবে।

৪.১৭ ফুয়েল সেল ও এর প্রকারভেদ

Fuel Cells & Their Types

ফুয়েল সেলের সংজ্ঞা : ফুয়েল সেল হলো এক প্রকার গ্যালভানিক সেল। ফুয়েল সেলের বিক্রিয়ক দুটির মধ্যে একটি বিক্রিয়ক হলো জ্বালানি উপাদান বা ফুয়েল যেমন H_2 গ্যাস অথবা মিথানল (CH_3OH)। অপরটি হলো অক্সিজেন গ্যাস। এক্ষেত্রে রিডক্স বিক্রিয়ায় ফুয়েল বা জ্বালানির রাসায়নিক শক্তি সরাসরি বৈদ্যুতিক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়।

হাইড্রোকার্বন জ্বালানি মিথেন, প্রোপেন, বিউটেন ইত্যাদিকে সরাসরি ফুয়েল সেলে ব্যবহার করা যায় না।

ফুয়েল H_2 ও CH_3OH উৎপাদন : স্টিম-হাইড্রোকার্বন রিফরমিং পদ্ধতিতে স্টিম [$H_2O(g)$] ও মিথেন (CH_4) গ্যাস মিশ্রণকে 1100°C-এ Ni প্রভাবকের উপস্থিতিতে প্রথমে সংশ্লেষ গ্যাস ($CO + 3H_2$) এবং পরে ওয়াটার গ্যাস শিফ্ট বিক্রিয়া দ্বারা 400°C-এ অধিক H_2 গ্যাস ও CO_2 গ্যাসে পরিণত করা হয়। সবশেষে ক্ষার দ্বারা CO_2 শোষণ করা হয়।

অপরদিকে ওয়াটার গ্যাস ও H_2 গ্যাস থেকে 200 atm চাপে ও 300°C-এ প্রভাবক ZnO, Cr_2O_3 এর উপস্থিতিতে 99% মিথানল ফুয়েল উৎপাদন করা হয়।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

(১) ফুয়েল H_2 গ্যাস উৎপাদন : বর্তমানে CH_4 গ্যাস থেকে **স্টিম-হাইড্রোকার্বন রিফরমিং প্রক্রিয়ায় অধিক H_2 গ্যাস উৎপাদন করা হয়।** এ প্রক্রিয়াটি নিম্নোক্ত ৩ ধাপে সম্পন্ন হয় :

(i) ১ম ধাপে, সংশ্লেষ গ্যাস উৎপাদন : স্টিম ও মিথেন গ্যাসের মিশ্রণ থেকে 1000°C তাপমাত্রায় Ni প্রভাবকের উপস্থিতিতে CO ও H_2 গ্যাসের মিশ্রণ বা সংশ্লেষ গ্যাস উৎপন্ন হয়। এ গ্যাস মিশ্রণ থেকে মিথানল ও তরল জ্বালানি সংশ্লেষণ করা যায় বলে এরূপ নামকরণ হয়েছে।

$$H_2O\,(g) + CH_4\,(g) \xrightarrow[Ni]{1100°C} \underset{\text{সংশ্লেষ গ্যাস}}{[CO\,(g) + 3H_2\,(g)]}$$

(ii) ২য় ধাপে, ওয়াটার গ্যাস শিফট বিক্রিয়া দ্বারা সংশ্লেষ গ্যাসের বিষাক্ত CO গ্যাসকে স্টিম দ্বারা CO_2 গ্যাসে রূপান্তর ও অধিক H_2 গ্যাস উৎপাদন করা হয়। স্টিম দ্বারা বিষাক্ত CO গ্যাসকে CO_2 রূপান্তর করা হয়েছে বলে বিক্রিয়াটির এরূপ নামকরণ হয়েছে।

$$[CO\,(g) + 3H_2\,(g)] + H_2O\,(g) \xrightarrow[CoO,\,Fe_2O_3]{400°C} CO_2\,(g) + 4H_2\,(g)$$

(iii) শেষ ধাপে উৎপন্ন গ্যাস মিশ্রণকে ক্ষারীয় দ্রবণে যেমন, $K_2CO_3/Ca(OH)_2$ এর মধ্যে অথবা 20 atm চাপে শীতল পানিতে চালনা করলে CO_2 শোষিত হয়; H_2 গ্যাস নির্গত হয়।

ফুয়েল H_2 গ্যাস উৎপাদনে স্টিমের সাথে বিজারক রূপে আয়রন, কার্বন অথবা CH_4 শিল্পক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়।

$$4H_2O\,(g) + 3Fe\,(s) \xrightarrow{800°C} Fe_3O_4\,(s) + 4H_2\,(g) \quad \Delta H = -151\ kJ$$

$$H_2O\,(g) + C\,(s) \xrightarrow{1000°C} CO\,(g) + H_2\,(g) \quad \Delta H = +131\ kJ$$

$$H_2O\,(g) + CH_4\,(g) \xrightarrow[Ni]{1100°C} CO\,(g) + 3H_2\,(g) \quad \Delta H = +206\ kJ$$

(২) ফুয়েল CH_3OH উৎপাদন : লোহিত তপ্ত (1400°C) কোক কার্বনের ওপর দিয়ে স্টিম চালনা করলে **ওয়াটার গ্যাস** উৎপন্ন হয়। পরে ঐ ওয়াটার গ্যাসের সাথে এর আয়তনের অর্ধেক পরিমাণ H_2 গ্যাসের মিশ্রণকে 200 atm ও 300°C-এ ZnO ও ক্রোমিক অক্সাইড প্রভাবক মিশ্রণের ওপর চালনা করলে 99% বিশুদ্ধ মিথানল উৎপন্ন হয়।

$$C\,(s) + H_2O\,(g) \xrightarrow{1400°C} CO\,(g) + H_2\,(g)$$

$$\underset{\text{ওয়াটার গ্যাস}}{[CO\,(g) + H_2\,(g)]} + H_2\,(g) \xrightarrow[ZnO,\,Cr_2O_3]{300°C,\ 200\ atm} \underset{\text{মিথানল}}{CH_3OH\,(g)}$$

ফুয়েল সেল ও সাধারণ ব্যাটারির মধ্যে গঠনগত পার্থক্য হলো—

(১) ব্যাটারি বা কোষের মধ্যে নির্দিষ্ট পরিমাণ জারক ও বিজারক আবদ্ধ থাকে।

(২) কিন্তু ফুয়েল সেলে বিক্রিয়ক দুটিকে বাইরের কনটেইনার থেকে অনবরত প্রবাহিত করা হয়।

(৩) ব্যাটারির 'জীবনকাল' (Life time) নির্দিষ্ট; কিন্তু ফুয়েল সেলের 'জীবনকাল' ফুয়েল প্রবাহের ওপর নির্ভরশীল ও অনির্দিষ্ট।

(ক) ফুয়েলভিত্তিক ফুয়েল সেলের শ্রেণিবিভাগ:

ফুয়েল সেল দু'প্রকার : যেমন,

(১) হাইড্রোজেন-অক্সিজেন ফুয়েল সেল ও

(২) মিথানল-অক্সিজেন ফুয়েল সেল।

MCQ. 4.25: তড়িৎ কোষের অ্যানোডে কি ঘটে?

(ক) ধাতব আয়ন আগমন (খ) বিজারণ

(গ) ধাতব আয়ন নির্গমন (ঘ) জারণ

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

প্রাথমিক অবস্থায় হাইড্রোজেন-অক্সিজেন ফুয়েল সেলে তড়িৎ বিশ্লেষ্য বা ইলেকট্রোলাইটরূপে জলীয় KOH দ্রবণ 80°C-এ ব্যবহৃত হয়। বর্তমানে-এ উত্তপ্ত জলীয় KOH দ্রবণের পরিবর্তে বিশেষ পলিমার মেমব্রেন (membrane) ব্যবহৃত হয়; যা অ্যানোড (–ve) থেকে প্রোটনকে ক্যাথোডে বহন করে নিয়ে যায়। এজন্য হাইড্রোজেন-অক্সিজেন ফুয়েল সেলকে প্রোটন-এক্সচেঞ্জ মেমব্রেন (PEM) ফুয়েল সেল বলা হয়। [PEM fuel cell = Proton Exchange membrane fuel cell]

অনুরূপভাবে মিথানল-অক্সিজেন ফুয়েল সেলে সরাসরি মিথানল (CH_3OH) এর জলীয় দ্রবণ ফুয়েল হিসেবে অ্যানোডে ব্যবহৃত হয় বলে এটিকে 'direct methanol fuel cell (DMFC) বলা হয়।

DMFC এর সুবিধাসমূহ : ওজনে হালকা DMFC এ ব্যবহৃত ফুয়েল সহজলভ্য এবং নিরাপদ হওয়ায় H_2 গ্যাসের তুলনায় বাণিজ্যিক সংরক্ষণে অধিক সুবিধাজনক। এছাড়া সাধারণ ব্যবহৃত ব্যাটারির তুলনায় DMFC এর রয়েছে উচ্চ এনার্জি ঘনত্ব (energy density)।

উল্লেখ্য, ফুয়েলরূপে হাইড্রোকার্বন সরাসরি ব্যবহার করা যায় না। এদেরকে প্রথমে স্টিম-হাইড্রোকার্বন রিফরমিক প্রক্রিয়ায় H_2 গ্যাসে পরিণত করতে হয়।

(খ) ইলেকট্রোলাইটভিত্তিক ফুয়েল সেলের শ্রেণিবিভাগ :

ফুয়েল সেলকে ব্যবহৃত ইলেকট্রোলাইট ও তাপমাত্রার ওপর ভিত্তি করে নিম্নোক্ত শ্রেণিতে বিভক্ত করা হয়।

ফুয়েল সেলের প্রকার	ব্যবহৃত ইলেকট্রোলাইট ও তাপমাত্রা	ব্যবহৃত ফুয়েল	তড়িৎদ্বারে জ্বালানি (ফুয়েল)সহ অর্ধ-বিক্রিয়া
১। হাইড্রোজেন অক্সিজেন ফুয়েল সেল বা PEM ফুয়েল সেল	১। পলিমার মেমব্রেন, PEM তাপমাত্রা : 80°C	বিজারক : H_2 জারক : O_2	অ্যানোডে : $2H_2(g) \rightarrow 4H^+(aq) + 4e^-$ ক্যাথোডে : $O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \rightarrow 2H_2O(g)$
২। মিথানল অক্সিজেন ফুয়েল সেল DMFC	২। পলিমার মেমব্রেন, PEM তাপমাত্রা : 80°C	বিজারক : CH_3OH জারক : O_2	অ্যানোডে: $2CH_3OH + 2H_2O \rightarrow 2CO_2 + 12H^+ + 12e^-$ ক্যাথোডে: $3O_2 + 12H^+ + 12e^- \rightarrow 6H_2O$
৩। Alkali Fuel cell বা, AFC	৩। KOH দ্রবণ, তাপমাত্রা : 150°C	বিজারক : H_2 জারক : O_2	অ্যানোডে: $2H_2(g) + 4\,OH^-(aq) \rightarrow 4H_2O(g) + 4e^-$ ক্যাথোডে : $O_2(g) + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-(aq)$
৪। Phosphoric acid ফুয়েল সেল, PAFC	H_3PO_4 এসিড তাপমাত্রা : 180°C	বিজারক : H_2 জারক : O_2	অ্যানোডে: $2H_2(g) \longrightarrow 4H^+(aq) + 4e^-$ ক্যাথোডে : $O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \rightarrow 2H_2O(g)$
৫। Molten carbonate Fuel Cell, MCFC	৫। লিথিয়াম-পটাসিয়াম কার্বনেট, $LiKCO_3$ তাপমাত্রা : 650°C	বিজারক : H_2 জারক : O_2	অ্যানোডে: $2H_2 + 2CO_3^{2-}(l) \rightarrow 2H_2O + 2CO_2 + 4e^-$ ক্যাথোডে: $O_2 + 2CO_2 + 4e^- \rightarrow 2\,CO_3^{2-}(l)$
৬। Solid Oxide Fuel Cell, SOFC	এ সেলে নিকেল সিরামিক কম্পোজিট অ্যানোড ও লিথিয়াম স্ট্রনসিয়াম ম্যাগনেটাইট ক্যাথোডরূপে এবং 800°C–1000°C এ ইলেকট্রোলাইটরূপে জিরকোনিয়াম অক্সাইড (ZrO_2) ব্যবহৃত হয়। একমাত্র এ সেলে অক্সাইড আয়ন (O^{2-}) ক্যাথোড থেকে অ্যানোডে ইলেকট্রোলাইট দ্বারা বাহিত হয়। অ্যানোডে জারণ : $H_2 + O^{2-} \rightarrow H_2O + 2e^-$. ক্যাথোডে বিজারণ : $\frac{1}{2}O_2 + 2e^- \rightarrow O^{2-}$		

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

৪.১৭.১ ফুয়েল সেলের অ্যানোড, ক্যাথোড ও ফুয়েল : ফুয়েল সেল ও ব্যাটারির মধ্যে তুলনা

Anode, Cathode & Fuel in Fuel Cells : Comparison between Fuel Cell & Battery

ফুয়েল সেল হলো এক প্রকার যান্ত্রিক কৌশল (device); এর মধ্যে রাসায়নিক শক্তিকে বৈদ্যুতিক শক্তিতে রূপান্তর করা হয়। সাধারণ গ্যালভানিক কোষের মতো ;

প্রতিটি ফুয়েল সেলে (১) দুটি ইলেকট্রোড বা তড়িৎদ্বার থাকে। একটি হলো অ্যানোড বা ঋণাত্মক তড়িৎদ্বার এবং অপরটি হলো ক্যাথোড বা ধনাত্মক তড়িৎদ্বার ;

এছাড়া (২) একটি বিজারক (H_2/CH_3OH) ও একটি জারক (O_2) থাকে (চিত্র-৪.২৮)।

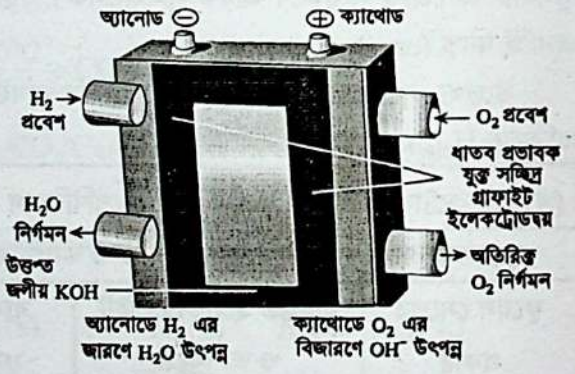
(৩) ইলেকট্রোড দুটিতে সংঘটিত রিডক্স বিক্রিয়া দ্বারা ফুয়েল থেকে বিদ্যুৎ উৎপন্ন হয়।

এছাড়া ব্যতিক্রম হলো,

(১) প্রত্যেক ফুয়েল সেলে একটি ইলেকট্রোলাইট বা তড়িৎ বিশ্লেষ্য তরল পদার্থ থাকে। এটি ফুয়েল সেলের ভেতরে চার্জযুক্ত কণাকে যেমন H^+ আয়নকে এক ইলেকট্রোড (যেমন অ্যানোড) থেকে অপর ইলেকট্রোডে (যেমন ক্যাথোডে) পরিবহন করে।

(২) গ্রাফাইট কার্বন নির্মিত অ্যানোড ও ক্যাথোড প্রত্যেক ইলেকট্রোডে বিক্রিয়ার সক্রিয়ণ শক্তি হ্রাসের জন্য একটি প্রভাবকের সূক্ষ্ম কণা যেমন ন্যানো কণার ধাতব প্রভাবক Pt/Ni থাকে।

(৩) অ্যানোডে ফুয়েল হিসেবে হাইড্রোজেন গ্যাস অথবা মিথানলের দ্রবণ ব্যবহৃত হয়। জারক হিসেবে ক্যাথোডে অক্সিজেন গ্যাস ব্যবহৃত হয়।



নিট বিক্রিয়ায় H_2 ও O_2 থেকে H_2O উৎপন্ন হয়।

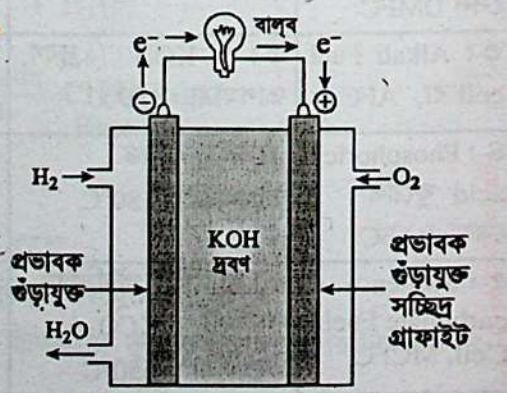
চিত্র-৪.২৮ : ফুয়েল সেল।

৪.১৮ হাইড্রোজেন ফুয়েল সেলের গঠন ও সংঘটিত বিক্রিয়া

Construction of H_2–Fuel Cell & Its Reaction

চাঁদে অবতরণকারী এপোলো নভোযানে বিদ্যুতের উৎসরূপে হাইড্রোজেন অক্সিজেন ফুয়েল সেল সর্বপ্রথম ব্যবহৃত হয়।

H_2 ফুয়েল সেলের গঠন : H_2–O_2 ফুয়েল সেল বা জ্বালানি কোষ 'বেকোন কোষ' (Becon Cell) নামেও পরিচিত। ফুয়েল সেলে সূক্ষ্ম ছিদ্রের (Porous) গ্রাফাইট ইলেকট্রোড দুটিতে Ni, Pt, Ag ধাতুর গুঁড়া অথবা, CoO প্রভাবকরূপে আবদ্ধ থাকে। পৃথক দুটি ইলেকট্রোড কম্পার্টমেন্টের মধ্যে একটি H_2 গ্যাস ও অপরটিতে O_2 গ্যাস চালনা করা হয়। উভয় ইলেকট্রোড উত্তপ্ত (150°C) জলীয় KOH দ্রবণে (ইলেকট্রোলাইট) ডুবানো অবস্থায় থাকে; [চিত্র-৪.২৯] (i) ফুয়েল H_2 গ্যাস ধাতব প্রভাবক দ্বারা শোষিত হয়ে তড়িৎ বিশ্লেষ্য KOH দ্রবণের সংস্পর্শে আসলে অ্যানোডে H_2 এর জারণ ঘটে এবং ইলেকট্রন বহিঃবর্তনী দিয়ে প্রবাহিত হয়। ক্যাথোডে O_2 বিজারিত হয়।



চিত্র-৪.২৯ : হাইড্রোজেন-অক্সিজেন ফুয়েল সেল।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

হাইড্রোজেন ফুয়েল সেলের অর্ধ-বিক্রিয়া ও কোষ বিক্রিয়ার সমীকরণ নিম্নরূপ। সমগ্র কোষ বিক্রিয়ায় H_2 ও O_2 গ্যাস থেকে পানি উৎপন্ন হয়।

অ্যানোডে জারণ : $2H_2(g) + 4OH^-(aq) \longrightarrow 4H_2O(l) + 4e^-$ $E^o = +0.83V$

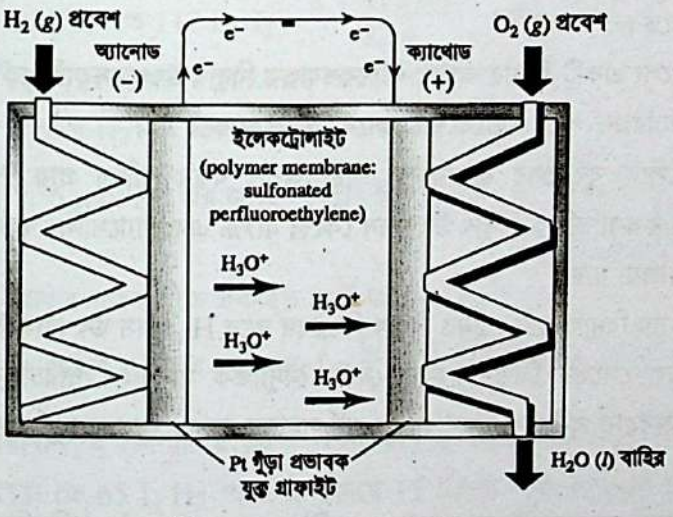
ক্যাথোডে বিজারণ : $O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \longrightarrow 4OH^-(aq)$ $E^o = +0.40V$

সামগ্রিক কোষ বিক্রিয়া : $2H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2H_2O(l)$ $E^o = +1.23V$

৪.১৮.১ PEM ফুয়েল সেল : পরিবেশ বান্ধব H_2 ফুয়েল সেল

Proton Exchange Membrane Fuel Cell

বর্তমানে পরিবেশবান্ধব এবং ইলেকট্রিক যানবাহনে ব্যবহারযোগ্য H_2 ফুয়েল সেলে ইলেকট্রোলাইট জলীয় KOH এর পরিবর্তে বিশেষ পলিমার মেমব্রেন (membrane) ব্যবহৃত হয়; যা প্রোটনকে অ্যানোড থেকে বহন করে ক্যাথোডে নিয়ে যায় (চিত্র-৪.৩০)। এরূপ ফুয়েল সেলকে প্রোটন এক্সচেঞ্জ মেমব্রেন (PEM) ফুয়েল সেল বলা হয়।



চিত্র-৪.৩০ : PEM ফুয়েল সেল।

MCQ-4.26 : H_2 ফুয়েল সেলে অ্যানোড ও ক্যাথোডরূপে নিচের কোন্‌টি ব্যবহৃত হয়? [সি. বো. ২০১৫]

(ক) Ni (খ) Ag

(গ) Pt (ঘ) গ্রাফাইট

MCQ-4.27: H_2 ফুয়েল সেলের বেলায়–

(i) অ্যানোড গ্রাফাইটের

(ii) ক্যাথোড গ্রাফাইটের

(iii) Pt ন্যানো কণা প্রভাবক।

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i ও ii (খ) ii ও iii

(গ) i ও iii (ঘ) i, ii ও i

PEM fuel Cell (Proton Exchange Membrane fuel Cell)-এ ফুয়েল হিসেবে H_2 গ্যাসকে 80°C তাপমাত্রায় বিজারকরূপে ব্যবহার করা হয়। PEM ফুয়েল সেলের অর্ধ-বিক্রিয়া ও কোষ বিক্রিয়া হলো নিম্নরূপ :

অ্যানোডে (H_2 ইলেকট্রোড) : $2H_2(g) \xrightarrow[Pt]{80^oC} 4H^+(aq) + 4e^-$

ক্যাথোডে (O_2 ইলেকট্রোড) : $O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \longrightarrow 2H_2O(l)$

সামগ্রিক কোষ বিক্রিয়া : $2H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2H_2O(l)$ $E^o = 1.23V$

PEM ফুয়েল সেলে গ্রাফাইটের উভয় তড়িৎদ্বারে Pt ধাতুর ন্যানো কণা মিশ্রিত থাকে। উভয় ইলেকট্রোড পলিমার ইলেকট্রোলাইট পারফ্লোরো ইথিলিন $(-F_2C-CF_2-)_n$ শিকল মেমব্রেন দ্বারা যুক্ত থাকে। এ শিকলে সালফোনিক এসিড মূলক (RSO_3^-) যুক্ত থাকে; এ ঋণাত্মক মূলকটি অ্যানোড থেকে প্রোটনকে H_3O^+ আয়ন রূপেক্যাথোডে পরিবহন করে।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

PEM ফুয়েল সেলে বিক্রিয়ার মেকানিজম : অ্যানোডে Pt ধাতু দ্বারা শোষিত প্রতি দুই অণু H_2 বিযোজিত ও জারিত হয়ে চারটি H^+ আয়ন ও চারটি ইলেকট্রন (e^-) উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন ইলেকট্রন বহিঃবর্তনীতে এবং H^+ আয়ন পানিযুক্ত হয়ে হাইড্রোনিয়াম (H_3O^+) আয়নরূপে ইলেকট্রোলাইটের মাধ্যমে ক্যাথোডে স্থানান্তরিত হয়।

ক্যাথোডে, Pt-ধাতু প্রভাবক দ্বারা শোষিত প্রতি অণু O_2 একটি ইলেকট্রন ক্যাথোড থেকে গ্রহণ করে $\bar{O_2}$ আয়নে পরিণত হয় এবং H_3O^+ আয়ন থেকে একটি প্রোটন গ্রহণ করে HO_2 বা, H–O–O গঠন করে। এরপর দ্বিতীয় ইলেকট্রন ও প্রোটন গ্রহণ করে H_2O অণু ও O পরমাণু সৃষ্টি করে। ঐ O পরমাণু একই নিয়মে প্রথমে $\bar{O}H$ আয়ন এবং পরে দ্বিতীয় H_2O অণু সৃষ্টি করে। উৎপন্ন H_2O সেল থেকে মুক্ত হয়।

৪.১৮.২ হাইড্রোজেন-ফুয়েল সেলের সুবিধা

Advantages in Hydrogen Fuel Cell

(১) ক্রমাগত শক্তির উদ্ভব : জ্বালানি কোষ বা ফুয়েল সেলে যতক্ষণ জ্বালানি সরবরাহ করা হয় ততক্ষণই ক্রমাগত বিদ্যুৎ শক্তি উৎপন্ন হতে থাকে। মহাকাশ অভিযানে ব্যবহৃত কৃত্রিম উপগ্রহে বছরের পর বছর যাবৎ বিদ্যুৎ ও বিশুদ্ধ পানি সরবরাহ এ হাইড্রোজেন ফুয়েল সেল থেকে পাওয়া গেছে।

(২) দূষণমুক্ত কার্য : হাইড্রোজেন ফুয়েল সেল হলো একটি গ্রিনার অর্থাৎ পরিবেশবান্ধব বিদ্যুৎ উৎপাদনকারী কৌশল বা জেনারেটর। হাইড্রোজেন ফুয়েল সেল থেকে নির্গত বিশুদ্ধ পানি পরিবেশের কোনো অসুবিধা করে না।

(৩) উচ্চ কার্যক্ষমতা : হাইড্রোজেন ফুয়েল সেলে ফুয়েলের রাসায়নিক শক্তি অর্থাৎ বন্ধন শক্তির প্রায় 75% ব্যবহারযোগ্য বিদ্যুৎ শক্তিতে পরিণত হয়। অপরদিকে কয়লাভিত্তিক বিদ্যুৎ উৎপাদন কেন্দ্রে 40% এবং গ্যাসোলিন জ্বালানি ব্যবহৃত কার ইঞ্জিনে মাত্র 25% ব্যবহারযোগ্য শক্তি পাওয়া যায়।

(৪) নবায়নযোগ্য জ্বালানির উৎস : এক্ষেত্রে সোলার বিদ্যুৎ দ্বারা পানির বিদ্যুৎ বিশ্লেষণ করে H_2 গ্যাস উৎপাদন উত্তম ফলদায়ক হবে। নিকট ভবিষ্যতে হাইড্রোজেন ফুয়েল সেলের বিভিন্ন ক্ষেত্রে যেমন বৈদ্যুতিক যানবাহন পরিচালনায়, বাণিজ্যিক প্রতিষ্ঠানে, আবাসিক বাসাবাড়ি প্রভৃতিতে ব্যবহার পরিবেশ দূষণ রোধে পূর্ণ সহায়ক হবে। তবে সম্পূর্ণ সাফল্য নির্ভর করে ফুয়েল H_2 গ্যাসের উৎসের ওপর।

(৫) এছাড়া হাইড্রোজেন ফুয়েল সেল উৎপাদন-ব্যয় ন্যূনতম সীমায় আনার জন্য উন্নত মানের মেমব্রেন তড়িৎবিশ্লেষ্য পরিবাহী ও অধিক কার্যকর ইলেকট্রোড-ক্যাটালিস্ট উদ্ভাবন প্রচেষ্টা অব্যাহত আছে।

(৬) বর্তমানে জাপানে টোকিও ইলেকট্রিক পাওয়ার কোম্পানি 11 মেগাওয়াট ফুয়েল সেল পাওয়ার প্ল্যান্ট কার্যকর করেছে এবং এ পাওয়ার প্ল্যান্ট থেকে 4000 বাসাবাড়িতে বিদ্যুৎ সরবরাহ করা হচ্ছে।

শিক্ষার্থীর কাজ–৪.১২ : ফুয়েল সেল ভিত্তিক প্রশ্ন :

প্রশ্ন-৪.৯ : ফুয়েল সেল ও ব্যাটারির মধ্যে কী কী সাদৃশ্য এবং কী কী বৈসাদৃশ্য রয়েছে তা ব্যাখ্যা কর।

প্রশ্ন-৪.১০ : নিম্নোক্ত ফুয়েল সেলের প্রমাণ কোষ বিভব কত?

(ক) এপোলো নভোযানে ব্যবহৃত হাইড্রোজেন অক্সিজেন ফুয়েল সেল

(খ) বৈদ্যুতিক যানবাহনে ব্যবহৃত PEM ফুয়েল সেল।

প্রশ্ন-৪.১১ : হাইড্রোজেন ফুয়েল সেল একটি পরিবেশ বান্ধব গ্রিনার ; -এর ব্যাখ্যা দাও।

প্রশ্ন-৪.১২ : জীবাশ্ম জ্বালানির তুলনায় হাইড্রোজেন ফুয়েল সেল ব্যবহার অধিক সুবিধাজনক, ব্যাখ্যা কর।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

হাইড্রোজেন ফুয়েল সেলভিত্তিক গণনা :

সমাধানকৃত সমস্যা– ৪.৩৩ : একটি হাইড্রোজেন ফুয়েল সেলে H_2 ও O_2 গ্যাসের রিডক্স বিক্রিয়ার ফলে বিদ্যুৎ শক্তি উৎপন্ন হয়। এক্ষেত্রে কোষের অ্যানোডে H_2 গ্যাস জারিত ও ক্যাথোডে O_2 গ্যাস বিজারিত হয়। STP তে 112L H_2 গ্যাস ফুয়েল সেলে 18 মিনিট যাবৎ বিক্রিয়া করলে উৎপন্ন তড়িৎ প্রবাহের গড় মান কত হবে?

দক্ষতা : H_2 ফুয়েল সেলের কোষ বিক্রিয়া লিখতে হবে।

সমাধান : H_2 ফুয়েল সেলে জারণ-বিজারণের অর্ধকোষ বিক্রিয়া হলো :

অ্যানোডে জারণ : $2H_2 + 4OH^- \longrightarrow 4H_2O + 4e^-$

ক্যাথোডে বিজারণ : $O_2 + 2H_2O + 4e^- \longrightarrow 4OH^-$

সমগ্র কোষ বিক্রিয়া : $2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$

আমরা জানি, STP তে 22.4 L H_2 = 1 mol H_2

$\therefore$ STP তে 112 L $H_2 = \dfrac{1 \times 112 \text{ mol}}{22.4} = 5 \text{ mol } H_2$

H_2 ফুয়েল সেলের অ্যানোডে জারণ বিক্রিয়া মতে,

2 mol H_2 এর জারণে বিদ্যুৎ উৎপন্ন হয় $= 4F = 4 \times 96500$ C

$\therefore$ 5 mol H_2 এর জারণে বিদ্যুৎ উৎপন্ন হয় $= \dfrac{4 \times 96500 \times 5 \text{ C}}{2}$

$= 965000$ C

আবার পরিবাহীতে প্রবাহিত মোট তড়িৎ, $Q = I \times t$

$\therefore$ তড়িৎ প্রবাহের গড় মান, $I = \dfrac{Q}{t} = \dfrac{965000 \text{ C}}{18 \times 60\text{s}} = 893.5$ Amp.

MCQ-4.28 : হার্টপেচমেকার রূপে কোনটি ব্যবহৃত হয়?
(ক) লিথিয়াম ব্যাটারি
(খ) লিথিয়াম আয়ন ব্যাটারি
(গ) লিথিয়াম SVO ব্যাটারি
(ঘ) H_2 ফুয়েল সেল

MCQ-4.29 : H_2 ফুয়েল সেলে–
(i) কার্যক্ষমতা 60% (ii) জ্বালানি হলো H_2
(iii) KOH এর ঘনমাত্রা অপরিবর্তিত থাকে।
নিচের কোনটি সঠিক?
(গ) i ও ii (ঘ) ii ও iii
(গ) i ও iii (ঘ) i, ii ও i

সমাধানকৃত সমস্যা- ৪.৩৪ : একটি H_2 জ্বালানি কোষে H_2 ও O_2 গ্যাসের রিডক্স বিক্রিয়ায় বিদ্যুৎ শক্তি উৎপন্ন হয়। STP তে 65 L H_2 গ্যাস ঐ কোষে 15 মিনিট যাবৎ বিক্রিয়া করলে উৎপন্ন তড়িৎ প্রবাহের গড়মান কত হবে? উৎপন্ন তড়িৎ প্রবাহের সবটাই $CuSO_4$ দ্রবণে তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষে চালনা করলে ক্যাথোডে কী পরিমাণ Cu ধাতু জমা হবে?

দক্ষতা : H_2 ফুয়েল সেল মতে উৎপন্ন বিদ্যুৎ এর পরিমাণ গণনা করে শেষে Cu^{2+} আয়নের বিজারণ বিক্রিয়া ব্যবহৃত হবে।

সমাধান : H_2 ফুয়েল সেলের বিক্রিয়া হলো নিম্নরূপ :

অ্যানোডে জারণ : $2H_2 + 4OH^- \longrightarrow 4H_2O + 4e^-$

ক্যাথোডে বিজারণ : $O_2 + 2H_2O + 4e^- \longrightarrow 4OH^-$

সমগ্র কোষ বিক্রিয়া : $2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$

আমরা জানি, STP তে 22.4 L H_2 = 1 mol H_2

$\therefore$ STP তে 65 L $H_2 = \dfrac{1 \times 65 \text{ mol}}{22.4} = 2.90 \text{ mol } H_2$

H_2 ফুয়েল সেলের অ্যানোডে জারণ বিক্রিয়া মতে,

2 mol H_2 এর জারণে বিদ্যুৎ উৎপন্ন হয় $= 4F = 4 \times 96500$ C

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

∴ 2.9 mol H_2 এর জারণে বিদ্যুৎ উৎপন্ন হয় $= \frac{4 \times 96500 \times 2.9}{2}$ C $= 559700$ C

আবার পরিবাহীতে প্রবাহিত মোট তড়িৎ, $Q = I \times t$

∴ তড়িৎ প্রবাহের গড় মান, $I = \frac{Q}{t} = \frac{559700C}{15 \times 60s} = 621.89A$

তড়িৎ-বিশ্লেষ্য কোষে বিজারণ বিক্রিয়া হলো : $Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$

2F 63.55 g

∴ 2F বা 2×96500C তড়িৎ প্রবাহে ক্যাথোডে জমা হয় 63.55 g Cu

∴ 559700C তড়িৎ প্রবাহে ক্যাথোডে Cu জমা হয় $= \frac{63.55 \times 559700}{2 \times 96500}$ g

$= 184.295$g Cu

উত্তর : তড়িৎ প্রবাহের গড় মান 621.89A; সঞ্চিত Cu = 184.295 g

MCQ-4.30 : লিথিয়াম আয়ন ব্যাটারি হলো— [চ. বো. ২০১৭]
(i) প্রাইমারি নির্দেশক কোষ
(ii) রিচার্জেবল ব্যাটারি
(iii) ব্যবহৃত হয় সেলফোনে, ল্যাপটপে
নিচের কোনটি সঠিক?
(ক) i (খ) i ও iii
(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

শিক্ষার্থীর কাজ–৪.১৩ : H_2 ফুয়েল সেলভিত্তিক সমস্যা :

সমস্যা–৪.৪২ : H_2 ফুয়েল সেলে H_2 ও O_2 গ্যাসের জারণ-বিজারণ বিক্রিয়ার ফলে বিদ্যুৎ শক্তি উৎপন্ন হয়। ফুয়েল গ্যাসের পরিমাণের ওপর উৎপন্ন বিদ্যুৎ-এর পরিমাণ নির্ভর করে। নিম্নোক্ত অবস্থায় H_2 ফুয়েল সেলে বিদ্যুৎ উৎপন্ন হওয়ার গড় মান হিসাব কর।

(ক) STP তে 89.6 L H_2 গ্যাস 20 মিনিট যাবৎ H_2 ফুয়েল সেলে প্রবাহিত করলে উৎপন্ন তড়িৎ প্রবাহের গড় মান কত হবে? [উ: 643.33 A]

(খ) STP তে কত আয়তনের H_2 গ্যাস 30 মিনিট যাবৎ ফুয়েল সেলে প্রবাহিত করলে তড়িৎ প্রবাহের গড় মান 680 A হবে? [উ: 142. 06 L H_2]

(গ) SATP তে কত আয়তনের H_2 গ্যাস 15 মিনিট যাবৎ ফুয়েল সেলে প্রবাহিত করলে উৎপন্ন তড়িৎ প্রবাহের গড় মান 650 A হবে? [উ: 75.13546 L H_2]

(ঘ) 20°C তাপমাত্রায় ও 1 atm চাপে 96.16 L H_2 কত সময় ধরে ফুয়েল সেলে চালনা করলে উৎপন্ন তড়িৎ প্রবাহের গড় মান 857.8 A হবে? [উ: 899.98 sec]

(ঙ) STP তে 67 L H_2 গ্যাস 15 মিনিট ধরে ফুয়েল সেলে চালনা করলে উৎপন্ন তড়িৎ প্রবাহের গড় মান কত? উৎপন্ন তড়িৎ প্রবাহের সমস্তটাই $CuSO_4$ দ্রবণে তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষে চালনা করলে ক্যাথোডে কী পরিমাণ কপার ধাতু জমা পড়বে? [উ: 641.4 A; Cu = 190.078 g]

৪.১৯ pH মিটারের সাহায্যে কোনো দ্রবণের pH নির্ণয় কৌশল

Measurement of pH of a solution by pH Meter

pH মিটারের গঠন : কোনো দ্রবণের অম্লত্ব বা pH মাপার সহজতম পদ্ধতি হচ্ছে pH মিটারের ব্যবহার। pH মিটার হচ্ছে একটি যন্ত্র, যার ভেতর একটি তড়িৎ রাসায়নিক কোষ সৃষ্টি হয়। এর একটি ইলেকট্রোড যেমন গ্লাস ইলেকট্রোড হাইড্রোজেন আয়নের প্রেক্ষিতে উভমুখী, এ গ্লাস ইলেকট্রোডকে কোনো দ্রবণে নিমজ্জিত করলে যে ইলেকট্রোড বিভবের

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

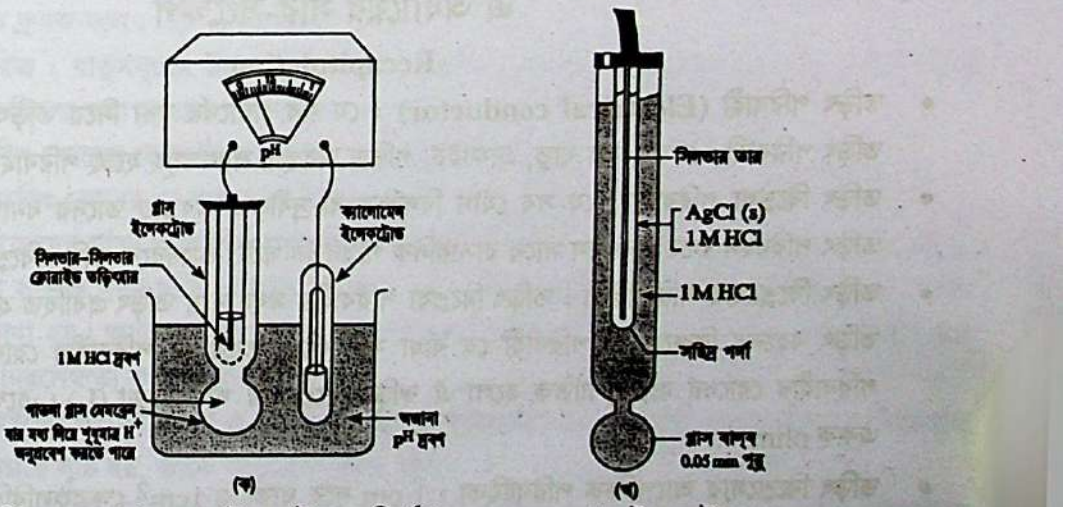
সৃষ্টি হয়, তা দ্রবণের হাইড্রোজেন আয়নের ঘনমাত্রার বা pH-এর ওপর নির্ভরশীল। এক্ষেত্রে নার্নস্ট সমীকরণভিত্তিক 'concentration cell' এর মূলনীতি কার্যকর রয়েছে। এ যন্ত্রে এ বিভব মাপার জন্য সূক্ষ্ম ভোল্টমিটার যুক্ত থাকে এবং এতে এমন ব্যবস্থা থাকে যেন রেকর্ডারে এ বিভব বা পটেনসিয়াল মান না দেখিয়ে সরাসরি pH-এর মান দেখানো হয়।

গ্লাস ইলেকট্রোড pH মিটার : একটি গ্লাস ইলেকট্রোড ও একটি প্রমাণ ক্যালোমেল ইলেকট্রোড (নির্দেশক ইলেকট্রোড) সমন্বয়ে কোষ গঠন করে এতে সূক্ষ্ম ভোল্টমিটার সংযোগ করা থাকে এবং রেকর্ডারে ভোল্ট এককের পরিবর্তে pH দেখানো হয় বলে তাকে গ্লাস ইলেকট্রোড pH মিটার বলে। প্রাথমিকভাবে সাধারণত একটি জ্ঞাত pH বিশিষ্ট দ্রবণে pH মিটারের গ্লাস ইলেকট্রোড নিমজ্জিত করে রেকর্ডারকে ক্রমাঙ্কিত বা প্রমিতকরণ করা হয় এবং পরে অজ্ঞাত pH বিশিষ্ট দ্রবণে এ ইলেকট্রোড নিমজ্জিত করে রেকর্ডার হতে দ্রবণে pH মান পাঠ করা হয়। এ গ্লাস ইলেকট্রোডের গ্লাস মেমব্রেনটি 0.05 mm পুরু হয় এবং বিশেষ উপাদানের যেমন 72% SiO_2, 22% Na_2O এবং 6% CaO এর তৈরি কাচ দ্বারা গঠিত।

এরূপ pH মিটার যন্ত্রে ব্যবহৃত গ্লাস ইলেকট্রোড তৈরিতে গ্লাস মেমব্রেন (বা গ্লাসের পাতলা সচ্ছিদ্র পর্দা) যুক্ত একটি পাত্রে নির্দিষ্ট pH এর অম্লীয় দ্রবণ (1M HCl) নিয়ে এর মধ্যে সিলভার-সিলভার ক্লোরাইড (Ag/AgCl(s) তড়িৎদ্বার স্থাপন করা হয়। গ্লাস মেমব্রেন দিয়ে শুধুমাত্র H^+ আয়ন অনুপ্রবেশ করতে পারে।

pH মিটারের গ্লাস ইলেকট্রোড ও নির্দেশক ক্যালোমেল ইলেকট্রোড সমন্বয়ে গঠিত কোষটিকে নিম্নরূপে লেখা হয়।

Ag (s), AgCl (s)/HCl (1M) (glass) (পরীক্ষণীয় অজানা pH দ্রবণ) 1 KCl (1M)/Hg_2Cl_2 (s), Hg (*l*)



চিত্র-৪.৩১ (ক) : গ্লাস ইলেকট্রোড ও নির্দেশক ক্যালোমেল ইলেকট্রোড সমন্বয়ে pH মিটার। গ্লাস ইলেকট্রোড।

pH মিটারের ব্যবহার : অজানা pH দ্রবণের pH নির্ণয়ের সময় এ pH মিটারটি সরাসরি ঐ দ্রবণে স্থাপন করা হয় এবং রেকর্ডার থেকে সরাসরি দ্রবণের pH জানা যায়।

pH নির্ণয় : যে দ্রবণের pH নির্ণয় করা হবে তার মধ্যে ভোল্টমিটার যুক্ত ইলেকট্রোড দুটি স্থাপন করা হয়। পরীক্ষাধীন দ্রবণের ও গ্লাস ইলেকট্রোডের মধ্যে pH পার্থক্য ঘটলে বৈদ্যুতিক বিভব পার্থক্য সৃষ্টি হয়। নির্দেশক ও গ্লাস ইলেকট্রোডের মধ্যকার বিভব পরীক্ষাধীন দ্রবণের pH এর সাথে পরিবর্তিত হতে থাকে। এ বিভবের মান pH মিটারের অন্তর্গত ভোল্টমিটার হতে সরাসরি pH মানরূপে পাওয়া যায়। তারপর গৃহীত pH মানটি pH এর সমীকরণে ব্যবহার করে দ্রবণের মোলার ঘনমাত্রাও নির্ণয় করা যায়। যেহেতু $pH = -\log [H^+]$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সারণি-৪.৫ : আয়ন সিলেকটিভ ইলেকট্রোড দ্বারা পরিমাপযোগ্য আয়ন

নির্দিষ্ট আয়ন		বিশেষ নমুনায় উপস্থিত
(1) NH_3, NH_4^+	:	শিল্প বর্জ্য-পানি, সামুদ্রিক পানি
(2) CO_2, HCO_3^-	:	রক্ত, ভূপৃষ্ঠের পানি
(3) F^- আয়ন	:	পানীয় জল, প্রস্রাব, মাটি, শিল্পে আবদ্ধ গ্যাস
(4) Br^- আয়ন	:	শস্য, উদ্ভিদ কোষ
(5) I^- আয়ন	:	দুধ, ফার্মাসিউটিক্যাল
(6) NO_3^- আয়ন	:	পানীয় জল, মাটি, সার
(7) K^+ আয়ন	:	রক্তের সিরাম, মাটি, মদ
(8) H^+ আয়ন	:	ল্যাবরেটরি দ্রবণ, প্রাকৃতিক পানি, মাটি

pH ইলেকট্রোড বা গ্লাস ইলেকট্রোড হলো আয়ন-সিলেকটিভ ইলেকট্রোড (ion-selective or ion specific electrode)। এক্ষেত্রে Specialized membrane ব্যবহার করা হয়। বায়োলজিকেল, শিল্পক্ষেত্রের ও পরিবেশ সংশ্লিষ্ট বিভিন্ন আয়নের ঘনমাত্রা পরিমাপের জন্য বিভিন্ন আয়ন সিলেকটিভ ইলেকট্রোড তৈরি করা হয়। বর্তমানে পিকোমোলার থেকে ফেম্‌টোমোলার (10^{-12}–10^{-15} M) ঘনমাত্রার আয়ন পরিমাপের ইলেকট্রোড ব্যবহৃত হয়। ৪.৪নং সারণিতে বিভিন্ন নমুনায় শনাক্তকরণ ও পরিমাপযোগ্য নির্দিষ্ট আয়ন উল্লেখ করা হলো।

এ অধ্যায়ের সার-সংক্ষেপ

Recapitulation

- **তড়িৎ পরিবাহী (Electrical conductor) :** যে সব পদার্থের মধ্য দিয়ে তড়িৎ চলাচল করতে পারে, তারা তড়িৎ পরিবাহী। যেমন, সব ধাতু, গ্রাফাইট, গলিত অবস্থায় লবণসমূহ হচ্ছে পরিবাহী।
- **তড়িৎ বিশ্লেষ্য পরিবাহী :** যে সব যৌগ বিগলিত বা দ্রবীভূত অবস্থায় তাদের ধনাত্মক ও ঋণাত্মক আয়ন দ্বারা তড়িৎ পরিবহন করে এবং সে সাথে রাসায়নিক পরিবর্তন ঘটে, তাদেরকে তড়িৎ বিশ্লেষ্য পরিবাহী বলা হয়।
- **তড়িৎ বিশ্লেষ্যের পরিবাহিতা :** তড়িৎ বিশ্লেষ্য পরিবাহীর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হওয়ার কালে আয়নগুলো দ্বারা তড়িৎ বহনের বিরুদ্ধে ঐ পরিবাহী যে বাধা সৃষ্টি করে, তাকে ঐ পরিবাহীর রোধ (R) বলে। তড়িৎ বিশ্লেষ্য পরিবাহীর রোধের ব্যস্তানুপাতিক হলো ঐ তড়িৎ বিশ্লেষ্যের পরিবাহিতা (L)। এক্ষেত্রে $L = \frac{1}{R}$ | পরিবাহিতার একক ohm^{-1}.
- **তড়িৎ বিশ্লেষ্যের আপেক্ষিক পরিবাহিতা :** 1 cm দূরে থাকা ও $1cm^2$ ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট দুটি তড়িৎদ্বারের মধ্যবর্তী অংশের তড়িৎ বিশ্লেষ্য দ্রবণের পরিবাহিতাকে ঐ তড়িৎ বিশ্লেষ্যের আপেক্ষিক পরিবাহিতা বলে। আপেক্ষিক পরিবাহিতাকে κ (kappa) অক্ষর দ্বারা প্রকাশ করা হয়। $\kappa = L \times \frac{l}{A}$, L = দ্রবণের পরিবাহিতা, l = দুই তড়িৎদ্বারের দূরত্ব, A = প্রতিটি তড়িৎদ্বারের cm এককে ক্ষেত্রফল (cm^2)।
- **তড়িৎ বিশ্লেষ্যের তুল্য পরিবাহিতা :** কোনো তড়িৎ বিশ্লেষ্যের এক গ্রাম তুল্যভর পরিমাণের দ্রবণকে এক সেন্টিমিটার দূরত্বে থাকা দুটি উপযুক্ত তড়িৎদ্বারের মধ্যবর্তী স্থানে রাখলে তড়িৎ প্রবাহে দ্রবণটির যে পরিবাহিতা হয়, তাকে ঐ তড়িৎ বিশ্লেষ্যের তুল্য পরিবাহিতা বলে। তুল্য পরিবাহিতাকে Λ (Lamda) অক্ষর দ্বারা প্রকাশ করা হয়। এক্ষেত্রে $\Lambda = \kappa \times V$ হয়। $\Lambda = \kappa \times \frac{1000\ cm^3}{C}$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

