

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

* প্লুটোনিয়াম কার্বন সংখ্যা → ১১৬ (M-14)

* বিউটিনামিনের সংখ্যা - $CH_3CH_2CH_2CHO$

(M-13)

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। এই 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।



CONCEPT : 14

রাসায়নিক বিক্রিয়া ও তাদের উৎপাদ সমূহ

বিক্রিয়া	উৎপাদ	বিক্রিয়া	উৎপাদ
০১. ডিকার্বক্সিলেশন বিক্রিয়া	অ্যালকেন	১১. ক্যানিজারো বিক্রিয়া	এসিড ও অ্যালকোহল
০২. উটজ বিক্রিয়া	উচ্চতর অ্যালকেন	১২. অ্যালডল ঘনীভবন বিক্রিয়া	অ্যালডল
০৩. কার্বিল অ্যামিন বিক্রিয়া	ফিনাইল আইসোসায়ানাইড	১৩. উইলিয়ামসন বিক্রিয়া	ইথার
০৪. রাইমার টাইম্যান বিক্রিয়া	স্যালিসাইলডিহাইড	১৪. ক্রিমেনসন বিজারণ	অ্যালকেন (হাইড্রোকার্বন)
০৫. ডাও পদ্ধতি	ফেনল	১৫. স্যাপোনিকেশন বিক্রিয়া	সাবান
০৬. কোব বিক্রিয়া	স্যালিসাইলিক এসিড	১৬. ইটার্ড বিক্রিয়া	বেনজালডিহাইড
০৭. লিবারম্যান পরীক্ষা		১৭. রোজেন মান্ড বিজারণ	অ্যালডিহাইড
০৮. হফম্যান ক্ষুদ্রাংশকরণ বিক্রিয়া	প্রাইমারী অ্যামিন	১৮. গ্রিগনার্ড বিক্রিয়া	অ্যালকোহল/ অ্যালকেন (হাইড্রোকার্বন)
০৯. স্যান্ডমেরার বিক্রিয়া	বেনজিন জাতক	১৯. গাজন বিক্রিয়া	অ্যালকোহল
১০. গ্যাটারম্যান বিক্রিয়া	ফিনাইল হ্যালাইড	২০. পার্কিন বিক্রিয়া	সিনামিক এসিড

- জৈব যৌগের রাসায়নিক সংকেত থেকে এর গাঠনিক সমাণুর সংখ্যা ও সংকেত নির্ণয় করতে পারবে।
- অ্যারোমেটিক যৌগের বিশেষ ধর্ম-অ্যারোমেটিসিটি ব্যাখ্যা করতে পারবে।
- অ্যালিফেটিক ও অ্যারোমেটিক যৌগের পার্থক্য করতে পারবে।
- জৈব যৌগের সংযোজন (ইলেকট্রোফিলিক ও নিউক্লিওফিলিক), প্রতিস্থাপন (ইলেকট্রোফিলিক ও নিউক্লিওফিলিক), অপসারণ ও সমাণুকরণ বিক্রিয়া (সাধারণ) ব্যাখ্যা করতে পারবে।
- বিভিন্ন সমগোত্রীয় শ্রেণির জৈব যৌগের সাধারণ প্রস্তুতি ও শনাক্তকারী বিক্রিয়া সমীকরণের সাহায্যে ব্যাখ্যা করতে পারবে।

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 বিষক্রমতা ও শনাক্তকরণে গলনাক্ষ ও স্কুটনাক্ষের ভূমিকা ব্যাখ্যা করতে পারবে।
- ১৭। ব্যবহারিক
- ⊛ জৈব যৌগের গলনাক্ষ ও স্কুটনাক্ষ নির্ণয় করতে পারবে ($80^{\circ}C$ - এর নিচে)।
- ১৮। পলিমার ও প্লাস্টিসিটি ব্যাখ্যা করতে পারবে।
- ১৯। সংযোজন ও ঘনীভবন পলিমারকরণ বিক্রিয়া ব্যাখ্যা করতে পারবে।
- 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।

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

২.০ জৈব রসায়ন

Organic Chemistry

জৈব রসায়ন (Organic Chemistry) : কার্বন শিকল দ্বারা গঠিত বিভিন্ন শ্রেণীর 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। প্রকৃত পক্ষে 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, হ্যালাজেন 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.

১৮০৮ খ্রিস্টাব্দে সুইডিশ বিজ্ঞানী বার্জেলিয়াস উদ্ভিদ ও প্রাণি অর্থাৎ সজীব পদার্থ (living organism) থেকে প্রাপ্ত যৌগসমূহকে জৈব যৌগ এবং খনিজ অর্থাৎ নির্জীব পদার্থ থেকে প্রাপ্ত যৌগসমূহকে অজৈব যৌগ নামকরণ করেন।

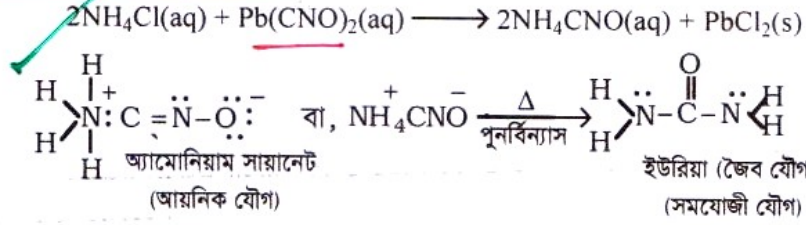
১৮১৫ খ্রিস্টাব্দে বিজ্ঞানী বার্জেলিয়াস প্রস্তাব করেন যে, জৈব যৌগসমূহ কেবল সজীব উদ্ভিদ ও প্রাণিদেহে এক রহস্যময় প্রাণশক্তির প্রভাবে উৎপন্ন হয়ে থাকে। তাই পরীক্ষাগারে জৈব যৌগসমূহ প্রস্তুত করা সম্ভব নয়