- **তড়িৎ বিশ্লেষ্যের মোলার পরিবাহিতা :** তড়িৎ বিশ্লেষ্যের এক মোল পরিমাণের দ্রবণকে এক সেন্টিমিটার দূরত্বে থাকা দুটি উপযুক্ত তড়িৎদ্বারের মধ্যবর্তী স্থানে রাখলে তড়িৎ প্রবাহে দ্রবণটির যে পরিবাহিতা হয়, তাকে ঐ তড়িৎ বিশ্লেষ্যের মোলার পরিবাহিতা বলে। মোলার পরিবাহিতাকে Λ_m প্রতীক দ্বারা প্রকাশ করা হয়।
  এক্ষেত্রে $\Lambda_m = \kappa \times \frac{1000\ cm^3}{M}$
- **অসীম লঘুতায় তুল্য পরিবাহিতা :** তীব্র তড়িৎ বিশ্লেষ্য পদার্থের দ্রবণকে পানি যোগ করে লঘু করতে থাকলে এর তুল্য পরিবাহিতা ক্রমশ বৃদ্ধি পেয়ে এমন একটি স্থির মানে পৌঁছে যে, ঐ দ্রবণটিকে আরো লঘু করলে সেটির তুল্য পরিবাহিতা মান আর বৃদ্ধি পায় না। তখন ঐ শেষ পরিবাহিতা মানটিকে ঐ তড়িৎ বিশ্লেষ্যের অসীম লঘুতায় তুল্য পরিবাহিতা (Λ_o) বলে। এক্ষেত্রে, $\Lambda_C = \Lambda_o - b\sqrt{C}$; b হলো ঐ তড়িৎ বিশ্লেষ্যের একটি ধ্রুবক রাশি।
- **পরিবাহিতা কোষ :** একটি নির্দিষ্ট আয়তনের তড়িৎ বিশ্লেষ্যের রোধ মাপার জন্য নির্দিষ্ট ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট দুটি তড়িৎদ্বারকে নির্দিষ্ট ব্যবধানে কাচের পাত্রে রেখে যে কোষ ব্যবহার করা হয়, তাকে পরিবাহিতা কোষ বলে।
- **পরিবাহিতা কোষ ধ্রুবক :** কোনো পরিবাহিতা কোষের দুই তড়িৎদ্বারের মধ্যবর্তী দূরত্ব (l) এবং তড়িৎদ্বারের ক্ষেত্রফলের অনুপাতকে কোষ ধ্রুবক বলে। পরিবাহিতা কোষের কোষ ধ্রুবক $= \frac{l}{A}$।
- **তড়িৎ বিশ্লেষ্যের রোধ :** তরল মাধ্যমে তড়িৎ প্রবাহিত হওয়ার কালে তড়িৎ বিশ্লেষ্যের আয়নগুলোর গতির বাধাকে এ তড়িৎ বিশ্লেষ্যের রোধ বলে।
- **ফ্যারাডে (Faraday) :** এক মোল ইলেকট্রন প্রবাহ দ্বারা যে মোট ঋণাত্মক বিদ্যুৎ চার্জ উৎপন্ন হয়, তাকে এক ফ্যারাডে বা ফ্যারাডে ধ্রুবক বলে। $1F = 96500C$
- **ধাতুর সক্রিয়তা সিরিজ :** ধাতুসমূহের ইলেকট্রন ত্যাগের প্রবণতা ক্রমানুসারে ধাতুসমূহকে ওপর থেকে নিচের দিকে একটি সারিতে বিন্যস্ত করা হয়েছে; ধাতুসমূহের এ সারিকে ধাতুর সক্রিয়তা সিরিজ বলে।
- **জারণ অর্ধকোষ :** তড়িৎ কোষের যে অর্ধকোষে জারণ ঘটে, তাকে জারণ অর্ধকোষ বলে।
- **বিজারণ অর্ধকোষ :** তড়িৎ কোষের যে অর্ধকোষে বিজারণ ঘটে, তাকে বিজারণ অর্ধকোষ বলে।
- **লবণসেতু :** দুটি অর্ধকোষের মধ্যে পরোক্ষ সংযোগের জন্য একটি বিশেষ লবণ যেমন KCl, KNO_3, Na_2SO_4, NH_4NO_3 ইত্যাদির সম্পৃক্ত দ্রবণ ভর্তি U-আকৃতির কাচ নলের উভয় মুখে তুলা বদ্ধ করে অর্ধকোষদ্বয়ের মধ্যে উল্টোভাবে ডুবিয়ে রাখা হয়। অর্ধকোষদ্বয়ের এরূপ পরোক্ষ সংযোগ মাধ্যমকে লবণসেতু বলে। লবণসেতু উভয় অর্ধকোষে বৈদ্যুতিক নিরপেক্ষতা বজায় রাখে।
- **তড়িৎদ্বার বিভব :** অর্ধকোষের তড়িৎদ্বার ও তড়িৎ বিশ্লেষ্যের আয়নের মধ্যে উভমুখী জারণ-বিজারণ বিক্রিয়ার ফলে যে বিভব তড়িৎদ্বারে সৃষ্টি হয়, তাকে তড়িৎদ্বার বিভব বলে।
- **প্রমাণ তড়িৎদ্বার বিভব :** প্রমাণ অবস্থায় অর্থাৎ 25° C এ (গ্যাসের বেলায় 1 atm চাপে) 1 M তড়িৎ বিশ্লেষ্যের সাথে তড়িৎদ্বারের যে বিভব সৃষ্টি হয়, তাকে প্রমাণ তড়িৎদ্বার বিভব বলা হয়।
- **কোষ বিভব :** তড়িৎ কোষের অ্যানোডের জারণ বিভব ও ক্যাথোডের বিজারণ বিভবের সমষ্টিকে কোষ বিভব বলে।
- **প্রমাণ হাইড্রোজেন তড়িৎদ্বারের বিভব :** যেহেতু পূর্ণ তড়িৎকোষের e.m.f বা তড়িচ্চালক বল ঐ তড়িৎকোষে ব্যবহৃত তড়িৎদ্বারের বিজারণ বিভবের পার্থক্যের সমান, তাই অজানা তড়িৎদ্বারের বিভব মান গণনার সুবিধার্থে প্রমাণ হাইড্রোজেন তড়িৎদ্বারের বিভবের মান শূন্য ধরা হয়। তখন হাইড্রোজেন তড়িৎদ্বার যুক্ত তড়িৎকোষের তড়িচ্চালক বল বা e.m.f এর মানই ঐ কোষে যুক্ত অজানা তড়িৎদ্বারটির বিভব মান বোঝায়। হাইড্রোজেন তড়িৎদ্বারকে নিম্নরূপে প্রকাশ করা হয়—

$$Pt, H_2(g)\ (1atm) \mid H^+(aq\ 1M\ HCl), \qquad E^o = 0.0\ V$$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

- **প্রাইমারি কোষ :** যে তড়িৎ কোষে রাসায়নিক শক্তি স্বতঃস্ফূর্তভাবে বিদ্যুৎ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়, তাকে প্রাইমারি কোষ বলে।
- **সেকেন্ডারি কোষ :** যে তড়িৎ কোষে বাইর থেকে বিদ্যুৎ প্রবাহিত করে বিদ্যুৎ শক্তিকে রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তর করে সঞ্চিত রাখা হয়, তাকে সেকেন্ডারি কোষ বলে।
- **ফুয়েল সেল :** ফুয়েল সেল হলো বিশেষ ধরনের গ্যালভানিক সেল। এরূপ সেলে ফুয়েল হিসেবে H_2 গ্যাস অথবা মিথানলকে Ni অথবা Pt ধাতু যুক্ত গ্রাফাইট অ্যানোডে প্রভাবকীয় জারণ ঘটানো হয় এবং ক্যাথোডে O_2 গ্যাসকে চালনা করে প্রভাবকীয় বিজারণ ঘটিয়ে পানি তৈরি করা হয়। ফুয়েল সেলে ব্যবহৃত জারক ও বিজারকের (ফুয়েলের) প্রবাহমানতার কারণে ফুয়েল সেলকে flow battery বলা হয়।

MCQ-এর উত্তরমালা :
4.1 (ক), 4.2 (খ), 4.3 (গ), 4.4 (ঘ), 4.5 (ক). 4.6 (ঘ), 4.7 (খ), 4.8 (ক), 4.9 (ঘ), 4.10 (গ), 4.11 (ক), 4.12 (গ), 4.13 (গ), 4.14 (ঘ), 4.15 (খ), 4.16 (ঘ), 4.17 (ক) 4.18 (ঘ) 4.19 (খ), 4.20 (গ), 4.21 (খ) 4.22 (খ), 4.23 (গ), 4.24 (গ), 4.25 (ঘ) 4.26 (ঘ), 4.27 (ঘ), 4.28 (গ), 4.29 (খ), 4.30 (গ)।

অনুশীলনী–৪ : তড়িৎ রসায়ন

(ক) বিভাগ : জ্ঞানস্তরভিত্তিক প্রশ্নাবলি (এক নজরে)

(১) তড়িৎ পরিবাহী সংক্রান্ত প্রশ্নাবলি :

১। তড়িৎ পরিবাহী কী?

২। তড়িৎ অপরিবাহী বা ইনসুলেটর কী?

৩। তড়িৎ সুপরিবাহী কী?

৪। অর্ধপরিবাহী বা সেমি কন্ডাক্টর কী?

৫। সুপার কন্ডাক্টর কী?

৬। তড়িৎ বিশ্লেষ্য পরিবাহী কী?

৭। তীব্র বা সবল তড়িৎ বিশ্লেষ্য কাকে বলে?

৮। দুর্বল তড়িৎ বিশ্লেষ্য কাকে বলে?

৯। তড়িৎ বিশ্লেষ্যের পরিবাহিতা কাকে বলে?

১০। তড়িৎ বিশ্লেষ্যের আপেক্ষিক পরিবাহিতা কী?

১১। তড়িৎ বিশ্লেষ্যের তুল্যপরিবাহিতা কী?

১২। তড়িৎ বিশ্লেষ্যের মোলার পরিবাহিতা কী?

১৩। পরিবাহিতা কোষ কী?

১৪। পরিবাহিতা কোষ ধ্রুবক কী?

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

আরো দেখুন

প্রতিদিনের চাকুরীর সার্কুলার পেতে এখানে ক্লিক করুন

প্রতি মাসের কারেন্ট অ্যাফেয়ার্স পিডিএফ এখানে ক্লিক করুন

চাকুরীর প্রয়োজনীয় সকল পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

বিসিএস এর প্রয়োজনীয় পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

প্রতি সপ্তাহের চাকুরী পত্রিকা ডাউনলোড এখানে ক্লিক করুন

সকল নিয়োগ পরীক্ষার প্রশ্ন সমাধান এখানে ক্লিক করুন

বিডিনিয়োগ.কম দেশের সেরা পিডিএফ কালেকশন

SSC এর প্রয়োজনীয় সকল পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

HSC এর প্রয়োজনীয় সকল পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

বিশ্ববিদ্যালয় ভর্তির সকল পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

সকল ধরনের সাজেশন ডাউনলোড এখানে ক্লিক করুন

ORIGINAL
BDNIYOG.COM
COPYRIGHT

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

তত্ত্বীয় আলোচনা = ১৮
শ্রেণি কর্মকাণ্ড = ৭
মোট পিরিয়ড = ২৫

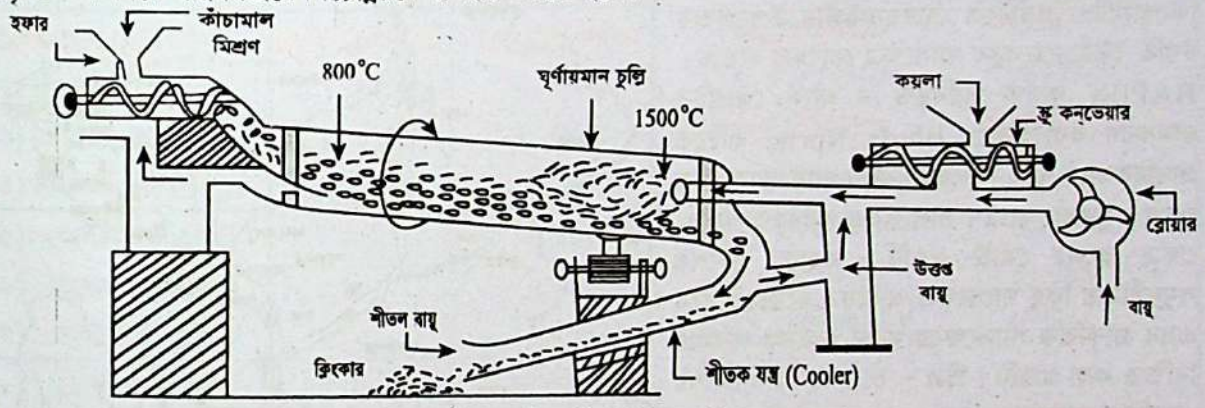
পঞ্চম অধ্যায়

অর্থনৈতিক রসায়ন

Economic Chemistry

ভূমিকা (Introduction)

আমাদের বাংলাদেশ একটি জনবহুল; বর্তমানে প্রায় 16 কোটি জনসংখ্যার 147, 570 km^2 আয়তনের দেশ। কোনো দেশের অর্থনৈতিক উন্নতির প্রধান চালিকাশক্তি হলো সে দেশের প্রতিষ্ঠিত শিল্প কারখানা। বাংলাদেশে শিল্প কারখানার সংখ্যা পর্যাপ্ত নয়; বিশেষ করে রাসায়নিক শিল্প কারখানা আরো অনেক প্রতিষ্ঠা করতে হবে। শিল্পের প্রধান চালিকাশক্তি হলো দেশের খনিজ সম্পদ। বাংলাদেশে প্রাকৃতিক গ্যাস ও কয়লার কিছু খনি ছাড়া অন্য কোনো বিশেষ সম্পদ নেই। আমাদের এ দু'প্রাকৃতিক সম্পদকে যথাযথভাবে শিল্পোন্নয়নে ব্যবহার করতে হবে।



চিত্র : ঘূর্ণায়মান চুল্লিতে সিমেন্ট ক্লিংকার উৎপাদন

শিখনফল : এ অধ্যায় পাঠ শেষে শিক্ষার্থীরা—

১. বাংলাদেশের প্রাকৃতিক গ্যাস ক্ষেত্র, গ্যাসের উপাদান ও ব্যবহার বর্ণনা করতে পারবে।
২. বাংলাদেশের কয়লা ক্ষেত্র, কয়লার মান ও ব্যবহার বর্ণনা করতে পারবে।
৩. জ্বালানি সম্পদের প্রেক্ষিতে বাংলাদেশে শিল্পায়নের সম্ভাবনা বিশ্লেষণ করতে পারবে।
৪. বাংলাদেশের উল্লেখযোগ্য রসায়ন শিল্পের পরিচিতি বর্ণনা করতে পারবে।
৫. ইউরিয়া, কাচ, সিরামিক, পাল্প-পেপার ও সিমেন্ট উৎপাদনের মূলনীতি ব্যাখ্যা করতে পারবে।
৬. চামড়া টেনিং এর মূলনীতি ব্যাখ্যা করতে পারবে।

অধ্যায়ের প্রধান শব্দসমূহ (Key Words) : প্রাকৃতিক গ্যাস, বিটুমিনাস কয়লা, বিটিইউ, গ্লেজিং, সেলুলোজ ফাইবার, লিগনিন, ক্লিংকার, কিউরিং, FGD-প্লান্ট, ETP, বিলেট, বায়োডিগ্রেডেবল, ন্যানো পার্টিকেল, ফুলারিনস, ন্যানো টিউব, সেমিকন্ডাক্টর।

৭. সিমেন্ট, ইউরিয়া, চামড়া, টেক্সটাইল ও ডায়িং শিল্পের দূষকসমূহের বর্ণনা করতে পারবে।
৮. বায়ু দূষণ নিয়ন্ত্রণ কৌশলের (প্রভাবকীয় রূপান্তর, দ্রবীভূতকরণ ও সূক্ষ্ম ছাঁকনি) মূলনীতি ব্যাখ্যা করতে পারবে।
৯. ইটিপি'র কার্যপ্রণালির মূলনীতি (তড়িৎ বিশ্লেষণ, প্রভাবন ও জীব প্রযুক্তি) ব্যাখ্যা করতে পারবে।
১০. আয়রন, অ্যালুমিনিয়াম, কপার, কাচ ও প্লাস্টিক রিসাইকেল প্রণালি ব্যাখ্যা করতে পারবে।
১১. সামাজিক ও পরিবেশ ক্ষেত্রে আয়রন, অ্যালুমিনিয়াম, কপার, কাচ, পেপার ও প্লাস্টিক রিসাইকেলের গুরুত্ব বিশ্লেষণ করতে পারবে।
১২. ইট খোলার বায়ু দূষণ পর্যবেক্ষণ করে প্রতিবেদন প্রণয়ন করতে পারবে।
১৩. কয়লাভিত্তিক বিদ্যুৎকেন্দ্রের সুবিধা অসুবিধা বিশ্লেষণ করতে পারবে।
১৪. ন্যানো পার্টিকেল ও ন্যানো প্রযুক্তির প্রাথমিক ধারণা বর্ণনা করতে পারবে।
১৫. পরমাণু, অণু ও ন্যানো পার্টিকেলের তুলনা করতে পারবে।
১৬. পদার্থের স্বাভাবিক অবস্থা ও ন্যানো কণার ভৌত ধর্মের তুলনা করতে পারবে।
১৭. শিল্পে ন্যানো পার্টিকেল ব্যবহারের সম্ভাবনা বিশ্লেষণ করতে পারবে।

MCQ–5.1: বাংলাদেশে সবচেয়ে বড় গ্যাসক্ষেত্র নিচের কোন্‌টি? [সি.বো. ২০১৫]
(ক) তিতাস (খ) কৈলাসটিলা
(গ) বাখরাবাদ (খ) হবিগঞ্জ

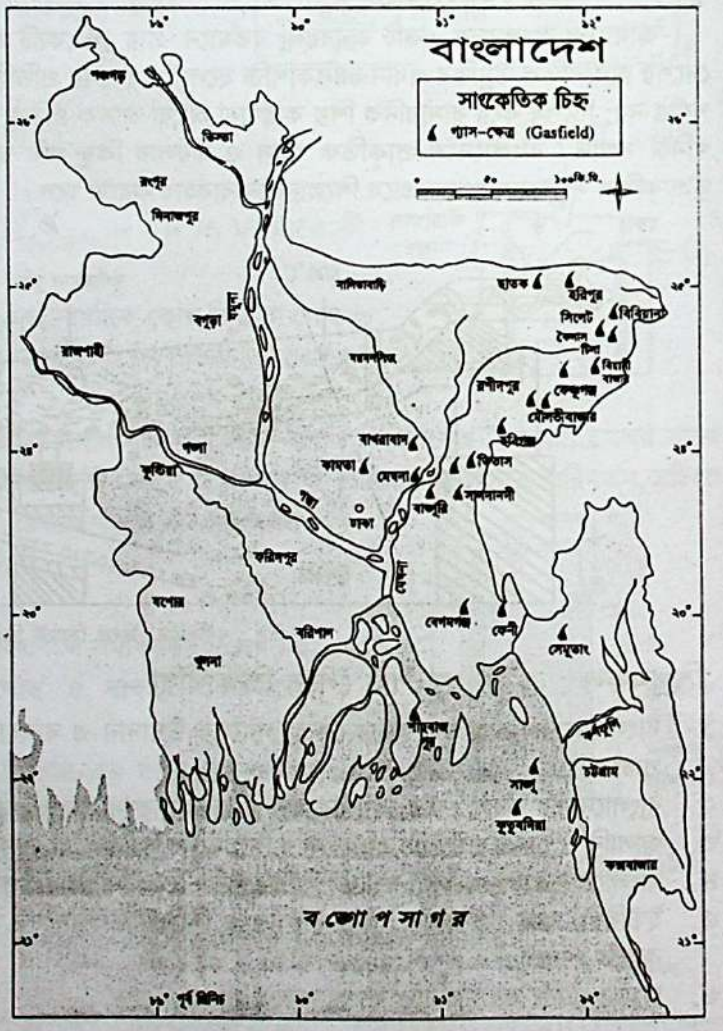
www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

৫.১.১ বাংলাদেশের প্রাকৃতিক গ্যাসক্ষেত্র
Natural Gas Fields of Bangladesh

প্রাকৃতিক গ্যাস : ভূপৃষ্ঠ হতে বিভিন্ন গভীরতায় শিলাস্তরের মধ্যে সঞ্চিত পেট্রোলিয়াম খনিজ তেলের ওপরিভাগে অথবা পৃথকভাবে ভূগর্ভে অতি উচ্চচাপে সঞ্চিত বিভিন্ন গ্যাসীয় হাইড্রোকার্বনের যে মিশ্রণ পাওয়া যায়, তাকে প্রাকৃতিক গ্যাস (natural gas) বলে।

গ্যাসক্ষেত্রের অবস্থান : বাংলাদেশের পূর্বাঞ্চল যেমন- বৃহত্তর সিলেট, কুমিল্লা, নোয়াখালি ও চট্টগ্রামে প্রাকৃতিক গ্যাসক্ষেত্র আবিষ্কৃত হয়েছে। ২৪/১০/১৭ তারিখের প্রকাশিত সংবাদ মতে ভোলা জেলার শাহবাজপুর গ্যাসক্ষেত্র থেকে তিন কিলোমিটার পূর্বদিকে বোরহানউদ্দীন উপজেলার টগরি ইউনিয়নে নতুন গ্যাসক্ষেত্র আবিষ্কার হয়েছে। BAPEX কর্তৃক আবিষ্কৃত এ গ্যাস ক্ষেত্রটির নামকরণ করা হয়েছে Bhola North. এটিতে প্রাথমিকভাবে ৭০০ বিলিয়ন ঘনফুট গ্যাস আছে জানা গেছে। সুতরাং ২০১৭ সাল পর্যন্ত আবিষ্কৃত গ্যাস-ক্ষেত্র হলো মোট ২৭টি। এছাড়া দেশের সমুদ্রসীমায় কিছু গ্যাসক্ষেত্র আবিষ্কৃত হয়েছে। তবে এসব প্রাকৃতিক গ্যাসক্ষেত্রে মজুদ গ্যাসের পরিমাণ নিশ্চিত করা যায়নি। চিত্র – ৫.১ এ বাংলাদেশের প্রাকৃতিক গ্যাসক্ষেত্রের অবস্থান এবং সারণি ৫.১- এ বিভিন্ন গ্যাসক্ষেত্রের গ্যাসের সম্ভাব্য মোট পরিমাণ, উত্তোলনযোগ্য পরিমাণ এবং 2015 সাল পর্যন্ত উত্তোলিত গ্যাসের পরিমাণ ও অবশিষ্ট উত্তোলনযোগ্য গ্যাসের পরিমাণ বিলিয়ন কিউবিক ফিট, BCF এককে দেখানো আছে। [1BCF $=10 \times 10^9$ C.F]। তবে এরপর প্রায় প্রতি বছর কোনো না কোনো নতুন গ্যাসক্ষেত্রের সন্ধান পেয়েছে। ফলে উত্তোলনযোগ্য রিজার্ভ গ্যাসের পরিমাণ এবং গ্যাস উত্তোলনের পরিমাণ প্রতি বছর বাড়ছে। গ্যাস উৎপাদনের জন্য বাংলাদেশকে মোট 23টি ব্লকে বিভক্ত করা হয়েছে।



চিত্র -৫.১ : বাংলাদেশের প্রাকৃতিক গ্যাস ক্ষেত্রসমূহের অবস্থান।

৫.১.২ প্রাকৃতিক গ্যাসের উপাদান ও ব্যবহার
Composition and Uses of Natural Gas

প্রাকৃতিক গ্যাসের উপাদান : প্রাকৃতিক গ্যাসের মূল উপাদান হচ্ছে বিভিন্ন হাইড্রোকার্বন। C_1 হতে C_4 পর্যন্ত হাইড্রোকার্বনসমূহ কক্ষতাপমাত্রায় গ্যাসীয়। সুতরাং প্রাকৃতিক গ্যাসে এ সব হাইড্রোকার্বন থাকে। এছাড়া উচ্চতর কিছু হাইড্রোকার্বনের বাষ্প এতে থাকে। পৃথিবীর কোনো কোনো গ্যাস ক্ষেত্রের গ্যাসে হাইড্রোজেন সালফাইড (H_2S) গ্যাস থাকে। এটি খুবই দুর্গন্ধযুক্ত এবং এর উপস্থিতি প্রাকৃতিক গ্যাসের মান নিম্নমুখী করে। কোনো প্রাকৃতিক গ্যাসে H_2S এর পরিমাণ $5.7 mg/m^3$ এর চেয়ে কম থাকলে তাকে sweet গ্যাস এবং এর বেশি থাকলে তাকে sour গ্যাস বলা হয়।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

বাংলাদেশের প্রাকৃতিক গ্যাসে প্রায় শতকরা (আয়তনে) 93.68 – 98% মিথেন থাকে; এবং এতে হাইড্রোজেন সালফাইড প্রায় অনুপস্থিত। সুতরাং বাংলাদেশের প্রাকৃতিক গ্যাস অত্যন্ত উচ্চমানের।

প্রাকৃতিক গ্যাসের শ্রেণিবিভাগ : প্রাকৃতিক গ্যাসে তরল হাইড্রোকার্বন বা উচ্চতর হাইড্রোকার্বনের (C_5–C_{16}) বাষ্পের উপস্থিতির ওপর ভিত্তি করে প্রাকৃতিক গ্যাস দুই প্রকার। যেমন, (i) শুষ্ক প্রাকৃতিক গ্যাস ও (ii) আর্দ্র প্রাকৃতিক গ্যাস।

শুষ্ক প্রাকৃতিক গ্যাস : শুষ্ক প্রাকৃতিক গ্যাসের নলকূপে তরল পেট্রোলিয়াম থাকে না। এতে সবচেয়ে বেশি মিথেন গ্যাস থাকে। সিলেটের রশীদপুরের প্রাকৃতিক গ্যাসে 98% CH_4 আছে।

আর্দ্র প্রাকৃতিক গ্যাস : আর্দ্র প্রাকৃতিক গ্যাসের নলকূপে তরল পেট্রোলিয়াম থাকে। তাই আর্দ্র প্রাকৃতিক গ্যাসে তরল উচ্চতর হাইড্রোকার্বন যেমন পেন্টেন, হেক্সেন, হেপ্টেন ইত্যাদির বাষ্প মিথেনের সাথে থাকে।

উপাদান গ্যাস	শুষ্ক গ্যাস%	আর্দ্র গ্যাস%
(১) মিথেন (CH_4)	93– 99%	84–85%
(২) ইথেন (C_2H_6)	0.1-4.0%	5–20%
(৩) প্রোপেন (C_3H_8)	0.1–1.0%	1–50%
(৪) বিউটেন (C_4H_{10})	0.1–1.23%	1–2.6%
(৫) পেন্টেন (C_5H_{12})	–	0.4%
(৬) হেক্সেন (C_6H_{14})	–	0.4%
(৭) হেপ্টেন (C_7H_{16})	–	0.1%
(৮) N_2 গ্যাস	0.02–0.99%	সামান্য
(৯) CO_2 গ্যাস	0.05–0.90%	সামান্য
(১০) H_2S গ্যাস	–	0.08–0.13%

জেনে নাও : বাংলাদেশে [২০১৮ সাল পর্যন্ত প্রাপ্ত তথ্য মতে]	
(১) গ্যাস ক্ষেত্র	: 27 টি
(২) সক্রিয় নলকূপ	: 101 টি
(৩) ব্লক সংখ্যা	: 23 টি
(৪) সব চেয়ে বড় গ্যাসক্ষেত্র : তিতাস	
(৫) দৈনিক উত্তোলন	: 2728 MCF
(৬) মজুদ গ্যাস	: 14,088 TCF
(৭) সরবরাহ কেন্দ্র	: 49 টি
(৮) চাহিদা পূরণ	: 31%
(৯) সর্বাধিক CH_4	: 98% (রশীদপুর)
(১০) H_2S গ্যাস	: প্রায় অনুপস্থিত

প্রাকৃতিক গ্যাসের ব্যবহার : প্রাকৃতিক গ্যাস হাইড্রোকার্বন হওয়ায় একে কাঁচামাল হিসেবে ব্যবহার করে রাসায়নিক শিল্পে অনেক জৈব যৌগ উৎপাদন করা যায়। উন্নত দেশসমূহে পেট্রো-কেমিক্যালস একটি গুরুত্বপূর্ণ শিল্প খাত, যেখানে প্রাকৃতিক গ্যাস ও খনিজ তেল (যা উচ্চতর হাইড্রোকার্বন) হতে অনেক যৌগ উৎপাদন করা হয়। তবে বাংলাদেশে এ ধরনের কোনো শিল্প এখনো গড়ে ওঠেনি।

★ (১) শিল্পক্ষেত্রে শুধুমাত্র ইউরিয়া সার তৈরিতে প্রাকৃতিক গ্যাস ব্যবহৃত হয়। চট্টগ্রামে CUFL ও KAFCO-তে এবং সিলেটের ফেঞ্চুগঞ্জে স্থাপিত মোট ৭টি কারখানায় প্রাকৃতিক গ্যাস হতে ইউরিয়া সার উৎপাদিত হয়।

বাংলাদেশে কৃষিক্ষেত্রে এ ইউরিয়া ব্যবহার অধিক ফসল উৎপাদনে প্রচুর সাফল্য এনে দিয়েছে।

২০১৬ সালের জানুয়ারিতে ১৩.৬০ ট্রিলিয়ন কিউবিক ফুট (TCF) প্রাকৃতিক গ্যাস মজুদ আছে। [সারণি ৫.১]

২৪/১০/২০১৭ তারিখের সংবাদ মতে নতুন আবিষ্কৃত 'Bhola North' গ্যাস ক্ষেত্রে উত্তোলন যোগ্য প্রায় 700 BCF বা, 0.700 TCF গ্যাস জানা গেছে।

★ (২) জ্বালানি ও খনিজ সম্পদ মন্ত্রণালয়ের তথ্য অনুযায়ী প্রতিদিন 2733.6 মিলিয়ন ঘনফুট (MCF) গ্যাস উত্তোলন এবং ৪৯টি স্থান থেকে এ প্রাকৃতিক গ্যাস সরবরাহ করা হচ্ছে। দেশের গ্যাস চাহিদার 31% পূরণ করছে তিতাস গ্যাস ফিল্ড।

★ (৩) বর্তমানে প্রতিদিন 1249.1 BBL(barrel) তরল কন্‌ডেন্সেট (condensate) উৎপাদন করা হচ্ছে। এ কন্‌ডেন্সেটকে পরিশোধন করে পেট্রোল, কেরোসিন, ফার্নেস অয়েল, লুব্রিকেন্ট অয়েল ইত্যাদি উৎপাদন করা হয়। বিভিন্ন শিল্প প্রতিষ্ঠানে এসব জ্বালানিরূপে ও মেসিনের লুব্রিকেন্টরূপে ব্যবহৃত হচ্ছে। 1 BBL(barrel) = 159 L = 42 US gallons; 1 cubic metre = 6.2898 oil barrels.

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সারণি –৫.১ : বাংলাদেশের প্রাকৃতিক গ্যাসক্ষেত্রসমূহের অবস্থান ও উত্তোলনযোগ্য গ্যাসের পরিমাণ

[পেট্রোবাংলার ডিসেম্বর ২০১৫ সালের বার্ষিক রিপোর্ট, বিলিয়ন কিউবিক ফিট (BCF) এককে।]

অপারেটর কোম্পানি	গ্যাস ক্ষেত্র আবিষ্কার সন (ক) গ্রুপ	কূপ সংখ্যা (কার্যকর)	প্রোডাকশন ক্যাপাসিটি MMSCF	উত্তোলনযোগ্য গ্যাস BCF	বর্তমান প্রোডাকশন		উত্তোলনযোগ্য অবশিষ্ট গ্যাস BCF জানুয়ারি, ২০১৬
					গ্যাস MMSCF	কনডেন্সেট BBL (ব্যারেল)	
BGFCL (1)	১. তিতাস (1962)	23 (21)	518	6367.0	516.5	367.0	2326.61
	২. বাখরাবাদ ('69)	9 (6)	43	1231.5	39.6	18.0	442.58
	৩. হবিগঞ্জ ('63)	11 (7)	225	2633.0	225.1	11.4	442.06
	৪. নরসিংদী ('90)	2 (2)	30	276.8	28.0	49.2	106.25
	৫. মেঘনা ('90)	1 (1)	11	69.9	11.1	20.1	11.00
	Sub Total (1)	46 (37)	827	10,578.2	820.3	465.7	3328.50
SGFL (2)	৬. সিলেট (1955)	3(2)	8	318.9	8.3	61.1	110.57
	৭. কৈলাসটিলা ('62)	6(5)	73	2760.0	70.5	581.8	2137.21
	৮. রশীদপুর ('60)	8(5)	60	2433.0	58.1	50.7	1868.16
	৯. বিয়ানীবাজার (81)	2(1)	9	203.0	9.6	150.4	111.80
	Sub Total (2)	19 (13)	150	5714.9	146.5	844.1	4227.74
BAPEX (3)	১০.সালদা নদী (1996)	3 (1)	10	279.0	8.3	1.0	194.81
	১১. ফেঞ্চুগঞ্জ ('88)	5 (3)	35	381.0	35.6	25.5	242.81
	১২. শাহবাজপুর ('95)	4 (2)	50	390.0	38.5	3.0	371.19
	১৩. সেমুতাং ('69)	6 (2)	3	317.7	3.4	0.9	306.63
	১৪. সুন্দলপুর (2011)	1 (1)	3	35.1	4.0	0.0	25.67
	১৫. শ্রীকাইল (2012)	3 (2)	40	161.0	36.0	25.5	121.50
	১৬. বেগমগঞ্জ (1977)	3 (1)	2	70.0	1.2	0.0	69.21
	SubTotal (3)	25 (12)	143	1633.8	126.9	55.9	1331.82
IOCs: (International Oil Companies)							
CHEV-RON (4)	১৭.জালালাবাদ (1989)	6 (6)	260	1184.0	268.7	1577.1	188.96
	১৮.মৌলভীবাজার ('97)	9 (5)	50	428.0	47.5	3.3	145.59
	১৯. বিবিয়ানা ('98)	24(24)	1200	5754.0	1219.0	9234.0	3484.63
Tullow (5)	২০. বাঙ্গুরা (2004)	6(4)	110	522.0	104.6	310.0	198.59
	SubTotal (4)	45 (39)	1620	7888.0	1639.9	11124.4	4017.77
	Grand Total (ক): (1 + 2 + 3 + 4)	135(101)	2,740	25814.9	2,733.6	12,490.1	12905.83

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

খ-গ্রুপ : গ্যাস উত্তোলন অপেক্ষমাণ (Non-Producing)

CAIRN	২১। কুতুবদিয়া ('77)	–	–	45.5	–	–	45.5
BAPEX	২২। রূপগঞ্জ (2014)	–	–	33.6	–	–	33.6
	SubTotal (খ):			79.1			79.10

গ-গ্রুপ : গ্যাস উত্তোলন বন্ধ (Production Suspended) :

CAIRN	২৩। ছাতক* (1959)	–	–	474.0	–	–	447.54
BAPEX	২৪। কামতা (1981)	–	–	50.3	–	–	29.20
BAPEX	২৫। ফেনী (1981)	–	–	125.0	–	–	62.60
CAIRN	২৬। সাঙ্গু** (1996)	7 (7)	9	577.8	–	–	79.57
Grand Total (ক + খ + গ) in BCF :				27121.1			13603.84
Grand Total (ক + খ + গ) in TCF :				27.12			13.60

দ্রষ্টব্য : * ছাতক গ্যাসক্ষেত্রের গ্যাস সঞ্চয় পুনর্মূল্যায়ন করা হচ্ছে।
* * সাঙ্গু গ্যাসক্ষেত্রের গ্যাস উত্তোলন ১ অক্টোবর, ২০১৩ থেকে বন্ধ আছে।
* BGFCL = Bangladesh Gas Field Company Ltd, 1956.
* SGFL = Sylhet Gas Field Ltd, 1982
* BAPEX = Bangladesh Petroleum Exploration and production Company Ltd, 1989.

MCQ–5.2 : কোন ক্ষেত্রে প্রাকৃতিক গ্যাস বেশি ব্যবহৃত হয়? [কু. বো. ২০১৭
(ক) CNG, (খ) সার কারখানা
(গ) বিদ্যুৎ উৎপাদন (ঘ) আবাসিক ক্ষেত্রে

সারণি–৫.২ : প্রাকৃতিক গ্যাসের রাসায়নিক সংযুক্তি সর্বনিম্ন ও সর্বোচ্চ পরিমাণে (শতকরা আয়তনে)

উপাদানসমূহ	শতকরা পরিমাণ	সর্বনিম্ন পরিমাণে, গ্যাসক্ষেত্র	সর্বোচ্চ পরিমাণে, গ্যাসক্ষেত্র
১। মিথেন	93.68–98%	93.68%; বিয়ানীবাজার শাহবাজপুর	98%; রশীদপুর
২। ইথেন	1.21–3.95%	1.21%; রশীদপুর	3.95%; শাহবাজপুর
৩। প্রোপেন	0.05–0.94%	0.05%; হরিপুর (সিলেট)	0.94%; কৈলাসটিলা
৪। iso-বিউটেন	0.08–0.29%	0.08%; তিতাস	0.29%; বিয়ানীবাজার
৫। n-বিউটেন	0.01–1.23%	0.01% হরিপুর (সিলেট)	1.23% বিয়ানীবাজার
৬। N_2 গ্যাস	0.02–0.99%	0.02%; রশীদপুর	0.99%; বিয়ানীবাজার
৭। CO_2 গ্যাস	0.05–0.90%	0.05% রশীদপুর	0.90%; শাহবাজপুর

(২) ইউরিয়া সার উৎপাদনের পর বাংলাদেশে প্রাকৃতিক গ্যাসের ব্যবহার হচ্ছে জ্বালানি হিসেবে। প্রথমদিকে গৃহস্থালীতে এ গ্যাস জ্বালানি হিসেবে ব্যবহৃত হতে থাকে। এছাড়া বর্তমানে প্রায় সব মটর গাড়ি, বেবিট্যাক্সিতে প্রাকৃতিক গ্যাস জ্বালানি হিসেবে ব্যবহৃত হয়। প্রকৃতপক্ষে বেবিট্যাক্সিগুলো জ্বালানি হিসেবে CNG (Compressed Natural Gas) ব্যবহার করে বলে এদের চলতি নাম CNG হয়ে আছে।

(৩) বর্তমানে প্রাকৃতিক গ্যাসের সবচেয়ে বেশি ব্যবহার হচ্ছে বিদ্যুৎ উৎপাদনে। অধিকাংশ তাপ বিদ্যুৎ কেন্দ্রে প্রাকৃতিক গ্যাসকে জ্বালানি হিসেবে ব্যবহার করে তাপ উৎপাদন করা হয়, সে তাপশক্তি বিদ্যুৎ উৎপাদনে ব্যবহৃত হয়।

দেশের গ্যাস-ক্ষেত্রসমূহ থেকে উত্তোলিত মোট প্রাকৃতিক গ্যাসের প্রায় অর্ধেক-এর বেশি (55%) ব্যবহৃত হয় বিদ্যুৎ উৎপাদনে, অবশিষ্টের তৃতীয়াংশের বেশি সার উৎপাদনে এবং বাকি অংশ বাসা-বাড়িতে, শিল্পে ও গাড়িতে জ্বালানি হিসেবে ব্যবহৃত হয়। পেট্রোবাংলার (২০১০-২০১১) বার্ষিক রিপোর্ট মতে নিম্নোক্ত খাতে প্রাকৃতিক গ্যাসের ব্যবহারের শতকরা পরিমাণ জানা যায় :

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

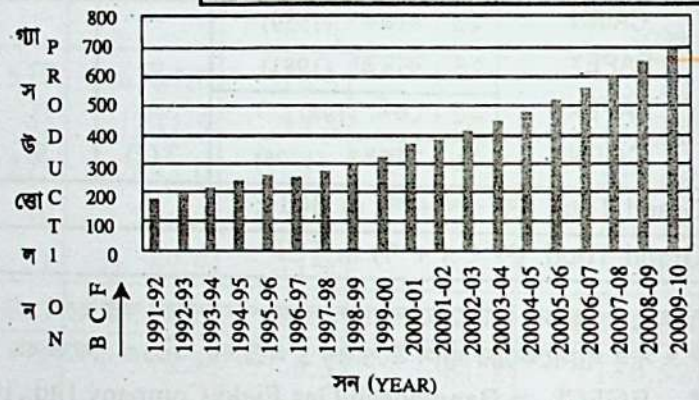
Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

১। বিদ্যুৎ উৎপাদনে ব্যবহৃত গ্যাসের মোট পরিমাণ = 55%
[সরকারি + বিভিন্ন বেসরকারি প্রকল্পে = 39% + 16%]
২। শিল্পক্ষেত্রে, চা বাগানে (17 + 1)% = 18%
৩। ইউরিয়া সার (fertilizer) উৎপাদনে = 10%
৪। বাসা-বাড়িতে (domestic) জ্বালানিরূপে = 12%
৫। গাড়ির জ্বালানিরূপে (CNG) = 5%

MCQ–5.3 : বাংলাদেশের কোন গ্যাসক্ষেত্রের প্রাকৃতিক গ্যাসের রাসায়নিক সংযুক্তিতে সবচেয়ে বেশি মিথেন ও সবচেয়ে কম CO_2 গ্যাস আছে?
(ক) তিতাস, (খ) হরিপুর
(গ) রশীদপুর, (ঘ) বিয়ানীবাজার

শিল্প কারখানায়, গৃহস্থালীতে জ্বালানিরূপে ও মোটরযানে CNG রূপে ব্যবহারের ফলে বাংলাদেশে প্রাকৃতিক গ্যাসের ব্যবহার প্রতি বছর বেড়ে চলেছে। তাই প্রাকৃতিক গ্যাসের চাহিদা পূরণ করতে বিদেশ থেকে প্রাকৃতিক গ্যাস আমদানির প্রচেষ্টা চলছে।

পাশের চিত্র-৫.২ : কলাম গ্রাফ থেকে প্রাকৃতিক গ্যাসের বাৎসরিক ব্যবহারের সুস্পষ্ট চিত্র পাওয়া যাবে।



চিত্র - ৫.২ : কলাম গ্রাফ আকারে বাৎসরিক গ্যাস উৎপাদন ও ব্যবহারচিত্র

গ্যাস তেল পরিমাপের একক
(রোমান সংখ্যা)

M	$= 10^3$
MM	$= 10^6$ (in gas)
MMbl	= Million barrels
MMBtu	= Million British Thermal Unit
Mcf	= Thousand cubic feet
MMcf	= Million cubic feet
MMcm	= Million cubic metres

MMscf	= Million standard cubic feet. [temp = 60°F (15.6°C, 1atm)]
MMscm	= Million standard cubic metres
Bcf	= Billion cubic feet ($B = 10^9$)
Tcf	= Trillion cubic feet ($T = 10^{12}$)
Bcf	= 30 × MMcm
Mtoe	= Million tones oil equivalent
Mtpa	= Million tones per annum

শিক্ষার্থীর কাজ – ৫.১ : প্রাকৃতিক গ্যাসভিত্তিক
প্রশ্ন- ৫.১(ক) : প্রাকৃতিক গ্যাস কী?
প্রশ্ন- ৫.১(খ) : প্রাকৃতিক গ্যাসের উপাদানসমূহ কী?
প্রশ্ন- ৫.১(গ) : শুষ্ক প্রাকৃতিক গ্যাস ও আর্দ্র প্রাকৃতিক গ্যাস বলতে কী বোঝায়?
প্রশ্ন- ৫.১(ঘ) : বর্তমানে বাংলাদেশের প্রাকৃতিক গ্যাসের বিভিন্ন ক্ষেত্রে ব্যবহারের একটি সংক্ষিপ্ত বিবরণ দাও।

৫.২.১ বাংলাদেশের কয়লা ক্ষেত্র (Coal Fields of Bangladesh)

কয়লা (Coal) : প্রাকৃতিক কারণে গাছপালা ভূগর্ভে মাটির নিচে চাপা পড়ে। সুদীর্ঘকাল যাবৎ অধিক চাপ ও তাপের প্রভাবে ঐ চাপাপড়া গাছপালার মধ্যে ভৌত ও রাসায়নিক পরিবর্তন ঘটে। তখন স্তরীভূত ও কঠিন পদার্থরূপে পরিণত ঐ দহনযোগ্য জীবাশ্মকে কয়লা বলে। **কয়লাকে জীবাশ্ম** [জীব + অশ্ম (প্রস্তর)] **বলা হয়;** কারণ কয়লা হলো প্রাকৃতিকভাবে মাটিতে চাপাপড়া এবং অধিক চাপ ও তাপে পরিবর্তিত উদ্ভিদ ও প্রাণী তথা জীবদেহের প্রস্তরময় রূপান্তর।

ভূগর্ভে চাপাপড়া উদ্ভিদের কয়লায় রূপান্তরের প্রাথমিক রূপ হলো পিট কয়লা। এরপর ধারাবাহিক রাসায়নিক পরিবর্তনের মাধ্যমে লিগনাইট কয়লা, বিটুমিনাস কয়লা ও শেষে উন্নত অ্যানথ্রাসাইট কয়লায় পরিণত হয়।

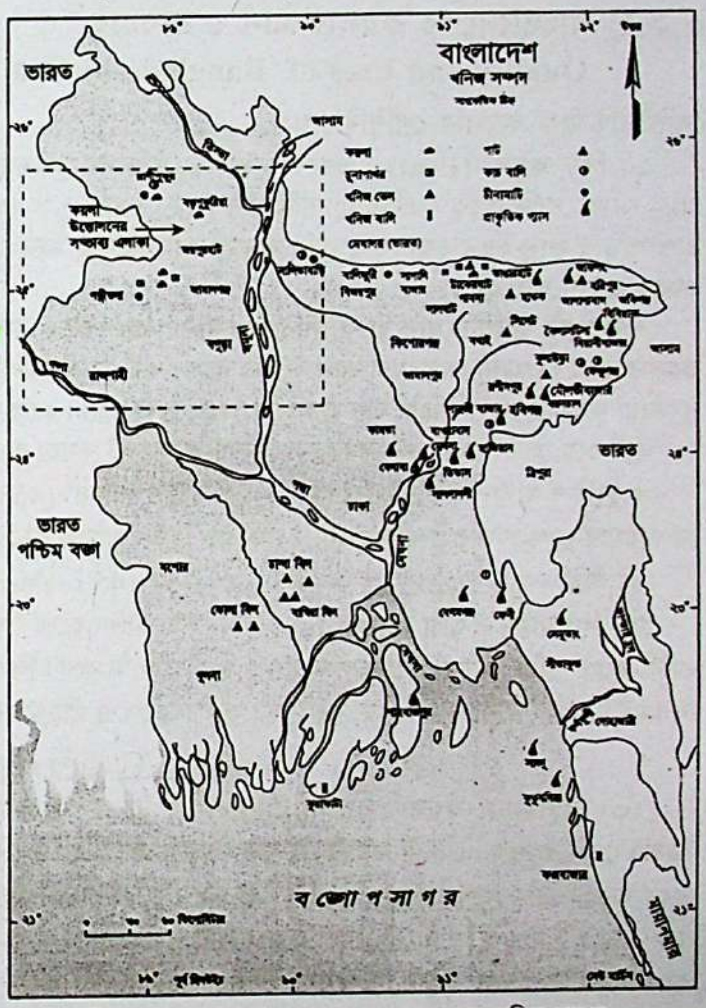
পিট কয়লা $\xrightarrow[\text{ও তাপ } (\Delta)]{\text{চাপ}}$ লিগনাইট কয়লা (বাদামি কয়লা) $\xrightarrow[\Delta, \Delta]{\text{চাপ}}$ বিটুমিনাস কয়লা (কালো নরম কয়লা) $\xrightarrow[\Delta, \Delta, \Delta]{\text{চাপ}}$ অ্যানথ্রাইট কয়লা শক্ত কয়লা

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

বাংলাদেশের কয়লাক্ষেত্র : বাংলাদেশের অন্যতম গুরুত্বপূর্ণ খনিজ সম্পদ হলো কয়লা। অনেক দেশে কয়লাকে black diamond বলা হয়। বাংলাদেশের রাজশাহীর বগুড়া জেলার জয়পুরহাটের জামালগঞ্জ, দিনাজপুরের বড়পুকুরিয়া, ফুলবাড়ি ও দীঘিপাড়া এবং রংপুর জেলার খালিসপুর ইত্যাদি পাঁচটি খনিতে উন্নতমানের বিটুমিনাস কয়লা আছে। এ পাঁচটি কয়লার খনিতে **মোট কয়লার মজুদের পরিমাণ হলো 3.697 বিলিয়ন মেট্রিক টন**। এ পরিমাণ কয়লা 27.7 গিগা মিটার কিউব (Gm^3) CH_4 গ্যাসের সমতুল্য। [$1G = 10^9$]

সর্বশেষ 1997 সালে ফুলবাড়ি কয়লা আবিষ্কৃত হলেও এ খনি থেকে কয়লা উত্তোলন পদ্ধতি নিয়ে নানা প্রশ্নের মুখে এতদিন এ খনি থেকে কয়লা উত্তোলন বন্ধ ছিল। উন্মুক্ত কয়লা উত্তোলন পদ্ধতিতে এ কয়লা উত্তোলন করা হলে- (১) এলাকার ১৪,৬৬০ একর কৃষি জমি নষ্ট হবে; (২) প্রায় ২ লক্ষ অধিবাসীকে ঐ এলাকা থেকে অন্য স্থানে নিতে হবে। (৩) এছাড়া পরিবেশের মারাত্মক বিপর্যয় ঘটার সম্ভাবনা থাকে। এছাড়া সর্বপ্রথম 1965 সালে আবিষ্কৃত জয়পুরহাটের জামালগঞ্জ কয়লার খনিতে সবচেয়ে পুরাতন সঞ্চিত কয়লার পরিমাণ রয়েছে 1050 মিলিয়ন মেট্রিক টন। সিলেট জেলায় উন্নতমানের বিটুমিনাস ও লিগনাইট কয়লার খনি আছে; (চিত্র-৫.৩)। ফরিদপুরে বাঘিয়া ও চান্দাবিল, খুলনার কোলা বিল ও সিলেটে পীট (peat) জাতীয় নিম্নমানের কয়লার সন্ধান পাওয়া গেছে।



চিত্র -৫.৩ : বাংলাদেশের কয়লা ও অন্যান্য খনিজ সম্পদ।

বাংলাদেশে আবিষ্কৃত বিভিন্ন কয়লার খনিতে কয়লা স্তরের অবস্থান, খনিতে বিদ্যমান কয়লার পরিমাণ লক্ষ টন এককে সারণি-৫.৩-দেখানো হলো। এখন **বড় পুকুরিয়া কয়লার খনি থেকে প্রতিদিন প্রায় 650 টন কয়লা উত্তোলন করা হয়।**

সারণি - ৫.৩ : বিভিন্ন কয়লা খনির অবস্থান, মজুদ কয়লার ও মিথেন গ্যাসের পরিমাণ

কয়লা খনির অবস্থান, (সন)	ভূপৃষ্ঠ হতে খনির গভীরতা (মিটার)	খনিতে মোট কয়লার পরিমাণ মিলিয়ন মে.টন	কয়লাভিত্তিক মিথেন (CBM) গড় পরিমাণ, 9.56 m^3/ton Gm^3 এককে
১. জামালগঞ্জ, (1962) জয়পুরহাট, বগুড়া :	640– 1158	1053	10.04
২. বড়পুকুরিয়া, (1996) দিনাজপুর।	129 – 509	390	3.73
৩. ফুলবাড়ি (1997), দিনাজপুর :	150–250	572	5.47
৪. খালিসপুর (1995), রংপুর :	257 – 483	685	6.55
৫. দীঘিপাড়া, (1995) দিনাজপুর :	328 – 407	*200 (Partly)	1.91
সর্বমোট :		3,697 মে.টন	27.70 Gm^3

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

৫.২.২ বাংলাদেশের কয়লার মান ও ব্যবহার
Quality and Uses of Bangladeshi Coal

বৈশিষ্ট্যভিত্তিক কয়লার শ্রেণিবিভাগ :

১। পিট কয়লা (Peat) : ভূগর্ভে চাপাপড়া উদ্ভিদের কয়লায় রূপান্তরের প্রাথমিক স্তর হলো পিট কয়লা। এতে 80 – 90% পানি থাকে। এটির জ্বালানি মান (fuel value) সবচেয়ে কম এবং তা প্রতি পাউন্ড দহনে 10,000 BTU তাপ শক্তি উৎপন্ন হয়। কয়লার জ্বালানি মানকে **ক্যালরিফিক মান** (calorific value) বলে। এ ক্যালরিফিক মান BTU এককে প্রকাশ করা হয়।

*** কয়লার জ্বালানি মান বা ক্যালরিফিক মান :** এক পাউন্ড কয়লাকে পোড়ালে যে পরিমাণ তাপ উৎপন্ন হয়, তাকে সে কয়লার তাপ উৎপাদন ক্ষমতা বা জ্বালানি মান বলে। কয়লার জ্বালানি মানকে BTU তাপ এককে প্রকাশ করা হয়। যেমন বড় পুকুরিয়া কয়লার ক্যালরিফিক মান হলো 11040 BTU/lb। এক্ষেত্রে lb = one pound

রেলওয়ে লোকোমোটিভ ও বয়লারের জ্বালানিরূপে পিট কয়লা ব্যবহার করা হয়।

*** ব্রিটিশ থার্মাল ইউনিট (BTU) :** এক পাউন্ড পানির (453.59 g) তাপমাত্রা 1° ফারেনহাইট (1°F) বৃদ্ধি করতে যে পরিমাণ তাপ-শক্তির প্রয়োজন হয়, তাকে এক ব্রিটিশ থার্মাল ইউনিট (IBTU) বলে।

ক্যালরিফিক মান (IBTU) = 1055 J = 252.145 (calorie)

২। লিগনাইট কয়লা (Lignite) : লিগনাইট কয়লা হলো পিট কয়লা ও বিটুমিনাস কয়লার মাঝামাঝি গুণ সম্পন্ন। এটির মধ্যে পানির পরিমাণ বা আর্দ্রতা 40% হয়। বাদামি বর্ণের লিগনাইট কয়লার জ্বালানি মান 10500 – 12000 BTU। লিগনাইট কয়লা বিদ্যুৎ উৎপাদনে, বয়লারের জ্বালানিরূপে ও প্রডিউসার গ্যাস ($2CO + N_2$) উৎপাদনে ব্যবহৃত হয়।

$$2C\,(s) + (O_2 + N_2)\,(g) \xrightarrow{\Delta} 2CO\,(g) + N_2\,(g)$$

(৩) বিটুমিনাস কয়লা (Bituminous) : বিটুমিনাস কয়লা কালো, নরম ও শক্ত হতে পারে। বিটুমিনাস কয়লার তিনটি শ্রেণি রয়েছে। যেমন, সাববিটুমিনাস, বিটুমিনাস ও সুপার বিটুমিনাস। এদের মধ্যে আর্দ্রতার শতকরা হার ক্রমান্বয়ে কমে এবং এদের মধ্যে ফিক্সড কার্বনের শতকরা পরিমাণ ও ক্যালরিফিক মান ক্রমে বাড়ে। এদের শ্রেণিভেদে আর্দ্রতা 15.9% – 2.2% হয়ে থাকে এবং ফিক্সড কার্বনের পরিমাণ 44 – 78% থাকে। জ্বালানি মান 11000–15000 BTU হয়। বিদ্যুৎ উৎপাদনে বিটুমিনাস কয়লা ব্যবহৃত হয়।

(৪) অ্যানথ্রাসাইট কয়লা (Anthracite) : অ্যানথ্রাসাইট হলো সবচেয়ে উন্নত মানের শক্ত কালো বর্ণের কয়লা। এতে ফিক্সড কার্বনের পরিমাণ 86 – 88% থাকে, জ্বালানি মান 14500 – 15500 BTU। এটির দহনে ছাই কম হয়। অ্যানথ্রাসাইট কয়লায় সালফার কম থাকে। ধোঁয়াবিহীন জ্বালানিরূপে বিদ্যুৎ উৎপাদনে ও ধাতু নিষ্কাশনে এটি ব্যবহৃত হয়।

(ক) কয়লার মান : কয়লার মান বলতে এতে উপস্থিত (১) জলীয়বাষ্প, (২) উদ্বায়ীবস্তু, (৩) কার্বনগুঁড়া, (৪) সালফারের উপস্থিতি, (৬) দহনের তাপ-মান ও (৬) দহনের পর সৃষ্ট ছাইয়ের পরিমাণ ইত্যাদির ওপর ভিত্তি করে বিভিন্ন শ্রেণির হতে পারে।

বিটুমিনাস কয়লা ও অ্যানথ্রাসাইট উন্নতমানের কয়লা। সারণি–৫.৪-এ উল্লেখিত বাংলাদেশের পাঁচটি কয়লা-খনির সব কয়লা বিটুমিনাস শ্রেণিভুক্ত উন্নতমানের কয়লা।

[2010 সালের জানুয়ারি 9 – 10, এ দু দিন ঢাকায় অনুষ্ঠিত Industrial Engineering and Operations Management ভিত্তিক আন্তর্জাতিক সম্মেলনে উপস্থিত UAE এর Sharjah University এর Professors Mr. Shamsuzzaman ও F. Dweiri এবং জাপানের Hokkaido, Kitani Institute of Technology এর Mr Sharifullah–এর সমন্বয়ে গঠিত কমিটি বাংলাদেশের কয়লার মান নিম্নোক্ত ছয়টি বৈশিষ্ট্যসূচক বা Crieteria ভিত্তিক পাঁচটি কয়লা খনির মধ্যে চারটির কয়লার মান নিরূপণ করেন।]

কয়লার মান নির্ধারক সূচকগুলো হলো– (১) কয়লার ক্যালরিফিক মান (BTU), (২) শতকরা সালফার, (৩) শতকরা কার্বন, (৪) শতকরা উদ্বায়ী বস্তু, (৫) শতকরা জলীয় বাষ্প ও (৬) ছাই (ash) এর উপস্থিতির শতকরা পরিমাণ। এক্ষেত্রে ক্যালরিফিক মান ও ফিক্সড কার্বনের পরিমাণ Heating value এর জন্য অধিক বিবেচ্য।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সারণি – ৫.৪ - এ কয়লার মান নির্ধারক সূচক মান দেয়া হলো।

সূচক → কয়লার খনি ↓	ক্যালরিফিক মান BTU/lb	সালফার % পরিমাণ	যুক্ত (fixed) % কার্বন	উদ্বায়ী বস্তু (%)	জলীয় বাষ্প % পরিমাণ	ছাই (Ash) % পরিমাণ	সব সূচক মিলে গড়মান *
১. বড় পুকুরিয়া A_1	11040	0.52	48.40	29.20	10.00	12.40	0.214
২. দীঘিপাড়া A_2	12116	0.67	54.66	29.24	2.42	13.90	0.413
৩. খালিসপুর A_3	11264	0.77	54.10	22.86	1.28	21.80	0.257
৪. জামালগঞ্জ A_4	11878	0.55	36.72	36.92	3.58	24.25	0.338

সুতরাং বাংলাদেশের পাঁচটি খনির কয়লার মান খুবই উন্নত এবং কয়লাগুলো হলো বিটুমিনাস কয়লা। তবে দীঘিপাড়া খনির কয়লার মান সবচেয়ে বেশি। চারটি খনির কয়লার মান হলো $A_2 > A_4 > A_3 > A_1$

(খ) কয়লার মান বিশ্লেষণ : (১) কয়লার মূল জ্বালানি উপাদান হলো কার্বন। কয়লাতে শতকরা হারে যতবেশি ফিক্সড কার্বন থাকে, সে কয়লা জ্বালানি হিসেবে ততো বেশি উন্নত মান যুক্ত হয়। (২) অপরদিকে সালফার দহনকালে বায়ুদূষক SO_2 গ্যাস উৎপন্ন করে; তাই সালফারের পরিমাণ কয়লাতে কম হলে ভালো। উদ্বায়ী বস্তু কম হলে কয়লার মান উন্নত ধরা হয়। (৩) কয়লার মধ্যে অজৈব ধাতব যৌগ ও বালি থাকে; এসব বস্তু কয়লার দহনের পর ছাই সৃষ্টি করে। ছাইয়ের পরিমাণ কম হলে কয়লার মান উন্নত হয়। (৪) কয়লার ব্যবহারের মূল উদ্দেশ্য হলো তাপশক্তি উৎপাদন। যে কয়লার দহনে যতবেশি তাপ উৎপন্ন হয়, সে কয়লা ততো ভালো।

কয়লার ব্রিটিশ থার্মাল ইউনিট (BTU) : এক পাউন্ড কয়লা পোড়ালে যে পরিমাণ তাপ উৎপন্ন হয়, তাকে সে কয়লার তাপ উৎপাদন ক্ষমতা ধরা হয়। এটি ব্রিটিশ থার্মাল ইউনিট BTU (British Thermal Unit) এককে প্রকাশ করা হয়। বড়পুকুরিয়া কয়লার ক্যালরিফিক মান (Calorific Value) হলো 11040 Btu/lb অথবা 25.68 MJ/kg.

বাংলাদেশের বড় পুকুরিয়া কয়লা খনি থেকে উত্তোলিত কয়লার 65% ব্যবহৃত হবে 250 MW বিদ্যুৎ উৎপাদন সক্ষম কয়লাভিত্তিক বিদ্যুৎ উৎপাদন কেন্দ্রে এবং অবশিষ্ট 35% কয়লা অন্যান্য জ্বালানি খাতে ব্যবহৃত হবে। এ সব খাত হলো রেল ইঞ্জিনে, ইটের ভাটায়, বাড়ির ও দোকানের রান্নার কাজে ও কয়লাভিত্তিক ক্ষুদ্র শিল্পের চুল্লির জ্বালানিরূপে।

[তথ্য উৎস : পেট্রোবাংলা, বার্ষিক রিপোর্ট, 2007-2008 BC MCL].

কয়লা বিশেষজ্ঞ : [প্রফেসর Md. Khalequzzaman Ph. D. Deptt. Geology and Physics, Lock Haven University, USA.] এর মতে,

(১) বাংলাদেশের বর্তমানে আবিষ্কৃত কয়লা খনিতে মজুদ কয়লার পরিমাণ আগামী 50 বছরের জন্য পর্যাপ্ত নয়।

(২) বাংলাদেশের জনসংখ্যার চাহিদা অনুসারে Fuel energy বা জ্বালানি শক্তির পরিমাণ অপ্রতুল। জ্বালানি ব্যবহারে প্রতিবেশী দেশ ভারতের সমতুল্য হারে বাংলাদেশের 18000 MW (মেগাওয়াট) প্রতিদিনের চাহিদা আছে এবং এ চাহিদা ২০২০ সালের মধ্যে বেড়ে 25000 MW হবে। বর্তমানে বাংলাদেশে দৈনিক কয়লা উত্তোলিত হয় 800 Mt (মেগাটন) এবং কয়লাভিত্তিক প্রয়োজনীয় বিদ্যুৎ উৎপাদনের জন্য এ পরিমাণে উত্তোলিত কয়লা আগামী 10–15 বছরের জন্য যথেষ্ট।

MCQ–5.4 : বাংলাদেশের কোন্ কয়লাখনির কয়লার ক্যালরিফিক মান 12116 BTU/lb?
(ক) বড় পুকুরিয়া (খ) দীঘিপাড়া (গ) খালিসপুর (ঘ) জামালগঞ্জ

কয়লার ব্যবহার : কয়লার ব্যবহারসমূহকে মূলত দুটি শ্রেণিতে ভাগ করা যায়। যেমন –
(ক) তাপ-শক্তির উৎসরূপে ও (খ) রাসায়নিক শিল্পে বিজারকরূপে এবং অ্যারোমেটিক যৌগ উৎপাদনে।

(ক) তাপশক্তির উৎসরূপে কয়লার ব্যবহার : তাপশক্তির উৎসরূপে কয়লাকে কঠিন অবস্থায়, তরল জ্বালানি ও গ্যাসীয় জ্বালানিতে রূপান্তর করে বিভিন্ন ক্ষেত্রে ব্যবহার করা হয়। যেমন,

* Fuzzy Set Theory ভিত্তিক Ranking Score করে বিশেষজ্ঞরা সব সূচকের গড় মান নির্ণয় করেছেন। এটি একটি জটিল পদ্ধতি।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

(১) কঠিন জ্বালানিরূপে কয়লা : শিল্প ক্ষেত্রে ব্যবহৃত বিভিন্ন চুল্লিতে, ইট ভাটায়, তাপ বিদ্যুৎ উৎপাদনে, রেলগাড়ির স্টিম ইঞ্জিনে, হোটেল রেস্তোরাঁ ও বাসগৃহের চুল্লিতে কঠিন জ্বালানিরূপে কয়লা ব্যবহৃত হয়। শিল্পক্ষেত্রে তাপ শক্তি উৎপাদনের জন্য মূলত বিটুমিনাস কয়লাকে অধিক প্রাধান্য দেয়া হয়। অপরদিকে বাসগৃহ জ্বালানিরূপে অ্যান্থ্রাসাইট কয়লা ব্যবহার করা হয়।

(২) বিটুমিনাস কয়লা থেকে গ্যাসীয় জ্বালানি : বিটুমিনাস কয়লাকে 900°–1400°C তাপমাত্রায় স্টিম বা বায়ুসহ উত্তপ্ত করে কয়লা থেকে বিভিন্ন জ্বালানি গ্যাস উৎপাদন করা হয়, এ প্রক্রিয়াকে কয়লার গ্যাসীয়করণ বলে। বিটুমিনাস কয়লা থেকে উৎপন্ন গ্যাসীয় জ্বালানি হলো–(i) কোল গ্যাস, (ii) ওয়াটার গ্যাস, (iii) মিথেন গ্যাস, (iv) সংশ্লেষ গ্যাস ও (v) প্রোডিউসার গ্যাস।

(i) কোল গ্যাস (coal gas) : বকযন্ত্র বা রিটর্টে (retort-এ) বিটুমিনাস কয়লার (10–12% পানি থাকে) অন্তর্ধূম পাতন (1000°–1300°C-এ) প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন সব উদ্বায়ী পদার্থকে ঘনীভূত করে এবং অবশিষ্ট গ্যাস মিশ্রণ থেকে CS_2-কে H_2 গ্যাস ও Ni প্রভাবক দ্বারা H_2S গ্যাসে রূপান্তর ও সব H_2S কে Fe_2O_3 দ্বারা শোষণ এবং শেষে HCN গ্যাসকে NaOH ও $FeSO_4$ দ্বারা অপসারিত করে, যে গ্যাস মিশ্রণ পাওয়া যায় তা হলো কোল গ্যাস। বকযন্ত্রে অবশিষ্টরূপে যে কালো গুড়ো পদার্থ পড়ে থাকে, তাকে কোক (Coke) কার্বন বলে।

কোল গ্যাস মিশ্রণে মিথেন, H_2, CO, ইথিলিন, অ্যাসিটিলিন, বেনজিন বাষ্প ও N_2 গ্যাস মিশ্রিত থাকে।

কোল গ্যাসের ব্যবহার : কোল গ্যাস জ্বালানি হিসেবে বিভিন্ন শিল্পে তাপ উৎপাদনে ব্যবহৃত হয়। বিভিন্ন শহরে আলো উৎপাদকরূপে এবং ধাতু নিষ্কাশনে বিজারক পরিবেশ সৃষ্টিতে কোল গ্যাস ব্যবহৃত হয়।

কোক (coke) কার্বনের ব্যবহার : কোক কার্বন দৈনন্দিন কাজে জ্বালানি হিসেবে, ধাতু নিষ্কাশনে বিজারকরূপে ব্যবহৃত হয়। এছাড়া কোক কার্বন প্রোডিউসার গ্যাস ও ওয়াটার গ্যাস উৎপাদনে ব্যবহৃত হয়।

(ii) ওয়াটার গ্যাস (Water gas) : লোহিত তপ্ত কোক কার্বনের ওপর দিয়ে স্টিম চালনা করে ওয়াটার গ্যাস উৎপাদন করে। ওয়াটার গ্যাস হলো সম-মোলার কার্বন মনোক্সাইড (CO) ও H_2 গ্যাসের মিশ্রণ।

$$C(s) + H_2O(steam) \xrightarrow{1400\,℃} [CO(g) + H_2(g)] \text{ (ওয়াটার গ্যাস)}$$

বাস্তবে এ গ্যাসের মধ্যে স্বল্প পরিমাণে CO_2, CH_4 ও N_2 গ্যাস ভেজালরূপে থাকে। ওয়াটার গ্যাসের H_2 উপাদানটি নীল শিখাসহ জ্বলে ওঠে বলে ওয়াটার গ্যাসকে ব্লু-গ্যাসও বলা হয়।

ওয়াটার গ্যাসের ব্যবহার : বিভিন্ন শিল্পে চুল্লির জ্বালানি হিসেবে ওয়াটার গ্যাস ব্যবহৃত হয়। ধাতু নিষ্কাশনে বিজারকরূপে ওয়াটার গ্যাস বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হয়। এছাড়া CH_4 গ্যাস ও মিথানল উৎপাদনে ওয়াটার গ্যাস ব্যবহৃত হয়।

(iii) মিথেন গ্যাস উৎপাদন : লোহিত তপ্ত কোক কার্বনের ওপর দিয়ে স্টিম চালনা করলে ওয়াটার গ্যাস উৎপন্ন হয়। পরে ওয়াটার গ্যাস ও সমআয়তন H_2 গ্যাসের মিশ্রণকে 300°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত Ni চূর্ণের ওপর দিয়ে চালনা করলে মিথেন গ্যাস ও পানি বাষ্প উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন গ্যাস মিশ্রণকে শীতল করলে পানি বাষ্প তরল পানিতে পরিণত হয়। শেষে মিথেন গ্যাস পাওয়া যায়।

$$C(s) + H_2O(steam) \xrightarrow{1400°C} CO(g) + H_2(g)$$

$$\underset{\text{ওয়াটার গ্যাস}}{[CO(g) + H_2(g)]} + 2H_2(g) \xrightarrow[Ni]{300°C} \underset{\text{মিথেন}}{CH_4(g)} + H_2O(steam)$$

CH_4 এর ব্যবহার : মিথেন গ্যাস জ্বালানি হিসেবে এবং ইউরিয়া সার উৎপাদনে ব্যবহৃত হয়।

(iv) সংশ্লেষ গ্যাস (Synthetic gas) : মিথেন গ্যাসকে স্টিমসহ উচ্চ চাপে ও প্রায় 900°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত Ni প্রভাবকের ওপর চালনা করলে সংশ্লেষ গ্যাস উৎপন্ন হয়। সংশ্লেষ গ্যাস হলো এক মোল CO গ্যাস ও তিন মোল H_2 গ্যাসের মিশ্রণ।

$$CH_4(g) + H_2O(g) \xrightarrow[\text{উচ্চচাপ}]{900°C\ Ni} CO(g) + 3H_2(g)$$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সংশ্লেষ গ্যাসের ব্যবহার : সংশ্লেষ গ্যাস শিল্পক্ষেত্রে জ্বালানি ও বিজারক হিসেবে ব্যবহৃত হয়। এছাড়া সংশ্লেষ গ্যাস থেকে মিথানল উৎপাদন করা হয়।

(v) প্রোডিউসার গ্যাস (Producer gas) : লোহিত তপ্ত কোক কার্বনের ওপর দিয়ে 1100°C তাপমাত্রায় বায়ু চালনা করলে মূলত CO গ্যাস ও N_2 গ্যাসের মিশ্রণ পাওয়া যায়, তাকে প্রোডিউসার গ্যাস বলে। স্টিল নির্মিত চুল্লির নাম হলো 'প্রোডিউসার'। এ চুল্লির নামানুসারে এতে উৎপাদিত গ্যাসটির নাম হয়েছে প্রোডিউসার গ্যাস।

$$2C\,(s) + O_2\,(g) + N_2\,(g) \xrightarrow{1100°C} 2CO\,(g) + N_2\,(g)$$

প্রোডিউসার গ্যাসের ব্যবহার : স্টিল, কাচ প্রভৃতি শিল্পে চুল্লি উত্তপ্ত করার জন্য প্রোডিউসার গ্যাস ব্যবহৃত হয়। কোল গ্যাস উৎপাদনে বক-যন্ত্রকে উত্তপ্ত করার জন্য প্রোডিউসার গ্যাস ব্যবহৃত হয়। এছাড়া ধাতু নিষ্কাশনে এটি বিজারক হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

(৩) কয়লার তরল জ্বালানি : পেট্রোল সংশ্লেষণ : লোহিত তপ্ত কোক কার্বনের ওপর স্টিম চালনা করে ওয়াটার গ্যাস প্রস্তুতি করা হয়। পরে CO গ্যাস ও H_2 গ্যাসের এ মিশ্রণকে প্রায় 200°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত কোবাল্ট প্রভাবকের ওপর 5–10 atm চাপে চালনা করা হয়। তখন কৃত্রিম উপায়ে পেট্রোল বা তরল হাইড্রোকার্বন মিশ্রণ উৎপন্ন হয়। তরল অ্যালকেন জ্বালানি উৎপাদনের এ পদ্ধতিকে ফিশার-ট্রপস পদ্ধতি বলে।

$$C\,(s) + H_2O\,(g) \xrightarrow{1400°C} \underset{\text{ওয়াটার গ্যাস}}{CO\,(g) + H_2\,(g)}$$

$$nCO\,(g) + (2n+1)\,H_2\,(g) \xrightarrow[5–10\ atm]{200°C,\ Co} \underset{\text{অ্যালকেন}}{C_nH_{2n+2}} + nH_2O$$

MCQ–5.5 : কোনটি কয়লার গুণগত মান বৃদ্ধি করে? [ঢা. বো. ২০১৭]
(ক) অ্যাশ্ বা ছাই (খ) উদ্বায়ী পদার্থ
(গ) ফিক্সড কার্বন (ঘ) সালফার

এরূপে ফিশার ট্রপস পদ্ধতিতে কয়লা থেকে তরল জ্বালানি গ্যাস তৈরি করে LPG বা তরলীকৃত পেট্রোলিয়াম গ্যাস সিলিন্ডারজাত করা যেতে পারে।

LPG হলো নিম্ন আণবিক ভরবিশিষ্ট হাইড্রোকার্বনের মিশ্রণ। এর মূল উপাদান হলো n-বিউটেন, প্রোপেন, iso-বিউটেন, বিউটিন। এছাড়া প্রোপিলিন ও ইথেন অল্প পরিমাণে থাকে। সাধারণ তাপমাত্রায় উচ্চ চাপে (প্রায় 6 atm) LPG কে তরলে পরিণত করে উচ্চ চাপসহ স্টিলের সিলিন্ডারে ভর্তি করে বাজারে সরবরাহ করা হয়।

LPG এর ক্যালরিফিক মান প্রায় 29500 kcal/m^3 হয়। LPG গন্ধহীন; এর বিষক্রিয়া নেই; তবে শ্বাস রোধের সম্ভাবনা থাকে। LPG সিলিন্ডারে লিকেজ হচ্ছে কীনা তা জানার জন্য তীব্র গন্ধযুক্ত ভারী মারক্যাপটান যৌগ CH_3SH (গ্যাস) অথবা C_2H_5SH (তরল) যোগ করা হয়।

(খ) রাসায়নিক শিল্পে কার্বনের ব্যবহার : (i) লৌহের অক্সাইড আকরিক যেমন, আকরিক ম্যাগনেটাইট (Fe_3O_4) ও রেড হিমাইট (Fe_2O_3) কে বাত্যাচুল্লিতে কোক কার্বনসহ বিজারিত করে লৌহ নিষ্কাশন করা হয়।

$$2C\,(s) + O_2\,(g) \xrightarrow{900°C} 2CO\,(g)$$
$$Fe_3O_4\,(s) + 4CO\,(g) \longrightarrow 3Fe\,(s) + 4CO_2\,(g)$$
$$Fe_2O_3\,(s) + 3CO\,(g) \longrightarrow 2Fe\,(s) + 3CO_2\,(g)$$

(ii) বিটুমিনাস কয়লার বিধ্বংসী পাতনে কোল গ্যাস ও আলকাতরা পাওয়া যায়। আবার আলকাতরার আংশিক পাতন প্রক্রিয়ায় বেনজিন, টলুইন, জাইলিন, ফেনল ও ন্যাফথ্যালিন উৎপাদন করা হয়। কয়লার বিধ্বংসী পাতনে অবশেষরূপে যে পিচ (Pitch) পাওয়া যায়, তা রোড–কার্পেটিং কাজে ব্যবহৃত হয়।

জেনে নাও :
(১) কোল গ্যাসে থাকে → CH_4, H_2, CO, N_2, ইথিলিন, অ্যাসিটিলিন ও বেনজিন-বাষ্প।
(২) ওয়াটার গ্যাসে থাকে → 1 ঃ 1 মোল অনুপাতে CO ও H_2 গ্যাস। (কোক ও স্টিম থেকে)
(৩) সংশ্লেষ গ্যাসে থাকে → 1 ঃ 3 মোল অনুপাতে CO ও H_2 গ্যাস। (মিথেন ও স্টিম থেকে)
(৪) প্রোডিউসার গ্যাসে থাকে → 2 ঃ 1 মোল অনুপাতে CO ও N_2 গ্যাস। (কোক ও বায়ু থেকে)

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

শিক্ষার্থীর কাজ – ৫.২ : বাংলাদেশের কয়লাক্ষেত্রভিত্তিক :

প্রশ্ন- ৫.২(ক) : কয়লা কী?
প্রশ্ন- ৫.২(খ) : কয়লাকে জীবাশ্ম বলে কেন?
প্রশ্ন- ৫.২(গ) : ভূগর্ভে চাপাপড়া উদ্ভিদের কয়লায় রূপান্তরের ধারা লেখ।
প্রশ্ন- ৫.২(ঘ) : Black Diamond বলতে কী বুঝ?
প্রশ্ন- ৫.২(ঙ) : বাংলাদেশের কোন কোন স্থানে কয়লার খনি পাওয়া গেছে?
প্রশ্ন- ৫.২(চ) : বিটুমিনাস কয়লা ও অ্যান্থ্রাসাইট কয়লার বৈশিষ্ট্য লেখ।
প্রশ্ন- ৫.২(ছ) : কয়লার ব্রিটিশ থার্মাল ইউনিট বলতে কী বুঝ?
প্রশ্ন- ৫.২(জ) : কয়লা মান নির্ধারক সূচকগুলো কী কী?
প্রশ্ন- ৫.২(ঝ) : কয়লার ক্যালরিফিক মান বা জ্বালানি মান কী?
প্রশ্ন- ৫.২(ঞ) : বিটুমিনাস কয়লা থেকে উৎপন্ন গ্যাসীয় জ্বালানি কী কী? এ সব জ্বালানির ব্যবহার লেখ।
প্রশ্ন- ৫.২(ট) : কয়লা থেকে তরল জ্বালানি কী রূপে উৎপাদন করা যায় তা সমীকরণসহ লেখ।
প্রশ্ন- ৫.২(ঠ) : ফিশার ট্রপস পদ্ধতিতে কয়লা থেকে LPG উৎপাদন বর্ণনা কর।

৫.৩ জ্বালানি সম্পদের প্রেক্ষিতে বাংলাদেশে শিল্পায়নের সম্ভাবনা

Fuel Resources and Industrial Possibility in Bangladesh

যে কোনো দেশের শিল্পায়ন সে দেশের জ্বালানি সম্পদের ওপর মূলত নির্ভরশীল। শিল্প কারখানার উন্নতির মূলে রয়েছে স্বল্প মূল্যে জ্বালানির যোগান দেয়া। আধুনিক যুগে শিল্পের উন্নত যন্ত্রপাতি বৈদ্যুতিক শক্তিতে চলে। বর্তমানে ২০১৭ সাল পর্যন্ত বাংলাদেশে জ্বালানি সম্পদ বলতে আবিষ্কৃত 27টি প্রাকৃতিক গ্যাসক্ষেত্র, সিলেটে নতুন আবিষ্কৃত একটি তেলখনি এবং পাঁচটি কয়লার খনি আছে।

(১) প্রাপ্ত তথ্য মতে আগামী 10–15 বছর যাবৎ বাংলাদেশের খনিতে প্রাপ্ত কয়লা থেকে দেশে প্রয়োজনীয় বিদ্যুৎ শক্তি উৎপাদন ও যোগান দেয়া সম্ভব।

(২) এছাড়া বর্তমানে বাংলাদেশ সরকার রাশিয়ার সাথে পারমাণবিক বিদ্যুৎ উৎপাদন কেন্দ্র স্থাপনের ব্যবস্থা করেছে। ফলে অদূর ভবিষ্যতে বিদ্যুৎ অধিক হারে যোগান দেয়া সম্ভব হবে।

(৩) তখন গ্যাসভিত্তিক বিদ্যুৎ উৎপাদন প্রকল্প বাদ দেয়া সম্ভব হবে। এর পরিবর্তে প্রাকৃতিক গ্যাস রাসায়নিক শিল্পে অধিক হারে ব্যবহার করা সম্ভব হবে।

(৪) তাই বলা যায়, কয়লা সম্পদের সঠিকভাবে উত্তোলন এবং বিদ্যুৎ প্রকল্পে কয়লা সম্পদের ব্যবহারে দেশে বিদ্যুৎ উৎপাদন বৃদ্ধি করলে নতুন শিল্প প্রতিষ্ঠান গড়ে ওঠবে।

(৫) অপরদিকে প্রাকৃতিক গ্যাসের রাসায়নিক শিল্পে অধিক ব্যবহারে নতুন রাসায়নিক শিল্প প্রতিষ্ঠানের ক্ষেত্র সৃষ্টি হবে। মোট কথা জ্বালানি সম্পদের সুচিন্তিত ব্যবহার বাংলাদেশে অধিক শিল্পায়নের ক্ষেত্র সৃষ্টি করবে।

৫.৪ বাংলাদেশের উল্লেখযোগ্য রসায়ন শিল্প পরিচিতি

Important Chemical Industries of Bangladesh

বাংলাদেশে নিম্নোক্ত ক্ষেত্রে রসায়ন শিল্প গড়ে ওঠেছে। যেমন– (১) রাসায়নিক সার, (২) সিমেন্ট, (৩) চিনি, (৪) সাবান ও প্রসাধনী সামগ্রী, (৫) কাচ ও সিরামিক, (৬) চামড়া টেনিং, (৭) প্লাস্টিক ও পলিমার শিল্প, (৮) কাগজ ও পাল্প শিল্প, (৯) ওষুধ শিল্প ও (১০) বিভিন্ন পানীয় উৎপাদন শিল্প।

এসব রাসায়নিক শিল্পে সরকারি ও বেসরকারি উভয় ধরনের মালিকানা আছে। সরকারি রাসায়নিক কারখানাসমূহের পরিচালনার জন্য বাংলাদেশ রসায়ন শিল্প কর্পোরেশন (Bangladesh Chemical Industries Corporation, BCIC) রয়েছে। এ সংস্থার অধীনে পরিচালিত কারখানাসমূহের সংক্ষিপ্ত পরিচিতি নিচে দেয়া হলো :

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

(ক) সিমেন্ট শিল্প :

১। **ছাতক সিমেন্ট কোম্পানি লিমিটেড :** এটি সুনামগঞ্জের ছাতকে 1938 সালে প্রতিষ্ঠিত হয়। এ কারখানার বার্ষিক উৎপাদন ক্ষমতা 190,000 মেট্রিক টন সিমেন্ট। এটি একটি পূর্ণাঙ্গ সিমেন্ট কারখানা; এটিতে কাঁচামাল থেকে সিমেন্ট তৈরি করা হয়।

এছাড়া অনেক সিমেন্ট কারখানা আছে। এরা বিদেশ থেকে ক্লিংকার আমদানি করে এবং ঐ ক্লিংকার গুঁড়ার সাথে 3% জিপসাম গুঁড়া মিশিয়ে সিমেন্ট উৎপাদন করে। এদের মধ্যে আছে – (১) চিটাগাং সিমেন্ট এবং ক্লিংকার কারখানা, (২) সুনামগঞ্জের ল্যাফার্জ সিমেন্ট কোম্পানি, (৩) রুবি সিমেন্ট, (৪) কনফিডেন্স সিমেন্ট, (৫) আরামিট সিমেন্ট, (৬) প্রিমিয়ার সিমেন্ট, (৭) হাইডেলবার্গ সিমেন্ট ও (৮) ফ্রেস সিমেন্ট ইত্যাদি।

(খ) পাল্প, কাগজ ও হার্ড বোর্ড শিল্প :

১। **কর্ণফুলি পেপার মিলস লিমিটেড :** এটি রাঙ্গামাটি পার্বত্য চট্টগ্রামের চন্দ্রঘোনায় 1950 – 53 সালে প্রতিষ্ঠিত হয়। এতে কাগজ ও পাল্প তৈরি হয়। এর উৎপাদন ক্ষমতা ক্রমশ হ্রাস পাচ্ছে। BCIC এর ওয়েবসাইটে এর উৎপাদন ক্ষমতা সম্পর্কে বর্তমানে কোনো তথ্য নেই।

২। **খুলনা হার্ডবোর্ড মিলস্ লিমিটেড :** এটি খুলনার খালিশপুরে 1968 সনে প্রতিষ্ঠিত হয়। এ কারখানার বার্ষিক উৎপাদন ক্ষমতা 300 লক্ষ বর্গফুট হার্ড বোর্ড।

(গ) কাচ ও সিরামিক শিল্প :

১। **উসমানিয়া গ্লাস শিট ফ্যাক্টরি লিমিটেড :** এটি চট্টগ্রামের কালুরঘাট শিল্প এলাকায় অবস্থিত। 1959 সনে এটি প্রতিষ্ঠিত হয়। এর বার্ষিক উৎপাদন 18.67 মিলিয়ন বর্গফুট কাচের শিট (২ মি. মি. হতে ৬.৬ মি. মি পর্যন্ত)।

২। **বাংলাদেশ ইনসুলেটর এন্ড সেনিটারি ওয়্যার ফ্যাক্টরি লিমিটেড :** এটি ঢাকার মিরপুরে 1979 সালে প্রতিষ্ঠিত হয়। এ কারখানার বার্ষিক উৎপাদন 3400 মেট্রিক টন।

(ঘ) সার কারখানা :

১। **ন্যাচারাল গ্যাস ফার্টিলাইজার ফ্যাক্টরি লিমিটেড (NGFF) :** এটি সিলেটের ফেঞ্চুগঞ্জে 1961 সালে প্রতিষ্ঠিত হয়। এর বার্ষিক উৎপাদন ক্ষমতা 10,600 মেট্রিক টন ইউরিয়া।

২। **টিএসপি কমপ্লেক্স লিমিটেড :** চট্টগ্রামের নর্থ পতেঙ্গায় 1968 সালে এটি প্রতিষ্ঠিত হয়। এ কারখানায় বার্ষিক উৎপাদন ক্ষমতা 100,000 টন টিএসপি সার।

৩। **ইউরিয়া ফার্টিলাইজার ফ্যাক্টরি লিমিটেড (UFFL) :** এটি নরসিংদির ঘোড়াশালে 1970 সালে প্রতিষ্ঠিত হয়। এর বার্ষিক উৎপাদন ক্ষমতা 4,70,000 মেট্রিক টন ইউরিয়া।

৪। **আশুগঞ্জ ফার্টিলাইজার এন্ড কেমিক্যাল কোম্পানি লিমিটেড (AFCL) :** এ কারখানা ব্রাহ্মণবাড়িয়ার আশুগঞ্জে 1981 সালে প্রতিষ্ঠিত হয়। এর বার্ষিক উৎপাদন ক্ষমতা 5,28,000 মেট্রিক টন ইউরিয়া।

৫। **পলাশ ইউরিয়া ফার্টিলাইজার ফ্যাক্টরি লিমিটেড (PUFF) :** এটি নরসিংদির পলাশে 1985 সালে প্রতিষ্ঠিত হয়। এর বার্ষিক উৎপাদন ক্ষমতা 95,000 মেট্রিক টন।

৬। **চিটাগাং ইউরিয়া ফার্টিলাইজার ফ্যাক্টরি লিমিটেড (CUFL) :** চট্টগ্রামের রাঙাদিয়ায় এটি 1987 সালে প্রতিষ্ঠিত হয়। এ ফ্যাক্টরিতে প্রতি বছর 5,61,000 মেট্রিক টন ইউরিয়া সার উৎপাদিত হয়। এ কারখানায় ইউরিয়া উৎপাদন শুরু হয় 1989 সালে।

৭। **যমুনা ফার্টিলাইজার কোম্পানি লিমিটেড (JFCL) :** এটি জামালপুরের তারাকান্দিতে 1989 সালে প্রতিষ্ঠিত হয়। এর বার্ষিক উৎপাদন ক্ষমতা 5,61,000 মেট্রিক টন ইউরিয়া। এটিতে ইউরিয়া উৎপাদন শুরু হয় 1991 সালে।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

৮। **কর্ণফুলি ফার্টিলাইজার কোম্পানি লিমিটেড (KAFCO) :** এটি চট্টগ্রাম শহরের 22 কিলোমিটার দক্ষিণ-পূর্ব দিকে কর্ণফুলি নদীর দক্ষিণ পার্শ্বে অবস্থিত। এটি 1995 সালে প্রতিষ্ঠিত বাংলাদেশের সবচেয়ে বড় ইউরিয়া সারকারখানা। এ সারকারখানায় বাংলাদেশসহ জাপান, ডেনমার্ক ও নেদারল্যান্ডের কোম্পানির মালিকানা রয়েছে। এ কারখানাটির বার্ষিক 6,80,000 মেট্রিক টন দানা ইউরিয়া উৎপাদন ক্ষমতা রয়েছে, তবে বর্তমানে 5,75, 425 মেট্রিক টন দানা ইউরিয়া উৎপাদন করা হচ্ছে। এতে অনার্দ্র অ্যামোনিয়াও তৈরি করা হয়।

৯। **ডিএপি (DAP) ফার্টিলাইজার কোম্পানি লিমিটেড :** এটি চট্টগ্রামের রাঙ্গাদিয়ায় অবস্থিত। এটি প্রতিষ্ঠিত হয় 2006 সালে। এর বার্ষিক উৎপাদন ক্ষমতা 5,28,000 মেট্রিক টন ডাইঅ্যামোনিয়াম ফসফেট (ডিএপি)।

এছাড়া বাংলাদেশে সরকারি চিনি ও খাদ্যদ্রব্যের কারখানাসমূহের একটি কর্পোরেশন বিদ্যমান। 1976 সালের ১ জুলাই সরকারি আদেশে বাংলাদেশ সুগার মিলস্ কর্পোরেশন (Bangladesh Sugar Mills Corporation, BSMC) এবং বাংলাদেশ ফুড এন্ড অ্যালাইড ইন্ডাস্ট্রিজ কর্পোরেশন (Bangladesh Food and Allied Industries Corporation, BFAIC)- এ দুটো কর্পোরেশনকে একীভূত করে বাংলাদেশ সুগার এন্ড ফুড ইন্ডাস্ট্রিজ কর্পোরেশন (Bangladesh Sugar and Food Industries Corporation, BSFIC) গঠিত হয়। এর অধীনস্থ কারখানাসমূহ হলো,

(ঙ) চিনি শিল্প :

(১) পঞ্চগড় সুগার মিল লিমিটেড; : এটির বার্ষিক উৎপাদন 10,160 মেট্রিক টন চিনি।
(২) সেতাবগঞ্জ সুগার মিল লিমিটেড, : দিনাজপুরের এ মিলের বার্ষিক উৎপাদন 12,500 মেট্রিক টন চিনি।
(৩) ঠাঁকুরগাও সুগার মিলস লিমিটেড; : এটির বার্ষিক উৎপাদন ক্ষমতা 15,240 মেট্রিক টন।
(৪) শ্যামপুর সুগার মিল লিমিটেড; : এটির বার্ষিক উৎপাদন ক্ষমতা 10,160 মেট্রিক টন।
(৫) রংপুর সুগার মিল লিমিটেড; : এটির বার্ষিক উৎপাদন ক্ষমতা 15,000 মেট্রিক টন।
(৬) রাজশাহী সুগার মিল লিমিটেড; : এটির বার্ষিক উৎপাদন ক্ষমতা 20,000 মেট্রিক টন চিনি।
(৭) জয়পুরহাট সুগার মিল লিমিটেড; : এটির বার্ষিক উৎপাদন ক্ষমতা 20,320 মেট্রিক টন চিনি।
(৮) নাটোর সুগার মিল লিমিটেড; : এটির বার্ষিক উৎপাদন ক্ষমতা 15,000 মেট্রিক টন।
(৯) নর্থ বেঙ্গল সুগার মিল লিমিটেড, : গোপালপুর, নাটোর; এটির বার্ষিক উৎপাদন ক্ষমতা 15,000 মেট্রিক টন।
(১০) পাবনা সুগার মিল লিমিটেড; : এটির বার্ষিক উৎপাদন ক্ষমতা 15,000 মেট্রিক টন চিনি।
(১১) কুষ্টিয়া সুগার মিল লিমিটেড; : এটির বার্ষিক উৎপাদন ক্ষমতা 15,240 মেট্রিক টন চিনি।
(১২) মোবারকগঞ্জ সুগার মিল লিমিটেড, ঝিনাইদহ; : এটির বার্ষিক উৎপাদন ক্ষমতা 15000 মেট্রিক টন চিনি।
(১৩) ফরিদপুর সুগার মিল লিমিটেড; : এটির বার্ষিক উৎপাদন ক্ষমতা 10,160 মেট্রিক টন চিনি।
(১৪) কেরু এন্ড কোং, দর্শনা, চুয়াডাঙ্গা; : উৎপাদন ক্ষমতা 11,150 মেট্রিক টন চিনি ও 2.8 মিলিয়ন লিটার স্পিরিট।
(১৫) ঝিল বাংলা সুগার মিল লিমিটেড, দেওয়ানগঞ্জ, জামালপুর : এ মিলের বার্ষিক উৎপাদন ক্ষমতা 10,160 মেট্রিক টন চিনি।

৫.৫.১ ইউরিয়া উৎপাদনের মূলনীতি

Principle of Urea Production

মূলনীতি : অ্যামোনিয়া ও CO_2 গ্যাস হতে ইউরিয়া উৎপাদন করা হয়। অধিক চাপে (120–130 atm) ও 180°C–190°C তাপমাত্রায় অ্যামোনিয়া ও CO_2 এর বিক্রিয়ায় প্রথমে অ্যামোনিয়াম কার্বামেট এবং পরে এটি নিরুদিত হয়ে ইউরিয়া উৎপন্ন করে।

$$2NH_3\,(g) + CO_2\,(g) \xrightarrow{180°C,\ 130\ atm,} H_2NCOONH_4 \text{ (অ্যামোনিয়াম কার্বামেট)}$$

$$H_2N{-}COONH_4 \xrightarrow{180°C,\ 130\ atm,} \underset{\text{ইউরিয়া}}{H_2N{-}CO{-}NH_2} + H_2O$$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

বাংলাদেশে প্রাকৃতিক গ্যাস মিথেন থেকে ইউরিয়া উৎপাদনে ব্যবহৃত NH_3 ও CO_2 নিম্নোক্ত ধাপে প্রস্তুত করা হয় :

(১) প্রাকৃতিক গ্যাস থেকে H_2 ও CO_2 গ্যাস উৎপাদন,

(২) প্রাকৃতিক গ্যাস থেকে উৎপাদিত H_2 ও বায়ুস্থ N_2 থেকে NH_3 উৎপাদন ও

(৩) NH_3 গ্যাস ও CO_2 হতে ইউরিয়া উৎপাদন।

(১) প্রাকৃতিক গ্যাস থেকে H_2 ও CO_2 গ্যাস উৎপাদন :

(i) প্রাকৃতিক গ্যাস থেকে সালফার মুক্তকরণ : প্রথমে প্রাকৃতিক গ্যাসের জৈব সালফার মুক্ত করার জন্য প্রাকৃতিক গ্যাসকে H_2 গ্যাসসহ উত্তপ্ত Co-Mo প্রভাবক মিশ্রণের ওপর দিয়ে চালনা করা হয়।

$$\text{জৈব সালফার যৌগ} + H_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{Co. Mo}} H_2S + \text{সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন}$$

এরপর নির্গত প্রাকৃতিক গ্যাস মিশ্রণকে উত্তপ্ত ZnO প্রভাবকের ওপর দিয়ে চালনা করে সমস্ত H_2S মুক্ত করা হয়।

$$ZnO + H_2S \xrightarrow{\Delta} ZnS + H_2O$$

(ii) মিথেনকে স্টিম ও বায়ুর O_2 সহ জারণে CO_2 সহ N_2 ও H_2 (1 ঃ 3) উৎপাদন : সালফার মুক্ত মিথেন গ্যাস ও স্টিমের মিশ্রণকে 450°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত Ni প্রভাবকের ওপর মিথেন দিয়ে চালনা করা হয়। তখন **90%** মিথেন গ্যাস জারিত হয়ে CO_2 ও H_2 গ্যাসে পরিণত হয়।

$$CH_4(g) + 2H_2O(g) \xrightarrow{\text{Ni; 450°C}} CO_2(g) + 4H_2(g)$$

এরপর নির্গত CO_2, H_2 ও 10% CH_4 গ্যাস মিশ্রণের সমস্ত CH_4 গ্যাসকে জারিত করার জন্য প্রয়োজনীয় বাতাসসহ 500°C এ উত্তপ্ত Fe_2O_3 ও Cr_2O_3 প্রভাবক মিশ্রণের ওপর দিয়ে চালনা করা হয়। তখন বাতাসের O_2 এর সাথে H_2 এর বিক্রিয়ায় জলীয় বাষ্প এবং উৎপন্ন জলীয় বাষ্প ও CH_4 এর বিক্রিয়ায় CO_2 ও H_2 উৎপন্ন হয়। শেষে উৎপন্ন CO_2 কে K_2CO_3 এর দ্রবণে শোষণ করা হয়। তখন অবশিষ্ট H_2 ও বাতাসের 78% N_2 নির্গত গ্যাস মিশ্রণে থেকে যায়।

$$2H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2H_2O(g)$$

$$CH_4(g) + 2H_2O(g) \xrightarrow[Cr_2O_3]{Fe_2O_3;\ 500°C} CO_2(g) + 4H_2(g)$$

$$K_2CO_3(aq) + CO_2(g) + H_2O(l) \longrightarrow 2KHCO_3(aq)$$

CO_2 পুনরুদ্ধার : CO_2 এর শোষণের পরে নির্গত গ্যাস মিশ্রণে N_2 ও H_2 এর পরিমাণ 1 ঃ 3 অনুপাতে থাকে। এ গ্যাস মিশ্রণ অ্যামোনিয়া উৎপাদনে ব্যবহৃত হয়।

পরে $KHCO_3$ দ্রবণকে নিম্নচাপে উত্তপ্ত করলে এটি বিযোজিত হয়ে K_2CO_3 ও CO_2 গ্যাস পুনরায় উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন CO_2 গ্যাস ইউরিয়া উৎপাদনে ব্যবহৃত হয়।

$$2KHCO_3(aq) \xrightarrow[\text{নিম্নচাপে}]{\Delta} K_2CO_3(aq) + H_2O(l) + \boxed{CO_2(g)}$$

(২) অ্যামোনিয়া উৎপাদন : নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেনের 1 ঃ 3 অনুপাতের মিশ্রণটিকে 500°C এ উত্তপ্ত Fe চূর্ণ ও প্রভাবক সহায়ক Al_2O_3 মিশ্রণের ওপর দিয়ে 200 atm চাপে চালনা করলে হেবার পদ্ধতিতে অ্যামোনিয়া উৎপন্ন হয়।

$$N_2(g) + 3H_2(g) \xrightarrow[500°C,\ 200\ atm]{Fe, Al_2O_3} \boxed{2NH_3(g)}$$

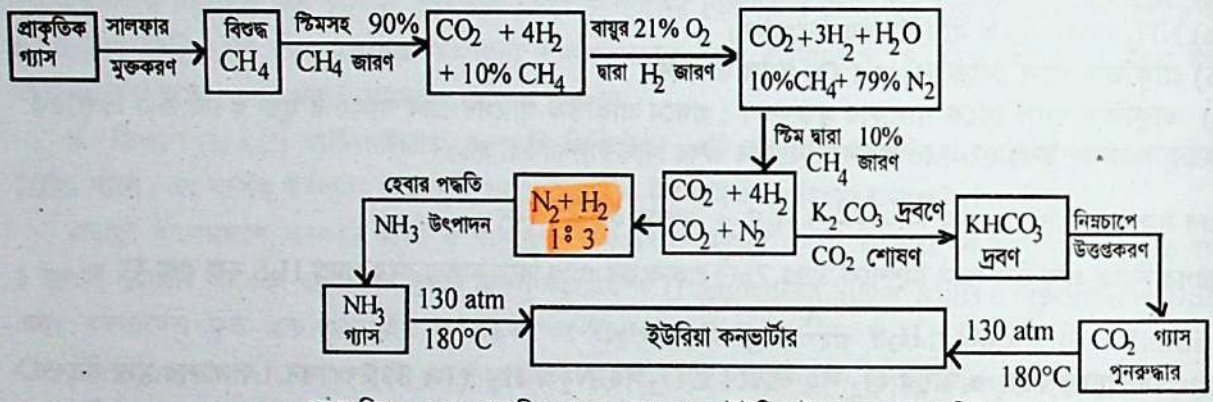
ইউরিয়া উৎপাদন : প্রায় 120 –130 atm চাপে ও 180°C– 190°C তাপমাত্রায় NH_3 গ্যাস ও CO_2 গ্যাসের বিক্রিয়ায় প্রথমে অ্যামোনিয়াম কার্বামেট এবং পরে এটি নিরুদিত হয়ে ইউরিয়া উৎপন্ন করে।

$$2NH_3(g) + CO_2(g) \xrightarrow{180°C,\ 130\ atm} \underset{\text{অ্যামোনিয়াম কার্বামেট}}{H_2N\text{-}COONH_4(s)}$$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

$$H_2N\text{-}COONH_4 \xrightarrow{180°C,\ 130\ atm} H_2N\text{-}CO\text{-}NH_2 + H_2O$$
ইউরিয়া



প্রবাহ চিত্র – ৫.৪ : প্রাকৃতিক গ্যাস CH_4 থেকে ইউরিয়া উৎপাদকের প্রবাহচিত্র

MCQ-5.6 : প্রাকৃতিক গ্যাসের ব্যবহারের উল্লেখযোগ্য সুফল হলো :
(i) বিদ্যুৎ উৎপাদন দ্বারা শিল্পায়ন ঘটছে, (ii) জ্বালানি সমস্যা সমাধানে ভূমিকা রয়েছে।
(iii) নাইট্রোজেন ফিক্সেশন সম্ভব হয়েছে।
কোনটি সঠিক হবে?
(ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (i) ও (iii) (ঘ) (i), (ii) ও (iii)

শিক্ষার্থীর কাজ – ৫.৩ : প্রাকৃতিক গ্যাস থেকে ইউরিয়া উৎপাদনভিত্তিক :

প্রশ্ন-৫.৩(ক) : উদ্ভিদের বৃদ্ধি সহায়ক যে সারটি বাংলাদেশে প্রাকৃতিক গ্যাস ও বায়ু থেকে উৎপাদন করা হয়, এর উৎপাদনের মূলনীতি সমীকরণসহ বর্ণনা কর। [ঢা. বো. ২০১৫]
অথবা, প্রাকৃতিক গ্যাস + বায়ু → A যৌগ, [চ. বো. ২০১৬]
উদ্দীপকের A যৌগটি উৎপাদনের মূলনীতি লেখ।

প্রশ্ন-৫.৩(খ) : ইউরিয়া উৎপাদন শিল্প হতে সৃষ্ট দূষকসমূহের ক্ষতিকর প্রভাব বিশ্লেষণ কর। [ঢা. বো. ২০১৫]

প্রশ্ন – ৫.৪: নিচের উদ্দীপকটি অনুধাবন করে সংশ্লিষ্ট প্রশ্নের উত্তর দাও। [ঢা. বো. ২০১৬]

প্রাকৃতিক গ্যাস → H_2 (N_2, Δ, চাপ) → X (CO_2) → ইউরিয়া

(ক) উদ্দীপক মতে শেষ যৌগটি উৎপাদনের মূলনীতি সমীকরণসহ লেখ।
(খ) উদ্দীপকের X যৌগটির সর্বোচ্চ পরিমাণ উৎপাদনের নিয়ামকসমূহের প্রভাব ব্যাখ্যা কর।

প্রশ্ন – ৫.৫ : নিচের উদ্দীপকটি অনুধাবন করে সংশ্লিষ্ট প্রশ্নের উত্তর দাও। [ব. বো. ২০১৬]

$$A_2(g) + 3B_2(g) \xrightarrow[200\ atm]{450°C,\ Fe} E \xrightarrow{CO_2} \text{কার্বামেট} \xrightarrow{\Delta} D$$

(ক) উদ্দীপক মতে D উৎপাদনে সৃষ্ট দূষকগুলো কীভাবে পরিবেশে ক্ষতিকর প্রভাব ফেলে তা ব্যাখ্যা কর।
(খ) উৎপাদ E যৌগের 99.7% পাওয়ার জন্য প্রয়োজনীয় শর্তসমূহ বিশ্লেষণ কর।

প্রশ্ন – ৫.৬ : নিচের উদ্দীপক অনুসারে সংশ্লিষ্ট প্রশ্নের উত্তর দাও। [চ. বো. ২০১৬]

(i) CH_4 (ii) CFC (iii) CO_2 (iv) NH_3

(ক) উদ্দীপকের কোন কোন যৌগ ব্যবহার করে ইউরিয়া উৎপাদন করা যায় তা সমীকরণসহ লেখ।
(খ) ওজোন স্তরের সাথে উদ্দীপকের কোন যৌগটির বিক্রিয়া পরিবেশের জন্য ক্ষতিকর তা বিশ্লেষণ কর।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

জেনে নাও : (১) নাইট্রোজেন, ফসফরাস ও পটাস সার উদ্ভিদের বৃদ্ধি, মূলের বৃদ্ধি ও ফুল-ফল ধারণের জন্য অপরিহার্য। N গঠিত ইউরিয়া সার উদ্ভিদের বৃদ্ধির জন্যে প্রাথমিকভাবে প্রয়োজনীয় সার। বীজ বপন ও চারা রোপণের পর ইউরিয়া সার যে কোনো ফসলের বৃদ্ধির জন্য প্রোটিন সংশ্লেষণ প্রয়োজন। ফসফরাস গঠিত ফসফেট সার উদ্ভিদের মূল বৃদ্ধিতে এবং পটাস সার (KCl) উদ্ভিদের ফুল ফল ধারণে বিশেষ ভূমিকা রাখে।

(২) মাটিতে ইউরিয়া সারের কার্যপ্রণালি : ইউরিয়া সার সিক্ত মাটিতে প্রথমে আর্দ্র বিশ্লেষিত হয়ে NH_3 ও CO_2 উৎপন্ন করে। উৎপন্ন NH_3 মাটির নাইট্রোসোমোনাস জীবাণুর প্রভাবে জারিত হয়ে নাইট্রাস এসিড (HNO_2) ও পরে নাইট্রিফাইং জীবাণুর প্রভাবে জারিত হয়ে HNO_3 উৎপন্ন হয়; যা মাটির চুন জাতীয় ক্ষার বস্তুর সাথে বিক্রিয়ায় দ্রবণীয় নাইট্রেট লবণ তৈরি করে। উদ্ভিদ মূল দ্বারা নাইট্রেট লবণ শোষণ করে প্রোটিন সংশ্লেষণে যোগান দেয়। উৎপন্ন প্রোটিন উদ্ভিদের দেহ বৃদ্ধি করে।

$$CO(NH_2)_2 + H_2O \rightarrow 2NH_3 + CO_2; \qquad 2NH_3 + 3O_2 \xrightarrow{\text{ব্যাকটেরিয়া}} 2HNO_2 + 2H_2O$$

$$2HNO_2 + O_2 \xrightarrow{\text{ব্যাকটেরিয়া}} 2HNO_3; \qquad 2HNO_3 + CaO \rightarrow Ca(NO_3)_2 + H_2O$$

ইউরিয়া সারের উপযোগিতা ও ইউরিয়া উৎপাদনে NH_3 এর গুরুত্ব : (১) উদ্ভিদের বৃদ্ধির জন্যে ইউরিয়া সার প্রাথমিকভাবে একান্ত প্রয়োজনীয় সার। (২) উদ্ভিদের শাখা-প্রশাখা বৃদ্ধির প্রয়োজনীয় প্রোটিন এ N- গঠিত ইউরিয়া সার থেকে উদ্ভিদ তৈরি করে থাকে। (৩) বীজ বপন ও চারা রোপনের পর ইউরিয়া সার মাটিতে উপযুক্ত পরিমাণে প্রয়োগ করতে হয়। (৪) সব ধরনের কৃষিযোগ্য মাটি ও যে কোনো ফসল উৎপাদনে **'ইউরিয়া'** হলো বিশেষ উপযোগী একটি আদর্শ রাসায়নিক সার।

কৃষিক্ষেত্রে এ অত্যাবশ্যকীয় ইউরিয়া সার উৎপাদনে অ্যামোনিয়া (NH_3) ও CO_2 গ্যাস ব্যবহৃত হয়। তাই ইউরিয়া সারের উৎপাদনে NH_3 গ্যাসের গুরুত্ব অপরিসীম। **ইউরিয়া সারের গুরুত্বের সাথে NH_3 গ্যাসের গুরুত্ব ওতপ্রোতভাবে জড়িত।** [এক্ষেত্রে NH_3 ও CO_2 গ্যাস থেকে ইউরিয়া উৎপাদন সমীকরণ পরীক্ষার প্রশ্নের উত্তর পত্রে দিতে হবে।]

৫.৫.২ কাচ বা গ্লাস উৎপাদনের মূলনীতি

Principle of Glass Production

কাচের সংজ্ঞা : কাচ বা গ্লাস হলো রাসায়নিক গঠনগতভাবে সোডিয়াম-ক্যালসিয়াম-দ্বি সিলিকেট মিশ্রণ, যা দেখতে স্বচ্ছ, শক্ত কিন্তু ভঙ্গুর ও অনিয়তাকার (non-crystalline) কঠিন পদার্থ। কাচের কোনো নির্দিষ্ট সংকেত বা সংযুক্তি নেই।

★ কেলাসাকার কঠিন পদার্থ যেমন NaCl এর নির্দিষ্ট গলনাঙ্ক (801°C) থাকলেও কাচের কোনো সুনির্দিষ্ট গলনাঙ্ক নেই। কাচকে তাপ দিলে ধীরে ধীরে নরম হয় অর্থাৎ গলন শুরু হয় (প্রাথমিক গলনাঙ্ক) এবং তাপমাত্রার একটি বিস্তৃত সীমার (যেমন প্রায় 500°C) মধ্যে সম্পূর্ণ গলে গিয়ে (সর্বোচ্চ গলনাঙ্কে) সর্বনিম্ন সান্দ্রতা (10^1 poise) যুক্ত তরলে পরিণত হয়।

★★ **কাচ হলো অত্যধিক শীতলীকৃত তরল :** কাচ অনিয়তাকার কঠিন পদার্থ বটে। কিন্তু কঠিন পদার্থের নিয়তাকার (crystalline) ও অনিয়তাকার গঠনের সংজ্ঞা মতে, অনিয়তাকার কঠিন পদার্থকে প্রকৃত কঠিন পদার্থ বলা যায় না। কারণ কাচ বা অনিয়তাকার পদার্থের অভ্যন্তরে 'সূক্ষ্ম একক'গুলোর মধ্যে ধীরগতিতে প্রবাহ হয়ে থাকে। তাই অনিয়তাকার কঠিন পদার্থ কাচকে উচ্চ সান্দ্রতা (viscosity) সম্পন্ন অত্যধিক শীতলীকৃত তরল (supercooled liquid) পদার্থ বলা হয়। এরূপ পদার্থের মধ্যে পলিমারসমূহ অন্তর্ভুক্ত; [অনুচ্ছেদ-২.১৮, পলিমার গ্লাস দ্রষ্টব্য]।

কাচের উপাদান : অনেক ধরনের কাচ বাজারে পাওয়া যায়। এদের সংযুক্তি বিভিন্ন। তবে কাচ তৈরির প্রধান উপাদান হলো সিলিকা বালি (SiO_2), চুন (CaO) বা চুনাপাথর ($CaCO_3$) ও সোডা অ্যাস (Na_2CO_3)। এ তিনটি মূল উপাদান থেকে উৎপাদিত সাধারণ কাচের মোটামুটি সংযুক্তি হলো $Na_2O.CaO.6SiO_2$।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

কাচ উৎপাদনের মূলনীতি : (১) কাচের প্রধান তিনটি মূল উপাদানকে নির্দিষ্ট অনুপাতে যেমন 100 ভাগ সিলিকা (SiO_2), 35 ভাগ সোডা অ্যাস (Na_2CO_3) ও 15 ভাগ চুনাপাথর ($CaCO_3$) গুঁড়ার মিশ্রণকে 1450°C – 1500°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে স্বচ্ছ গলিত কাচ উৎপন্ন হয়।

$$Na_2CO_3 + CaCO_3 + 6SiO_2 \xrightarrow{1450°C} \underset{\text{কাচ}}{Na_2O.CaO.6SiO_2} + 2CO_2$$

(২) সোডা অ্যাসের পরিবর্তে সল্ট কেক অ্যাস (Na_2SO_4) ও চারকোল মিশ্রণ সিলিকা বালি ও চুনাপাথর গুঁড়াসহ উত্তপ্ত করে গ্লাস তৈরি করা হয়। প্রথমে সোডিয়াম সালফেট সোডিয়াম সিলিকেটে পরিণত হয়।

$$2Na_2SO_4 + 2SiO_2 + C \xrightarrow{\Delta} 2Na_2SiO_3 + CO_2 + 2SO_2$$

$$Na_2SiO_3 + CaCO_3 + 5SiO_2 \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{কাচ}}{Na_2O.CaO.6SiO_2} + CO_2$$

কাচের গৌণ উপাদান : গৌণ উপাদানরূপে বিভিন্ন বৈশিষ্ট্যের কাচ তৈরির জন্য নিচের দুই বা ততোধিক উপাদান ওপরের মূল উপাদানের সাথে মিশিয়ে চুল্লিতে উত্তপ্ত করা হয়। গৌণ উপাদানগুলো হলো পটাশ (K_2CO_3), $BaSO_4$, $BaCO_3$, বোরিক এসিড (H_3BO_3), বোরাক্স ($Na_2B_4O_7$), জিংক কার্বনেট ($ZnCO_3$), কেওলিন বা চীনা মাটি ($Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O$)। এছাড়া,

(i) রঙিন কাচ তৈরিতে অবস্থান্তর ধাতুর অক্সাইড যেমন Cu_2O, FeO, Fe_2O_3, Cr_2O_3, NiO মূল উপাদানের সাথে যোগ করা হয়।

(ii) অস্বচ্ছ কাচ তৈরির জন্য অ্যান্টিমনি, টিন ও আর্সেনিক অক্সাইড বা সালফাইড যোগ করা হয়।

(iii) সিলিকা বালিতে FeO থাকলে উৎপন্ন কাচ সবুজ বর্ণের এবং Fe_2O_3 থাকলে হলুদাভ হয়। তখন কাচকে বর্ণহীন করার জন্য বিরঞ্জকরূপে MnO_2 যোগ করা হয়।

(iv) গলিত কাচে আবদ্ধ গ্যাস-বুদবুদ যেমন CO_2 ও SO_2 দূর করার জন্য স্বচ্ছকারকরূপে $NaNO_3$, Al_2O_3, NH_4Cl ইত্যাদি যোগ করা হয়।

কাচ সামগ্রী উৎপাদন পদ্ধতি : কাচের সামগ্রী উৎপাদন নিম্নোক্ত চারটি ধাপে সম্পন্ন করা হয়। যেমন;

(১) চুল্লিতে বা ফার্নেসে মূল উপাদানের গলন, (২) গলিত কাচকে বিভিন্ন সামগ্রীর আকৃতি প্রদান,

(৩) প্রস্তুত সামগ্রীর অ্যানিলিং বা কোমলায়ন বা ধীর শীতলকরণ ও (৪) প্রস্তুত কাচ সামগ্রীর ফিনিশিং

(১) ফার্নেসে গলন : গলন ফার্নেসে মূল কাঁচামাল সিলিকা, সোডা অ্যাস, চুনাপাথর এবং গৌণ উপাদানসমূহ গুঁড়া করে প্রয়োজনমতো মিশানো হয়। এতে মোট চার্জের 8 – 10% পুরানো ভাঙ্গা কাচ 'কিউলেট' (Cullet) নামে যোগ করা হয়। 'কিউলেট' বিগালক (Flux) রূপে কাঁচামাল মিশ্রণের গলন তাপমাত্রা হ্রাস করে এবং উৎপাদন বৃদ্ধি করে, অপচয় রোধ করে।

(২) গলিত কাচের বিভিন্ন সামগ্রীর আকৃতি প্রদান : গলন চুল্লি থেকে বিগলিত কাচকে যান্ত্রিক উপায়ে ব্যবহারযোগ্য কাচের বিভিন্ন বস্তু বা সামগ্রীতে রূপান্তর করা হয়।

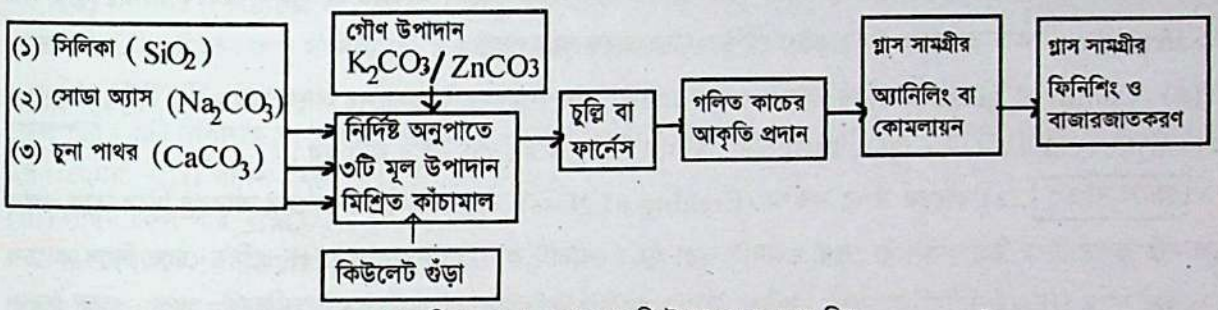
(৩) প্রস্তুত কাচ সামগ্রীর পান দেয়া বা অ্যানিলিং (Annealing) : কাচ তাপ কুপরিবাহী; তাই উত্তপ্ত কাচ সামগ্রীকে হঠাৎ শীতল করলে এর অভ্যন্তরে বিভিন্ন অংশে অসম পীড়ন (Strain) সৃষ্টি হয়; ফলে কাচের ভঙ্গুরতা বেড়ে গিয়ে কাচ সামগ্রী ফেটে যায়। তাই কাচের ভঙ্গুরতা রোধ করার জন্য উত্তপ্ত কাচ সামগ্রীকে কোমলায়ন তাপমাত্রায় (Softening temperature) বা কাচের প্রাথমিক গলনাঙ্কের চেয়ে একটু বেশি এবং এর সংকট তাপমাত্রার কাছাকাছি দীর্ঘ সময় যাবৎ ধীরে ধীরে শীতল করতে হয়; এরূপ শীতলকরণ প্রক্রিয়াকে কাচ সামগ্রীর অ্যানিলিং বা পান দেয়া বা কোমলায়ন বলে। কাচ সামগ্রী উৎপাদনে অ্যানিলিং একটি গুরুত্বপূর্ণ অত্যাবশ্যকীয় প্রক্রিয়া।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

[উল্লেখ্য কাচের প্রাথমিক গলনাঙ্কে কাচ ধীরে ধীরে নরম হতে থাকে এবং সংকট তাপমাত্রায় বা অ্যানিলিং তাপমাত্রায় গলিত কাচের সান্দ্রতা হ্রাস পেয়ে 10^{13} poise (পয়েস) হয়। [1 poise = 1 dyne. second/cm^2] সাধারণ কাচের অ্যানিলিং তাপমাত্রা 454°C – 482°C এর মধ্যে হয়। বোরো সিলিকেটের জন্য অ্যানিলিং তাপমাত্রা 780°C এর মধ্যে থাকে। [সাধারণ কাচ বা সোডা-লাইম গ্লাসের প্রাথমিক গলনাঙ্ক প্রায় 450°C এবং সর্বোচ্চ গলনাঙ্ক হলো 1300°C]

(৪) কাচ সামগ্রীর ফিনিশিং (Finishing) : অ্যানিলিং প্রক্রিয়ার পর কাচের সামগ্রীকে রোলিং শান পাথরে পলিশ করে বাজারজাত করা হয়।



প্রবাহ চিত্র - ৫.৫ : কাচ সামগ্রী উৎপাদনের প্রবাহ চিত্র

জেনে নাও :

বিভিন্ন প্রকার কাচ (Varieties of Glass)

MCQ–5.7 : কোনটি কাচের প্রধান উপাদান নয়? [ব. বো. ২০১৭]
(ক) SiO_2 (খ) Al_2O_3
(গ) CaO (ঘ) Na_2CO_3

(১) Soft glass বা সাধারণ কাচ বা সোডা গ্লাস : সোডা গ্লাসে সোডিয়াম ও ক্যালসিয়াম সিলিকেট থাকে। এর সাধারণ সংকেত হলো– $Na_2O.\ CaO.\ x\ SiO_2$। এটি তাপে সহজে গলে যায়। গ্লাস টিউব, সাধারণ কাচের জিনিস যেমন বোতল তৈরিতে Soft glass ব্যবহৃত হয়। তাই Soft glass কে ' Bottle glass' ও বলে।

(২) Hard glass বা Refractory glass বা পটাস গ্লাস : Hard glass–এ পটাসিয়াম ও ক্যালসিয়াম সিলিকেট থাকে। এর সাধারণ সংকেত হলো $-K_2O.CaO.\ x\ SiO_2$। এটি অধিক তাপে গলে। ব্যুরেট, পিপেট, বিকার ও শক্ত কাচ যন্ত্রপাতি তৈরিতে hard glass ব্যবহৃত হয়।

(৩) Flint glass বা Optical glass বা লেড গ্লাস : Flint glass খুবই স্বচ্ছ। ফ্লিন্ট গ্লাসে সোডিয়াম, পটাসিয়াম ও লেড সিলিকেট থাকে। এটির সাধারণ সংকেত হলো $Na_2O.\ K_2O.\ PbO.xSiO_2$। চশমার কাচ, বৈদ্যুতিক বাল্ব, optical যন্ত্রপাতি তৈরিতে লেড গ্লাস ব্যবহৃত হয়।

(৪) Crookes glass বা সেরিয়াম গ্লাস : Crookes glass হলো বিশেষ ধরনের optical glass, যা চোখের জন্য ক্ষতিকর UV রশ্মি প্রতিরোধ করে। এতে সোডিয়াম, পটাসিয়াম ও সেরিক সিলিকেট থাকে; সাধারণ সংকেত হলো $Na_2O.\ K_2O.Ce_2O_3\text{-}x\ SiO_2$। চশমার কাচ হিসেবে এটি ব্যবহৃত হয়।

(৫) Opal glass বা অর্ধ স্বচ্ছ সাদা কাচ : Opal glass- এ সোডিয়াম, ক্যালসিয়াম (বা Mg), জিংক সিলিকেট ও CaF_2 থাকে; সাধারণ সংকেত হলো $Na_2O,\ MgO.\ ZnO.x\ SiO_2.\ CaF_2$। Opal glass বাতির শেড তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।

(৬) Gena glass বা পাইরেক্স গ্লাস বা বোরো সিলিকেট গ্লাস : এতে অতিরিক্ত সিলিকেটরূপে জিংক বেরিয়াম বোরো সিলিকেট থাকে। Pyrex বা Gena Glass খুবই তাপসহ, শক্ত ও বিভিন্ন রাসায়নিক বিকারক প্রতিরোধী হয়। Pyrex গ্লাসের সংকেত হলো $Na_2O.\ K_2O.\ ZnO.\ BaO.\ x(SiO_2.\ B_2O_3$।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

(৭) Fibre glass : এটি বোরো সিলিকেট গ্লাসভুক্ত। গলিত কাচকে প্লাটিনামের সরু নলের (0.01mm–0.001mm ব্যাসবিশিষ্ট) মধ্য দিয়ে উচ্চ চাপে রাখলে সরু নমনীয় কাচের তন্তু বের হয়। একে তন্তু কাচ বলে। এটি তাপ ও বিদ্যুৎ অপরিবাহী। এটি ঝালর ও পশমী বস্ত্র প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়।

(৮) Laminated Safety glass : Hard glass বা পটাশ গ্লাসের দুটি শীটের মাঝখানে স্বচ্ছ বিউটাইরেল (butyral) প্লাস্টিক অথবা ইথিলিন ভিনাইল প্লাস্টিক শীট রেখে উপযুক্ত আঠালো পদার্থসহ উচ্চ চাপে ও উচ্চ তাপমাত্রায় গলায়ে জোড়া দেয়া হয়। মোটর গাড়ির জানালার কাচ হিসেবে এটি ব্যবহৃত হয়। আঘাতে এ কাচ সহজে ভাঙ্গে না, তাই এর নাম Safety glass। কাচ ভাঙ্গলেও টুকরাগুলো প্লাস্টিক দ্বারা আবদ্ধ হয়ে থাকে।

(৯) Coloured glass বা রঙিন কাচ : সোডা গ্লাস ও পটাশ গ্লাসের উপাদানের সাথে অবস্থান্তর ধাতুর অক্সাইড যেমন Cu_2O, FeO, Fe_2O_3, Cr_2O_3 অথবা NiO মিশিয়ে বিভিন্ন রঙের কাচ তৈরি করা হয়।

জেনে নাও : **(১) কাচের উপর নকশা (Etching of glass) :** কাচের ওপর মোমের আবরণ দিয়ে তার ওপর ধাতুর সরু কলম দিয়ে চিত্র অঙ্কন বা লেখা খোদাই করা হয়। খোদাই করা অংশের ওপর HF এসিড ঢেলে দিলে কাচের SiO_2 এর সাথে HF এসিড বিক্রিয়া করে দ্রবণীয় হাইড্রোফ্লোরো সিলিসিক এসিড (H_2SiF_6) উৎপন্ন করে। ফলে নকশা বরাবর কাচে গর্ত হয়ে যায়। পরে পানি দিয়ে ধুয়ে এবং মোম তুলে ফেলা হয়। কাচের ওপর এরূপ নকশা অঙ্কনকে Etching of glass বলে।

$$Na_2SiO_3 + 6HF \rightarrow 2NaF + SiF_4 + 3H_2O; \quad SiF_4 + 2HF \rightarrow H_2SiF_6$$

ব্যুরেট, পিপেট, থার্মোমিটার ইত্যাদিতে দাগ কাটা এরূপে করা হয়।

(২) বুলেট প্রুফ গ্লাস : পলি কার্বনেট নামক থার্মোপ্লাস্টিক এর সাথে Laminated glass কয়েক স্তরে যুক্ত করে 0.75–3.5 ইঞ্চি (বা 19 mm – 89 mm) পুরু বিভিন্ন বুলেট প্রুফ গ্লাস তৈরি করা হয়। Laminated glass তৈরিতে স্বচ্ছ পটাশ কাচের দুটি শীটের মধ্যে স্বচ্ছ ইথিলিন ভিনাইল অ্যাসিটেট শীট রেখে উপযুক্ত আঠালো পদার্থ (adhesive) সহ উচ্চ চাপ ও তাপমাত্রায় গলায়ে জোড়া লাগানো হয়। বুলেট প্রুফ গ্লাস নিরাপত্তার স্বার্থে প্রাইভেট গাড়ি, দূতাবাসের ও বিভিন্ন বাড়ির জানালায় ব্যবহৃত হয়।

অধিক জেনে নাও : সোডা-লাইম গ্লাস বা Soft glass এর বিভিন্ন অর্ধ-তরল অবস্থায় সান্দ্রতাভিত্তিক মেকানিকেল বৈশিষ্ট্য বা ধর্ম নিম্নরূপ:

(1) Melting point of glass	: 1300°C,	Viscosity :	10^1 Poise
(2) Working point or temp.	: 950°C – 1000°C	Viscosity :	10^3 Poise
(3) Flow point or temp.	: ~ 900°C	Viscosity :	10^4 Poise
(4) Softening point or temp.	: < ~ 500°C	Viscosity :	10^{10} Poise
(5) Annealing point or temp.	: < ~ 500°C	Viscosity :	10^{12} Poise
(6) Transition point or temp.	: < ~ 500°C	Viscosity :	$10^{12} - 10^{12.6}$ Poise
(7) Strain point or temp.	: < ~ 500°C	Viscosity :	$10^{13.5}$ Poise

গলনাঙ্কের সংজ্ঞা : যে নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো কঠিন পদার্থের কঠিন ও তরল অবস্থা সহ-অবস্থান (co-exist) করে, তাকে ঐ পদার্থের গলনাঙ্ক বা melting point বলে। সংজ্ঞা মতে কাচের কোনো নির্দিষ্ট গলনাঙ্ক নেই। তাই সোডা-লাইম গ্লাসের শেষ গলনাঙ্ক যেমন 1300°C তাপমাত্রাকে গলনাঙ্ক না বলে কাচের তরলীকরণ তাপমাত্রা বা Liquidous temp. বলা হয়।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

৫.৫.৩ সিরামিক উৎপাদনের মূলনীতি

Principle of Ceramic Production

সিরামিকের সংজ্ঞা : সিরামিক বলতে মৃৎশিল্প (pottery), টেবিল সামগ্রী (table ware), চীনামাটির বাসনপত্র (crockery), স্যানিটারি সামগ্রী (sanitary ware), ঘর সজ্জার চীনামাটির পাত্র (decorateir) ইত্যাদিকে বোঝায়।

সিরামিক উৎপাদনের উপাদানসমূহ : সিরামিক সামগ্রী উৎপাদনের প্রধান তিনটি কাঁচামাল হলো –

(১) চায়না ক্লে (কেওলিন বা কাদা মাটি) : চায়না ক্লে হলো হাইড্রেটেড অ্যালুমিনিয়াম সিলিকেট ($Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O$)

(২) সিলিকা (কোয়ার্টজ বা ফ্লিন্ট) : SiO_2; এটি উচ্চ তাপসহ রিফ্রেকটরি দ্রব্য। ক্লে-কণাগুলোর বাইন্ডাররূপে সিলিকা কাজ করে। সিরামিকের তাপ সহনশীলতা ও যান্ত্রিক শক্তি বৃদ্ধি করার জন্য সিলিকা ব্যবহৃত হয়।

(৩) ফেলস্পার (felspar) : অ্যালুমিনা (Al_2O_3), সিলিকা (SiO_2) ও ক্ষারীয় অক্সাইডের মিশ্রণে গঠিত পদার্থ হলো ফেলস্পার। এটি বিগালক বা ফ্লাক্সিং পদার্থ (flux) রূপে ব্যবহৃত হয়। তিন ধরনের ফেলস্পার সিরামিক উৎপাদনে ব্যবহৃত হয়। যেমন – (i) পটাশ ফেলস্পার, $K_2O.Al_2O_3.6SiO_2$; (ii) সোডা ফেলস্পার, $Na_2O.Al_2O_3.6SiO_2$; ও (iii) লাইম ফেলস্পার, $CaO.Al_2O_3.6SiO_2$.

★ **বিগালক :** বিক্রিয়ায় মূল বিক্রিয়কের গলন তাপমাত্রাকে হ্রাস করার জন্য ব্যবহৃত পদার্থকে বিগালক বা ফ্লাক্সিং পদার্থ বলে। যেমন, সিরামিক শিল্পে উচ্চ গলনাঙ্কের রিফ্রেকটরি দ্রব্য সিলিকার (SiO_2) গলন তাপমাত্রা হ্রাস করার জন্য বিগালক ফেলস্পার ব্যবহৃত হয়।

সিরামিক শিল্পে ব্যবহৃত অন্যান্য বিগালক : বোরাক্স ($Na_2B_4O_7.10H_2O$), ক্রায়োলাইট ($3NaF.AlF_3$)।

অন্যান্য রিফ্রেকটরি দ্রব্য (উচ্চ গলনাঙ্ক) : Al_2O_3, চুনাপাথর ($CaCO_3$), ম্যাগনেসাইট ($MgCO_3$), ডলোমাইট ($CaCO_3.MgCO_3$), FeO, Cr_2O_3, TiO_2 ইত্যাদি।

সিরামিক উৎপাদনের মূলনীতি : সিরামিকের মূল উপাদান চায়না ক্লে-এর সাথে বাইন্ডিং পদার্থ সিলিকা ও বিগালক পদার্থ ফেলস্পার এর আনুপাতিক গুঁড়ার মিশ্রণকে চুল্লিতে উত্তপ্ত করা হয়। তখন 600°– 650°C এর মধ্যে চায়না-ক্লে নিরুদিত হয়ে অদানাদার পদার্থ অ্যালুমিনা (Al_2O_3) ও সিলিকার (SiO_2) মিশ্রণ উৎপন্ন হয়।

এরপর 940°C তাপমাত্রায় অদানাদার অ্যালুমিনা প্রচুর তাপ উদ্‌গিরণ করে দানাদার অ্যালুমিনা গঠন করে। প্রায় 1000°C তাপমাত্রায় দানাদার অ্যালুমিনা ও সিলিকা মিশ্রণটি বিগালক ফেলস্পার ($K_2O.Al_2O_3.6SiO_2$) এর উপস্থিতিতে বিগলিত হয়ে মুলাইট (mullite, $3Al_2O_3.2SiO_2$) গঠন করে। তাপমাত্রা আরো বৃদ্ধি পেলে 1400°–1500°C তাপমাত্রায় অবশিষ্ট সিলিকা কেলাসিত হয়ে ক্রিস্টোবেলাইট (crystoballite, $4SiO_2$) গঠিত হয়। এভাবে মুলাইট ও ক্রিস্টোবেলাইটের দানাদার মিশ্রণটি উৎপন্ন হয়। এভাবে উৎপন্ন সচ্ছিদ্র পোড়া সিরামিক মিশ্রণটিকে **'বিস্কুট'** বলে। নিম্নরূপে রাসায়নিক পরিবর্তন ঘটে :

(i) চায়না-ক্লে নিরুদন : $\underset{\text{চায়না-ক্লে}}{Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O} \xrightarrow{650°C} \underset{\text{অ্যালুমিনা}}{Al_2O_3} + \underset{\text{সিলিকা}}{2SiO_2} + 2H_2O$

(ii) মুলাইট গঠন : $3Al_2O_3 + 2SiO_2 \xrightarrow[\text{ফেলস্পার}]{1000°C} \underset{\text{মুলাইট}}{3Al_2O_3.2SiO_2}$

(iii) ক্রিস্টোবেলাইট গঠন : $\underset{\text{সিলিকা}}{4nSiO_2} \xrightarrow{1500°C} \underset{\text{ক্রিস্টোবেলাইট}}{n(4SiO_2)}$ দানাদার

সামগ্রিক সিরামিক সামগ্রী গঠন বিক্রিয়া :

$$\underset{\text{চায়না ক্লে}}{3[Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O]} + \underset{\text{সিলিকা}}{4nSiO_2} \xrightarrow{1500°C} \underset{\text{মুলাইট}}{3Al_2O_3.2SiO_2} + \underset{\text{ক্রিস্টোবেলাইট}}{(n+1)4SiO_2} + 6H_2O$$

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

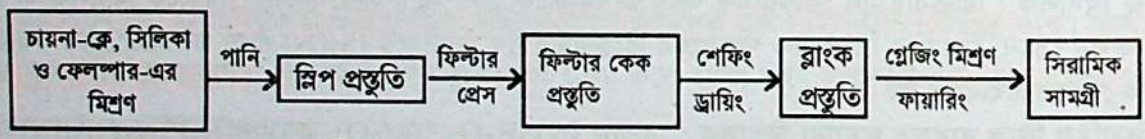
সিরামিক সামগ্রী উৎপাদন প্রক্রিয়া : নিম্নোক্ত ধাপে কাঁচামাল মিশ্রণ থেকে সিরামিক সামগ্রী উৎপাদন করা হয়।

(১) স্লিপ (Slip) প্রস্তুতি : মিহিচূর্ণ চায়না-ক্লে, সিলিকা বালি ও ফেলস্পার এর নির্দিষ্ট অনুপাতের মিশ্রণে পানি যোগ করে সমসত্ত্ব তরল মিশ্রণ তৈরি করা হয়; একে স্লিপ বলে।

(২) ফিল্টার কেক্ (cake) প্রস্তুতি : স্লিপ তৈরির পর এ পর্যায়ে ফিল্টার প্রেস মেসিনে স্লিপ পদার্থ থেকে বায়ু ও অতিরিক্ত পানি দূর করে নমনীয় পদার্থে পরিণত করা হয়; একে ফিল্টার কেক্ বলে।

(৩) সিরামিক সামগ্রীর শেফিং ও ড্রাইয়িং (shaping, drying) : ফিল্টার কেক্ তৈরির পর এ পর্যায়ে ফিল্টার কেক্‌কে রোলার মিল ও ডাইস মেসিনে নির্দিষ্ট ছাঁচে প্রেরণ করে বিভিন্ন দ্রব্য সামগ্রীর (যেমন কাপ, প্লেট, বাটি, জগ, মগ ইত্যাদির) আকৃতি দেয়া হয়; একে দ্রব্য সামগ্রীর Shaping বলে। এরপর কাচ দ্রব্যসামগ্রী উত্তপ্ত বায়ুর সাহায্যে সম্পূর্ণ শুষ্ক করা হয়। শুষ্ক সামগ্রীকে **ব্লাংক** (blank) বলে।

(৪) বিস্কুট ফায়ারিং ও গ্লেজিং : সচ্ছিদ্র পোড়া সিরামিক সামগ্রীকে ছিদ্র মুক্ত ও মসৃণ করার জন্য শুষ্ক ব্লাংক সামগ্রীর ওপর গ্লেজিং মিশ্রণ স্প্রে করে চুল্লিতে পোড়ানো হয়। এ প্রক্রিয়াকে **'বিস্কুট ফায়ারিং'** বলে। এরূপ একধাপ-পোড়ানো (one fire process) পদ্ধতিতে বিস্কুট প্রস্তুতি ও গ্লেজিং এক সাথে করা হয়। আবার কখনও প্রথম ধাপে শুষ্ক সামগ্রীকে পোড়ায়ে বিস্কুট তৈরি এবং পরে বিস্কুটের ওপর নক্‌শা ও গ্লেজিং করা হয়। এরূপে সিরামিক সামগ্রী তৈরি হয়।



প্রবাহ চিত্র – ৫.৬ : সিরামিক সামগ্রী উৎপাদনের প্রবাহ চিত্র

গ্লেজিং-এর প্রয়োজনীয়তা : পোড়া কাদা মাটির তৈরি সিরামিক সামগ্রী শক্ত, ভঙ্গুর ও সূক্ষ্ম ছিদ্রযুক্ত অমসৃণ হয়। এ অবস্থায় সিরামিক সামগ্রীর গায়ে মসৃণ ও ঔজ্জ্বল্য বৃদ্ধির জন্য **গ্লেজিং** করা হয়।

গ্লেজিং করার সাধারণ glazing মিশ্রণ হলো সিলিকা, অ্যালুমিনা ও যে কোনো একটি গ্রুপ-2 এর ধাতুর অক্সাইড (CaO/MgO); এছাড়া লেড অক্সাইড (PbO) ও বোরিক অক্সাইড (B_2O_3) হতে পারে। ফেরিক অক্সাইড (Fe_2O_3) এর উপস্থিতিতে সামগ্রী হলুদ বর্ণ এবং 0.5% কোবাল্ট অক্সাইড মিশ্রিত করলে নীল বর্ণ যুক্ত হয়। CuO দিলে সবুজ বর্ণ এবং MnO_2 দিলে বেগুনি বর্ণ যুক্ত হয়।

গ্লেজিং প্রক্রিয়া : গ্লেজিং হলো ছিদ্রযুক্ত অমসৃণ সিরামিকের ওপর কাচ তৈরির মিশ্রণ যেমন, সিলিকা, অ্যালুমিনা, CaO, PbO, B_2O_3 মিশ্রণ দিয়ে উত্তপ্ত করে গলিত কাচের পাতলা আবরণ সৃষ্টি করা। উচ্চ তাপমাত্রায় সিরামিকের ওপর NaCl ছিটিয়ে গ্লেজিং করা যায়। সিরামিক উত্তপ্তকরণের শেষ অবস্থায় NaCl ছিটিয়ে দিলে স্টিমের উপস্থিতিতে NaCl 1600°C-এ বিযোজিত হয়ে Na_2O ও HCl গ্যাস উৎপন্ন করে। তখন Na_2O সিরামিকের সিলিকা (SiO_2) এর সাথে গলিত Na_2SiO_3 তৈরি করে ছিদ্রগুলো বন্ধ করে মসৃণতা সৃষ্টি করে। সিরামিকের গায়ে বিভিন্ন রঙিন চিত্রণ গ্লেজিং করার পূর্বেই করা হয়ে থাকে।

MCQ– 5.8 : রঙিন কাচ তৈরিতে নিচের কোন্‌টি ব্যবহৃত হয় না?
(ক) Cu_2O (খ) FeO (গ) NiO (ঘ) MnO_2

জেনে নাও : রাসায়নিকভাবে আধুনিক উন্নত সিরামিক (modern advanced ceramics) বস্তু হলো অজৈব অক্সাইড (যেমন BeO, Al_2O_3, SiO_2), সিলিকন নাইট্রাইড (Si_3N_4), বোরন কার্বাইড (B_4C) ও সিলিকন কার্বাইড (SiC) এর দানাদার অথবা অদানাদার যৌগ। প্রস্তুতকালে বিগলন তাপমাত্রা [Al_2O_3 = 2054°C, BeO = 2578°C, B_4C = 2350°C, SiC = 2830°C, Si_3N_4 = 1900°C] থেকে শীতলকরণ ধীরে করা হলে দানাদার বা কেলাসাকার হয়; কিন্তু দ্রুত করা হলে অদানাদার গঠন হয়। সিরামিক তাপ কুপরিবাহী হওয়ায় শিল্পক্ষেত্রে ফার্নেস তৈরিতে এবং বৈদ্যুতিক ইনস্যুলেটররূপে সিরামিক ব্যবহৃত হয়।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

৫.৫.৪ পাল্প-পেপার উৎপাদনের মূলনীতি

Principle of Pulp-Paper Production

পাল্প : নরম কাঠ, বাঁশ, আখের ছোবড়া প্রভৃতিকে যান্ত্রিক ও রাসায়নিক প্রক্রিয়াজাতকরণের মাধ্যমে আঁশযুক্ত উদ্ভিদ দেহের মূল উপাদান সেলুলোজ নামক প্রাকৃতিক পলিমার ফাইবার পৃথক করা যায়; তাকে পাল্প (Pulp) বলে। এ পাল্প থেকে পেপার, টেক্সটাইল, ফুড ও ফার্মাসিটিক্যাল ইন্ডাস্ট্রি ইত্যাদি গড়ে ওঠেছে।

বাঁশ, কাঠ, শন, খড়, পাটকাঠি, আখের ছোবড়া ইত্যাদিতে পানি ছাড়া আরো তিনটি উপাদান থাকে। যেমন,

(১) সেলুলোজ ফাইবার (আঁশ) : সেলুলোজ ফাইবার হলো ß–D গ্লুকোজের সরল শিকল প্রাকৃতিক পলিমার। সেলুলোজ পলিমারে ß (1,4) গ্লাইকোসাইড বন্ধন থাকে। এটিই হলো উদ্ভিদদেহের মূল কাঠামো উপাদান (40–45%)। এটিই পাল্প তৈরিতে আলাদা করা হয় এবং পেপার তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।

(২) লিগনিন (Lignin) : লিগনিন হলো প্রাকৃতিক ত্রিমাত্রিক পলিমার। লিগনিন সেলুলোজকে উদ্ভিদ কাঠামোতে দৃঢ়ভাবে আবদ্ধ বা বান্ডিং করে রাখে। উদ্ভিদে এটির পরিমাণ 20–30% হয়।

(৩) হেমিসেলুলোজ (hemicellulose) : হেমিসেলুলোজ হলো শাখাযুক্ত ছোট দৈর্ঘ্যের ß–D গ্লুকোজের পলিমার। উদ্ভিদে এটির পরিমাণ 35–30% হয়।

পাল্প উৎপাদন : রাসায়নিক থার্মোমেকানিকেল পাল্প (CTMP) পদ্ধতিতে লিগনিন বান্ডিং থেকে সমস্ত সেলুলোজ ফাইবারকে পৃথক করে এবং হেমিসেলুলোজকে পানিতে দ্রবণীয় ছোট অণুতে পরিণত করে ধুয়ে ফেলে পাল্প প্রস্তুত করা হয়। রাসায়নিক থার্মো মেকানিকেল পাল্প পদ্ধতি একটি মিশ্র পদ্ধতি। তিন ধরনের রাসায়নিক পদ্ধতিতে পাল্প উৎপাদন করা যায়। যেমন– (১) সালফেট পদ্ধতি বা ক্রাফট পদ্ধতি (Kraft Process), (২) সালফাইট পদ্ধতি ও (৩) সোডা-পাল্প পদ্ধতি।

কর্ণফুলি পেপার মিলে (KPM) ক্রাফ্ট বা সালফেট পদ্ধতি ব্যবহৃত হয়।

সালফেট বা ক্রাফট পদ্ধতিতে পাল্প উৎপাদনের মূলনীতি : সালফেট পদ্ধতি হলো একটি রাসায়নিক ক্ষারীয় পদ্ধতি, এর প্রয়োজনীয় কাঁচামাল ও রাসায়নিক পদার্থ হলো :

(১) সেলুলোজের উৎস : ব্যালসাম জাতীয় নরম কাঠ। এতে সেলুলোজ ফাইবার বেশি থাকে; রেজিন কম থাকে।

(২) কুকিং লিকার : 27.1% Na_2S, 58.6% NaOH ও 14.3% Na_2CO_3 এর দ্রবণ।

(৩) ব্লিচিং এজেন্ট (বিরঞ্জক পদার্থ) : ক্লোরিন ডাইঅক্সাইড (ClO_2), ক্যালসিয়াম হাইপো ক্লোরাইট $Ca(OCl)_2$, O_3, H_2O_2 ইত্যাদি।

এ প্রক্রিয়ায় নিম্নোক্ত ধাপে রাসায়নিক পরিবর্তন ঘটে :

(১) ডাইজেস্টারে কাঁচামালের টুকরা যোগকরণ : কাঁচামালরূপে বাঁশ ও শক্ত কাঠ– যেমন, গামারি, শিমুল, কদম, কড়ই, পিত্রাজ ইত্যাদির ছোট টুকরাগুলোকে ডাইজেস্টার (digester) নামক স্টিলের বড় পাত্রে নেয়া হয়।

(২) ডাইজেস্টারে কুকিং লিকার যোগকরণ : পাইপের সাহায্যে ডাইজেস্টারে 'কুকিং লিকার' নামক 27.1% Na_2S, 58.6% NaOH, 14.3% Na_2CO_3 কঠিন পদার্থের মিশ্রণের 12% জলীয় দ্রবণ যোগ করা হয়। ডাইজেস্টারে তাপমাত্রা 170° – 176°C, চাপ 15 atm বা প্রতি বর্গ ইঞ্চিতে 110(Ib) থাকে। কুকিং প্রক্রিয়া কাঁচামালের ওপর নির্ভর করে 30 মিনিট থেকে 5 ঘণ্টা চলে। তখন লিগনিন্ ও হেমিসেলুলোজ কুকিং লিকারে চলে আসে।

(৩) সেলুলোজ পৃথককরণ : কুকিং শেষে ছাঁকন বা ফিল্টার প্রক্রিয়ায় সেলুলোজ ফাইবার পৃথক করা হয়। বাদামি বর্ণের পরিস্রুত (filtrate) কে 'ব্ল্যাক লিকার' বলে। এতে Na_2CO_3, Na_2SO_4 ও অন্যান্য অজৈব পদার্থ, জৈব যৌগ, লিগনিন ইত্যাদি থাকে।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

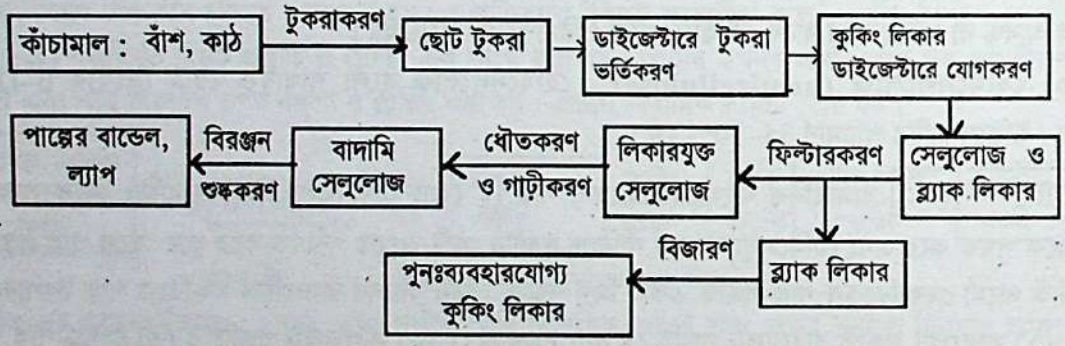
Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

(৪) ব্ল্যাক লিকারকে বিজারণ : এ পর্যায়ে ব্ল্যাক লিকারের Na_2SO_4 কে কার্বন দ্বারা বিজারিত করে পুনরায় ব্যবহারযোগ্য Na_2S এ পরিণত করা হয়।

$$Na_2SO_4 + 2C \xrightarrow{\Delta} Na_2S + 2CO_2$$

(৫) সেলুলোজ ধৌতকরণ ও গাঢ়ীকরণ : পৃথক করা সেলুলোজকে ধুয়ে লিকার মুক্ত করা হয় এবং কয়েক ধাপে ছাঁকন প্রক্রিয়ায় অপরিবর্তিত ছোট কাঠের টুকরা পৃথক করে নেয়ার পর গাঢ় বাদামি সেলুলোজ পাওয়া যায়।

(৬) পাল্পের বিরঞ্জন : বর্তমানে বাদামি সেলুলোজকে ক্লোরিন ডাইঅক্সাইড, ক্যালসিয়াম হাইপোক্লোরাইট, ওজোন ও হাইড্রোজেন পারঅক্সাইড দ্বারা ব্লিচিং করা হয়। এখন Cl_2 এর ব্যবহার বর্জন করা হচ্ছে। এরূপে পাল্পকে বিরঞ্জিত ও ঘনীভূত করে, শুকিয়ে, শিট আকারে বান্ডিল করে কাগজের কারখানা ও রেয়ন শিল্পে ব্যবহার করা হয়। পাল্পের এ বান্ডেলকে ল্যাপ (Lap) বলে।



প্রবাহচিত্র – ৫.৭ : সালফেট পদ্ধতিতে পাল্প উৎপাদনের প্রবাহচিত্র

পাল্প থেকে কাগজ উৎপাদনের মূলনীতি : বাঁশ ও নরম কাঠে প্রায় 40 – 45% সেলুলোজ, 30 – 35% হেমি সেলুলোজ ও 20 – 30% লিগনিন থাকে। সালফেট পদ্ধতিতে বিভিন্ন রাসায়নিক প্রক্রিয়ার মাধ্যমে হেমিসেলুলোজ ও লিগনিনকে দ্রবীভূত করে অপসারণের পর যে কাই পাওয়া যায় তাকে কাগজের মণ্ড বা পাল্প বলে। এ পাল্পকে পর্যায়ক্রমে পাল্প বিটারে সাইজিং এজেন্ট যোগ করে বিটিং, এরপর ফিলার মিশিয়ে রিফাইনিং এবং ব্লিচিং এজেন্ট যোগ করে রোলার মেশিনে শীট তৈরি পদ্ধতিতে পানিরোধী, উজ্জ্বল সাদা ও মসৃণ কাগজের শীট উৎপাদন করা হয়।

পাল্প থেকে কাগজ তৈরি :

পাল্প বা মণ্ড থেকে নিম্নোক্ত তিন ধাপে কাগজ তৈরি হয়। যেমন, (১) বিটিং, (২) রিফাইনিং ও (৩) কাগজ শীট তৈরি।

(১) বিটিং (beating) : স্টিলের তৈরি গোলাকার পাল্প-বিটারে পানিতে পাল্প মিশিয়ে আলোড়িত করলে তরল পাল্প মিশ্রণ তৈরি হয়। এটিকে ফিল্টার করে ময়লা ও বড় আকারের তন্তু অপসারণ করা হয়। এরপর উত্তপ্ত করে পানি দূর করলে পাল্প পেস্ট তৈরি হয়। এর মধ্যে প্রয়োজনমতো রং ও সাইজিং এজেন্ট (Sizing agent) রূপে রেজিন (resin) ও ফিটকিরি মিশানো হয়। এটি পাল্পের আঁশগুলোকে আঠালো জিলেটিনে আবদ্ধ করে মণ্ডকে শক্ত ও গাঢ় করে। চোষ কাগজ (Soaking Paper) তৈরিতে সাইজিং এজেন্ট ব্যবহৃত হয় না।

(২) রিফাইনিং (Refining) : বিটিং করা পাল্প মিশ্রণকে রিফাইনার মেসিন 'জর্ডান ইঞ্জিনে' যোগ করা হয়। এ মেসিনে ঘূর্ণায়মান দাঁতযুক্ত দুটি প্লেট থাকে। এখন বিটিং করা মিশ্রণে ফিলার (filler) রূপে টেলক ($3MgO.4SiO_2.H_2O$), অধঃক্ষিপ্ত $CaCO_3$ গুঁড়া, TiO_2 ইত্যাদি এবং বিরঞ্জকরূপে ক্যালসিয়াম হাইপোক্লোরাইট $Ca(OCl)_2$ যোগ করে 'জর্ডান রিফাইনার' মেশিনে চালনা করলে ঘূর্ণায়মান দুই দাঁতযুক্ত প্লেটের পেষণের পর সেলুলোজ আঁশগুলো নরম হয়। ঐ নরম সেলুলোজ আঁশের ফাঁকগুলো ফিলার দ্বারা পূর্ণ হয়ে মসৃণ সাদা পাল্প পেস্ট তৈরি হয়।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

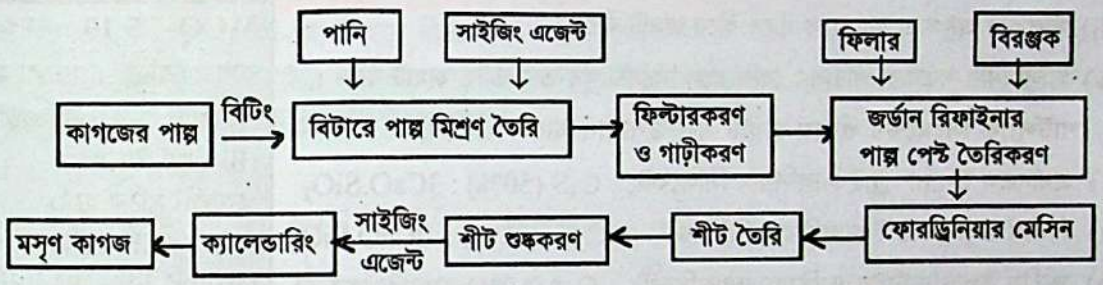
(৩) কাগজের শীট তৈরি : রিফাইনিং করা মসৃণ পাল্পকে 'ফোরড্রিনিয়ার' মেশিনে বা সিলিন্ডার মেশিনে বিভিন্ন ধাপে দুই রোলারের মাঝখানে চাপ দিয়ে পাতলা শীটে রূপান্তর করা হয়। এ মেসিনে কাগজের শীট তৈরি চার ধাপে সম্পন্ন হয়। যেমন,

(i) ১ম ধাপে, ঘূর্ণায়মান দুই রোলারের মাঝখানে গাঢ় পাল্পকে চাপ দিয়ে পাতলা শীটে পরিণতকরণ,

(ii) ২য় ধাপে, ভেজা কাগজের শীটকে ফেল্ট ব্ল্যাংকেট রোলারে চালনা করে পানি অপসারণ,

(iii) ৩য় ধাপে, এরপর উত্তপ্ত ফেল্ট ব্ল্যাংকেট রোলারের ওপর কাগজের শীটকে 90–95% শুষ্ককরণ, এবং

(iv) ৪র্থ ধাপে, সব শেষে প্রয়োজনমতো সাইজিং এজেন্ট ছিটিয়ে ক্যালেন্ডারিং করে মসৃণ কাগজ শীট তৈরি করা হয়।



প্রবাহ চিত্র – ৫.৮ : কাগজের পাল্প বা মণ্ড থেকে কাগজ উৎপাদনের প্রবাহ চিত্র

MCQ-5.9 : সেলুলোজ থেকে লিগনিন ও হেমি সেলুলোজ পৃথক করতে ডাইজেস্টারে ব্যবহৃত হয় :
(i) কুকিং লিকাররূপে 27.1% Na_2S, 58. 6%NaOH, 14.3% $NaClO_3$ এর জলীয় দ্রবণ;
(ii) 175°C তাপমাত্রায় (iii) 15 atm. চাপ
নিচের কোনটি সঠিক হবে?
(ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (i) ও (iii) (ঘ) (i), (ii) ও (iii)

৫.৫.৫ সিমেন্ট উৎপাদনের মূলনীতি

Principle of Cement Production

সিমেন্টের পরিচিতি : সিমেন্ট বলতে সিলিকা, অ্যালুমিনা, চুন ইত্যাদির গুঁড়ার মিশ্রণকে বোঝায়। তিনটি রাসায়নিক পদার্থের এ গুঁড়া মিশ্রণটি পানিতে মিশে প্রথমে কাদার মতো নমনীয় থাকে। পরে কয়েক ঘণ্টার মধ্যে জমাট বেঁধে শক্ত কঠিন বস্তুতে পরিণত হয়। বর্তমানে চার শ্রেণির সিমেন্ট উৎপাদিত হয়। যেমন, (১) পোর্টল্যান্ড সিমেন্ট (২) পজুওলানা সিমেন্ট, (৩) ক্যালসিয়াম অ্যালুমিনেট সিমেন্ট, (৪) ক্ষয়রোধকারী সিমেন্ট। তবে বাংলাদেশে উৎপাদিত সিমেন্ট পোর্টল্যান্ড সিমেন্ট (Portland Cement) শ্রেণিভুক্ত।

পোর্টল্যান্ড সিমেন্টের সংজ্ঞা : পোর্টল্যান্ড সিমেন্ট হলো বিভিন্ন সংযুক্তির ক্যালসিয়াম অ্যালুমিনেট ও ক্যালসিয়াম সিলিকেটের মিহি চূর্ণের একটি মিশ্রণ, যা পানির উপস্থিতিতে জমাট বেঁধে দৃঢ় ও শক্ত কঠিন পদার্থে পরিণত হয়। জমাট বাঁধা এ কঠিন পদার্থটি ইংল্যান্ডের পোর্টল্যান্ড নামক স্থানে পাওয়া এক ধরনের শক্ত পাথরের মতো হওয়ায় এটির এরূপ নামকরণ হয়েছে।

পোর্টল্যান্ড সিমেন্ট গুঁড়া পানির উপস্থিতিতে জমাট বেঁধে কঠিন পদার্থে পরিণত হয়, তাই একে হাইড্রলিক (Hydraulic) সিমেন্টও বলে। সারা বিশ্বে সর্বাধিক ব্যবহৃত হয় এ পোর্টল্যান্ড সিমেন্ট।

পোর্টল্যান্ড সিমেন্টের সংযুক্তি : পোর্টল্যান্ড সিমেন্টের মোটামুটি সংযুক্তি নিম্নরূপ :

(১) চুন (CaO)	= 60 – 70%	(৪) ম্যাগনেসিয়া (MgO)	= 1 – 4%
(২) সিলিকা (SiO_2)	= 20 – 24%	(৫) আয়রন অক্সাইড	= 2.5%
(৩) অ্যালুমিনা (Al_2O_3)	= 3 – 8%	(৬) সালফার ট্রাইঅক্সাইড (SO_3)	= 1.5%

অত্যাবশ্যক উপাদান ক্যালকেরিয়াস বা Ca ধাতু ঘটিত পদার্থ হলো চুন (CaO) বা লাইম, এটি চুনাপাথর থেকে পাওয়া যায়। কাদা মাটি বা আরজেলেসিয়াস পদার্থরূপে সিলিকা, অ্যালুমিনা, MgO, আয়রন অক্সাইড, চায়না ক্লে থেকে পাওয়া যায়। নিচের উপাদানভিত্তিক অনুপাত সিমেন্টে বজায় রাখা হয়।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

$\frac{\text{সিলিকা } (SiO_2)}{\text{অ্যালুমিনা } (Al_2O_3)} = 2.5 - 4$; $\frac{\text{CaO এর শতকরা পরিমাণ}}{(\%\ SiO_2 + \%\ Al_2O_3 + \%\ Fe_2O_3)} = 1.9 - 2.1$

পোর্টল্যান্ড সিমেন্টের সংযুক্তির বৈশিষ্ট্য :

(i) আয়রনমুক্ত সিমেন্ট সাদা হয়, কিন্তু উপাদান মিশ্রণের তাপজারণ দেরি হয়।

(ii) চুন কম থাকলে সিমেন্ট তাড়াতাড়ি জমাট বাঁধে; কিন্তু কম শক্ত (strength) থাকে। আবার চুনের % পরিমাণ (1.9–2.1এর) বেশি হলে, সিমেন্টে ফাটল সৃষ্টি করে।

(iii) সিলিকার অনুপাত কম হলে ধীরে ধীরে জমাট বাঁধে।

(iv) অ্যালুমিনার শতকরা পরিমাণ বেশি হলে সিমেন্ট খুব তাড়াতাড়ি জমাট বাঁধে।

MCQ– 5.10 : মণ্ড থেকে কাগজ তৈরির ধাপগুলো হলো–
(i) বিটিং (ii) রিফাইনিং
(iii) শীট তৈরি
কোনটি সঠিক হবে?
(ক) i ও ii (খ) ii ও iii
(গ) i ও iii (ঘ) i, ii ও iii

★ **পোর্টল্যান্ড সিমেন্টের গুঁড়ায় চারটি মূল উপাদান থাকে।** যেমন,

(১) প্রধানতম উপাদান ট্রাইক্যালসিয়াম সিলিকেট, C_3S (50%) : $3CaO.SiO_2$

(২) দ্বিতীয় উপাদান ডাইক্যালসিয়াম সিলিকেট, C_2S (25%) : $2CaO.SiO_2$

(৩) তৃতীয় উপাদান ট্রাইক্যালসিয়াম অ্যালুমিনেট C_3A(10%): $3CaO.Al_2O_3$

(৪) চতুর্থ টেট্রাক্যালসিয়াম অ্যালুমিনো ফেরাইট, C_4AF (10%) : $4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$

সিমেন্টের এ চারটি মূল উপাদানের সংযুক্তির মোট পরিমাণ 97–98% থাকে, এ মিশ্রণকে সিমেন্টের ক্লিংকার বলে। ক্লিংকারের সাথে অবশিষ্ট 2–3% জিপসাম চূর্ণ মিশানো হয়।

পোর্টল্যান্ড সিমেন্ট উৎপাদনের মূলনীতি : পোর্টল্যান্ড সিমেন্টের উৎপাদনের প্রধান প্রথম উপাদান ক্যালকেরিয়াস বা ক্যালসিয়ামঘটিত পদার্থ হলো চুনাপাথর, মার্বেল পাথর, শিল্প-উপজাত $CaCO_3$ থেকে উৎপন্ন পোড়া চুন বা লাইম (CaO)। আর প্রধান ২য় উপাদান কাদামাটি জাতীয় বা আরজেলেসিয়াস পদার্থ হলো চায়না ক্লে ($Al_2O_3.2SiO_3.2H_2O$), বাত্যাচুল্লি হতে প্রাপ্ত ধাতুমল, আগ্নেয়গিরিজাত পদার্থ (লাভা) ইত্যাদি। এগুলো ভস্মীকরণে সিলিকা, অ্যালুমিনা ও Fe_2O_3 পাওয়া যায়। এ দুই শ্রেণির পদার্থের ভস্মীকরণে প্রাপ্ত ছোট আকারের শক্ত পাথর টুকরাকে সিমেন্টের নুড়ি বা ক্লিংকার বলে। এ ক্লিংকারের মিহিচূর্ণের সাথে 2–3% পরিমাণে জিপসাম ($CaSO_4.2H_2O$) এর মিহিচূর্ণ মিশিয়ে পোর্টল্যান্ড সিমেন্ট উৎপাদন করা হয়।

পোর্টল্যান্ড সিমেন্ট উৎপাদন পদ্ধতি : পোর্টল্যান্ড সিমেন্ট উৎপাদন তিনটি স্তরে সম্পন্ন হয়। যেমন–

(১) কাঁচামালের গুঁড়ার মিশ্রণ তৈরি,

(২) ভস্মীকরণ প্রক্রিয়ায় কাঁচামালের গুঁড়া থেকে ক্লিংকার উৎপাদন ও

(৩) ক্লিংকারের মিহিচূর্ণ ও জিপসামের 2–3% মিহি চূর্ণ মিশিয়ে সিমেন্ট তৈরি।

প্রাথমিক কাঁচামালের গুঁড়ার মিশ্রণ তৈরি করার দুটি পদ্ধতি আছে। যেমন,

(১) সিক্ত (wet) পদ্ধতি [এক্ষেত্রে জ্বালানি খরচ কম) ও **(২) শুষ্ক (dry) পদ্ধতি** (এক্ষেত্রে জ্বালানি খরচ বেশি)।

(১) কাঁচামালের গুঁড়ার মিশ্রণ তৈরি :

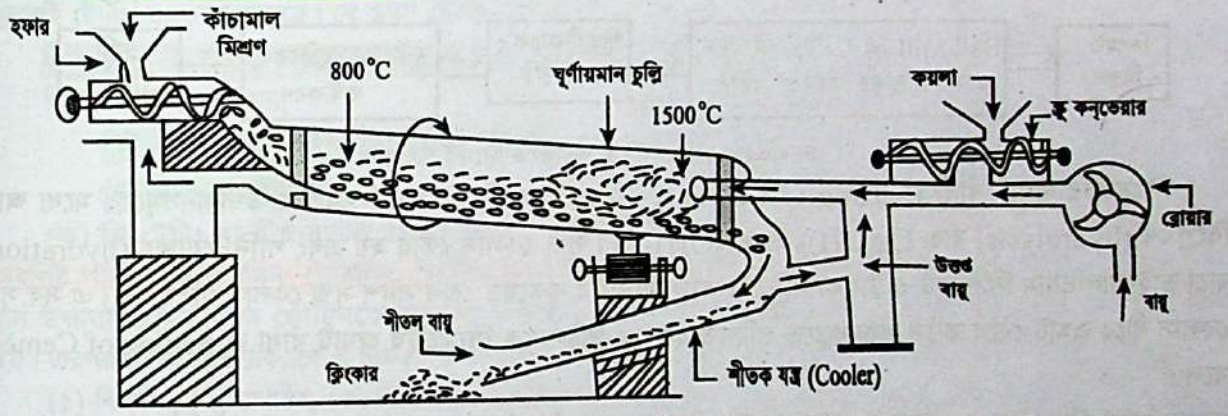
*** সিক্ত পদ্ধতি :** ক্যালকেরিয়াস বা ক্যালসিয়াম ঘটিত কাঁচামাল যেমন চুনাপাথরকে প্রথমে 'আবর্তক গুঁড়াকরণ যন্ত্রে' (Gyratory Crusher- এ) ও পরে বল (ball) মিলের সাহায্যে মিহিচূর্ণ করে ঐ চূর্ণকে ওয়াশ মিল (wash mill) যন্ত্রে পানি প্রবাহে ধুয়ে অপ্রয়োজনীয় পদার্থ দূর করা হয়। এখন এর মধ্যে আরজেলেসিয়াস পদার্থ চায়না-ক্লে ও বাত্যাচুল্লির ধাতুমল প্রয়োজনমতো যোগ করে মিশ্রণটিকে 'বল মিল' এ মিহিচূর্ণ করে উত্তমরূপে মেশানো হয়। এ মিশ্রণকে স্লারি (slurry) বলে।

*** শুষ্ক পদ্ধতি :** এ পদ্ধতিতে ক্যালসিয়াম জাতীয় ও আরজেলেসিয়াস জাতীয় কাঁচামালকে পৃথকভাবে 'আবর্তক গুঁড়াকরণ যন্ত্রে' ও বল মিল যন্ত্রে মিহিচূর্ণে পরিণত করা হয়। এরপর উভয় শ্রেণির বিচূর্ণ উপাদানগুলোকে উপযুক্ত পরিমাণে নিয়ে 'মিক্সিং মিল'–এ যোগ করে সমসত্ত্ব মিশ্রণ তৈরি করা হয়। এ মিশ্রণটিকে 'র-মিল' (raw mill) বলে।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

(২) কাঁচামালের মিশ্রণ ('স্লারি' অথবা 'র-মিল') এর মিশ্রণের ভস্মীকরণ : ভস্মীকরণ প্রক্রিয়াটি হলো একটি তাপ-বিযোজন পদ্ধতি। একটি স্টিল নির্মিত ঘূর্ণায়মান সিলিন্ডার আকৃতির চুল্লিতে কাঁচামালের মিশ্রণকে ভস্মীকরণ করা হয়। চুল্লিটির ভেতরের দেয়ালে অগ্নিসহ মৃত্তিকার প্রলেপ দেয়া থাকে। চুল্লিটিকে সামান্য আনতভাবে রেখে বৈদ্যুতিক মোটরের সাহায্যে ঘোরানো হয়। সিক্ত পদ্ধতির কাঁচামালের স্লারি মিশ্রণকে (অথবা শুষ্ক পদ্ধতির 'র-মিল' মিশ্রণকে) চুল্লির উপরিভাগের 'হফার'-এর মাধ্যমে চুল্লিতে যোগ করা হয়। জ্বালানির (কয়লা) সাহায্যে চুল্লিটির সিলিন্ডারের নিচের দিকে উত্তপ্ত করা হয়। তাই চুল্লির নিচের অংশে 1500°C এবং ওপরের অংশে 800°–750°C তাপমাত্রা থাকে। চুল্লিটির সিলিন্ডারটিকে ঘোরাতে থাকলে কাঁচামালের মিশ্রণ ওলট-পালট হয়ে ধীরে ধীরে নিচের দিকে নামতে থাকে এবং চুল্লির উচ্চতম তাপমাত্রা অঞ্চলে পৌঁছে। তখন ভস্মীকরণ সম্পন্ন হয়ে বিগলিত ক্যালসিয়াম সিলিকেট, ক্যালসিয়াম অ্যালুমিনেট ও ক্যালসিয়াম অ্যালুমিনো ফেরাইট মিশ্রিত সিমেন্ট নুড়ি বা ক্লিংকার উৎপন্ন হয়।



চিত্র – ৫.৯ : ঘূর্ণায়মান চুল্লিতে সিমেন্ট ক্লিংকার উৎপাদন

সিমেন্ট উৎপাদনে ঘূর্ণায়মান চুল্লিতে তাপমাত্রা অনুসারে সংঘটিত বিক্রিয়াসমূহ :

(i) চুল্লির উপরিভাগে প্রায় 800°C তাপমাত্রায় স্লারি মিশ্রণের সমস্ত পানি বাষ্পীভূত হয়ে চুল্লি থেকে নির্গত হয়।

(ii) চুল্লির মধ্যভাগে 1000°C তাপমাত্রায় চুনাপাথর ($CaCO_3$) বিযোজিত হয়ে লাইম (CaO) ও CO_2 উৎপন্ন হয়।

$$CaCO_3 \xrightarrow{1000°C} CaO + CO_2$$

(iii) চুল্লির নিম্নভাগে 1400°–1500°C তাপমাত্রায় লাইম (CaO) ও চায়না ক্লে এর উপাদানগুলো পরস্পর বিক্রিয়া করে– (১) ডাইক্যালসিয়াম সিলিকেট ($2CaO.SiO_2$), (২) ট্রাইক্যালসিয়াম সিলিকেট ($3CaO.SiO_2$), (৩) ট্রাইক্যালসিয়াম অ্যালুমিনেট ($3CaO.Al_2O_3$) ও (৪) টেট্রাক্যালসিয়াম অ্যালুমিনো ফেরাইট ($4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$) উৎপন্ন করে। এ পদার্থগুলো ধূসর বর্ণের সিমেন্ট নুড়ি বা সিমেন্ট ক্লিংকার তৈরি করে।

$$2CaO + SiO_2 \xrightarrow{1450℃} 2CaO.SiO_2 \quad \text{(ডাইক্যালসিয়াম সিলিকেট)}$$

$$3CaO + SiO_2 \xrightarrow{1450℃} 3CaO.SiO_2 \quad \text{(ট্রাইক্যালসিয়াম সিলিকেট)}$$

$$3CaO + Al_2O_3 \xrightarrow{1450℃} 3CaO\ Al_2O_3 \quad \text{(ট্রাইক্যালসিয়াম অ্যালুমিনেট)}$$

$$4CaO + Al_2O_3 + Fe_2O_3 \xrightarrow{1450℃} 4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3 \quad \text{(টেট্রাক্যালসিয়াম অ্যালুমিনো ফেরাইট)}$$

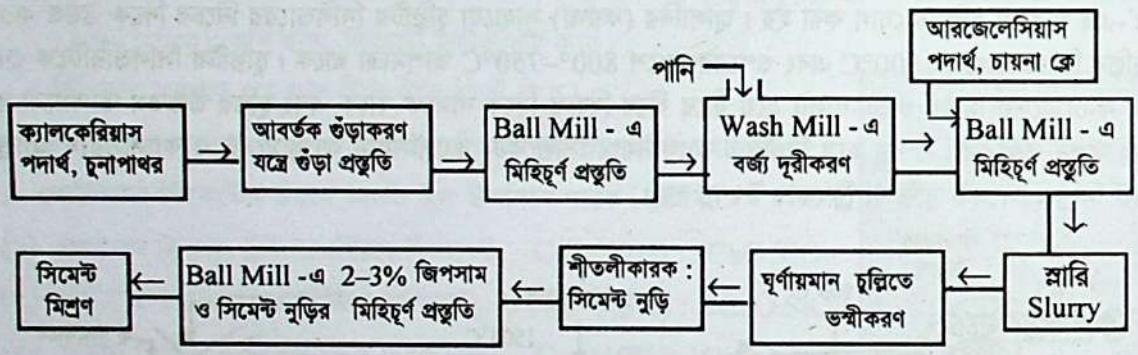
সিমেন্ট ক্লিংকার

(৩) ক্লিংকার ও জিপসামের মিহিচূর্ণ মিশ্রণ তৈরি : ক্লিংকারের নুড়িগুলো ঘূর্ণায়মান চুল্লির শীতক যন্ত্রে শীতল বায়ু প্রবাহে শীতল হয়ে চুল্লির নিচে জমা হয়। এরপর নুড়িগুলোকে 'বল-মিল' যন্ত্রে মিহিচূর্ণ করা হয়। এ মিহিচূর্ণের সাথে 2–3% জিপসাম ($CaSO_4.2H_2O$) এর মিহি চূর্ণ মিশিয়ে সিমেন্ট–মিশ্রণ তৈরি করা হয়। এরূপে প্রস্তুত করা সিমেন্ট মিশ্রণকে বস্তাবন্দী করে বাজারজাত করা হয়।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

জিপসাম গুঁড়া মিশানোর কারণ হলো শুধু ক্লিংকার গুঁড়ায় উপস্থিত ট্রাইক্যালসিয়াম অ্যালুমিনেট ($3CaO.Al_2O_3$) পানির সংস্পর্শে দ্রুত জমাট বাঁধে এবং পরে ফেঁটে যায়। জিপসাম গুঁড়া ট্রাইক্যালসিয়াম অ্যালুমিনেট–এর সাথে বিক্রিয়া করে অদ্রবণীয় ক্যালসিয়াম সালফো অ্যালুমিনেট উৎপন্ন করে এবং সিমেন্টের জমাট বাঁধা প্রক্রিয়াকে মন্থর করে। ফলে সিমেন্টের জমাট বাঁধার পর ফাটল রোধ হয়।



প্রবাহচিত্র - ৫.১০ : সিক্ত পদ্ধতিতে সিমেন্ট উৎপাদন

সিমেন্টের জমাট বাঁধা (Setting of Cement) : সিমেন্টে পানি মিশালে সিমেন্টের উপাদানসমূহের মধ্যে **আর্দ্র বিশ্লেষণ** (hydrolysis) দ্বারা $Ca(OH)_2$ ও $Al(OH)_3$ এর সূক্ষ্ম কেলাস তৈরি হয় এবং পানি–যোজন (hydration) দ্বারা ডাইক্যালসিয়াম সিলিকেট ও ট্রাইক্যালসিয়াম অ্যালুমিনেটের কলয়েড জেল সদৃশ সূক্ষ্ম কেলাস গঠিত হয়। এ সব সূক্ষ্ম কেলাস ধীরে জমাট বেঁধে কঠিন শক্ত বস্তুতে পরিণত হয়। এ প্রক্রিয়াকে **সিমেন্টের জমাট বাঁধা** বা Setting of Cement বলে।

(i) আর্দ্র বিশ্লেষণ দ্বারা ট্রাইক্যালসিয়াম সিলিকেট ও ট্রাইক্যালসিয়াম অ্যালুমিনেট আংশিকভাবে $Ca(OH)_2$ ও $Al(OH)_3$ এর কেলাস তৈরি করে। যেমন,

$$3CaO.SiO_2 + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + 2CaO.SiO_2$$

$$3CaO.Al_2O_3 + 6H_2O \rightarrow 3Ca(OH)_2 + 2Al(OH)_3$$

(ii) পানি–যোজন দ্বারা ডাইক্যালসিয়াম সিলিকেট ও ট্রাইক্যালসিয়াম অ্যালুমিনেট এদের সূক্ষ্ম কেলাস দ্বারা কলয়েড জেল তৈরি করে। যেমন,

$$2CaO.SiO_2 + x\,H_2O \rightarrow 2CaO.SiO_2.\,x\,H_2O \text{ [কলয়েড জেল]}$$

$$3CaO.Al_2O_3 + 6\,H_2O \rightarrow 3CaO.Al_2O_3.6\,H_2O \text{ [কলয়েড জেল]}$$

(iii) সিমেন্ট সেটিং-এ জিপসামের ভূমিকা : সিমেন্টের উপাদান ট্রাইক্যালসিয়াম অ্যালুমিনেট ($3CaO.Al_2O_3$) সিমেন্ট দ্রুত জমাট বাঁধতে সাহায্য করে এবং দ্রুত জমাট বাঁধা অংশ পরে ফেটে যায়। কিন্তু জিপসাম ($CaSO_4.2H_2O$) ট্রাইক্যালসিয়াম অ্যালুমিনেটের সাথে অদ্রবণীয় ক্যালসিয়াম সালফো অ্যালুমিনেট তৈরি করে। ফলে সিমেন্টের দ্রুত জমাট বাঁধা প্রক্রিয়াটি ধীরে চলে এবং উৎপন্ন কঠিন পদার্থের দৃঢ়তা শক্তি বেড়ে যায়, ফেঁটে যায় না। সুতরাং সিমেন্টের জমাট বাঁধা প্রক্রিয়াকে মন্থর করা জিপসামের কাজ।

$$3CaO.Al_2O_3 + 3(CaSO_4.2H_2O) + 2\,H_2O \rightarrow 3CaO.Al_2O_3\,.3CaSO_4.2H_2O + 6H_2O$$

(ক) (i) ও (ii) (খ) (i) ও (iii) (গ) (ii) ও (iii) (ঘ) (i), (ii) ও (iii)

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

৫.৬ চামড়া টেনিং-এর মূলনীতি

Principle of Leather Tanning

টেনিং-এর সংজ্ঞা : পশুর কাঁচা চামড়াকে রাসায়নিক প্রক্রিয়াজাত করে অধিকতর স্থিত ও বিযোজন রোধক চামড়া বা লেদার (Leather) এ পরিণত করার প্রক্রিয়াকে **চামড়া টেনিং** বলে।

★ **চামড়া টেনিং-এর প্রয়োজনীয়তা :** পশুর পচনশীল চামড়াকে দীর্ঘদিন ব্যবহারের উপযোগী করার জন্য চামড়ার মূল উপাদান 85% কোলাজেন প্রোটিনকে এনজাইম ট্রিপসিনের আর্দ্র-বিশ্লেষণ ক্রিয়া থেকে মুক্ত রাখতেই চামড়ার টেনিং করা প্রয়োজন হয়। টেনিং প্রক্রিয়ায় পশুর কাঁচা চামড়াকে রাসায়নিক প্রক্রিয়াজাত করে অধিকতর স্থিত ও বিযোজন রোধক চামড়া বা লেদারে পরিণত করা হয়।

এ টেনিং প্রক্রিয়ায় প্রাথমিক অবস্থায় 'ট্যানিন' (Tannin) নামক এক উদ্ভিজ্জ রাসায়নিক পদার্থ ব্যবহৃত হয়েছিল; এ শব্দ থেকেই টেনিং নামকরণ হয়েছে। যে স্থানে টেনিং প্রক্রিয়া সম্পন্ন হয়, সে কারখানাকে 'ট্যানারি' বলে।

ট্যানারিতে চামড়া প্রক্রিয়াজাতকরণকে প্রধানত দুটি অংশে বিভক্ত করা হয়। যেমন,

(ক) প্রি-টেনিং বা বীম হাউজ প্রক্রিয়াকরণ ও

(খ) টেনিং প্রক্রিয়াকরণ

MCQ – 5.12 : কোনটি সিমেন্ট জমাট বাঁধাকে মন্থর করে? [কু. বো. ২০১৭]

(ক) $CaSO_4.2H_2O$ (খ) $3CaO.SiO_2$

(গ) $CaO.Al_2O_3$ (ঘ) $CaO.Fe_2O_3$

(ক) প্রি-টেনিং বা বীম হাউজ প্রক্রিয়াকরণ : পশুর চামড়ায় সাধারণত 85% কোলাজেন ফাইবার (প্রোটিন) এবং অবশিষ্ট পরিমাণ অ্যালবুমিন, গ্লোবলিন, লিপিড ও কার্বোহাইড্রেট জাতীয় পদার্থ থাকে। প্রি-টেনিং প্রক্রিয়াকালে চামড়ার মূল উপাদান কোলাজেন প্রোটিনকে অন্যান্য উপাদান থেকে রাসায়নিকভাবে পৃথক করা হয়। এটি ৭টি ধাপে সম্পন্ন হয়। এরপর টেনিং প্রক্রিয়াকরণে ঐ চামড়া ব্যবহৃত হয়। প্রি-টেনিং প্রক্রিয়াজাতকরণের ৭টি ধাপ হলো নিম্নরূপ :

(১) কিউরিং, (২) সোকিং, (৩) লাইমিং, (৪) লোম দূরীকরণ, (৫) চুন দূরীকরণ, (৬) বেটিং ও (৭) পিকলিং

(১) কিউরিং (Curing) : চামড়া প্রক্রিয়াজাতকরণ শুরু করতে কয়েকদিন লেগে যায়। ঐ সময়ে চামড়ার প্রোটিনে যেন ব্যাকটেরিয়া জন্মাতে না পারে, সে জন্য কিউরিং করা হয়। সোডিয়াম ক্লোরাইড বা খাদ্য লবণ (NaCl) দ্বারা কিউরিং করার মাধ্যমে কাঁচা চামড়া হতে যথাসম্ভব পানি অপসারণ অর্থাৎ বের করা হয়। কিউরিং দু'পদ্ধতিতে করা যায়। যেমন,

(i) আর্দ্র-লবণায়ন কিউরিং ও (ii) ব্রাইন কিউরিং।

(i) আর্দ্র-লবণায়ন (wet-salting) পদ্ধতিতে চামড়ার ওপর বেশি পরিমাণ লবণ ছড়িয়ে দিয়ে একটি চামড়ার ওপর আরেকটি চামড়া লবণসহ এভাবে রেখে চাপ দিয়ে প্রায় ৩০ দিন প্যাকিং করা হয়।

(ii) ব্রাইন বা সম্পৃক্ত লবণ-পানি কিউরিং পদ্ধতিতে চামড়াকে গাঢ় লবণের দ্রবণে (26.4% NaCl দ্রবণে) রেখে প্রায় ১৬ ঘণ্টা নাড়ানো হয়।

(২) সোকিং বা পানিতে ভিজানো : কিউরিং-এর পর ট্যানারিতে লবণযুক্ত চামড়াকে পরিষ্কার পানিতে ধুয়ে লবণ মুক্ত করা হয়। চামড়া থেকে পশুর রক্ত মুক্ত হয়। পশুর রক্ত থাকলে টেনিং করা চামড়ায় আয়রনের দাগ পড়ে। কিউরিংকালে চামড়া থেকে মুক্ত পানি soaking এর বেলায় আবার যুক্ত হয়, ফলে কোলাজেন ফাইবার স্বাভাবিক হয়। এক্ষেত্রে ব্যবহৃত পানি ব্যাকটেরিয়া মুক্ত রাখা হয়। তখন চামড়া 'পানি-ভিজানো' অবস্থায় থাকে।

(৩) লাইমিং বা চুন সংযোগকরণ (Liming) : পানিতে ভিজানো চামড়াকে পরে কলি চুনের [$Ca(OH)_2$] পানিতে রাখা হয়। তখন কোলাজেনের পেপটাইড বন্ধনে (–CO–NH– এ) ক্ষারীয় আর্দ্র বিশ্লেষণ ঘটে। ফলে প্রোটিন শিকলের এক প্রান্তে $-\overset{+}{N}H_3$ মূলক ও অপর প্রান্তে কার্বক্সিলেট ($-COO^-$) মূলক থাকে।

এরপর চামড়ার লোম, চর্বি, গ্রীজ ও কেরাটিনাস্ পদার্থ দূর করতে কিছু শার্পেনিং এজেন্ট (sharpening) যোগ করা হয়। শার্পেনিং এজেন্টসমূহ হলো সোডিয়াম সালফাইড (Na_2S), সোডিয়াম সায়ানাইড (NaCN) ও জৈব অ্যামিনসমূহ।

লোম বা চুলের দৃঢ়তার মূল কারণ হলো সিস্টিন (cystein) নামক অ্যামাইনো এসিডের মাধ্যমে আন্তঃপ্রোটিন শিকলে ডাইসালফাইড (S–S) বন্ধন সৃষ্টি। শার্পেনিং এজেন্টগুলো এ ডাইসালফাইড (S–S) বন্ধন ভেঙে দেয়; প্রোটিনের পলিপেপ্টাইড শিকল আলাদা হয়ে পড়ে। কলি চুন ও শার্পেনিং এজেন্ট দ্বারা চামড়া থেকে পশুর লোম ছাড়ানো সহজ হয়। এ প্রক্রিয়ার ফলে–

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

(i) লোম ও অন্যান্য কেরাটিনাস্ পদার্থসমূহ দূর হয়।
(ii) প্রোটিনের আন্তঃফাইবারের মধ্যে থাকা বন্ধনসমূহ দুর্বল হয়। দ্রবণীয় প্রোটিন কিছুটা পানিতে মিশে দূর হয়।
(iii) তখন ফাইবারসমূহ দূরে সরে যায়।
(iv) চামড়া থেকে চর্বি ও গ্রীজ দূর হয়।
(v) চামড়ার প্রোটিন শিকল বা কোলাজেন (collagen)-কে টেনিং উপযুক্ত করা হয়।

(৪) লোম দূরীকরণ : চুন সংযোগ ধাপে কিছু পরিমাণ লোম দূর হয়। তাই লোম পুরোপুরি দূর করতে চামড়ার সাথে সোডিয়াম সালফাইড, NaOH, সোডিয়াম সালফাইট (Na_2SO_3), ক্যালসিয়াম হাইড্রোসালফাইড $Ca(HS)_2$ ও ডাইমিথাইল অ্যামিন $(CH_3)_2NH$ মিশ্রণ যোগ করা হয়। এরপর মেসিন দ্বারা ও পরে হাতের সাহায্যে ভোঁতা ছুরি দিয়ে লোম দূর করা হয়।

(৫) চুন দূরীকরণ (Deliming) : লোম দূরীকরণের পর এ পর্যায়ে চামড়াকে NH_4Cl অথবা $(NH_4)_2SO_4$ লবণের দ্রবণ দ্বারা লাইম মুক্ত করা হয়। শেষে ধৌত করে ট্যানিং এর উপযুক্ত করা হয়।

(৬) বেটিং : চুন বা লাইম মুক্ত চামড়াকে বেটিং এজেন্ট মিশ্রণে ডুবানো হয়। বেটিং এজেন্ট হলো প্রোটিওলাইটিং এনজাইম ট্রিপসিন ও কাইমোট্রিপসিনের মিশ্রণ। এ বেটিং মিশ্রণ চামড়ায় থাকা সব প্রোটিনকে আর্দ্র বিশ্লেষিত করে দূর করে। এ প্রক্রিয়ায় চামড়ার স্ফীতিকরণ ও p^H মান হ্রাস পায়; চামড়ার মসৃণতা বৃদ্ধি পায়।

(৭) পিকলিং (Pickling) : চামড়াকে খনিজ টেনিং (mineral tanning) করার আগে চামড়াকে লবণ ও 1.5% সালফিউরিক এসিডের মিশ্রিত জলীয় দ্রবণে ডুবানো হয়। তখন কোলাজেনের pH খুবই কমে যায় এবং খনিজ টেনিং-এর এজেন্টসমূহ সহজে চামড়ার ভেতর প্রবেশ করতে পারে। এ প্রক্রিয়াকে পিকলিং বলে। পিকলিং এর ফলে চামড়ার প্রোটিনের Ca লবণ $CaSO_4$ রূপে অপসারিত হয় এবং প্রোটিনের মধ্যে লবণ লিংকেজ (salt linkage) সৃষ্টি করে চামড়াকে ক্রোম টেনিং-এর উপযোগী করে তোলে। ক্রোম টেনিং এর pH হলো 3.0। এসিডের তুলনায় লবণ প্রায় দ্বিগুণ গতিতে চামড়ার ভেতর প্রবেশ করে এবং আবশ্যিক pH কমানোর কোনো খারাপ প্রভাব থাকলে, তা নিয়ন্ত্রণে রাখে।

$$\updownarrow\!-NH_2-Ca-OOC-\updownarrow + H_2SO_4 \longrightarrow \updownarrow\!-\overset{+}{N}H_3 \text{ লবণ লিংকেজ } \bar{O}OC-\updownarrow + CaSO_4$$

এখানে খাড়া উভমুখী তীর চিহ্ন ($\updownarrow$) দ্বারা প্রোটিন শিকল বা কোলাজেনকে বোঝানো হয়েছে।

(খ) টেনিং প্রক্রিয়াকরণ : কাঁচা চামড়াকে পাকা চামড়ায় পরিণত করার জন্য টেনিং প্রক্রিয়াকরণ প্রয়োজন হয়। টেনিং দুই প্রক্রিয়ায় করা হয়। যেমন,

(১) খনিজ টেনিং বা ক্রোম টেনিং ও (২) উদ্ভিজ্জ টেনিং

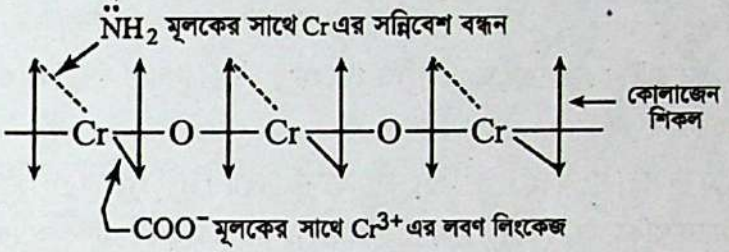
ক্রোম টেনিং সংজ্ঞা : কাঁচা চামড়াকে পাকা চামড়া বা লেদারে পরিণত করার কালে পিকলিং ধাপের পর পলিপেপটাইড বা কোলাজেনের পেপটাইড বন্ধন (–CONH–) এর মধ্যে পরিবর্তন ঘটিয়ে Cr^{3+} আয়ন দ্বারা কোলাজেন ফাইবারগুলোকে কোলাজেন-ক্রোমিয়াম-অক্সো জটিল যৌগে পরিণত করার প্রক্রিয়াকে ক্রোম টেনিং বলে। এতে এনজাইম ট্রিপসিনের আর্দ্র বিশ্লেষণ ক্রিয়া ঘটতে পারে না বলে চামড়া পচন বিযোজন থেকে মুক্ত থাকে।

ক্রোম টেনিং-এর মূলনীতি : আধুনিক ক্রোম টেনিং কালে ক্রোমিয়াম (III) সালফেট $Cr_2(SO_4)_3$ লবণের দ্রবণে $NaHCO_3$ যোগ করে দ্রবণের p^H মান 3 থেকে বৃদ্ধি করে 4.0–4.3 এর মধ্যে রাখা হয়। ঐ দ্রবণে ক্রোমিয়াম লবণ দ্রবীভূত হয়ে হেক্সা অ্যাকুয়া ক্রোমিয়াম (III) ক্যাটায়ন $[Cr(H_2O)_6]^{3+}$ তৈরি হয়। দ্রবণের p^H বৃদ্ধির ফলে ঐ ক্যাটায়ন পলি ক্রোমিয়াম (III) জটিল যৌগ গঠন করে থাকে। এটি চামড়ার বিভিন্ন কোলাজেন শিকলের মধ্যে ক্রস সংযোগ এজেন্টরূপে কাজ করে। তখন দুটি কোলাজেন শিকলের একটির $-\ddot{N}H_2$ মূলকের সাথে প্রতিটি Cr^{3+} আয়ন এর সন্নিবেশ যোজ্যতা (.....) দ্বারা যুক্ত হয়। এছাড়া দ্বিতীয় কোলোজেন শিকলের কার্বক্সিলেট মূলক ($-COO^-$) এর সাথে ঐ Cr^{3+} আয়নের একটি প্রাইমারি যোজ্যতাসহকারে যুক্ত হয়ে দুটি কোলাজেন শিকলের মধ্যে লবণ লিংকেজ দ্বারা একটি ক্রস সংযোগ সৃষ্টি করে। এরূপে বহু সংখ্যক Cr^{3+} আয়ন O পরমাণুর সাথে এদের প্রত্যেকের অবশিষ্ট দুটি প্রাইমারি যোজ্যতা দ্বারা

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

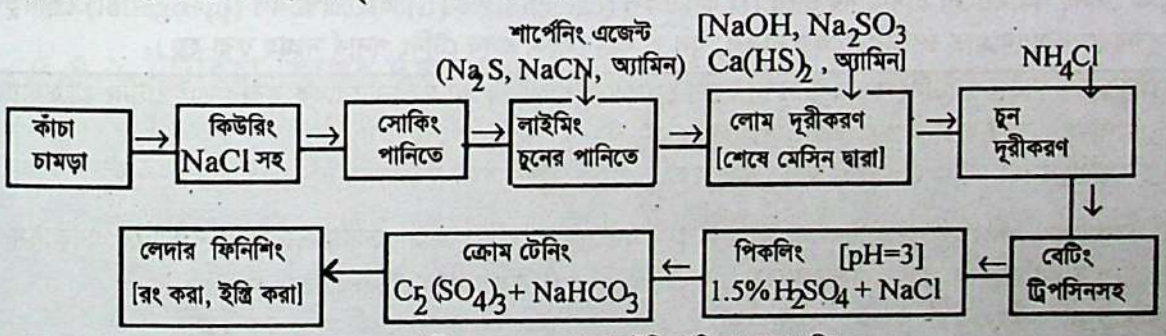
ক্রোমিয়াম অক্সিজেন (–O–Cr–O–Cr) দীর্ঘ শিকল সৃষ্টি করে কোলাজেন-ক্রোমিয়াম অক্সো জটিল যৌগ গঠন করে। তখন পিকলিং ধাপে দুটি কোলাজেনের মধ্যে সৃষ্ট লিংকেজগুলো Cr^{3+} আয়ন পূর্ণ করে দেয়। চিত্রে তা দেখানো হলো :



চিত্র - ৫.১১ : কোলাজেন ক্রোমিয়াম অক্সো জটিল গঠন

(i) ক্রোম টেনিং প্রক্রিয়া : ক্রোম টেনিং ড্রামে ক্রোমিয়াম (III) সালফেট দ্রবণ প্রয়োজনমতো নেয়া হয়। এ দ্রবণে $NaHCO_3$ যোগ করে দ্রবণের pH মান 4.0–4.3 এর মধ্যে রাখা হয়। এ ক্রোম টেনিং মিশ্রণে পিকলিং করা কাঁচা চামড়াকে ছয় ঘণ্টা যাবৎ ভিজিয়ে রাখা হয়। ক্রোম টেনিং শেষে লেদারকে পানি দিয়ে ধুয়ে ফেলা হয়। এরপর লেদার ফিনিশিং করা হয়।

(ii) লেদার ফিনিশিং : লেদার ফিনিশিং ধাপে লেদারকে রং করা, [রং করার জন্যে চামড়াকে প্রথমে ব্লিচিং এজেন্ট SO_2 ও Na_2CO_3 মিশ্রণে ডুবানো হয়; পরে চামড়াকে নমনীয় করার জন্য তেল-চর্বি মিশ্রণে ডুবানো হয়; একে কারিং বলে], ইস্ত্রি করা, চামড়ার চাকচিক্য বৃদ্ধি বা জ্যাকিং করা, চামড়াকে শুকিয়ে কোম্পানির নাম অ্যামবোস ইত্যাদি করা হয়।



প্রবাহচিত্র – ৫.১২ : চামড়া টেনিং প্রক্রিয়ার প্রবাহ চিত্র

জেনে নাও : ক্রোম টেনিং প্রক্রিয়াটিকে ওপরে সহজভাবে দেখানো হলেও এটি একটি জটিল প্রক্রিয়া। এ জটিল প্রক্রিয়াটিতে $[Cr(H_2O)_6]^{3+}$ আয়নের মধ্যে 'ওলেশন' (Olation) ও 'অক্সোলেশন' (Oxolation) ঘটে। এ দুটি প্রক্রিয়ার মাধ্যমে কার্যকর টেনিং এজেন্ট হিসেবে হেক্সা অ্যাকুয়া ক্রোমিয়াম (III) আয়ন দুটি কোলাজেন শিকলের পেপটাইড বন্ধন (–CO–NH–) এর পরিবর্তে Cr^{3+} আয়ন সন্নিবেশ বন্ধন ও প্রাইমারি যোজ্যতা দ্বারা যুক্ত হয়। এর ফলে এনজাইম ট্রিপসিন দ্বারা পেপটাইড বন্ধনের আর্দ্র বিশ্লেষণ রোধ করে চামড়াকে পচন বিয়োজন থেকে মুক্ত রাখে।

ওলেশন : যে প্রক্রিয়ায় জলীয় দ্রবণে জটিল সন্নিবেশ ধাতব আয়ন যেমন $[Cr(H_2O)_6]^{3+}$ আয়ন পর্যায়ক্রমে পরিবর্তনের মাধ্যমে পলিমারিক অক্সাইড গঠন করে, তাকে ওলেশন বলে।

অক্সোলেশন : যে প্রক্রিয়ায় জলীয় দ্রবণে জটিল সন্নিবেশ ধাতব আয়ন যেমন $[Cr(H_2O)_6]^{3+}$ পর্যায়ক্রমে পরিবর্তনের মাধ্যমে ধাতব অক্সো ডাইমার গঠন করে, তাকে অক্সোলেশন বলে। ক্ষেত্র বিশেষে ওলেশন ও অক্সোলেশন উভয়ের মধ্যে কোনো পার্থক্য থাকে না। ওলেশন ও অক্সোলেশন ক্রোম টেনিং এ ক্রিয়াশীল থাকে।

(i) ক্রোম টেনিং মিশ্রণে pH মান 3 থেকে বৃদ্ধির সাথে $[Cr(H_2O)_6]^{3+}$ আয়নের একটি H_2O লিগান্ডের $-OH$ বন্ধন আয়নিত হয়ে হাইড্রক্সাইড কমপ্লেক্স $[Cr(H_2O)_5OH]^{2+}$ তৈরি করে, যা হলো $-Cr(H_2O)_6^{3+}$ এর কনজুগেট ক্ষারক।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

$$[Cr(H_2O)_6]^{3+} \rightleftharpoons [Cr(H_2O)_5\,OH]^{2+} + H^+$$
ক্রম — কনজুগেট ক্ষারক

(iii) হাইড্রাক্সাইড কমপ্লেক্স আয়ন –OH লিগ্যান্ডের মাধ্যমে দ্বিতীয় পৈতৃক জটিল আয়নের Cr পরমাণুর সাথে সন্নিবেশ বন্ধন গঠন দ্বারা ওলেশন প্রক্রিয়াটি শুরু করে। তখন দুটি Cr পরমাণু –OH লিগান্ড দ্বারা আবদ্ধ হয় এবং একই সাথে একটি H_2O অণু প্রতিস্থাপিত হয়।

$$[Cr(H_2O)_5\,OH]^{2+} + [Cr(H_2O)_6]^{3+} \rightleftharpoons [\{Cr(H_2O)_5\}_2\,OH]^{5+} + H_2O$$

(iii) উৎপন্ন 5+ আয়নে থাকা অবশিষ্ট H_2O লিগ্যান্ড ও OH^- লিগ্যান্ড তখন অধিক অম্লধর্মী হয়। ফলে আয়নীকরণ ও ঘনীভবন আরো উচ্চ pH মানের দ্রবণে সহজে ঘটতে থাকে। পরিশেষে অক্সোলেশন ও ওলেশন দ্বারা ধাতব পলিমারিক অক্সাইড গঠিত হয়, যা কোলাজেন-ক্রোমিয়াম- অক্সো জটিল শিকল গঠন করে।

(গ) উদ্ভিজ্জ টেনিং (Vegetable tanning) : উদ্ভিজ টেনিং হলো একটি পুরাতন পদ্ধতি, তবে তা এখনো ব্যবহৃত হয়। এজন্য এসিড পিকলিং-এর প্রয়োজন হয় না। চুন দূর করার পর চামড়াকে টেনিং দ্রবণে ডুবিয়ে রাখা হয়। প্রথমে অল্প ঘনমাত্রার টেনিং দ্রবণে ডুবিয়ে রেখে পরবর্তীতে আরো বেশি ঘনমাত্রার টেনিং দ্রবণে ডুবিয়ে রাখা হয়। এভাবে ক্রমাগত বেশি ঘনমাত্রার ট্রেনিং দ্রবণে ডুবিয়ে রাখা হয়। এরূপে টেনিং সম্পন্ন হতে কয়েক সপ্তাহ সময় প্রয়োজন হয়। এ সময় চামড়ার ভেতর টেনিং প্রবেশ করে চামড়াকে নমনীয় করে। উদ্ভিজ্জ টেনিংকৃত নরম চামড়া লাগেজ ও আসবাবপত্র তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।

উদ্ভিজ্জ টেনিং পদার্থগুলো রাসায়নিকভাবে (i) ক্যাটিকল (catechol) ও (ii) পাইরোগ্যালল (pyrogallol) শ্রেণিভুক্ত ফেনল। সুন্দরবনের ম্যানগ্রোভ জাতীয় বৃক্ষের বাকল, মূল ও কাঠ থেকে এসব টেনিং পদার্থ সংগ্রহ করা হয়।

MCQ–5.13 : চামড়ার টেনিং করার উদ্দেশ্য হলো চামড়াকে প্রাকৃতিক পচন ক্রিয়ারোধক করা। তাই টেনিং প্রক্রিয়ায়-
(i) প্রোটিন এজেন্ট দ্বারা আন্তঃপ্রোটিন শিকলের (–S–S–) বন্ধন ভেঙ্গে দেয়া হয়;
(ii) চুন দ্বারা চামড়া থেকে চর্বি ও গ্রীজ দূর করা হয়।
(iii) কোলাজেন পলিপেপটাইড শিকলে –CONH– বন্ধনের সাথে Cr^{3+} আয়নের সন্নিবেশ বন্ধন ঘটিয়ে এনজাইম [illegible]

(ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (i) ও (iii) (ঘ) (i), (ii) ও (iii)

[illegible] সিরামিক, গ্লাস-পেপার, সিমেন্ট ও চামড়া শিল্পভিত্তিক :

[illegible] সিলিকোনাইট কোন কোন শিল্পে ব্যবহৃত হয়? এরূপ যে কোনো একটি শিল্প সামগ্রী উৎপাদনের মূলনীতি [illegible]

[illegible] চামড়াকে ট্যানিং করা হয় কেন? [ব. বো. ২০১৭, চ. বো. ২০১৭; ঢা. বো. ২০১৭]

[illegible] কাঁচ উৎপাদন প্রণালি বর্ণনা কর।

[illegible] থেকে ক্যাস্ট উৎপাদনের ধাপগুলো বর্ণনা কর।

[illegible] পোর্টল্যান্ড সিমেন্ট কী? পোর্টল্যান্ড সিমেন্টের ক্লিংকার উৎপাদনে ঘূর্ণায়মান চুল্লিতে সংঘটিত বিক্রিয়াসমূহ [illegible]

[illegible] সিমেন্ট পেস্ট বা সিমেন্টের জমাট বাঁধা বা হার্ডেনিং কী? [দি. বো. ২০১৭]

[illegible] ট্যানিনের ভূমিকা ব্যাখ্যা কর। [রা. বো. ২০১৭]

[illegible] ট্যানিং করা প্রয়োজন কেন? [চ. বো. ২০১৭]

[illegible] ট্যানিং এর মূলনীতি ব্যাখ্যা কর।

[illegible] ট্যানিং প্রক্রিয়ায় কিউরিং ও পিকলিং এর গুরুত্ব ব্যাখ্যা কর।

[illegible] চামড়া ট্যানিং এ কলিচুন বা মিল্ক অব লাইম গুরুত্বপূর্ণ কেন? [সি. বো. ২০১৭]

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

৫.৭.১ সিমেন্ট শিল্পের দূষকসমূহ
Pollutants in Cement Industry

ধূলিকণা : সিমেন্ট তৈরির সময় কাঁচামাল প্রধানত লাইমস্টোন বা চুনাপাথর ও ক্লে প্রথমে মেসিনে ভেঙ্গে ছোট টুকরা এবং পরে মেসিনে পিষে পাউডার অবস্থায় পরিণত করা হয়। পরে মিশ্রণকে ঘূর্ণায়মান চুল্লি (rotary kiln) তে উত্তপ্ত করা হয়। এরূপে প্রাপ্ত ক্লিংকারকে 3% জিপসামের সাথে মিশানো হয়। প্রতিটি ধাপে এ সব কঠিন পদার্থ অতি ক্ষুদ্র কণা আকারে বাতাসে ছড়িয়ে যায়। এরূপে সিমেন্ট কারখানার চিমনি থেকে নির্গত কঠিন পদার্থের সূক্ষ্ম কণা বাতাসে ভাসমান অবস্থায় দূর দূরান্তে ছড়িয়ে পড়ে বায়ুমণ্ডলকে দূষিত করে। বাতাসে ছড়িয়ে পড়া এসব কঠিন পদার্থের সূক্ষ্ম কণা বিভিন্ন স্থানে ধুলা হিসেবে জমা হয়। তোমরা যে কোনো সিমেন্ট কারখানায় গেলে সেখানের চারদিকে এরূপ ধূলিকণার স্তর দেখতে পাবে।

চুল্লির বর্জ্য গ্যাস : সিমেন্ট কারখানায় ক্লিংকার তৈরিতে ঘূর্ণায়মান চুল্লিতে প্রচুর কয়লা অথবা প্রাকৃতিক গ্যাস পোড়ানো হয়। চুল্লির বর্জ্য গ্যাসে CO_2 ও SO_2 গ্যাস থাকে। এর সাথে CO গ্যাস ও নাইট্রোজেনের অক্সাইডসমূহ, NO_x বায়ুদূষকরূপে বায়ুকে দূষিত করে।

দূষকের প্রভাব : এসব দূষক গ্যাস ও কঠিন রাসায়নিক বস্তুর সূক্ষ্ম কণাসমূহ মানুষের শ্বাস নালি ও ফুসফুসে ঢুকে শ্বাসযন্ত্রের ক্ষতিকর রোগ সৃষ্টি করে। এছাড়া সালফার ও নাইট্রোজেনের অম্লধর্মী অক্সাইডসমূহ বাতাসের জলীয় বাষ্প ও অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়া করে যথাক্রমে H_2SO_4 ও HNO_3 উৎপন্ন করে, যা বৃষ্টির জলে মিশে এসিড বৃষ্টি সৃষ্টি করে। এর প্রভাবে জমির pH মান কমে গিয়ে মাটি উর্বরতা হারায় এবং অনেক গাছ-পালা বিনষ্ট হয়।

৫.৭.২ ইউরিয়া শিল্পের দূষকসমূহ
Pollutants in Urea Plant

প্রাকৃতিক গ্যাস হতে ইউরিয়া উৎপাদনে তিনটি প্রধান ধাপ আছে। প্রতিটি ধাপে কোনো না কোনো দূষক পরিবেশকে দূষিত করে। এসব দূষকের মধ্যে রয়েছে গ্যাসীয়, তরল ও কঠিন দূষক। প্রাকৃতিক গ্যাসের দহনের মাধ্যমে গ্যাসীয় দূষক সৃষ্টি হয়। সংক্ষেপে এক্ষেত্রে সৃষ্ট বায়ু দূষক, পানি দূষক ও মাটি দূষকের বর্ণনা নিম্নরূপ :

(ক) গ্যাসীয় দূষক : গ্যাসীয় বায়ু-দূষকের মধ্যে C, N, S এর অক্সাইডসমূহ এবং NH_3 রয়েছে।

(১) প্রাকৃতিক গ্যাস থেকে অ্যামোনিয়া গ্যাস উৎপাদনের সময় বায়ু দূষকরূপে CO_2, N-এর অক্সাইডসমূহ (NO_x), SO_2, CO গ্যাস উৎপন্ন হয় [সারণি ৫.৫ দ্রষ্টব্য]।

সারণি ৫.৫ : অ্যামোনিয়া উৎপাদনের সময় সৃষ্ট বায়ু দূষকসমূহ

দূষকসমূহ	জ্বালানি গ্যাস হতে সৃষ্ট দূষক, (kg/ প্রতি টন NH_3)	CO_2 পৃথককরণে (kg/ প্রতি টন NH_3) উৎপাদনে)
CO_2	500	1200
NO_x	0.6 – 1.3	...
SO_2	0.1 – হতে কম	...
CO	0.03 হতে কম	...

(২) ইউরিয়া উৎপাদনের সময় বিভিন্ন ধাপে কারখানা থেকে NH_3 গ্যাস নির্গত হয়ে বায়ুর দূষণ ঘটে। প্রতি টন ইউরিয়া উৎপাদনের সময় (i) অ্যামোনিয়া রিসাইক্লিং কালে 0.1– 0.5 kg NH_3; (ii) ইউরিয়া দ্রবণ ঘনীভূত করার সময় 0.1 – 0.2 kg NH_3 এবং (iii) দানাদার ইউরিয়া তৈরির সময় 0.2 – 0.7 kg NH_3; টাওয়ার ও অন্যান্য অংশ হতে নির্গত হয়ে বায়ুমণ্ডলে মিশে যায়।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

(খ) বর্জ্য–পানিতে দূষকসমূহ : অ্যামোনিয়া ও ইউরিয়া উৎপাদনের সময় বর্জ্য-পানিতে (waste-water) অ্যামোনিয়া ও বিভিন্ন নাইট্রোজেনের যৌগ দূষক হিসেবে মিশে থাকে। অ্যামোনিয়া উৎপাদনের সময় প্রতি ঘনমিটার বর্জ্য-পানিতে 1kg পর্যন্ত NH_3, 1kg পর্যন্ত মিথানল দূষক হিসেবে থাকে। প্রতি টন ইউরিয়া উৎপাদনের সময় প্রতি ঘনমিটার বর্জ্য পানিতে 0.1 – 2.6 kg ইউরিয়া ও নাইট্রোজেন যৌগ থাকে।

(গ) কঠিন দূষক : প্রাকৃতিক গ্যাস থেকে H_2 উৎপাদন ও NH_3 সংশ্লেষণে ব্যবহৃত প্রভাবকসমূহ এদের কার্যক্ষমতা হ্রাস পেলে তা পরিবেশে বর্জ্য পদার্থরূপে পরিত্যক্ত হয়। এ সব ধাতব কঠিন পদার্থ পরিবেশে দূষকরূপে কাজ করে। এছাড়া চুনাপাথর ও চুনের গুঁড়া এবং ইউরিয়া প্যাকেজিং–এ ব্যবহৃত প্লাস্টিক ব্যাগ পরিত্যক্ত অবস্থায় দূষকের মধ্যে পড়ে।

৫.৭.৩ চামড়া শিল্পের দূষক
Pollutants in Tannery

সবচেয়ে বেশি পরিবেশ দূষণকারী শিল্প কারখানার মধ্যে চামড়া শিল্প অন্যতম। চামড়া শিল্প কারখানার বর্জ্য পানিতে দ্রবীভূত ও অদ্রবীভূত এবং জৈব ও অজৈব কঠিন পদার্থ থাকে; যা পানির দ্রবীভূত অক্সিজেন (DO) এর হ্রাসের কারণ হয়ে পড়ে। এছাড়া ঐ বর্জ্য পানিতে ক্রোমিয়াম ধাতুর লবণ থাকে, যা খাদ্য শৃঙ্খলে যুক্ত হয়ে ক্ষতিকর প্রভাব সৃষ্টি করে থাকে। প্রোটিন জাতীয় বর্জ্য পদার্থের বিয়োজনে সৃষ্ট হাইড্রোজেন সালফাইড (H_2S), অ্যামোনিয়া (NH_3) এবং উদ্বায়ী বিভিন্ন জৈব যৌগের কারণে চামড়া কারখানার ভেতরে ও বাইরের বায়ু অত্যন্ত দুর্গন্ধযুক্ত হয়। চামড়া শিল্প কারখানার কঠিন বর্জ্যের পরিমাণও খুব বেশি থাকে। সব মিলে চামড়া শিল্প কারখানা হতে গ্যাসীয়, তরল ও কঠিন–এ তিন শ্রেণির দূষক নির্গত হয়।

(ক) গ্যাসীয় দূষক : পানির সংস্পর্শে চামড়া হতে চর্বি ও প্রোটিনের বিযোজনে বিভিন্ন ফ্যাটি এসিড ও অ্যামাইনো এসিড উৎপন্ন হয়। এছাড়া নির্গত H_2S গ্যাস, NH_3 গ্যাস উভয়ই বিষাক্ত ও দুর্গন্ধময়। বাতাসে 20 ppm বা 20 mg/m^3 ঘনমাত্রার H_2S গ্যাস মানুষের বিষক্রিয়ায় মৃত্যু ঘটাতে পারে। বাতাসে সর্বোচ্চ অনুমোদিত অ্যামোনিয়ার ঘনমাত্রা হলো 5mg/m^3। অথচ অনেক ক্ষেত্রে বাতাসে এর কাছাকাছি বা বেশি পরিমাণে H_2S এবং NH_3 থাকে।

(খ) বর্জ্য-পানি দূষক : চামড়া কারখানায় ব্যবহৃত প্রচুর NaCl বর্জ্য পানিতে মিশে থাকে। এছাড়া চুন, Na_2S ও অ্যামোনিয়াম লবণ, H_2SO_4, ক্রোমিয়াম লবণ ইত্যাদি ঐ বর্জ্য পানিতে থাকে। ফলে পানিতে মোট দ্রবীভূত কঠিন পদার্থের পরিমাণ (TDS) ও ক্লোরাইড আয়নের পরিমাণ খুব বেশি থাকে।

বর্তমানে পৃথিবীতে প্রতি বছর 6.5 মিলিয়ন টন চামড়া প্রক্রিয়াজাত করা হয়। এর জন্য প্রায় 3.5 মিলিয়ন টন রাসায়নিক দ্রব্য ব্যবহৃত হয়। এর বেশির ভাগ বর্জ্য-পানিতে মিশে প্রাকৃতিক দূষণ ঘটায়। প্রতি টন চামড়া উৎপাদনে 45–50 কিউবিক মিটার পানির অপচয় ঘটে। এ ট্যানারি বর্জ্য–পানি শোধন না করে অনেক কারখানার নিকটবর্তী জমিতে ফেলে। এর ফলে জমির উর্বরতা নষ্ট ও পরিবেশের পানি দূষিত হয়। খাদ্য শৃঙ্খলে ধাতব আয়ন যেমন ক্রোমিয়াম আয়ন (Cr^{3+} আয়ন) প্রবেশের মাধ্যমে উদ্ভিদ, পশু-পাখি ও মানব শরীরে প্রবেশ করলে বিভিন্ন রোগের সৃষ্টি হয়।

(গ) কঠিন দূষক পদার্থ : তোমরা এর মধ্যে জেনেছ, প্রতি টন চামড়া প্রক্রিয়াজাতকরণের পর 800 kg কঠিন বর্জ্য পদার্থ উৎপন্ন হয়। এ সবের মধ্যে বর্জ্য চামড়ার টুকরা, পশুর লোম, চামড়ার সাথে যুক্ত পশুর মাংস ও ক্রোমিয়াম আয়ন থাকে। এ সব প্রোটিন জাতীয় জৈব পদার্থের পচন ও বিযোজনের ফলে বিভিন্ন বিষাক্ত ও দুর্গন্ধ গ্যাস উৎপন্ন হয়। আবার বর্জ্য-চামড়া থেকে তৈরি ***poultry–food*** হাঁস-মুরগির খাদ্যরূপে ব্যবহারে খাদ্য-শৃঙ্খলে ক্রোমিয়াম দূষণ ঘটে।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

৫.৭.৪ টেক্সটাইল ও ডায়িং শিল্পের দূষকসমূহ
Pollutants in Textile and Dying Industries

টেক্সটাইল শিল্পও অন্যতম প্রধান পরিবেশ দূষণকারী শিল্প। টেক্সটাইল শিল্পকারখানা থেকে বিভিন্ন ফাইবার বা সুতা, কাপড়ের টুকরা প্রভৃতি বর্জ্যরূপে পরিত্যক্ত হয়। তবে এসব কঠিন দূষক বেশি সমস্যা সৃষ্টি করে না। সমস্যা সৃষ্টি করে টেক্সটাইল শিল্পে ব্যবহৃত হাজারো রঞ্জক পদার্থ।

সমগ্র পৃথিবীতে টেক্সটাইল শিল্পে প্রায় 10,000 রঞ্জক পদার্থ বা, ডাই (dye) কাপড় রং করার জন্য ব্যবহৃত হয়। এসব ফেব্রিক ডাই বা রঙের বার্ষিক উৎপাদন 7–10 লক্ষ টন। ব্যবহৃত এসব রঞ্জকের 10–25% পরিমাণে রঞ্জক প্রক্রিয়ায় অপব্যবহৃত হয় এবং পরিবেশে কোনো না কোনোভাবে মিশে গিয়ে পরিবেশের দূষণ ঘটায়। আবার 2 – 20% রঞ্জক সরাসরি পানিতে বর্জ্য হিসাবে মিশে পানিকে দূষিত করে। এসব রঞ্জক পানিতে মিশে পানিকে যেমন বর্ণযুক্ত করে, তেমনি পানিকে পানের অযোগ্য করে। কারণ এসব রঞ্জক পদার্থের অধিকাংশ নিজে অথবা এদের বিযোজনে সৃষ্ট উৎপাদগুলো বিষাক্ত ক্যান্সার উৎপাদক (carcinogens) ও জীবকোষের প্রকৃতি পরিবর্তনকারক (mutagenic) রূপে কাজ করে। রঞ্জকসমূহের বিযোজনে সৃষ্ট উৎপাদের মধ্যে বেনজিডিন ($H_2N–C_6H_4–C_6H_4–NH_2$), ন্যাফথ্যালিন (C_6H_8) ও অন্যান্য অ্যারোমেটিক যৌগ রয়েছে।

টেক্সটাইল শিল্পে ব্যবহৃত রঞ্জক পদার্থের স্থায়িত্ব বেশি হওয়া প্রয়োজন, যেন কাপড়ের রং দীর্ঘস্থায়ী হয়। টেক্সটাইল রঞ্জক হিসেবে এটি ভালো হলেও পরিবেশের জন্য তা খুবই ক্ষতিকর। সাধারণ জৈব যৌগসমূহ সূর্যালোকের তাপমাত্রা, বায়ুর উপাদান দ্বারা সহজে বিযোজিত হয়; ফলে এদের ক্ষতিকারক প্রভাব অল্প দিনে দূর হয়। কিন্তু রঞ্জক শ্রেণির যৌগসমূহ খুবই স্থিতিশীল হওয়ায় বহুদিন যাবৎ এসব রঞ্জক মাটিতে ও পানিতে অপরিবর্তিত থেকে যায়।

ডায়িং শিল্প থেকে যে সব পদার্থ পরিবেশে দূষকরূপে মিশে যায় সেগুলো হলো– (১) অ্যারোম্যাটিক অ্যামিন, (২) প্রচুর রঞ্জক পদার্থ, (৩) ক্ষার ও লবণ, (৪) ভারী ধাতু Pb ও Hg ধাতুর যৌগসমূহ। পানিতে রঞ্জক মিশে পানিকে রঙিন করে, পানির DO হ্রাস করে; একই সাথে পানির BOD ও TDS এর মান বৃদ্ধি করে।

★ 'বিশ্ব ব্যাংকের তথ্য মতে, পৃথিবীতে বিভিন্ন শিল্পের মাধ্যমে যত দূষণ ঘটে, তার 20% এর জন্য দায়ী হলো টেক্সটাইল ও ডায়িং শিল্প। এ শিল্পের দূষিত পানিতে 72 প্রকারের রাসায়নিক পদার্থ থাকে। এ শিল্পের দূষিত পানি থেকে প্রায় 30 টি রাসায়নিক পদার্থ ETP এর মাধ্যমে আলাদা করা যায় না। টেক্সটাইল ও ডায়িং শিল্পের ক্ষতিকর দূষকের মধ্যে রয়েছে Cr, Cd, Co, Pb, Ni, Hg ইত্যাদি ভারী ধাতুর আয়ন।

বিভিন্ন শিল্পের দূষকসমূহ ও পরিবেশের ওপর তাদের ক্ষতিকর প্রভাবের সংক্ষিপ্ত সার :

শিল্প ক্ষেত্র	শিল্পের বর্জ্য দূষক	ক্ষতিকর প্রভাব
(১) সিমেন্ট শিল্প :	(১) চুনাপাথর, ক্লে ও ক্লিংকারের সূক্ষ্ম গুঁড়া, (২) উড়ন্ত ছাই, CO_2, SO_2, NOx গ্যাসসমূহ।	(১) সূক্ষ্ম গুঁড়া মানুষের শ্বাসনালি ও ফুসফুসে ঢুকে শ্বাসযন্ত্রে ক্ষতিকর রোগ সৃষ্টি করে। (২) বর্জ্য অম্লধর্মী গ্যাস এসিড বৃষ্টি সৃষ্টি করে।
(২) ইউরিয়া শিল্প :	(১) তরল NH_3, (২) সূক্ষ্ম ইউরিয়া কণা ও নাইট্রোজেন যৌগ, (৩) বর্জ্য প্রভাবক গুঁড়া, (৪) চুনাপাথর ও চুনের বর্জ্য প্লাস্টিক ব্যাগ ইত্যাদি।	(১) পরিবেশের বায়ু, পানি ও মাটির ক্ষারীয় দূষণ ঘটে। (২) বায়ু দূষণে শ্বাস যন্ত্রে রোগ; পানি দূষণে মাছ মারা যায়, মাটি দূষণে উর্বরতা হ্রাস পায়।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

শিল্প ক্ষেত্র	শিল্পের বর্জ্য দূষক	ক্ষতিকর প্রভাব
(৩) চামড়া শিল্প :	(১) ফ্যাটি এসিড, অ্যামাইনো এসিড, H_2S, NH_3, Na_2S, H_2SO_4, Cr–লবণ, চামড়ার টুকরা, পশুর লোম ইত্যাদি।	(১) পরিবেশে দুর্গন্ধ ছড়ায়, (২) পানির DO হ্রাস পায়, (৩) খাদ্য শৃঙ্খলে Cr ধাতুর ক্ষতিকর প্রভাব সৃষ্টি করে।
(৪) টেক্সটাইল ও ডায়িং শিল্প :	(১) সুতার বর্জ্য কাপড়, (২) বিভিন্ন রঞ্জক পদার্থ, (৩) ভারী ধাতু Cr, Cd, Co, Pb, Ni, Hg ইত্যাদির লবণ, (৪) Na_2S, NaOH, জৈব এসিড ও অ্যারোমেটিক অ্যামিন।	(১) পরিবেশে দূষণ ঘটে, (২) পানিতে রঞ্জক পদার্থ মিশে DO হ্রাস পায়, BOD ও TDS বৃদ্ধি পায়। (৩) খাদ্য শৃঙ্খলে ভারী ধাতু প্রবেশ করে মানুষের দেহে ক্যান্সার ও বিভিন্ন মারাত্মক রোগ সৃষ্টি করে।

শিক্ষার্থীর কাজ – ৫.৫ : সিমেন্ট, ইউরিয়া ও চামড়া শিল্পের দূষকভিত্তিক :

প্রশ্ন-৫.১১ : নিম্নোক্ত শিল্পের দূষকসমূহ সারণি আকারে সাজিয়ে উপস্থাপন কর : (১) সিমেন্ট শিল্প, (২) ইউরিয়া শিল্প, (৩) চামড়া শিল্প, (৪) টেক্সটাইল ও ডায়িং শিল্প।

প্রশ্ন-৫.১২(১) : নিচের উদ্দীপক সংশ্লিষ্ট প্রশ্নের যথাযথ উত্তর দাও। [দি. বো. ২০১৬]

টেক্সটাইল শিল্প → বর্জ্য পানি → নদী

(ক) উদ্দীপকের শিল্পটি কীভাবে পরিবেশকে দূষিত করে তা ব্যাখ্যা কর।

(খ) উল্লেখিত শিল্পের পরিবেশ দূষণ কীভাবে রোধ করা যায় তা বিশ্লেষণ কর।

প্রশ্ন-৫.১২(২) : নিচের উদ্দীপক অনুধাবন করে সংশ্লিষ্ট প্রশ্নের যথাযথ উত্তর দাও। [রা. বো. ২০১৭]

'A' শিল্পের জ্বালানি → কয়লা 'B' শিল্পের কাঁচামাল → নরম কাঠ

(ক) বায়ু দূষণে 'A' শিল্প ও 'B' শিল্পের মধ্যে কোনটির ভূমিকা অধিক, তা মূল্যায়ন কর।

৫.৮ বায়ু দূষণ নিয়ন্ত্রণ কৌশলের মূলনীতি

Principle of Controlling Air Pollution

এ পর্যন্ত আলোচনায় তোমরা জেনেছ, বায়ু দূষণের মূল কারণ হলো- বায়ুতে ভাসমান কঠিন বস্তুর কণাসমূহ এবং C, N ও S এর অক্সাইডসমূহের উপস্থিতি। বায়ুতে এ সব দূষক পদার্থ একবার মিশে গেলে বায়ু থেকে এদের অপসারণ করা খুবই কঠিন। সুতরাং এ সব দূষক সৃষ্টির উৎসেই এদেরকে বায়ুতে না মেশার ব্যবস্থা করতে হবে। এসব দূষক সৃষ্টির উৎস হলো বিভিন্ন শিল্পকারখানা এবং মোটরযানের জ্বালানির বর্জ্য-গ্যাস। আমরা এক্ষেত্রে বায়ু দূষণ নিয়ন্ত্রণের তিনটি কৌশলের মূলনীতি আলোচনা করব :

(১) প্রভাবকীয় রূপান্তর (Catalytic Conversion) : বায়ু দূষণের প্রধান উৎস হলো-কলকারখানায় ও মোটরযানে জ্বালানি দহনে উৎপন্ন বর্জ্য গ্যাস। কলকারখানায় কঠিন, তরল ও গ্যাসীয় জ্বালানি পোড়ানো হয়। যানবাহনসমূহে পেট্রোল, ডিজেল ও প্রাকৃতিক গ্যাস জ্বালানিরূপে ব্যবহৃত হয়। একটি সমীক্ষায় জানা গেছে, মটরযান থেকে নির্গত বর্জ্য গ্যাসে 1-2% CO, 500–1000 ppm অদহনকৃত হাইড্রোকার্বন, 100–3000 ppm NO গ্যাস থাকে।

বর্তমানে আধুনিক বিশ্বে সব মোটরযানে এবং কলকারখানায় দহন স্থলে জ্বালানির বর্জ্য বায়ু দূষক গ্যাসকে প্রভাবকীয় বা কেটালাইটিক কনভার্টার দ্বারা রূপান্তর করে পরিবেশবান্ধব গ্যাসরূপে বায়ুতে মুক্ত করা হয়। এ কনভার্টারে প্রভাবকরূপে প্লাটিনাম, প্যালাডিয়াম বা রোডিয়াম ধাতুর সূক্ষ্ম চূর্ণকে সিরামিকের তৈরি মৌচাকের ন্যায় জালির মধ্যে টিউব বন্ধ করে রাখা হয়। দহন স্থান হতে নির্গত উত্তপ্ত বর্জ্য দূষক গ্যাস ধাতব প্রভাবকের সংস্পর্শে আসলে অদহনকৃত জ্বালানি বাষ্প ও CO গ্যাস

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

বায়ুর অক্সিজেন দ্বারা পূর্ণ জারিত হয়ে CO_2 গ্যাসে পরিণত হয় এবং বর্জ্য গ্যাসের NO গ্যাস CO দ্বারা বিজারিত হয়ে N_2 গ্যাসরূপে বাতাসে মুক্ত হয়।

$$C_xH_y + (x + y/4)\ O_2 \xrightarrow{Pt,\ \Delta} xCO_2 + y/2\ H_2O$$

$$2NO + 2CO \longrightarrow 2CO_2 + N_2$$

$$2CO + O_2 \longrightarrow 2CO_2$$

চিত্র - ৫.১৩ : অটোমোবাইল ইঞ্জিনের জ্বালানি বর্জ্য বায়ুদূষকের কেটালাইটিক কনভার্টারে শোধন।

(২) **দূষক গ্যাস দ্রবীভূতকরণ (Dissolving Pollutant) :** শিল্প কারখানার চিমনি দিয়ে নির্গত বর্জ্য গ্যাস বা ফ্লু-গ্যাস বায়ু দূষক শ্রেণিভুক্ত অম্লধর্মী গ্যাসসমূহকে বিশেষত SO_2 গ্যাসকে ক্ষারকীয় পানির মিশ্রণে শোষণ করে পরিবেশ দূষণ মুক্ত রাখা যায়, এ প্রক্রিয়াকে ফ্লু-গ্যাস ডিসালফারিজেশন বা FGD প্ল্যান্ট বলে। FGD প্লান্টে চুনাপাথর গুঁড়া ও চুনের পানিতে ফ্লু-গ্যাস চালনা করে ক্ষতিকারক SO_2, NO_2 ও CO_2 শোষণ করা হয়। এতে উপজাতক জিপসাম উৎপন্ন হয়।

$$CaCO_3 + SO_2 \longrightarrow CaSO_3 + CO_2$$

$$CaO + SO_2 \longrightarrow CaSO_3$$

$$2CaSO_3 + O_2 + 4H_2O \longrightarrow 2[CaSO_4.\ 2H_2O]$$

$$CaO + CO_2 \longrightarrow CaCO_3$$

$$CaO + 2NO_2 + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow Ca(NO_3)_2$$

MCQ–5.14 : কোন জাতীয় বর্জের জন্য ETP ব্যবহৃত হয়? [ঢা. বো. ২০১৬]

(ক) ধুলা (খ) কঠিন
(গ) তরল (ঘ) গ্যাসীয়

(৩) **সূক্ষ্ম ছাঁকনি পদ্ধতি (Fine Particle filtration) :** বায়ু দূষকদের মধ্যে অন্যতম হলো বায়ুতে মিশ্রিত ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কঠিন বস্তু কণা। যেমন সিমেন্ট কারখানা থেকে সৃষ্ট সূক্ষ্ম কঠিন বায়ু দূষকসমূহ। তাই কারখানার নির্গত বর্জ্যের সূক্ষ্ম কঠিন দূষক পদার্থকে সূক্ষ্ম ছাঁকনির মাধ্যমে ছেঁকে দূষণ মুক্ত করে বর্জ্য গ্যাসকে বায়ুতে মুক্ত করা যায়। তোমরা বাড়ির এয়ারকন্ডিশন মেসিনে এ ধরনের সূক্ষ্ম ছাঁকনি দেখতে পারবে। কলকারখানায় একই ধরনের সূক্ষ্ম-ছাঁকনি ব্যবহার করা যায়। তবে তা হবে বেশ বড় আকারের। এরূপ সূক্ষ্ম ছাঁকনি কয়েকদিন পর পর পরিষ্কার করে নিতে হয়।

৫.৯ ইটিপি'র কার্যপ্রণালির মূলনীতি
Principle of Action of ETP

রাসায়নিক শিল্প কারখানার বর্জ্য পানি বা তরল পদার্থে জৈব ও অজৈব পদার্থ মিশ্রিত থাকে। এ বর্জ্য পানিকে effluent বলা হয়। এরূপ শিল্প কারখানার effluent থেকে ক্ষতিকর রাসায়নিক পদার্থকে পৃথক করার প্রক্রিয়াকে effluent treatment plant বা ETP বলে। কারখানার প্রকৃতিভেদে বর্জ্য পানিতে দূষকের বিভিন্ন প্রকৃতি যেমন ধাতব আয়ন, জৈব পদার্থ ও জৈব যৌগ হতে পারে।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

চন্দ্রঘোনার পেপার মিলে গেলে তোমরা দেখতে পাবে পেপার মিলের বর্জ্য দূষিত পানি দ্বারা কর্ণফুলি নদীর পানিতে কীরূপ দূষণ ঘটছে। **ঢাকার বুড়িগঙ্গা নদীর পানিতে** ট্যানারির দূষিত বর্জ্য পানি দ্বারা কীরূপ দূষণ ঘটে চলেছে তা তোমরা সংবাদ মাধ্যম থেকে যেমন জানতে পার; নিজেরা সরেজমিনেও তা দেখতে পার। নদীর পানির এরূপ মারাত্মক দূষণ প্রতিরোধ করতে ETP হলো আধুনিক চিন্তার গ্রিন কেমিস্ট্রির বারটি নীতির অন্যতম প্রয়োগ। বাংলাদেশে বর্তমানে শিল্প মন্ত্রণালয়ের তত্ত্বাবধানে শিল্প কারখানা জোন সৃষ্টি করে বিভিন্ন শিল্পের বর্জ্য পানিকে সমন্বিত প্রক্রিয়ায় কম্বাইন্ড ইটিপি বা CETP এর মাধ্যমে পরিশোধন প্রক্রিয়ার কার্যক্রম অনুমোদিত হয়েছে। ETP' র কার্য-প্রণালির তিনটি প্রক্রিয়ার মূলনীতি নিচে আলোচনা করা হলো।

(১) তড়িৎ বিশ্লেষণ প্রক্রিয়া : যে সব শিল্প কারখানার বর্জ্য পানিতে ধাতুর আয়নের পরিমাণ বেশি থাকে, ঐ সব ক্ষেত্রে বর্জ্য পানির ধাতব আয়ন পৃথক করার জন্য তড়িৎ-বিশ্লেষণ প্রয়োগ করা যায়। যেমন ট্যানারির ক্রোমিয়াম আয়ন এ প্রক্রিয়ায় পৃথক করা যায়। $M^{n+}(aq) + ne^- \longrightarrow M(s)$, $Cr^{3+}(aq) + 3e^- \longrightarrow Cr(s)$

(২) প্রভাবন প্রক্রিয়া : বর্জ্য পানিতে বিদ্যমান ক্ষতিকারক জৈব যৌগসমূহকে প্রভাবকের উপস্থিতিতে অক্সিজেন দ্বারা জারিত করে CO_2, H_2O ও N_2 গ্যাসে পরিণত করার জন্য এ পদ্ধতি প্রয়োগ করা হয়। বাণিজ্যিক প্রতিষ্ঠান এ উদ্দেশ্যে যে সব প্রভাবক ব্যবহার করে এর সঠিক ফর্মুলা বাণিজ্যিক স্বার্থে গোপন রাখে। তবে এটুকু জানা যায় যে, এ সব প্রভাবক হলো অবস্থান্তর ধাতু বা এদের যৌগ।

(৩) জীব প্রযুক্তি প্রয়োগ : ব্যাকটেরিয়া বা বিভিন্ন অণু বীজ বর্জ্য পানিতে থাকা বিভিন্ন জৈব যৌগ ও জৈব পদার্থকে জারিত বা বিযোজিত করে CO_2, NH_3 ও H_2O প্রভৃতি যৌগে পরিণত করে। পানিতে বিদ্যমান জৈব যৌগ ও জৈব পদার্থের ওপর নির্ভর করে বিভিন্ন ধরনের ব্যাকটেরিয়া ব্যবহৃত হয়। বর্জ্য পানিকে থিতানোর পর নির্দিষ্ট অণুজীব যোগ করে চৌবাচ্চায় রাখা হয়। অণুবীজ বৃদ্ধির পুষ্টিকারক (nutrient) পানিতে যোগ করে বায়ু চালনা করা হয়। অণুবীজ জৈব পদার্থ ও জৈব যৌগকে CO_2,NH_3ও H_2O যৌগে রূপান্তরিত করে। বর্তমানে বিভিন্ন কোম্পানি জীব প্রযুক্তি ব্যবহার করে পানি শোধনের জন্য ক্ষুদ্র প্ল্যান্ট বিক্রি করে।

শিক্ষার্থীর কাজ - ৫.৬ : দূষণ নিয়ন্ত্রণ ও ইটিপি ভিত্তিক :

প্রশ্ন-৫.১৩ : (ক) ETP কী [ঢা. বো. ২০১৭; সি. বো. ২০১৫]

: (খ) শিল্পে ETP ব্যবহার করা হয় কেন? [চ. বো. ২০১৭; ব. বো. ২০১৭; দি. বো. ২০১৫]

প্রশ্ন-৫.১৪ : নিচের উদ্দীপকের আলোকে সংশ্লিষ্ট প্রশ্নের উত্তর দাও। [ব. বো. ২০১৫]

(A) গ্রিন হাউস গ্যাসসমূহ (B) কয়লাভিত্তিক বিদ্যুৎ কেন্দ্র

(ক) উদ্দীপকে (B) থেকে নির্গত দূষক অম্লীয় গ্যাসসমূহ নিয়ন্ত্রণের মূলনীতি লেখ।

(খ) উদ্দীপকে (A) এর কোন গ্যাসটি বায়ুমণ্ডলের ওজোন স্তরের জন্য ক্ষতিকর তা যথার্থ সমীকরণসহ ব্যাখ্যা কর।

MCQ-5.15 পরিবেশ দূষক নিয়ন্ত্রণে নিম্নোক্ত পদ্ধতি কার্যকর —

(i) C_xH_y, NO, CO এর জারণ-বিজারণের জন্য কেটালাইটিক কনভার্টার,

(ii) Cr^{3+} আয়ন, SO_2, NO_2 এর জন্য FGD প্ল্যান্ট,

(iii) ধাতব আয়ন, জৈব পদার্থের বর্জ্য পানির জন্য ETP.

কোনটি সঠিক হবে?

(ক) (i) ও (ii) (খ) (ii) ও (iii) (গ) (i) ও (iii) (ঘ) (i), (ii) ও (iii)

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

৫.১০ আয়রন, অ্যালুমিনিয়াম, কপার, কাচ, কাগজ বা পেপার ও প্লাস্টিক রিসাইক্লিং প্রণালি
Recycling of Iron, Aluminium, Copper, Glass, Paper and Plastic

আমরা বাড়িঘরে, অফিসে, কলকারখানায় ব্যবহার্য ধাতুর তৈরি আসবাব ও বাসনপত্র, কাচ ও প্লাস্টিকের সামগ্রী ভেঙ্গে গেলে বা পুরানো হলে ব্যবহার অযোগ্য ধরে ফেলে দিই। এর ফলে পরিবেশের দূষণ ঘটতে পারে। বর্তমানে বিজ্ঞানের বদৌলতে এসব বর্জ্য কঠিন ধাতব, কাচ, প্লাস্টিক ও কাগজ ইত্যাদিকে রিসাইক্লিং বা পুনঃপ্রক্রিয়াজাতকরণের মাধ্যমে পূর্বের ব্যবহৃত সামগ্রী প্রস্তুতি করা সম্ভব।

রিসাইক্লিং (Recycling) : কোনো পুরাতন ব্যবহার অযোগ্য সামগ্রীকে পুনঃপ্রক্রিয়াজাতকরণের মাধ্যমে পূর্বের ব্যবহৃত সামগ্রী অথবা অন্য ব্যবহারযোগ্য সামগ্রী পুনরায় প্রস্তুতির প্রক্রিয়াকে রিসাইক্লিং বলা হয়। এতে পরিবেশ যেমন সুষ্ঠু থাকে; তেমনি প্রয়োজনীয় পদার্থের অপচয় রোধ হয়। পরিবেশের সুরক্ষায় বর্জ্য ব্যবস্থাপনার কেন্দ্র বিন্দুতে তিনটি 'R' রয়েছে। যেমন, **Reduce Waste** (বর্জ্য হ্রাসকরণ), **Reuse** (পুনঃব্যবহার) ও **Recycle** (পুনঃপ্রক্রিয়াজাতকরণ)।

সুতরাং বর্জ্য ব্যবস্থাপনায় রিসাইক্লিং হলো বর্জ্য পদার্থকে পূর্বের ব্যবহারযোগ্য পদার্থে রূপান্তর প্রক্রিয়া। বর্জ্য রিসাইক্লিং প্রণালি থেকে নিম্নোক্ত সুফল পাওয়া যায়।

(১) প্রাকৃতিক উৎসসমূহ যথাসম্ভব সংরক্ষণ করা, (২) শক্তির সাশ্রয় করা, (৩) কম খরচে পণ্যসামগ্রী সরবরাহ করা, (৪) অত্যাবশ্যকীয় বস্তুর অপচয় রোধ করা। (৫) কাঁচামালের ব্যবহার হ্রাস করা, (৬) বায়ু, পানি ও মাটি দূষণ হ্রাস করা। যেমন, বিভিন্ন রিসাইক্লিং প্রণালিতে নিম্নরূপ বিদ্যুৎ বা তাপশক্তির সাশ্রয় ঘটে– (১) আয়রন রিসাইক্লিং এ 60%, (২) অ্যালুমিনিয়াম রিসাইক্লিং এ 95%, (৩) কপার রিসাইক্লিং-এ 85% (৪) গ্লাস রিসাইক্লিং-এ 5–30% (৫) পেপার রিসাইক্লিং-এ 40%, (৫) প্লাস্টিক রিসাইক্লিং-এ 70%।

১। আয়রন রিসাইক্লিং : আয়রন ও ইস্পাত হলো একটি বহুল ব্যবহৃত নির্মাণ সামগ্রী। বর্তমানে পুরাতন লোহার তৈরি জিনিসপত্র, লোহার তৈরি গাড়ির অংশ; এমনকি বিরাটাকার জাহাজের লোহাকে ছোট ছোট টুকরা করে কারখানায় নিয়ে রিসাইক্লিং করা হয়।

আয়রন রিসাইক্লিং প্রক্রিয়ায় তিন ধরনের চুল্লি ব্যবহৃত হয়।

যেমন, (১) ইলেকট্রিক আর্ক ফার্নেস (Electric Arc Furnace, EAF)

(২) বেসিক অক্সিজেন ফার্নেস (Basic Oxygen Furnace, BOF) (৩) ব্লাস্ট ফার্নেস (Blast Furnace)

রিসাইক্লিং প্রসেস : এ সব ফার্নেসে পুরাতন লোহার টুকরাগুলোকে 1300°C-এর উর্ধ্বে গলানোর পর ঐ গলিত লোহাকে বড় বড় লৌহ পিণ্ড বা Ingot আকারে ঠাণ্ডা করে পরবর্তী প্রক্রিয়াজাতকরণ ইউনিটে পাঠানো হয়; সেখানে ঐ Ingot থেকে প্রয়োজনীয় লৌহসামগ্রী যেমন বিল্ডিং তৈরির রড, প্লেট ও বিভিন্ন প্রয়োজনীয় লৌহসামগ্রী তৈরি করা হয়।

২। অ্যালুমিনিয়াম রিসাইক্লিং : অ্যালুমিনিয়াম বিশুদ্ধ ধাতুরূপে এবং অন্য কোনো ধাতুর সাথে মিশ্রিত অবস্থায় সংকর ধাতুরূপে বিভিন্নভাবে ব্যবহৃত হয়। তবে বিশুদ্ধ Al ধাতু হতে বাংলাদেশে কড়াই, কেটলি, থালাবাসন প্রভৃতি তৈরি করা হয়। এছাড়া বিভিন্ন পানীয় তরলের কন্টেইনার বা ক্যান Al-ধাতু দ্বারা তৈরি করা হয়। ওষুধ শিল্পে ট্যাবলেট ও ক্যাপসুল জাতীয় ওষুধকে Al শিটের কাগজে প্যাকেজিং করা হয়। ওজনে হালকা ও উজ্জ্বলতার জন্য যানবাহনের কাঠামো, বাড়িঘর, অফিস ও ব্যবসা প্রতিষ্ঠানের জানালার কাঠামো এবং বিভিন্ন আসবাবপত্র তৈরিতে Al ধাতু বর্তমানে ব্যবহৃত হয়। বহুল ব্যবহৃত Al ধাতু নিম্নোক্ত ধাপে রিসাইক্লিং করা হয়।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

(i) অ্যালুমিনিয়াম ধাতুর পুরাতন সামগ্রী প্রথমে যান্ত্রিক বা রাসায়নিক পদ্ধতিতে পরিষ্কার করা হয়। এরপর ছোট ছোট টুকরা করে ইলেকট্রিক ফার্নেসে 750°C তাপমাত্রার উর্ধ্বে গলানো হয়।

(ii) Al-ধাতু পানির সাথে বিক্রিয়ায় হাইড্রেটেড অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইডের স্তর ও H_2 গ্যাস উৎপন্ন করে। এ H_2 গ্যাস Al ধাতু দ্বারা শোষিত অবস্থায় থাকে। ফার্নেস থেকে গলিত ধাতুমল পৃথক করে ঐ গলিত অ্যালুমিনিয়ামে হেক্সাক্লোরো ইথেন যোগ করা হয়। এটি তাপে বিযোজিত হয়ে ক্লোরিন উৎপন্ন করে এবং Cl_2 শোষিত হাইড্রোজেনের সাথে বিক্রিয়া করে HCl গ্যাস হিসেবে দূরীভূত হয়।

(iii) গলিত অ্যালুমিনিয়াম থেকে অল্প নমুনা নিয়ে বিশ্লেষণ করে বিশুদ্ধতা নিশ্চিত করা হয়। ফার্নেস থেকে গলিত ধাতুকে বের করে বিভিন্ন আকারের ধাতু পিণ্ড রূপে ঠাণ্ডা করা হয়। এরপর বিভিন্ন সামগ্রী প্রস্তুতির জন্য এ Al-ধাতু পিণ্ড ব্যবহৃত হয়। বক্সাইটি আকরিক থেকে Al ধাতু নিষ্কাশনের তুলনায় রিসাইক্লিং কাজে 5% এর কম শক্তি ব্যয় হয়।

(iv) সংকর ধাতু তৈরি করতে গলিত অ্যালুমিনিয়ামের সাথে প্রয়োজনমতো কপার, জিংক, ম্যাঙ্গানিজ, সিলিকন প্রভৃতি গলিত অবস্থায় মিশানো হয়।

৩। কপার রিসাইক্লিং : কপার একটি 100% রিসাইক্লিংযোগ্য ধাতু। বৈদ্যুতিক তার হিসাবে কপার বেশি ব্যবহৃত হয়। সমগ্র পৃথিবীতে প্রতি বছর প্রায় এক বিলিয়ন মোবাইল সেট বিক্রি হয়। প্রতি সেট মোবাইলে গড়ে 14g কপার, প্রতিটি কারে 20–45 kg এবং প্রতিটি কম্পিউটারে 1 kg কপার ব্যবহৃত হয়। বর্তমানে বিশ্বব্যাপী প্রায় 40% এর বেশি কপারের চাহিদা কপার রিসাইক্লিং পদ্ধতির মাধ্যমে মেটানো হয়। কপার আকরিক থেকে Cu ধাতু নিষ্কাশনের তুলনায় কপার রিসাইক্লিং-এ মাত্র 15% শক্তি ব্যয় হয়। কপার রিসাইক্লিং নিম্নোক্ত ধাপে করা হয়।

(i) পুরানো কপার সামগ্রীকে একত্রিত করে ধুয়ে পরিষ্কার করা হয়।

(ii) এরপর কপার সামগ্রীর টুকরাগুলোকে বৈদ্যুতিক চুল্লিতে নিয়ে প্রায় 1083°C তাপমাত্রার উর্ধ্বে গলানো হয়। গলিত কপারকে 1160°C তাপমাত্রায় কিছু সময় রেখে নির্গম ট্যাপের সাহায্যে বের করে সিলিন্ডার আকৃতির **বিলেট** (billet) হিসেবে ঠাণ্ডা করা হয়। পরে বিভিন্ন সামগ্রী তৈরির কারখানায় কপার বিলেট পাঠানো হয়।

৪। কাচ বা গ্লাস রিসাইক্লিং : কাচ একটি 100% রিসাইক্লিং যোগ্য পদার্থ। কারখানায় কাচ উৎপাদনের সময় কাঁচামালের সাথে ভাঙা কাচ যোগ করতে হয়। তাই পুরানো কাচের সামগ্রীর ভাঙা কাচ একইভাবে কারখানায় কাচ উৎপাদনে ব্যবহৃত হয়। কাচের রিসাইক্লিং নিম্নোক্ত ধাপে করা হয়।

(i) গৃহস্থালী ও বিভিন্ন উৎস থেকে সংগৃহীত পুরানো কাচের সামগ্রীকে বর্ণ অনুসারে গ্রুপিং করা হয়।

(ii) কাচের সামগ্রীগুলোকে পানিতে ধুয়ে খোলা বাতাসে শুকানো হয় এবং যান্ত্রিকভাবে ছোট টুকরায় পরিণত করা হয়।

(iii) কাচ উৎপাদনের মূল উপাদান মিশ্রণের সাথে এসব কাচগুঁড়া ফার্নেসে গলানো হয়। গলিত কাচ থেকে নতুন সামগ্রী প্রস্তুত করা হয়।

৫। পেপার বা কাগজ রিসাইক্লিং : পেপার রিসাইক্লিং বলতে পুরাতন পত্রিকা, বই, ম্যাগাজিন, অফিসে ব্যবহৃত কাগজপত্র, শিক্ষার্থীর লেখা খাতাপত্র ইত্যাদির পুনঃপ্রক্রিয়াজাতকরণকে বোঝায়। পেপার রিসাইক্লিং নিম্নোক্ত ধাপে করা হয়।

(i) প্রথমে পুরাতন ও ব্যবহৃত কাগজপত্রকে বড় পাত্র বা Vessel-এ রেখে সাবান পানি দ্বারা ধুয়ে ফেলা হয়। এরপর ব্লিচিং এজেন্ট যোগ করে কাগজ পত্রে লেখা কালি ও ছাপার কালি দূর করা হয়।

(ii) সমগ্র মিশ্রণকে কয়েক ঘণ্টা যান্ত্রিকভাবে আলোড়িত করা হয়। তখন কাগজ ক্ষুদ্র পিণ্ড আকারে পরিণত হয়। এরপর ছাঁকন প্রক্রিয়ায় কাগজের মূল অংশ বা পাল্প পাওয়া যায়। এ পাল্প ব্যবহার করে নতুনভাবে পেপার তৈরি করা হয়। রিসাইক্লিং করা পাল্পের মান কিছুটা হ্রাস পায়।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

৬। প্লাস্টিক রিসাইক্লিং : প্লাস্টিক একটি নাম হলেও প্রকৃতপক্ষে প্লাস্টিক বিভিন্ন শ্রেণিভুক্ত। ভিন্ন শ্রেণিভুক্ত প্লাস্টিককে এক সাথে রিসাইক্লিং করা যায় না। সাধারণভাবে দেখা যায়, ব্যবহৃত সামগ্রীর থার্মো প্লাস্টিক রিসাইক্লিং করে ভিন্ন সামগ্রী তৈরি করা হয়। যেমন পানীয় তরলের প্লাস্টিক বোতল গলানোর পর রিসাইক্লিং করে প্লাস্টিকের চেয়ার টেবিল তৈরি করা হয়।

নিম্নোক্ত ধাপে থার্মো প্লাস্টিক সামগ্রী রিসাইক্লিং করা হয়।

(i) প্রথমে বর্জ্য প্লাস্টিক সামগ্রীকে এদের রাসায়নিক গঠন অনুযায়ী গ্রুপিং করা হয়। একই গ্রুপের প্লাস্টিককে বড় পাত্রে পানিতে রেখে অপ্রয়োজনীয় পদার্থ ধুয়ে ফেলা হয়।

(ii) এরপর পরিষ্কার প্লাস্টিক সামগ্রীকে বড় পাত্রে উত্তাপে গলানো হয়।

(iii) গলিত প্লাস্টিক বিভিন্ন ছাঁচে ঢেলে বিভিন্ন সামগ্রী তৈরি করা হয়।

৫.১১ সামাজিক ও পরিবেশ ক্ষেত্রে আয়রন, অ্যালুমিনিয়াম, কপার, কাচ, পেপার ও প্লাস্টিকের রিসাইক্লিং–এর গুরুত্ব

Importance of Recycling of Fe, Al, Cu, Glass, Paper & Plastic in Social & Environment Concern

সাধারণভাবে বলা যায়, ব্যবহার্য পুরানো বস্তু সামগ্রীর রিসাইক্লিং-এর গুরুত্ব অপরিসীম। প্রতিদিন গৃহস্থালী, অফিস, কলকারখানা হতে অসংখ্য বস্তু-সামগ্রী পরিত্যাগ করা হচ্ছে। এ সব পরিত্যক্ত ও বর্জ্য বস্তুর আবর্জনা মিউনিসিপালিটির সেবকেরা শহরের উপকণ্ঠে নিম্নাঞ্চলে স্তূপ করে। এ সব আবর্জনার মধ্যে প্রকৃতিজাত ও ব্যাকটেরিয়া দ্বারা পচনশীল বা বায়োডিগ্রেড্যাবল বস্তু কয়েকদিনের মধ্যে পচে মাটিতে মিশে যায়; কিন্তু ধাতু, কাচ ও প্লাস্টিকের পরিত্যক্ত বস্তুসামগ্রী ব্যাকটেরিয়া দ্বারা পচনশীল না হওয়ায় দীর্ঘদিনেও বিনষ্ট হয় না; বরঞ্চ পরিবেশের দূষণ বা ক্ষতি করে। বিশেষ করে প্লাস্টিক সামগ্রী শহরাঞ্চলে নালা নর্দমা ও খালে জলাবদ্ধতা সৃষ্টি করে। পূর্বে রাস্তাঘাটে চলতে গিয়ে ভাঙা কাচ ও লোহার টুকরায় গ্রামের সাধারণ মানুষের পা কেটে গিয়ে মারাত্মক টিটেনাস রোগে আক্রান্ত হয়ে মারা গেছে। এখন রিসাইক্লিং চালু হওয়ায় গ্রাম ও শহরের লোকেরা এ সব সামগ্রী ফেরিওয়ালাদের কাছে বিক্রি করছে।

অনেক ফেরিওয়ালা গ্রামে ও শহরে বাড়ি বাড়ি ঘুরে পত্রিকা-কাগজ-বইপত্র, লোহার টুকরা, অ্যালুমিনিয়াম, কপারের পুরানো সামগ্রী, কাচ ও প্লাস্টিকের বোতল কম দামে কিনে আনে এবং দোকানিদের কাছে বেশি দামে বিকিয়ে অর্থ-উপার্জন দ্বারা জীবিকা চালায়। এতে গৃহকর্মীও অল্প কিছু আয় করে। এরূপে বেকার-দরিদ্র লোকেরা আর্থ-সামাজিকভাবে বেঁচে থাকে।

এসব পুরানো সামগ্রীর লোকাল রিসাইক্লিং করার ফলে ঐ সব সামগ্রীর বিদেশ থেকে আমদানি চাহিদা কমে যায়; দেশের বৈদেশিক মুদ্রার সাশ্রয় ঘটে। উদাহরণস্বরূপ, মনে কর : বাংলাদেশে প্রতি বছর এক লক্ষ টন আয়রনের প্রয়োজন। কিন্তু বাংলাদেশে আয়রন ইন্ডাস্ট্রি না থাকায় এ এক লক্ষ টন আয়রন বিদেশ থেকে আমদানি করতে হবে। যদি অল্প খরচে রিসাইক্লিং প্রক্রিয়ায় 30,000 টন আয়রন পাওয়া যায়; তবে অবশিষ্ট 70,000 টন আয়রন বিদেশ থেকে আমদানি করলে চাহিদা পূরণ হবে। ফলে দেশের বৈদেশিক মুদ্রার সঞ্চয় বাড়বে। এতোক্ষণ তোমরা সাধারণভাবে পুরাতন পরিত্যক্ত সামগ্রীর রিসাইক্লিং-এর গুরুত্ব জেনেছ। এখন নির্দিষ্ট ক্ষেত্রে রিসাইক্লিং এর গুরুত্ব জানতে পারবে।

১। আয়রন রিসাইক্লিং–এর গুরুত্ব : আয়রন হলো কাঠামো তৈরির ধাতু। রাস্তাঘাট, ব্রিজ, অট্টালিকা, যানবাহন, কারখানার যন্ত্রপাতি ইত্যাদি ক্ষেত্রে কাঠামো তৈরিতে আয়রন ব্যবহৃত হয়। এ সব ক্ষেত্রে প্রতি বছর বিপুল পরিমাণ ব্যবহার অযোগ্য আয়রন বা স্ক্রেপ (scrap) জমা হয়। এক পরিসংখ্যানে জানা যায়, 1998 সালে আমেরিকা যুক্তরাষ্ট্রে 75 মিলিয়ন টন ব্যবহার অযোগ্য স্ক্রেপ আয়রন রিসাইক্লিং করা হয় এবং প্রতি বছর গড়ে এর পরিমাণ প্রায় 10% হারে বেড়ে চলেছে। এ তথ্য থেকে বোঝা যায়, রিসাইক্লিং না হলে স্ক্রেপ আয়রন আমেরিকায় পরিবেশের কী পরিমাণ স্থান অকেজো করে রাখতো।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

বাংলাদেশে এ সংক্রান্ত নির্ভরযোগ্য তথ্য পাওয়া কঠিন। এখানে পুরানো যন্ত্রপাতি, যানবাহন ও গৃহস্থালী বর্জ্য লোহার সামগ্রী হতে প্রাপ্ত স্ক্রেপ আয়রনের পরিমাণ খুব বেশি নয়। তবে বেসরকারি উদ্যোগে বিদেশ হতে আমদানিকৃত পুরাতন জাহাজের স্ক্রেপ আয়রনভিত্তিক অনেক স্টিল রি-রোলিং মিল (steel re-rolling mill) গড়ে ওঠেছে। এক্ষেত্রে পুরাতন জাহাজ ভাঙা কাজে এবং এসব রিরোলিং মিলে অনেক শ্রমিক ও শিক্ষিত যুবকেরা কাজ করে। তাই আর্থ-সামাজিক ভারসাম্য রক্ষায় আয়রন রিসাইক্লিং এর অবদান খুবই গুরুত্বপূর্ণ।

বাংলাদেশে বর্তমানে অনেক উন্নয়নমূলক কাজ চলছে। বেসরকারি হাউস-বিল্ডিং সংস্থার সদস্যরা দেশব্যাপী শহর ও শহরের উপকণ্ঠে সুউচ্চ বিল্ডিং তৈরি করে আধুনিক শহর গড়ে তুলছে। এতে প্রয়োজনীয় ইস্পাত ও লোহার রড যোগান দিচ্ছে বাংলাদেশের স্টিল-রিরোলিং মিলসমূহ। সরকারিভাবে দেশের যোগাযোগ উন্নয়নের ক্ষেত্রে যোগ হচ্ছে 'রোড এন্ড হাইওয়ে সংস্থার' অধীনে হাজারো ব্রিজ, রাজধানী ও জনবহুল শহরে যানজট নিরসনে তৈরি হচ্ছে 'ফ্লাই রোড', সময়ের দাবিতে যোগ হচ্ছে পদ্মা, মেঘনা, যমুনার দুপাড় সংযোগকারী মহাসেতুসমূহ। এক্ষেত্রে প্রয়োজনীয় উচ্চমানের ইস্পাত ও লোহার রড, আসছে স্টিল-রিরোলিং মিল থেকে। এ সব ক্ষেত্রে সমাজের হাজার হাজার শ্রমিক, শিক্ষিত যুবক ও ইঞ্জিনিয়ার কর্মরত আছেন।

প্রাপ্ত সুবিধা বা, সুফল : (১) পরিবেশের ক্ষেত্রেও আয়রন রিসাইক্লিং এর গুরুত্ব অপরিসীম। রিসাইক্লিং না হলে, এসব আয়রন স্ক্রেপ বিভিন্ন জায়গায় ছড়ানো অবস্থায় পরিবেশে জঞ্জাল সৃষ্টি করতো।

(২) বিভিন্ন অঞ্চলের প্রয়োজনীয় সব আয়রন উৎপাদন করতে হতো আয়রন আকরিক (Fe_3O_4) থেকে।

(৩) ফলে ব্লাস্ট ফার্নেসে ব্যবহৃত কয়লার দহনে সৃষ্ট ফ্লু-গ্যাসের যেমন CO_2, CO, SO_2 ও নাইট্রোজেন অক্সাইডসমূহ দ্বারা বৈশ্বিক পরিবেশের অধিকতর দূষণ ঘটতো।

(৪) আয়রন রিসাইক্লিং পরিবেশ দূষণ রোধ করছে।

(৫) পৃথিবীর সীমিত আয়রন আকরিক সাশ্রয়ে কিছুটা হলেও ভূমিকা রেখেছে।

২। অ্যালুমিনিয়াম রিসাইক্লিং–এর গুরুত্ব : অ্যালুমিনিয়ামও আয়রনের মতো রিসাইক্লিংযোগ্য ধাতু। তবে আয়রনের মতো কাঠামো ধাতুরূপে অতি প্রয়োজনীয় ধাতু না হলেও অ্যালুমিনিয়াম হালকা ও ধাতুক্ষয় (corrosion) রোধী হওয়ায় এটি যানবাহন ও বিল্ডিংয়ের জানালার কাঠামো, বাসনপত্র তৈরিতে বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হয়। তাই স্ক্রেপ অ্যালুমিনিয়ামের পরিমাণও খুব বেশি।

প্রাপ্ত সুবিধা বা, সুফল : (১) অ্যালুমিনিয়াম রিসাইক্লিং এর ফলে অ্যালুমিনিয়াম স্ক্রেপ দ্বারা পরিবেশে জঞ্জাল সৃষ্টি হচ্ছে না।

(২) এছাড়া বক্সাইট আকরিক ($Al_2O_3 . 2H_2O$) থেকে বিদ্যুৎ বিশ্লেষণ পদ্ধতিতে Al-ধাতু উৎপাদনে প্রচুর বিদ্যুৎ খরচ হয়। কিন্তু রিসাইক্লিং–এর দ্বারা স্ক্রেপ থেকে Al ধাতু উৎপাদনে যে বিদ্যুৎ শক্তি খরচ হয়; তা বক্সাইট আকরিক থেকে সমপরিমাণ Al ধাতু উৎপাদনে প্রয়োজনীয় বিদ্যুতের মাত্র 5%।

(৩) এ বিদ্যুৎ সাশ্রয়ের মাধ্যমে পরোক্ষভাবে তাপ বিদ্যুৎ কেন্দ্রে ঐ সাশ্রয়ী পরিমাণ বিদ্যুৎ উৎপাদনে পরিবেশের যে পরিমাণ দূষণ ঘটতো, তা কম ঘটছে।

(৪) এছাড়া পৃথিবীর সীমিত বক্সাইট আকরিকের ব্যবহার কম হওয়ায় ঐ আকরিক খনিতে জমা বা রিজার্ভ করা আছে।

(৫) বাংলাদেশে Al- ধাতু উৎপাদনের কোনো কারখানা নেই। প্রয়োজনীয় অ্যালুমিনিয়াম বৈদেশিক মুদ্রায় আমদানি করা হয়। তাই বর্জ্য অ্যালুমিনিয়াম রিসাইক্লিং কারখানা প্রতিষ্ঠা করলে এটি আর্থ-সামাজিক ক্ষেত্রে বিশেষ গুরুত্ব রাখবে। এতে অনেক শ্রমিক ও শিক্ষিত যুবকের কর্মসংস্থান হবে।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

(৩) কপার রিসাইক্লিং–এর গুরুত্ব : উচ্চ তড়িৎ পরিবাহিতা ও রাসায়নিকভাবে কম সক্রিয় হওয়ায় ইলেকট্রিক ও ইলেকট্রনিক শিল্পে প্রচুর পরিমাণে কপার ব্যবহৃত হয়। তাই কপার স্ক্রেপ ও বর্জ্য কপার সামগ্রী একেবারে কম নয়। বর্তমানে বাংলাদেশসহ প্রত্যেক দেশে অসংখ্য মোবাইল সেট ও কম্পিউটার ব্যবহৃত হলেও সেগুলো অকার্যকর হতে কয়েক বছর সময় নেবে। অন্যদিকে মোবাইল সেটে ও কম্পিউটারে ব্যবহৃত কপার সাধারণ লোকে পৃথক করে নিতে পারবে না। তাই পুরানো মোবাইল সেটের দোকানে ভবিষ্যতে নষ্ট মোবাইল থেকে কপার সংগ্রহ করা হবে। ঐ বর্জ্য কপার রিসাইক্লিং করা সম্ভব হবে।

প্রাপ্ত সুবিধা বা, সুফল : (১) বর্জ্য কপার রিসাইক্লিং করতে যে পরিমাণ বিদ্যুৎ শক্তি প্রয়োজন এবং অর্থ ব্যয় হয়; কপার পাইরাইটস (Cu_2S, Fe_2S_3) আকরিক থেকে ঐ পরিমাণ কপার উৎপাদন খরচ অনেক গুণ বেশি হয়।

(২) এছাড়া আকরিকের তাপজারণ থেকে সৃষ্ট ফ্লু-গ্যাসে SO_2 গ্যাস থাকায় পরিবেশের অধিকতর দূষণ ঘটে।

(৩) এছাড়া পৃথিবীতে কপার আকরিকের মজুদ সীমিত এবং তা অনিয়ন্ত্রিতভাবে ব্যবহার করা হলে শীঘ্রই শেষ হয়ে যাবে। এজন্য কপার রিসাইক্লিং এর অনেক সুবিধা ও গুরুত্ব রয়েছে।

৪। কাচ বা গ্লাস রিসাইক্লিং–এর গুরুত্ব : কাচ স্বচ্ছ ও কঠিন পদার্থ; এটিকে গলানোর পর বিভিন্ন সামগ্রী প্রস্তুত করা সম্ভব। সহজলভ্য কাচের সামগ্রী বাসা-বাড়িতে ও অফিসে ব্যবহৃত হয়। বাড়ি ও গাড়ির জানালাতে প্রচুর কাচ ব্যবহৃত হয়। কাচ আঘাতে ভঙ্গুর হওয়ায়, বর্জ্য কাচের পরিমাণ অধিক।

প্রাপ্ত সুবিধা বা, সুফল : (১) বর্জ্য কাচের-ভাঙা সামগ্রী মাটিতে ব্যাকটেরিয়া সংস্পর্শে পচনশীল বা বায়োডিগ্রেডেবল না হওয়ায় বছরের পর বছর পরিবেশে অপরিবর্তিত থাকে, অর্থাৎ বর্জ্য কাচ পরিবেশের দূষণ ঘটায়।

(২) পরিবেশে ছড়িয়ে থাকা ভাঙা কাচ লোকের স্বাস্থ্যের প্রতি হুমকিস্বরূপ। কেননা বাড়ির পরিবেশে লোকের চলাফেরার সময় ও শিশুদের খেলার সময়, এসব ভাঙা কাচে হাত পা কেটে যায়।

(৩) কাচ উৎপাদনের একটি বিশেষ দিক হলো মূল কাঁচামালের সাথে কারখানার ভাঙা কাচ টুকরাও যোগান দিতে হয়। তাই ফেরিওয়ালার সংগৃহীত কাচের টুকরা অটোমেটিকভাবে কাঁচামালের সাথে রিসাইক্লিং–এর পর্যায়ভুক্ত হয়।

(৪) বর্তমানে কাচের ভাঙা সামগ্রী ফেরিওয়ালারা সংগ্রহ করে গ্লাস ফ্যাক্টরিতে যোগান দিচ্ছে। এ বর্জ্য কাচ পানিতে পরিষ্কার করে রিসাইক্লিং এ ব্যবহৃত হচ্ছে। এরূপে কাচ রিসাইক্লিং সামাজিকভাবে ফেরিওয়ালাদের জীবিকা নির্বাহে ও পরিবেশকে দূষণমুক্ত রাখতে ভূমিকা রাখে।

৫। পরিত্যক্ত কাগজ বা পেপার রিসাইক্লিং–এর গুরুত্ব : আমাদের দৈনন্দিন জীবনে কাগজ খুবই গুরুত্বপূর্ণ। সব বইপুস্তক, পত্রিকা, ম্যাগাজিন প্রভৃতি কাগজে ছাপা হয়। কাগজে লিখে ছাত্র-ছাত্রীরা লেখাপড়া করে; অন্যরা অফিসের কাজ করে অথবা হিসাব-নিকাশ করে। এসব কাজে প্রতিদিন বিশাল পরিমাণ কাগজ ব্যবহৃত হয় এবং সময়মতো তা পুরানো কাগজরূপে পরিত্যক্ত হয়। শুধু সংবাদ-পত্রিকা শিল্পে নিউজপ্রিন্টের বার্ষিক চাহিদা হলো এক লক্ষ বিশ হাজার টন; এর মধ্যে আমদানি করতে হয় পঞ্চাশ হাজার টন। বই-পুস্তক, অফিস-আদালত ও অন্যান্য ক্ষেত্রে নিউজপ্রিন্টের তুলনায় কয়েক গুণ পরিমাণ উন্নতমানের সাদা কাগজ কর্ণফুলি পেপার মিল যোগান দেয়। দিন; মাস ও বছর শেষে এ সব কাগজ পুরানো বই-পত্র, খাতা, পত্রিকারূপে ফেরিওয়ালারা সংগ্রহ করে। পুরাতন এসব কাগজ থেকে তৈরি হয় দোকানিদের জন্য ঠোঙা এবং অধিকাংশ পুরানো কাগজ রিসাইক্লিং এর জন্য পেপার মিলে ফিরে যায়। এরূপে পুরানো কাগজের রিসাইক্লিং এর সামাজিক গুরুত্ব হলো পুরানো কাগজ সংগ্রহকারী ফেরিওয়ালা ও ঠোঙা তৈরির কাজে যুক্ত লোকদের জীবিকা সংস্থান।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

প্রাপ্ত সুবিধা বা, সুফল : (১) কাগজ রিসাইক্লিং পরিবেশ সংরক্ষণ ও গ্রিন্ হাউজ প্রভাব হ্রাসকরণে ভূমিকা রাখে।

(২) কাগজের রিসাইক্লিং এর ফলে দেশের চাহিদা মিটাতে উদ্ভিদ থেকে কাগজের মণ্ড তৈরির প্রয়োজনীয় পরিমাণ কমে যায়। এক টন কাগজের প্রয়োজনীয় মণ্ড তৈরি করতে প্রয়োজন হয় 17 টি বড় গাছ, 7000 গ্যালন পানি, 380 গ্যালন জ্বালানি তেল এবং 4000 কিলোওয়াট শক্তি।

(৩) অর্থাৎ এক টন পেপার রিসাইক্লিং প্রায় সমপরিমাণ উপাদান ও শক্তি সাশ্রয় করে।

(৪) জ্বালানি থেকে সৃষ্ট CO_2 দ্বারা গ্রিন হাউজ প্রভাব মুক্ত পরিবেশ থাকে। তাই উন্নত দেশসমূহে পেপার রিসাইক্লিং গুরুত্বসহকারে কার্যকর রাখে। যেমন 2010 সালে আমেরিকা যুক্তরাষ্ট্রে 63.5% কাগজ-সামগ্রীকে রিসাইক্লিং করা হয়। বাস্তবে সমগ্র পৃথিবীতে কাগজ রিসাইক্লিং এর পরিমাণ কাচ, প্লাস্টিক ও অ্যালুমিনিয়ামের রিসাইক্লিং–এর পরিমাণসমূহের সমষ্টির চেয়েও বেশি হয়।

সুতরাং কাগজ রিসাইক্লিং–এর সুফল হলো – (১) জ্বালানি সাশ্রয় হওয়া। (২) বর্জ্য হ্রাস পাওয়া ও (৩) বৈশ্বিক উষ্ণতা হ্রাস পাওয়া।

৬। প্লাস্টিক রিসাইক্লিং–এর গুরুত্ব : বর্তমানে বিভিন্ন প্রকার সংযোজন পলিমার প্লাস্টিক থেকে তৈরি করা বোতল, চেয়ার, সুতা-ফেব্রিক্স, গু-আঠা, কম্পিউটার ডিস্ক, খাদ্যবস্তুর প্যাকেট, বালতি–গামলা ইত্যাদি সামগ্রী বহুল পরিমাণে বাজারে পাওয়া যায়। এ সব প্লাস্টিক সামগ্রী বাড়ি–ঘরে, দোকানে, অফিসে, বিভিন্ন কর্মস্থলে ও কমিউনিটি সেন্টারে অধিক সংখ্যায় ব্যবহৃত হচ্ছে। প্রস্তুতির পর এসব প্লাস্টিক সামগ্রী সময়ের হিসেবে শ্রেণিভেদে কোনোটি ছয় মাস, কোনোটি বছর বা কোনোটি আরো দীর্ঘসময় পর ব্যবহার শেষে বর্জ্য প্লাস্টিকে গণ্য হয়।

প্রাপ্ত সুবিধা বা, সুফল : (১) বর্জ্য প্লাস্টিক ব্যাকটেরিয়া দ্বারা বিযোজিত হয় না। অর্থাৎ নন-বায়োডিগ্রেডেবল (non–biodegradable)। তাই-মাটিতে ও পানিতে প্লাস্টিক অপরিবর্তিত থাকে।

(২) এ সব বর্জ্য প্লাস্টিক ব্যাগ নালা-নর্দমার জলাবদ্ধতা সৃষ্টি করে; পরিবেশের দূষণ ঘটায়।

(৩) এজন্য সরকার প্লাস্টিকের ব্যাগ উৎপাদন নিষিদ্ধ করেছে; অন্যান্য প্লাস্টিক সামগ্রী উৎপাদন বহাল আছে।

বর্তমানে বাংলাদেশে বর্জ্য প্লাস্টিক রিসাইক্লিং এর ব্যবস্থা করা হয়েছে। তাই ফেরিওয়ালারা বর্জ্য প্লাস্টিক সংগ্রহ করে কারখানায় যোগান দিচ্ছে। (১) এতে সামাজিকভাবে ফেরিওয়ালাদের কর্মসংস্থান হয়েছে এবং (২) পরিবেশের দূষণে ক্রম-হ্রাস ঘটবে। তোমাদের জানা আছে, পলিমার তৈরির মূল উপাদান অ্যালকিন ও প্রতিস্থাপিত অ্যালকিন পেট্রোলিয়াম ক্র্যাকিং থেকে উৎপন্ন করা হয়। (৩) প্লাস্টিক রিসাইক্লিং–এর ফলে পেট্রোলিয়াম সাশ্রয় হবে। (৪) পরিবেশ দূষণ কমবে।

শিক্ষার্থীর কাজ – ৫.৭ : রিসাইক্লিংভিত্তিক :

প্রশ্ন-৫.১৫(১) : নিচের উদ্দীপকটি অনুধাবন করে সংশ্লিষ্ট প্রশ্নের উত্তর দাও। [সি. বো. ২০১৬]

বাঁশ, কাঠ, খড় → পাল্প → বিটিং → রিফাইনিং → শীট তৈরিকরণ (A)

(ক) উদ্দীপকের আলোকে A এর উৎপাদন প্রক্রিয়া সমীকরণসহ লেখ।

(খ) A নামক শিল্প পণ্যটির রিসাইক্লিং পরিবেশ বান্ধব ও অর্থ সাশ্রয়ী; -তা মূল্যায়ন কর।

প্রশ্ন-৫.১৫(২) : নিচের উদ্দীপকটি অনুসরণ করে সংশ্লিষ্ট প্রশ্নের উত্তর দাও। [রা. বো. ২০১৬]

বাঁশ ও কাঠ (A) → কাগজ (B) → ব্যবহৃত কাগজ (C)

(ক) উদ্দীপকের A থেকে B উৎপাদন পদ্ধতি বর্ণনা কর।

(খ) উদ্দীপকের C থেকে B পুনরুদ্ধার প্রক্রিয়ায় প্রাপ্ত সুফল বর্ণনা কর।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

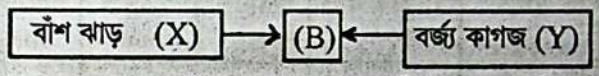
Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

প্রশ্ন-৫.১৬(১) : নিচের উদ্দীপকটি অনুধাবন করে সংশ্লিষ্ট প্রশ্নের উত্তর দাও। [কু. বো. ২০১৭]

(ক) উদ্দীপকের 'A' এর উৎপাদনের মূলনীতি বর্ণনা কর।

(খ) 'A' এর উৎপাদন প্রক্রিয়ায় রিসাইক্লিং এর প্রয়োজনীয়তা মূল্যায়ন কর।

প্রশ্ন-৫.১৬(২) : নিচের উদ্দীপকটি অনুসরণ করে সংশ্লিষ্ট প্রশ্নের উত্তর দাও। [চ. বো. ২০১৭]



(ক) উদ্দীপকের 'X' অপেক্ষা 'Y' উৎস থেকে 'B' সামগ্রী উৎপাদন অধিকতর লাভজনক হবে কীনা তা বিশ্লেষণ কর।

প্রশ্ন-৫.১৭ : বাংলাদেশের রিরোলিং মিলগুলোতে জাহাজের ভাঙ্গা অংশ ও হকারদের মাধ্যমে সংগৃহীত বর্জ্য ধাতব দ্রব্যাদি থেকে একটি ধাতুকে পুনরায় ব্যবহারযোগ্য করা হয়। বর্তমানে ধাতুটির খনি না থাকা সত্ত্বেও বাংলাদেশে বিভিন্ন কনস্ট্রাকশন কাজে ধাতুটি সর্বাধিক ব্যবহৃত হয়। [কু বো. ২০১৬]

(ক) উদ্দীপকের ধাতুটির রিসাইক্লিং পদ্ধতি বর্ণনা কর।

(খ) বাংলাদেশের প্রেক্ষিতে উদ্দীপকের ধাতুটির রিসাইক্লিং জরুরি; এর মূল্যায়ন কর।

৫.১২ ইটখোলার বায়ুদূষণ পর্যবেক্ষণ করে প্রতিবেদন প্রণয়ন

To prepare Observation Report on Air-Pollution at a Brick-field

ইটখোলার মাটি হতে ইট তৈরি করা হয়। এ ইট পোড়ানোর জন্য প্রধানত প্রচুর কাঠ, কয়লা ও ক্ষেত্রবিশেষে প্রাকৃতিক গ্যাস ব্যবহার করা হয়। এ সব জ্বালানি হতে CO, SO_2, নাইট্রোজেন অক্সাইড (প্রধানত (NO_2) প্রভৃতি বিষাক্ত গ্যাস এবং প্রচুর গ্রিন হাউজ গ্যাস CO_2 উৎপন্ন হয়। এ সব বায়ু দূষক চোখে দেখা যায় না; কিন্তু সূক্ষ্ম ইলেকট্রনিক যন্ত্রের সাহায্যে দূষণ মাত্রা মাপা যায়। এ বায়ু দূষক ইটখোলার আশেপাশের অঞ্চলসহ কয়েক কিলোমিটার দূরত্বে বায়ু প্রবাহের দিক অনুসারে ইট খোলার উঁচু চিমনি থেকে ছড়িয়ে পড়ে; যা পর্যবেক্ষণের আওতায় আসে। বায়ু দূষণের প্রভাব ইটখোলার আশেপাশের গাছপালা ও লতাপাতায় দেখা যায়। পরিবেশ দূষণের মাত্রা ঋতুর ওপর খানিকটা নির্ভর করে। বৃষ্টির পরে বায়ুতে দূষণ মাত্রা কম হয়।

পর্যবেক্ষণের কার্যপদ্ধতি :

(১) শিক্ষকের সহায়তায় শিক্ষার্থীরা চারটি দল তৈরি করে নেবে।

(২) শিক্ষা-প্রতিষ্ঠান থেকে নিকটবর্তী ইটখোলার মালিক বা সংশ্লিষ্ট লোকের সাথে যোগাযোগ করে পর্যবেক্ষণের তারিখ স্থির করে নেবে।

(৩) দূষক গ্যাসসমূহ যেমন CO, CO_2, SO_2, NO_2 এর মাত্রা মাপার যন্ত্র সম্ভব হলে যোগাড় করে নিবে।

(৪) নির্দিষ্ট দিনে শিক্ষার্থী-দল ইটখোলায় পৌছে ইটখোলার নিকট পরিবেশে এবং নির্দিষ্ট দূরত্বের ব্যবধানে বায়ুতে দূষণ মাত্রা পর্যবেক্ষণ করবে। পর্যবেক্ষণ চাক্ষুষভাবে ও যন্ত্রের সাহায্যে করা যাবে। চাক্ষুষভাবে পরিবেশের গাছপালাতে ধুলাবালি জমা, গাছপালার বৃদ্ধি বা বিবর্ণ হওয়া, মরে যাওয়া, ফসলের ওপর প্রভাব ইত্যাদি পর্যবেক্ষণ সম্ভব হবে।

(৫) আশেপাশের লোকের সাথে কথা বলে ইটখোলার দূষণে শ্বাসযন্ত্রের রোগ বিস্তার সম্বন্ধে তথ্য সংগ্রহ করতে হবে।

(৬) শিক্ষার্থীর চারটি দল ইটখোলার উত্তর, দক্ষিণ, পূর্ব, পশ্চিম দিক অনুসারে প্রায় ৫০০ মিটার দূরত্বের স্থান পর্যবেক্ষণ করে নিচের তালিকার অনুরূপ তালিকায় পর্যবেক্ষণ তথ্য সংগ্রহ করবে। পর্যবেক্ষণ ফলাফল চতুর্দিকভিত্তিক পাওয়া যাবে।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

পর্যবেক্ষণ ফলাফল উপস্থাপন :

(১) ইটখোলার নাম ও অবস্থান :

(২) পর্যবেক্ষণ তারিখ : বার্ষিক ঋতুকাল :

(৩) পরিদর্শনের ৭ দিন পূর্বে বৃষ্টি হয়েছিল কীনা, তা হলে কয়দিন আগে হয়েছিল?

(৪) পরিদর্শনের দিক : ইটখোলার পূর্ব/পশ্চিম/ উত্তর/ দক্ষিণ দিক।

(৫) পর্যবেক্ষণের বিষয় : বায়ুতে দূষক গ্যাসের পরিমাণ ও পরিবেশের ওপর প্রভাব

MCQ– 5.16 : পুনঃপ্রক্রিয়াকরণ বা রিসাইক্লিং কী? [চ. বো. ২০১৬]

(ক) পদার্থের নতুন চক্র তৈরি করা

(খ) পদার্থকে বিশুদ্ধ করা

(গ) পরিত্যক্ত পদার্থকে পুনঃব্যবহার্য করা

(ঘ) রঙিন করা

পর্যবেক্ষণ স্থান ইটখোলা থেকে দূরত্ব	গাছপালার ওপর প্রভাব	লোকের স্বাস্থ্যের ওপর প্রভাব	CO এর পরিমাণ ppm	NO_2 এর পরিমাণ ppm	SO_2 এর পরিমাণ ppm	CO_2 এর পরিমাণ ppm	মন্তব্য
১। ইটখোলার 100 মিটার দূরত্বে :	...	...	...	...	...	...	...
২। ইটখোলার 200 মি. দূরত্বে	...	...	...	...	...	...	...
৩। ইটখোলার 300 মি. দূরত্বে	...	...	...	...	...	...	...
৪। ইটখোলার 400 মি. দূরত্বে	...	...	...	...	...	...	...
৫। ইট খোলার 500 মি. দূরত্বে	...	...	...	...	...	...	...

৫.১৩ কয়লাভিত্তিক বিদ্যুৎকেন্দ্রের সুবিধা-অসুবিধা

Advantage and Disadvantage of Coal-based Power Plant

কয়লা দহনকালে রাসায়নিক শক্তি তাপশক্তিতে রূপান্তরিত হয়। এ তাপশক্তি দ্বারা পানিকে বাষ্পে পরিণত করা হয়; যা (ম্যাগনেটিক core যুক্ত) টারবাইনকে ঘুরায়, এর ফলে বিদ্যুৎ উৎপন্ন হয়। অন্যান্য বিদ্যুৎ কেন্দ্রের তুলনায় কয়লাভিত্তিক বিদ্যুৎ কেন্দ্রের সুবিধা ও অসুবিধা কীরূপ তা আমরা আলোচনার মাধ্যমে জানতে পারব।

বাংলাদেশ একটি উন্নয়নশীল দেশ। তাই এদেশে বিভিন্ন শিল্প প্রতিষ্ঠার ক্ষেত্রে বিদ্যুৎ শক্তির ব্যবহার দিন দিন বাড়ছে। বর্তমানে জলবিদ্যুৎ কেন্দ্র ও প্রাকৃতিক গ্যাস-পেট্রোলিয়ামভিত্তিক বিদ্যুৎ কেন্দ্র হতে প্রাপ্ত বিদ্যুৎ দিয়ে দেশের বিদ্যুৎ চাহিদা মিটানো যাচ্ছে না। এর ফলে শিল্পক্ষেত্রে আকাঙ্ক্ষিত উন্নতি বাধাপ্রাপ্ত হচ্ছে। বর্তমানে বাংলাদেশে প্রায় পাঁচ হাজার মিলিয়ন টনের মতো উন্নত মানের কয়লা মজুদ আছে। অথচ এ কয়লা অব্যবহৃত অবস্থায় রয়েছে। তাই কয়লাভিত্তিক বিদ্যুৎ কেন্দ্র নির্মাণ করে বিদ্যুৎ চাহিদা পূরণ করা যাবে। আবার গ্যাসভিত্তিক বিদ্যুৎ কেন্দ্র বন্ধ করে ঐ প্রাকৃতিক গ্যাসকে ইউরিয়া উৎপাদনে ব্যবহার করা সমীচীন হবে। জানা মতে, পৃথিবীতে বর্তমানে 50,000 এর বেশি কয়লাভিত্তিক বিদ্যুৎ কেন্দ্র আছে। আমেরিকা যুক্তরাষ্ট্রে সে দেশের উৎপাদিত বিদ্যুতের 55% হলো কয়লাভিত্তিক বিদ্যুৎ কেন্দ্রে উৎপাদিত বিদ্যুৎ। তাই পরিবেশ দূষণের সম্ভাব্য ঝুঁকি হিসেবে রেখে কয়লাভিত্তিক বিদ্যুৎ কেন্দ্র স্থাপন করে দেশের কয়লা সম্পদকে দেশ উন্নয়নে কাজে লাগানোই যুক্তিযুক্ত।

(ক) কয়লাভিত্তিক বিদ্যুৎ কেন্দ্র স্থাপনে সুবিধাসমূহ :

(১) সহজলভ্য জ্বালানি : পৃথিবীর প্রায় সব দেশে কম-বেশি কয়লার খনি আছে। বাংলাদেশেও এ যাবৎ পাঁচটি কয়লার খনি আবিষ্কৃত হয়েছে। এর মধ্যে বড়পুকুরিয়া কয়লার খনি থেকে দৈনিক 650 টন কয়লা উত্তোলন করা হচ্ছে। পৃথিবীতে প্রায় ৩০০ বছরের চাহিদা পূরণের কয়লার মজুদ আছে।

(২) কয়লা থেকে প্রাপ্ত তাপশক্তি : কয়লার দহনে প্রচুর তাপশক্তি পাওয়া যায়। বিদ্যুৎ উৎপাদনের জ্বালানিভিত্তিক ক্ষমতা (efficiency) হলো :

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

শক্ত কয়লা (hard coal)→ 42%, পেট্রোলিয়াম তেল→ 44%, প্রাকৃতিক গ্যাস →57%, নিউক্লিয়ার পাওয়ার → 34%। সুতরাং নিউক্লিয়ার পাওয়ার প্লান্টের তুলনায় কয়লাভিত্তিক বিদ্যুৎ উৎপাদন ক্ষমতা বেশি।

[আবার 2014 সালের USEIA(energy information administration) প্রদত্ত তথ্য মতে ঐ বছরে বিশ্বে বিদ্যুৎ উৎপাদনে বিভিন্ন জ্বালানির অবদান হলো : কয়লা → 34%, প্রাকৃতিক গ্যাস→ 22%, পানি বিদ্যুৎ → 17% পারমাণবিক উৎস → 11%, তেল→5%, অন্যান্য উৎস (বায়ু, সৌর)→ 7%]। প্রতি বছর বিশ্বে কয়লা থেকেই অধিক পরিমাণ বিদ্যুৎ উৎপাদন করা হয়।

(৩) কাঁচামালের মূল্য : কয়লাভিত্তিক বিদ্যুৎ উৎপাদনের মূল জ্বালানি হলো কয়লা। অন্যান্য জ্বালানির তুলনায় বিশ্বে কয়লার দাম কম। তাই কয়লা থেকে প্রাপ্ত তাপশক্তিকে বিদ্যুৎ উৎপাদনে ব্যবহার করা হলে বিদ্যুৎ উৎপাদন খরচ অন্য জ্বালানি যেমন তেল অথবা প্রাকৃতিক গ্যাসের তুলনায় কম হবে।

(৪) পরিবহন সুবিধা : কয়লা কঠিন জ্বালানি হওয়ায় কয়লার পরিবহন নিজ দেশে অথবা বিদেশ থেকে আমদানির ক্ষেত্রে সহজ হবে। এক্ষেত্রে স্থল পথে ট্রেন, ট্রাক এবং জলপথে জাহাজে করে কয়লা পরিবহন খরচ কম পড়বে।

(৫) জ্বালানি দহনের চুল্লি : কয়লার দহনে ব্যবহৃত চুল্লি তৈরিতে খরচ কম হয় এবং চুল্লি তৈরি করা সহজ। তাই কয়লার দহনে সহজে তাপশক্তি ব্যবহার করা সম্ভব হয়।

(৬) বিদ্যুৎ কেন্দ্র স্থাপনে স্থান নির্বাচন : কয়লার পরিবহন সুবিধার দিক বিবেচনা করে এবং প্রাকৃতিক দূষণ ঘটার সম্ভাব্যতা অগ্রাধিকার দিয়ে কয়লাভিত্তিক বিদ্যুৎ কেন্দ্র স্থাপন বাংলাদেশের বিদ্যুৎ চাহিদা পূরণে খুবই উপকারী শক্তি উৎপাদন প্রকল্প হবে।

(৭) কর্মসংস্থান সৃষ্টি : প্রতিটি বৃহৎ শিল্প প্রতিষ্ঠান স্থাপনের মাধ্যমে দেশের জনগণের জন্য কর্মসংস্থান সৃষ্টি হয়। কয়লাভিত্তিক বিদ্যুৎ উৎপাদন প্রকল্পও একটি বৃহৎ শিল্প প্রতিষ্ঠান। তাই এ প্রতিষ্ঠানকে কেন্দ্র করে সহকারী অঙ্গ সংগঠনগুলোতে হাজারো লোকের কর্মসংস্থানের সুযোগ সৃষ্টি হবে। তাই কয়লাভিত্তিক বিদ্যুৎ কেন্দ্র স্থাপনে বাংলাদেশের জনগণের জন্য অনেক সুবিধা বয়ে আনবে।

(খ) কয়লার খনি থেকে কয়লা উত্তোলন ও কয়লাভিত্তিক বিদ্যুৎ কেন্দ্র স্থাপনে যে সব অসুবিধা

(i) ভূমি ক্ষয় ও পানি দূষণ : খনি থেকে কয়লা উত্তোলনের ফলে চারদিকের ভূমির ক্ষয় বা ইরোশন (erosion) ঘটে। এর সাথে কয়লা খনির বিষাক্ত পদার্থ নিকটবর্তী নদী ও জলাশয়ে গিয়ে পানির দূষণ ঘটায়। ফলে নিকটবর্তী জনবসতির ও কৃষি জমির ক্ষতি হয়। জনবসতির স্থান পরিবর্তনেরও প্রয়োজন হয়।

(ii) পরিবেশ দূষণ : কয়লাভিত্তিক তাপ-বিদ্যুৎ কেন্দ্রে এই উত্তোলিত কয়লার দহনে সৃষ্ট তাপ পরিশেষে বিদ্যুৎ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। কয়লার মূল উপাদান কার্বন হলেও কয়লার মধ্যে বিভিন্ন অ্যারোমেটিক যৌগ ও বিষাক্ত পদার্থ থাকে। এ সব পদার্থকে সহজে পৃথক করা যায় না। তাই কয়লার দহনকালে বায়ুদূষক CO, CO_2, SO_2 ও NO_x প্রভৃতি গ্যাস এবং ভাসমান কঠিন বস্তুকণা বায়ুমণ্ডলে ছড়িয়ে পড়ে। ফলে পরিবেশের অপূরণীয় দূষণ ঘটে। 2008 সালে ইউরোপিয়ান পরিবেশ একাডেমি (European Environment Agency বা EEA) বিভিন্ন তাপ বিদ্যুৎ কেন্দ্রের ওপর সমীক্ষা চালিয়ে নিম্নলিখিত তথ্য সংকলন করে; (সারণি ৫.৬)।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

সারণি–৫.৬ : EEA পর্যবেক্ষণভিত্তিক বিভিন্ন ধরনের তাপ বিদ্যুৎ কেন্দ্রে সৃষ্ট বায়ুদূষক :
[গ্রাম পার জিগা জুল এককে (g/GJ), 1GJ = 1×10^9 J]

বায়ু দূষক	শক্ত কয়লা (Hard Coal)	বাদামি কয়লা (Brown Coal)	ফুয়েল অয়েল (Fuel Oil)	অন্যান্য জ্বালানি তেল	প্রাকৃতিক গ্যাস
CO_2	94,600.00	101,000	77,400	74,100	56,100
SO_2	765.00	1,361	1,350	228	0.68
NOx	292.00	183.00	195.00	129.00	93.30
CO	89.10	89.10	15.70	157.00	14.50
বিভিন্ন জৈব যৌগ, (CH_4 বাদে)	4.92	7.78	3.70	3.24	1.58
বায়ুবাহিত কণাবস্তু	1.203	3.254	16.0	1.91	0.10

(iii) গ্রিন হাউজ গ্যাস ও অম্লধর্মী গ্যাস নির্গমন : প্রাকৃতিক গ্যাসের তুলনায় যে কোনো শ্রেণির কয়লাভিত্তিক তাপ-বিদ্যুৎ কেন্দ্রে নির্গত বায়ু দূষকের পরিমাণ অনেক বেশি থাকে। বিশেষ করে গ্রিন হাউজ গ্যাস CO_2 নির্গমনের পরিমাণ সর্বাধিক। বায়ুবাহিত কণাবস্তু ও অম্লধর্মী SO_2 ও NO_x শ্বাসতন্ত্রের রোগ সৃষ্টি করে। এ সব অম্লধর্মী গ্যাস এসিড-বৃষ্টি ঘটায়। ফলে জমির উর্বরতা-নষ্ট, গাছপালার ক্ষতি, জলাশয়ের পানির pH-3 পর্যন্ত কমে আসে। ফলে জলজ উদ্ভিদ ও মাছ মারা যায়। এসব পরিবেশ দূষণের কারণে পরিবেশবাদীরা কয়লাভিত্তিক বিদ্যুৎ কেন্দ্র স্থাপনে আপত্তি তোলে।

(iv) উন্নত যোগাযোগ ব্যবস্থার প্রয়োজন : এক্ষেত্রে কয়লা উত্তোলন, স্থানান্তর ব্যবস্থা ও অবকাঠামোগত উন্নয়নের প্রয়োজন হয়। বিদেশ থেকে কয়লা আমদানি ও পরিবহনের জন্য কম খরচে পরিবহন ব্যবস্থা থাকা দরকারি হয়।

(v) ফ্লাইঅ্যাশ (ছাই) : কয়লার দহনের পর অবশেষ রূপে যথেষ্ট ছাই উৎপন্ন হয়। ক্ষেত্র বিশেষে এ ছাইয়ের পরিমাণ ব্যবহৃত কয়লার 30–35 ভাগ হয়ে থাকে। এ বিপুল পরিমাণ ছাই-সংরক্ষণের স্থানাভাবের ফলে নদী বা সাগরে বর্জ্যরূপে ফেলে দিলে পরিবেশের অশেষ ক্ষতি হয়।

[redacted] আমাদের দেশের জন্য লাভজনক হলেও সংশ্লিষ্ট সমস্যাগুলো হবে – [redacted] হাইডের পরিমাণ বৃদ্ধি, (iii) কঠিন বস্তুকণা বায়ুমণ্ডলে ছড়িয়ে পড়া,

(গ) (i) ও (iii) (ঘ) (i), (ii) ও (iii)

৫.১৪ ন্যানো পার্টিকেল ও ন্যানো প্রযুক্তির প্রাথমিক ধারণা
Nano-particles and Primary Concept of Nano-technology

'ন্যানো' কণা : 'ন্যানো' শব্দের সাধারণ অর্থ হলো 'খুবই ক্ষুদ্র': যেমন, সংখ্যার একক মানের 1×10^{-9} বোঝায় এবং মিটার এককে এর প্রতীক হলো $1nm = 10^{-9}m$। ন্যানোস্কেল সিস্টেম বলতে ক্ষুদ্রতম কণার প্রস্থ 1nm থেকে 100 nm পরিসর হলে তাকে ন্যানো কণা বলে।

'ন্যানো' কণার শ্রেণিবিভাগ : ন্যানো কণার 'মাত্রা' (dimension) অনুসারে ন্যানো কণাসমূহ নিম্নোক্ত তিন শ্রেণিতে বিভক্ত। যেমন–

(১) ন্যানো-লেয়ার (nanolayer) : ন্যানো স্কেল মতে One dimension 1D, বা একমাত্রিক বা রৈখিক বস্তুকণার পরিসর (range) 1nm –100 nm হলে, এদেরকে ন্যানো-লেয়ার (nanolayer) বলে।

(২) ন্যানো-টিউব : ন্যানো স্কেল মতে, Inm– 100 nm এর দ্বিমাত্রিক (বা two dimensions, 2D) ক্ষুদ্রকণার নাম হলো ন্যানো-টিউব বা ন্যানো-ওয়্যার (nanotube বা, nanowire)।

(৩) ন্যানো পার্টিকেল : ন্যানো স্কেল মতে, 1nm –100nm এর ত্রিমাত্রিক (3D) ক্ষুদ্রকণাকে ন্যানো পার্টিকেল বলে।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

জেনে নাও :

★ ন্যানোমিটারের ধারণা মতে, চারটি H পরমাণু পাশাপাশি রাখলে 1nm হয়।
★ একটি সাধারণ ব্যাকটেরিয়ার দৈর্ঘ্য হলো প্রায় 1000 nm এবং
★ মানুষের একটি চুলের ব্যাস হলো প্রায় 50,000 nm.

1. Nano-particles, 1nm –100nm,
2. Fine-particle, 101 nm –2500 nm,
3. Coarse-particle, 2501 nm – 10.000 nm,

বর্তমানে আধুনিক যুগে বিজ্ঞানী ও প্রযুক্তিবিদরা এ ক্ষুদ্রাতিক্ষুদ্র ন্যানোস্কেলভিত্তিক পদার্থের বৈশিষ্ট্য সম্বন্ধে জানার জন্য নিত্য নতুন ন্যানো প্রযুক্তির উদ্ভাবনে সচেষ্ট আছেন।

ন্যানো প্রযুক্তি : ন্যানো প্রযুক্তি বা Nanotechnology বলতে ন্যানোস্কেলভিত্তিক সূক্ষ্মাতিসূক্ষ্ম বিভিন্ন কণাবস্তু যেমন 1nm থেকে 100 nm এর কম দৈর্ঘ্যের [একমাত্রিক 1D, দ্বিমাত্রিক 2D ও ত্রিমাত্রিক 3D] কণাবস্তুর ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মাবলি এবং এদের প্রস্তুতির প্রযুক্তি বিজ্ঞানকে বোঝায়। এ টেকনোলজিতে বিজ্ঞানের বিভিন্ন শাখা যেমন পদার্থবিদ্যা, রসায়ন, বায়োলজি, মেডিসিন, বস্তুবিজ্ঞান, পরিবেশ বিজ্ঞান ও ইঞ্জিনিয়ারিং এর বিভিন্ন শাখার গবেষকরা গবেষণা কাজ চালিয়ে যাচ্ছেন। আশা করা যায়, নিকট ভবিষ্যতে এ ন্যানো টেক্‌নোলজি বিজ্ঞানের বিভিন্ন শাখার একটি **আন্তঃসুশৃঙ্খল বিজ্ঞান** (inter-disciplinary science) রূপে প্রতিষ্ঠা পাবে। 1974 খ্রিস্টাব্দে বিজ্ঞানী নোরিও টনিগুছি (Norio Toniguchi) প্রথম Technology' বা ন্যানো প্রযুক্তি' পদটি ব্যবহার করেন।

৫.১৫ পরমাণু, অণু ও ন্যানো পার্টিকেলের তুলনা

Comparison Among Atom, Molecule and Nanoparticle

তোমরা রসায়নের প্রথম পত্রের তৃতীয় অধ্যায়ের অনুচ্ছেদ-৩.৩ এর চিত্র-৩.৭-এ দেয়া বিভিন্ন মৌলের পারমাণবিক ব্যাসার্ধ সম্বন্ধে পিকো মিটার (pm) এককে তুলনামূলক ধারণা পেয়েছ। ঐ চিত্র-৩.৭-এ দেয়া **H এর পারমাণবিক ব্যাসার্ধ হলো 37pm**। তাই H এর পারমাণবিক ব্যাস হলো এর দ্বিগুণ অর্থাৎ $37pm \times 2 = 74pm = 0.074$ nm; অপরদিকে সবচেয়ে বড় আকারের পরমাণু Cs এর পারমাণবিক ব্যাসার্ধ হলো 265 pm অর্থাৎ Cs এর পারমাণবিক ব্যাস = $265 \text{ pm} \times 2 = 530 \text{ pm} = 0.530$ nm। তাই আমরা জানলাম, **পরমাণুসমূহের পারমাণবিক ব্যাস 0.074 nm থেকে 0.53 nm এর মধ্যে থাকে**। অপরদিকে ন্যানো পার্টিকেলসমূহের আকার **1nm থেকে 100 nm এর মধ্যে থাকে**।

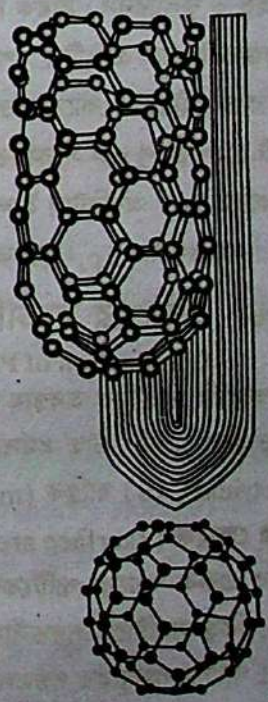
* সুতরাং 'ন্যানো কণা' হলো আকারগতভাবে বস্তুর পারমাণবিক অবস্থা ও স্থূল বস্তুর মধ্যেকার একটি 'সেতু বন্ধন' বা 'Atom–Bulk materials bridge'

ন্যানো পার্টিকেল-এর বৈশিষ্ট্য হলো :

(i) ন্যানোকণা : H পরমাণুর পারমাণবিক ব্যাসের তুলনায় ন্যানোকণা 13 থেকে 1300 গুণ আকারে বড় এবং Cs এর তুলনায় প্রায় 33 গুণ বড় থাকে।
(ii) UV রশ্মিতে ন্যানোকণা দৃশ্যমান হয়,
(iii) দৃশ্যমান আলোতে খালি চোখে ন্যানো কণা দেখা যায় না।

অপরদিকে অণু গঠিত হয় একাধিক পরমাণুর রাসায়নিক বন্ধনের মাধ্যমে। অণুতে পরমাণুগুলো বিভিন্ন দিকে অবস্থানের কারণে অণুসমূহের আকার আকৃতি বিভিন্ন ধরনের হয়। যেমন CO_2 অণুর আকৃতি রৈখিক, H_2O অণুর আকৃতি 'V' এর ন্যায়, CH_4 হলো চতুস্তলকীয় এবং SF_6 অণু অষ্টতলকীয়। অণুর আকার নির্ভর করে অণুতে যুক্ত থাকা পরমাণু সংখ্যা ও এদের ত্রিমাত্রিক বিন্যাসের ওপর। অণুতে পরমাণুর সংখ্যা যতো বেশি হয় অণুর আকারও ততো বড় হয়। তবে পরমাণুসমূহের পারমাণবিক ব্যাস 0.074 nm থেকে 0.53nm হওয়ায় এদের দ্বারা সৃষ্ট অণুসমূহের প্রস্থ বা দৈর্ঘ্য **1nm থেকে 2nm এর বেশি হয় না**।

এছাড়া দৈত্যাকার অণুর (giant molecules) মধ্যে SiO_2, SiC ও হীরক ইত্যাদি রয়েছে। এদের অণুতে কোটি-কোটি পরমাণুযুক্ত থাকে। তাই সে অনুসারে এদের আকার সাধারণ অণু থেকে এবং ন্যানো পার্টিকেল থেকেও বড় হয়।



চিত্র - ৫.১০ : ফুলারিন ও ন্যানোটিউব।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

এছাড়া উচ্চ আণবিক ভরবিশিষ্ট পলিমার অণুসমূহের আকার সাধারণ অণুর তুলনায় অনেক বড় হয়। দৈত্যাকার অণু ও পলিমার অণুসমূহ স্থূল অণু বা bulk materials এর মধ্যে পড়ে। দৈত্যাকার অণুসমূহের আকার মাইক্রো মিটার বা মাইক্রন (10^{-6}m) এককে প্রকাশ করা হয়।

ন্যানো কণা, পরমাণু ও অণুর মধ্যে তুলনা : ন্যানো পার্টিকেলের আকারগত অবস্থান হলো পরমাণু ও সাধারণ অণু থেকে বড়; কিন্তু স্থূল বস্তু (bulk materials) বা মাইক্রো অণুর ($d = 10^{-6}$m) তুলনায় 10 থেকে 1000 গুণ ছোট।

কার্বনের ন্যানো কণা : কার্বন হতে সৃষ্ট ন্যানো পার্টিকেলের মধ্যে ফুলারিনসমূহ (fullerenes) যেমন C_{32}, C_{50}, C_{60}, C_{70} উল্লেখযোগ্য। এদের মধ্যে বুকমিনস্টার ফুলারিন বা 'বাকি বল' (Bucky ball) C_{60} এর আকার ফুটবলের মতো।

কার্বনের একটি গুরুত্বপূর্ণ ন্যানো পার্টিকেল হলো গ্রাফিন (graphene); এটি কার্বনের এক স্তরবিশিষ্ট এবং এর গঠন হলো গ্রাফাইট শিটের মতো।

কার্বনের সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ ন্যানো পার্টিকেল হলো কার্বন ন্যানোটিউব; এটি গ্রাফিন স্তরের টিউব আকার এবং এক প্রান্তে ফুলারিনের অর্ধেক গঠন সমন্বয়ে গঠিত। এর ব্যাস 2nm – 30nm হয় এবং দৈর্ঘ্য কয়েক mm হয়ে থাকে। একটি টিউবের মধ্যে পর পর অনেকগুলো ন্যানোটিউব থাকে। (চিত্র – ৫.১০)।

★ বিশ্বের সবচেয়ে ছোট টেস্টটিউব হিসেবে পরিচিত টেস্টটিউব হলো কার্বন ন্যানো টিউব (CNT)। এ টিউবের আয়তন হলো 1×10^{-24} dm^3। কিন্তু ২০০৯ খ্রিস্টাব্দে সবচেয়ে দীর্ঘ কার্বন ন্যানো টিউব তৈরি করা হয়, যার দৈর্ঘ্য হলো 18.5 cm. ভেতরে ফাঁপা কার্বন ন্যানো টিউবের দৈর্ঘ্য ও আয়তনের অনুপাত হয় = $1.32 \times 10^6 : 1$, যা যেকোনো পদার্থের চেয়ে বেশি। তাই এটি উচ্চ ঘাতসহ ও এর নমনীয়তা খুবই বেশি; Tensile strength (TS) ও elastic modulus এর সম্পর্ক মতে CNT খুবই শক্তিশালী (strong) ও দৃঢ় (rigid) বস্তু। CNT ইস্পাতের চেয়ে প্রায় 100 গুণ বেশি শক্তিশালী। যেমন এক দেয়াল বিশিষ্ট কার্বন ন্যানো টিউবের পীড়ন চাপ (TS) = 53 GPa, কিন্তু ইস্পাতের এ মান = 0.38 – 1.55 GPa, [$1G = 10^9$)

কার্বনের চল্লিশটির বেশি বহুরূপ (allotropes) এর মধ্যে তিনটি কেলাস গঠনযুক্ত বহুরূপ হলো হীরক বা ডায়মন্ড, গ্রাফাইট ও ফুলারিনস। হীরক বিদ্যুৎ অপরিবাহী হলেও গ্রাফাইট বিদ্যুৎ সুপরিবাহী। হীরকে C- পরমাণু sp^3 সংকরিত ও চতুস্তলকীয়ভাবে প্রতিটি C- পরমাণু অপর চারটি C- পরমাণুর সাথে যুক্ত হয়ে সবচেয়ে শক্ত ও বিদ্যুৎ অপরিবাহী গঠন তৈরি করে। হীরকে কোনো মুক্ত বা সঞ্চরণশীল ইলেকট্রন থাকে না বলে হীরক বিদ্যুৎ পরিবহন করতে পারে না। গ্রাফাইটে প্রতিটি C- পরমাণু sp^2 সংকরিত সুষম ত্রিকোণাকারভাবে প্রতিটি C- পরমাণুর অপর তিনটি C-পরমাণুর সাথে যুক্ত থাকে। অসংকরিত $2p_z^1$ অরবিটাল ইলেকট্রনটি সঞ্চরণশীল থাকে। গ্রাফাইটের মতো, ফুলারিনেও প্রতিটি C- পরমাণু sp^2 সংকরিত থাকে। সঞ্চরণশীল $2p_z^1$ ইলেকট্রনের কারণে গ্রাফাইট, ফুলারিন ও কার্বনের ন্যানো পার্টিকেল বিদ্যুৎ সুপরিবাহী হয়।

৫.১৬ পদার্থের স্বাভাবিক অবস্থা ও ন্যানো কণার ভৌত ধর্মের তুলনা

Comparison of Physical Properties between Nanoparticles & Normal State of Matter

পদার্থের স্বাভাবিক অবস্থায় বস্তুর স্থূলতা বা পরিমাণ ভৌত ধর্মকে প্রভাবিত করে না; কিন্তু ন্যানো পার্টিকেলের আকার ছোট বা বড় হলে এদের ভৌত ধর্মসমূহে বিশেষত– (১) অপটিকেল (optical), (২) চুম্বকীয় (magnetic), (৩) বৈদ্যুতিক (electrical), (৪) যান্ত্রিক (mechanical) ইত্যাদি ধর্মে বিশেষ পরিবর্তন দেখা যায়। এর মূলে রয়েছে ন্যানো কণার তলের ক্ষেত্রফল (surface area) পদার্থের স্বাভাবিক স্থূল অবস্থা থেকে অনেকগুণ বৃদ্ধি পায়। যখন কোনো স্থূল বস্তুকে বহু সংখ্যক একক 'ন্যানো পার্টিকেল' বস্তুতে পরিণত করা হয়, তখন উভয় বস্তুর ভর (mass) ও মোট আয়তন একই থাকে; কিন্তু সমষ্টিগত পৃষ্ঠতলীয় ক্ষেত্রফল (surface areas), শত সহস্র গুণ বৃদ্ধি পায়। ফলে মূল স্থূল বস্তুটির তুলনায় ন্যানো পার্টিকেলসমূহের পৃষ্ঠতল-আয়তন অনুপাত অনেক বৃদ্ধি পায়। তাই ন্যানো পার্টিকেলের ধর্মে পূর্বোক্ত চারটি ভৌত ধর্মের বিশেষ পার্থক্য সৃষ্টি হয়। যেমন,

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

(১) বর্ণ : সাধারণ অবস্থায় সোনার বর্ণ হলো সোনালী হলুদ এবং সিলিকন হলো ধূসর বর্ণের। কিন্তু ন্যানো আকারে সোনার ও সিলিকনের বর্ণ হলো লাল। কারণ স্থূল অবস্থায় ধাতুর পরমাণুসমূহের যোজ্যতা ইলেকট্রন বৃহৎ পরিসরে মুক্তভাবে গতিশীল থাকে, যা ধাতব বন্ধনের জন্য দায়ী। কিন্তু ন্যানো অবস্থায় সর্বাধিক তলের অতি ক্ষুদ্র পরিসরে যোজ্যতা ইলেকট্রন অবরুদ্ধ থাকে, একে **কোয়ান্টাম অবরুদ্ধতা** (quantum confinement) বা **কোয়ান্টাম সাইজ প্রভাব** (quantum size effect) বলা হয়। তখন দৃশ্যমান আলোক রশ্মির সমষ্টিগত সাদা আলো থেকে ন্যানো কণা আকারভেদে অধিক সূর্য রশ্মি শোষণ করে অবশিষ্ট বিভিন্ন বর্ণ প্রকাশ করে।

উল্লেখ্য 'কোয়ান্টাম সাইজ' প্রভাবে ন্যানো কণার ভৌত ধর্ম যেমন, যান্ত্রিক কাঠিন্য ও শক্তি (Strength) বৃদ্ধি পায়, বৈদ্যুতিক ধর্মে বিভিন্ন পরিবর্তন ঘটে। পদার্থের স্বচ্ছতা, দ্রাব্যতা, দাহ্যতা, তাপ পরিবাহিতা ও চৌম্বক ধর্ম অধিক বৃদ্ধি পায়।

'ন্যানো কণার তলের ক্ষেত্রফল বৃদ্ধিতে অধিকাংশ পরমাণু এর পৃষ্ঠতলে সহজভাবে অধিক অস্থিতিশীল থাকে ও অধিক সক্রিয়তা দেখায়, একে ন্যানো কণার **পৃষ্ঠতলীয় শক্তি** (Surface energy) বলে। পৃষ্ঠতলীয় শক্তি বৃদ্ধির কারণে ন্যানো কণার রাসায়নিক সক্রিয়তা ও প্রভাবন ক্ষমতা বৃদ্ধি পায়। যেমন স্থূল আকার স্বর্ণ নিষ্ক্রিয়; কিন্তু কার্বন ন্যানো টিউবে যুক্ত স্বর্ণের ন্যানো কণা (Au-nano) উত্তম প্রভাবকরূপে উত্তপ্ত CO গ্যাস ও স্টিম (H_2O) মিশ্রণ হতে H_2 উৎপন্ন করে।

$$CO\,(g) + H_2O\,(g) \xrightarrow[\text{nano}]{Au} H_2\,(g) + CO_2\,(g)$$

(২) গলনাঙ্ক : সাধারণ ধাতু ও এর ন্যানো কণার গলনাঙ্কের মধ্যে ব্যাপক পার্থক্য ঘটে। কারণ আকারে ক্ষুদ্রতম হওয়ায় ন্যানো কণার পৃষ্ঠতল সহজেই তাপ শোষণ করে ধাতব বন্ধন দুর্বল করে থাকে। যেমন, সাধারণ অবস্থায় স্বর্ণের গলনাঙ্ক হলো 1064°C; কিন্তু 2.5 nm আকারের স্বর্ণের গলনাঙ্ক হয় প্রায় 300°C।

(৩) সৌর রশ্মির শোষণ : ফটোভোল্টিক সেলে (Photovoltic cell-এ) সৌর রশ্মির শোষণের পরিমাণ ঐ সেলের ভেতরের পদার্থের আকারের ওপর নির্ভর করে। এতে সাধারণ অবস্থার পদার্থ যে পরিমাণ সৌর রশ্মি শোষণ করে, ন্যানো কণা যত ছোট হয় ততো বেশি পরিমাণে সৌর রশ্মি শোষণ করতে পারে।

(৪) UV রশ্মি প্রতিহত : আবার ZnO স্বাভাবিক অবস্থায় UV রশ্মি যে পরিমাণ প্রতিহত করে এর চেয়ে ন্যানো কণা অবস্থায় ZnO অনেক বেশি UV রশ্মি প্রতিহত করে। এজন্য **ZnO ন্যানো কণা অবস্থায় 'Sun-screen lotion'** তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।

(৫) বিস্তারণ বল ও ডাইপোল প্রভাব দ্বারা সাস্পেনশন গঠন প্রবণতা : সাধারণত অদ্রবণীয় কঠিন বস্তুর গুঁড়া তরল পদার্থে মিশ্রিত করলে ঘনত্বের ওপর নির্ভর করে ঐ কঠিন বস্তুর গুঁড়া তরলে ভাসবে অথবা তলায় পড়ে জমা হবে। কিন্তু ন্যানো স্কেলের সূক্ষ্ম গুঁড়া বিস্তারণ বল, আয়ন ডাইপোল সম্পর্ক মতে মিথস্ক্রিয়ার মাধ্যমে সাসপেনশন অবস্থায় থাকে।

(৬) বিদ্যুৎ সুপরিবাহিতা : ন্যানো কণার সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ ভৌতধর্ম হলো চুম্বকীয় ধর্ম ও বিদ্যুৎ পরিবাহিতা ধর্ম। যেমন ফেরো-ইলেকট্রিক কঠিন পদার্থ 10 nm এর ছোট আকারে থাকলে কক্ষ তাপমাত্রার তাপীয় শক্তি ব্যবহার করে সুপার প্যারা ম্যাগনেটিজম ধর্ম প্রকাশ করে। তখন এসব ন্যানো পার্টিকেল মেমোরি স্টোরেজ (memory storage)-এর অযোগ্য হয়ে পড়ে। তাই সব সময় এরূপ ধর্ম ন্যানো পার্টিকেলে সুবিধাজনক বা কাম্য নয়। অনেক ন্যানো কণা বিশেষত গ্রাফিন ও কার্বন ন্যানো টিউব সাধারণ গ্রাফাইটের তুলনায় অনেক বেশি বিদ্যুৎ সুপরিবাহী হয়।

MCQ-5.18 : ন্যানো অবস্থায় পদার্থের অপটিকেল, চুম্বকীয় বা বৈদ্যুতিক ধর্মে পরিবর্তন ঘটার প্রধান কারণ কোনটি?
(ক) কণার ভর (খ) কণার আয়তন
(গ) কণার ভৌত অবস্থা (ঘ) কণার তলের ক্ষেত্রফল

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

৫.১৭ শিল্পে ন্যানো পার্টিকেল ব্যবহারের সম্ভাবনা
Probability of Nanoparticles' Uses in Industries

ন্যানো পার্টিকেল সংক্রান্ত গবেষণায় এদের বেশ কিছু উৎসাহব্যঞ্জক বৈশিষ্ট্য ও সফল ব্যবহার আবিষ্কৃত হওয়ায় এর মধ্যেই ন্যানো পার্টিকেল বিভিন্ন শিল্পে ব্যবহৃত হচ্ছে। ভবিষ্যতে এদের ব্যবহার কয়েক গুণ বেড়ে যাবে। এর মূলে রয়েছে পদার্থের ভর অনুসারে স্বাভাবিক গুঁড়া অবস্থার পৃষ্ঠতলের তুলনায় ন্যানো কণার পৃষ্ঠতলের সর্বাধিক পরিমাণে বৃদ্ধি। বর্তমানে ন্যানোকণার উল্লেখযোগ্য ব্যবহারসমূহ হলো নিম্নরূপ :

(ক) সাধারণ শিল্পক্ষেত্রে ন্যানো কণার ব্যবহার

(১) **ন্যানো প্রভাবক :** শিল্প ক্ষেত্রে উৎপাদন বৃদ্ধির জন্য d-ব্লকের অবস্থান্তর ধাতু ও এদের যৌগ প্রভাবকরূপে ব্যবহৃত হয়। প্রভাবনের সুফল বা প্রভাবকের দক্ষতা প্রভাবকের পৃষ্ঠতলের ক্ষেত্রফলের ওপর নির্ভর করে। যেহেতু ন্যানো কণার পৃষ্ঠতলের পরিমাণ সর্বাধিক হয়; তাই শিল্পে ন্যানো কণার ব্যবহার বৃদ্ধি পাচ্ছে। এক্ষেত্রে সিরামিকের ওপর প্রভাবক ধাতুর ন্যানো কণা তৈরি করে, এর থেকে অধিক সুফল পাওয়া যাচ্ছে। যেমন, পানি-বাষ্প ও CO গ্যাস মিশ্র থেকে H_2 গ্যাস উৎপাদনে কার্বন ন্যানো টিউবে প্রবিষ্ট স্বর্ণ ন্যানোকণা অত্যন্ত কার্যকর বিজারকরূপে ব্যবহৃত হয়।

$$H_2O(g) + CO(g) \xrightarrow{C,\,Au} H_2(g) + CO_2(g)$$

অনুরূপভাবে, ZnO এর ন্যানো কণা (3nm – 5nm) শক্তিশালী জারকরূপে CCl_4 কে জারিত করে CO_2 এ পরিণত করে।

$$2\,ZnO + CCl_4 \longrightarrow CO_2 + 2\,ZnCl_2$$

(২) **পানি বিশোধন :** পানি হতে বিভিন্ন অপদ্রব্য দূর করার কাজে অর্থাৎ পানি বিশোধনের ক্ষেত্রে ন্যানো কণার আয়রন ব্যবহার নিয়ে গবেষণায় সুফল পাওয়া গেছে। অনতিবিলম্বে এটি বাজারে আসতে পারে। কার্বন টেট্রাক্লোরাইড (CCl_4) দ্বারা দূষিত পানিকে বিশোধনে আয়রন ন্যানো কণা এবং নলকূপের পানিতে থাকা আর্সেনিক দূর করতে আয়রন অক্সাইড ন্যানো কণা ব্যবহৃত হচ্ছে।

(৩) **ব্যাকটেরিয়া প্রতিরোধক :** কাপড়, খাদ্যদ্রব্য প্যাকেজিং ও অন্যান্য ক্ষেত্রে ব্যাকটেরিয়া প্রতিরোধ ও দুর্গন্ধ দূর করার জন্য ন্যানো সিলভার ব্যবহার শুরু হয়েছে।

(৪) **উচ্চ টাওয়ার তৈরিতে :** ধাতুর কণার আকার হ্রাসের সাথে 'ধাতুর ফাইবার'–এর শক্তি বা strength বৃদ্ধি পায় এবং তা 50 nm –100 nm দৈর্ঘ্যের মধ্যে সর্বাধিক হয়। যেমন, 50 nm দৈর্ঘ্যের তামার তারকে বাঁকানো সম্ভব নয়, যদিও 5.0 cm দৈর্ঘ্যের তামার তারকে বাঁকানো সহজ। তাই সাধারণ ফাইবারের তুলনায় ন্যানো ফাইবারের শক্তি বেশি। এ কারণে ন্যানো ফিলামেন্ট, ন্যানো মেটেল রড, ন্যানো কার্বন টিউব বা ন্যানো ওয়্যার (Wire) দ্বারা তৈরি কম্পোজিট সিস্টেম অসাধারণ শক্তিশালী হয়। অতি উচ্চ টাওয়ার তৈরিতে ন্যানো টেকনোলজির প্রয়োগ সম্ভাবনা বৃদ্ধি পাচ্ছে।

(৫) **চিকিৎসা ক্ষেত্রে :** মেডিসিনে ন্যানো কণার ব্যবহার নিয়ে বিভিন্ন গবেষণা চলছে। ক্যান্সার চিকিৎসায় এর মধ্যে কেমোথেরাপিতে ন্যানোকণার ব্যবহার কার্যকর প্রমাণিত হয়েছে।

(৬) **মোটর ইঞ্জিনের দক্ষতা বৃদ্ধিতে :** গাড়ির ইঞ্জিন সিলিন্ডারে জিরকোনিয়াম অক্সাইড (ZrO_2), অ্যালুমিনা (Al_2O_3) ও নিকেলাইট (NiAs) দ্বারা প্রলেপ দিয়ে এবং ইঞ্জিনের কার্বুরেটরের ওপর নিকেল-ক্রোমিয়াম (Ni–Cr) ধাতু সংকরের ন্যানো কণার প্রলেপ দিয়ে জ্বালানি-গ্যাসের চাপশক্তি বৃদ্ধি করা যায়। এছাড়া ইঞ্জিনের ডিস্ট্রিবিউটর ও কার্বন প্লাগের ওপর কার্বনের ন্যানো কণার প্রলেপ দিয়ে ব্যবহৃত তড়িৎ শক্তির প্রবাহকে কয়েকগুণ বৃদ্ধি করা হয়। এর ফলে মোটর ইঞ্জিনের দক্ষতা ও কার্যক্ষমতা অনেক বৃদ্ধি পায়।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

(খ) বৈদ্যুতিক শিল্পে ন্যানো কণার ব্যবহার

(১) কার্বন ন্যানো টিউবের বিদ্যুৎ পরিবহন দক্ষতা অসাধারণ। এজন্য ইলেকট্রিক যন্ত্রপাতিতে ইন্টিগ্রেটেড সার্কিট তৈরিতে কার্বনের ন্যানো টিউব-এর মধ্যেই ব্যবহৃত হচ্ছে। ভবিষ্যতে এর ব্যবহার অনেক বৃদ্ধি পাবে।

(২) ন্যানো কণা দ্বারা সেমিকন্ডাক্টর (semi conductor) তৈরি করা হচ্ছে। ইলেকট্রনিক শিল্পে এর ব্যবহার ক্রমান্বয়ে বৃদ্ধি পাচ্ছে। লিথিয়াম-আয়ন ব্যাটারির অ্যানোডকে সিলিকন ন্যানো পার্টিকেল কোটিং দিলে ঐ ব্যাটারির পাওয়ার বেড়ে যায় এবং রিচার্জ করার সময় কম লাগে।

(৩) ন্যানো কণার বিশেষ চুম্বক ধর্মের কারণে কম্পিউটার ও অন্যান্য যন্ত্রে মেমোরি সংরক্ষক তৈরির কাজে এদের ব্যবহার করা হচ্ছে।

(৪) সৌর শক্তি হতে বিদ্যুৎ তৈরির ফটোসেলে ন্যানো পার্টিকেলের ব্যবহার ফটোসেলের দক্ষতা অনেক বৃদ্ধি পায়। তাই ফটোসেল তৈরিতে ন্যানো কণার ব্যবহার বৃদ্ধি পাচ্ছে।

(গ) অপটিকেল ক্ষেত্রে ন্যানো কণার ব্যবহার

(১) ন্যানো কণা অবস্থায় ZnO এর UV রশ্মি প্রতিহত করার ক্ষমতা অনেকগুণ বেড়ে যায়; তাই সানস্ক্রিন লোশন (sun-screen lotion) তৈরিতে ZnO এর ন্যানো কণা ব্যবহৃত হচ্ছে। অনুরূপভাবে, টাইটেনিয়াম ডাইঅক্সাইড TiO_2 এর ন্যানো কণা সানস্ক্রিন লোশনে বা ক্রিমে ব্যবহৃত হয়।

(২) শত সহস্র পরমাণুর 1nm –10 nm ব্যাসের সেমিকন্ডাক্টর 'কোয়ান্টাম-ডটস্' (quantum dots) নামক ন্যানো পার্টিকেলে বিশেষ ইলেকট্রনিক প্রভাব প্রকাশ পায়। এরূপ আকারের 'কোয়ান্টাম-ডট' নামক সেমিকন্ডাক্টরের ওপর UV রশ্মি আপতিত হলে ঐ সব ন্যানো কণার আকারের ওপর নির্ভর করে দৃশ্যমান আলোর পরিসরে বিভিন্ন তরঙ্গদৈর্ঘ্যের বিভিন্ন বর্ণযুক্ত আলো ঐ সব ন্যানো কণা থেকে বিকিরিত হয়। যেমন,

(i) 3 nm ক্যাডমিয়াম সেলেনাইড কণা UV রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য বৃদ্ধি করে 520 nm তরঙ্গদৈর্ঘ্যের সবুজ বর্ণের আলো এবং ঐ একই পদার্থের 5.5 nm এর বড় আকারের কণা 620 nm তরঙ্গদৈর্ঘ্যের লাল বর্ণের আলো বিকিরণ করে। অর্থাৎ একই পদার্থের এরূপ 'কোয়ান্টাম-ডট' এর আকার ছোট হওয়ার সাথে এরা UV রশ্মিকে দৃশ্যমান আলোর বর্ণালির পরিসরে লাল (red) বর্ণের তরঙ্গদৈর্ঘ্যে এবং এর ক্রম হ্রাস করে সর্বশেষ বেগুনি (violet) বর্ণের তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো ফুটিয়ে তুলতে পারে।

(ii) প্রাণিকোষের চেয়ে সহস্রগুণ ছোট এসব কোয়ান্টাম-ডট ন্যানো কণার এরূপ অপটিকেল ধর্মের কারণে কোষের অভ্যন্তরে বিভিন্ন বায়ো-অণুর শনাক্তকরণ, এদের গতি-ধারা অনুসন্ধান (tracking) ও এদের বিভিন্ন বর্ণের ইমেজিং কাজে এ সব ন্যানো কণা বর্তমানে ব্যবহৃত হয়। ছোট আকারের এসব ন্যানো কণা ক্যান্সার কোষের মেমব্রেন ভেদ করে কোষে প্রবেশ করতে পারে।

(iii) MRI Contrast agent যেমন প্যারাম্যাগনেটিক গ্যাডোলিনিয়াম আয়ন, Gd^{3+} এ কোয়ান্টাম ডট কণা যুক্ত করে উন্নত MRI ইমেজ পাওয়া যায়। ফলে প্রাথমিক অবস্থায় ক্যান্সার শনাক্তকরণ ও সুফলদায়ক চিকিৎসা সম্ভব হচ্ছে।

শিক্ষার্থীর কাজ- ৫.৮ : ন্যানো পার্টিকেল ও ন্যানো প্রযুক্তি ভিত্তিক :

প্রশ্ন- ৫.১৮। (ক) ন্যানো-পার্টিকেল কী? [কু. বো. য. বো. দি. বো. ২০১৫]

(খ) ন্যানো-পার্টিকেলের বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ।

(গ) গ্রাফিন কী? এর ব্যবহার লেখ।

(ঘ) ZnO এর ন্যানো কণার ব্যবহার লেখ।

(ঙ) কোয়ান্টাম ডটস্ কী? এর বৈশিষ্ট্য লেখ।

(চ) বৈদ্যুতিক শিল্পে ন্যানো কণার ব্যবহার লেখ।

(ছ) ন্যানো-কণার গলনাঙ্ক এর সাধারণ ধাতুর গলনাঙ্কের চেয়ে কম হয় কেন? [দি. বো. ২০১৭]

(জ) 50 nm তামার তারকে বাঁকানো সম্ভব নয়, যদিও 5.0 cm দৈর্ঘ্যের তামার তারকে সহজে বাঁকানো যায়। ব্যাখ্যা কর। [য.বো. ২০১৭]

(ঝ) 120 nm আকারের কণিকা ন্যানো কণা কীনা ব্যাখ্যা কর। [রা. বো. ২০১৭]

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

এ অধ্যায়ের সার-সংক্ষেপ (Recapitulation)

*** প্রাকৃতিক গ্যাস :** ভূপৃষ্ঠের নিচে বিভিন্ন গভীরতায় শিলাস্তরের মধ্যে সঞ্চিত পেট্রোলিয়াম খনিজ তেলের উপরিভাগে মিথেন, ইথেন, প্রোপেন ও বিউটেন গ্যাস সঞ্চিত থাকে। এ গ্যাস মিশ্রণকে প্রাকৃতিক গ্যাস বলে। বাংলাদেশের প্রাকৃতিক গ্যাসে 95% – 99% মিথেন থাকে।

*** বিটুমিনাস কয়লা :** এটি উন্নত মানের কয়লা। এতে যুক্ত কার্বনের শতকরা পরিমাণ প্রায় 50% এবং জলীয় বাষ্প 10–12% পর্যন্ত থাকে। দহনের পর ছাই কম থাকে।

*** বিটিইউ (BTU) :** এক পাউন্ড পানির তাপমাত্রা 1°F বৃদ্ধি করতে প্রয়োজনীয় তাপের পরিমাণকে এক BTU বলা হয়। 1BTU = 1055J. এটি খনিজ কয়লার মান নির্ণয়ের একটি একক। এটি এক পাউন্ড কয়লাকে দহনের পর উৎপন্ন তাপের পরিমাণ প্রকাশ করে। BTU এর মান যত বেশি হবে কয়লার মান ততো উন্নত হবে।

*** গ্লেজিং (Glazing) :** সিরামিক সামগ্রী পোড়ানোর পর শক্ত, ভঙ্গুর ও সূক্ষ্ম ছিদ্রযুক্ত (porous) হয়ে থাকে। গ্লেজিং দ্বারা ঐ সিরামিক সামগ্রীর ওপর কাচের মূল উপাদান ছিটিয়ে এবং পরে উত্তপ্ত করে গলিত কাচের পাতলা আবরণ সৃষ্টি করে সূক্ষ্ম ছিদ্র বন্ধ ও তলকে মসৃণ করা হয়। এ প্রক্রিয়াকে সিরামিক গ্লেজিং বলে। লবণ ছিটিয়েও তা করা যায়। তখন সোডিয়াম সিলিকেট দ্বারা সূক্ষ্ম ছিদ্র বন্ধ হয়।

*** সেলুলোজ ফাইবার :** সেলুলোজ ফাইবার হলো উদ্ভিদের দেহ কাঠামো তৈরির প্রাকৃতিক পলিস্যাকারাইড বা প্রাকৃতিক পলিমার। গ্লুকোজ থেকে β গ্লাইকোসাইড বন্ধন দ্বারা এটি তৈরি হয়। এটি পানিতে অদ্রবণীয়।

*** লিগনিন (Lignin) :** প্রাকৃতিক শাখাযুক্ত পলিমার। সেলুলোজ ফাইবারসমূহকে লিগনিন দৃঢ়ভাবে আবদ্ধ রাখে। এক্ষেত্রে H-বন্ধন ও ডাইসালফাইড বন্ধন থাকে।

*** ক্লিংকার (Clinker) :** সিমেন্টের উপাদানসমূহকে রোটারি ফার্নেসে 1400°– 1600°C তাপমাত্রায় তাপজারণ বা Calcination শেষে গলিত ক্যালসিয়াম সিলিকেট ও ক্যালসিয়াম অ্যালুমিনেট মিশ্রণ পাওয়া যায়। ঠাণ্ডা অবস্থায় ছোট ছোট কঠিন টুকরা অবস্থায় চুল্লি থেকে বের হয়, এটি সিমেন্ট ক্লিংকার নামে পরিচিত। এর সাথে 3–5% জিপসাম গুঁড়া মিশিয়ে সূক্ষ্ম গুঁড়া করলে সিমেন্ট পাওয়া যায়।

*** কিউরিং (Curing) :** কাঁচা চামড়ার ওপর লবণ ছিটিয়ে চামড়ার পানিকে বের করা হয়। এ প্রক্রিয়াকে কিউরিং বলে। এতে অসমেটিক চাপ ক্রিয়াশীল থাকে। এর ফলে চামড়ায় ব্যাকটেরিয়া দ্বারা পচনরোধ হয়।

*** FGD প্ল্যান্ট :** কারখানার চিমনি দিয়ে নির্গত গ্যাসে অম্লধর্মী SO_2 গ্যাস থাকে। ঐ SO_2 গ্যাসকে $CaCO_3$ গুঁড়া বা CaO গুঁড়ার পানির মিশ্রণে শোষণ করে পরিবেশ দূষণ রোধ করার এ প্রকল্পকে Flue Gas Desulfurisation বা FGD প্লান্ট বলে।

*** ETP :** রাসায়নিক শিল্প কারখানার বর্জ্য পানিতে জৈব ও অজৈব পদার্থ মিশ্রিত থাকে। এ বর্জ্য পানিকে effluent বলা হয়। এ ক্ষতিকর বর্জ্য পানি থেকে বিভিন্ন প্রাকৃতিক দূষক পদার্থ পৃথক করার রাসায়নিক প্রক্রিয়াকে effluent treatment plant বা ETP বলা হয়।

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

Download More PDF www.bdniyog.com www.bdniyog.com

* **বিলেট (Billet) :** ধাতু নিষ্কাশন বা রিসাইক্লিং কালে গলিত ধাতুকে বিশুদ্ধ অবস্থায় সংগ্রহ করার জন্য নির্গম ট্যাপের সাহায্যে ঐ ধাতুকে সিলিন্ডার আকারে ঠাণ্ডা করা হয়। এরূপ আকারের কপার সিলিন্ডার রিসাইক্লিং কালে তৈরি করা হয়। এদেরকে কপার বিলেট বলে।

* **বায়োডিগ্রেডেবল (Biodegradable) :** যে সমস্ত বর্জ্য পদার্থ মাটিতে মাইক্রো অর্গানিজম বা ব্যাকটেরিয়া দ্বারা পচনক্রিয়ার মাধ্যমে মাটিতে রূপান্তরিত হয়, এদেরকে বায়োডিগ্রেডেবল পদার্থ বলে। যেমন সবজি ও জৈব পদার্থ। যে সমস্ত পদার্থ মাটিতে পচন ক্রিয়ায় মিশে যায় না, এদেরকে নন্‌বায়োডিগ্রেডেবল পদার্থ বলে। যেমন– প্লাস্টিক সামগ্রী।

* **ন্যানো পার্টিকেল :** ন্যানোস্কেল মতে যেসব কণার দৈর্ঘ্য 1nm থেকে 100 nm এর মধ্যে থাকে, এদেরকে ন্যানো পার্টিকেল বলে।

* **ফুলারিনস :** কার্বন পরমাণু sp^2 সংকরিত অবস্থায় 30–70টি পরস্পর সমযোজী বন্ধনে যুক্ত হয়ে বিভিন্ন আকৃতির গঠন তৈরি করে। কার্বনের এ রূপভেদসমূহকে ফুলারিনস বলে। C_{60} সংকেতের আণবিক গঠন স্থপতি বুকমিনস্টার ফুলার নির্মিত ভূগোলক আকৃতির গম্বুজের মতো, এটিকে বুকমিনস্টার ফুলারিন বা 'বাকি বল' বলে।

* **ন্যানো টিউব (Nano-tube) :** ন্যানো স্কেলে, একমাত্রিক বা রৈখিক বস্তুকণার পরিসর 1–100 nm হলে, একে ন্যানো লেয়ার বলে। এটি কার্বনের এক স্তরবিশিষ্ট ন্যানো-লেয়ার গ্রাফিন-এর টিউব আকার গঠন। এর প্রান্তে ফুলারিনের গোলকাকৃতির অর্ধেক অংশ যুক্ত থাকে। এটি দেখতে সাধারণ গ্লাস টিউবের মতো বলে এরূপ নামকরণ হয়েছে। অনেকগুলো ন্যানো টিউব ছোট থেকে বড় পরস্পর এক কেন্দ্রিকভাবে বিন্যস্ত থাকে।

* **সেমিকন্ডাক্টর (Semiconductor) :** এ সব বস্তু বিদ্যুৎ পরিবাহী ও বিদ্যুৎ অপরিবাহীর মধ্যবর্তী গুণসম্পন্ন দুর্বল বিদ্যুৎ পরিবাহী। ন্যানো কণা দ্বারা সেমিকন্ডাক্টর তৈরি করে ইলেকট্রনিক যন্ত্রে ব্যবহার করা হয়।

* **কোয়ান্টাম-ডটস্ (Quantum dots) :** শত সহস্র পরমাণুর 1nm - 10 nm ব্যাসের সেমিকন্ডাক্টরকে কোয়ান্টাম ডটস্ বলে। কোয়ান্টাম ডটস্ নামক সেমিকন্ডাক্টরের ওপর UV রশ্মি আপতিত হলে ঐ সব ন্যানো কণার আকারের ওপর নির্ভর করে দৃশ্যমান আলোর পরিসরে বিভিন্ন তরঙ্গদৈর্ঘ্যের বিভিন্ন বর্ণযুক্ত আলো ঐ সব ন্যানো কণা থেকে বিকিরিত হয়। যেমন, 3 nm ব্যাসের ক্যাডমিয়াম সেলেনাইড কণা UV রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য বৃদ্ধি করে 520 nm তরঙ্গদৈর্ঘ্যের সবুজ বর্ণের আলো বিকিরিত করে। আবার 5.5 nm ব্যাসের বড় কণার ক্যাডমিয়াম সেলেনাইড UV রশ্মি থেকে লাল বর্ণের আলো বিকিরিত করে। এটি হলো কোয়ান্টাম ডটস্‌ের অপটিকেল বৈশিষ্ট্য।

MCQ -এর উত্তরমালা

5.1 (ক)	5.2 (গ)	5.3 (গ)	5.4 (খ)	5.5 (গ)	5.6 (ঘ)
5.7 (খ)	5.8 (ঘ)	5.9 (খ)	5.10 (ঘ)	5.11 (ঘ)	5.12 (ক)
5.13 (ঘ)	5.14 (গ)	5.15 (গ)	5.16 (গ)	5.17 (গ)	5.18 (ঘ)

www.bdniyog.com www.bdniyog.com Download More PDF

আরো দেখুন

প্রতিদিনের চাকুরীর সার্কুলার পেতে এখানে ক্লিক করুন

প্রতি মাসের কারেন্ট অ্যাফেয়ার্স পিডিএফ এখানে ক্লিক করুন

চাকুরীর প্রয়োজনীয় সকল পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

বিসিএস এর প্রয়োজনীয় পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

প্রতি সপ্তাহের চাকুরী পত্রিকা ডাউনলোড এখানে ক্লিক করুন

সকল নিয়োগ পরীক্ষার প্রশ্ন সমাধান এখানে ক্লিক করুন

বিডিনিয়োগ.কম দেশের সেরা পিডিএফ কালেকশন

SSC এর প্রয়োজনীয় সকল পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

HSC এর প্রয়োজনীয় সকল পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

বিশ্ববিদ্যালয় ভর্তির সকল পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

সকল ধরনের সাজেশন ডাউনলোড এখানে ক্লিক করুন

ORIGINAL
BDNIYOG.COM
COPYRIGHT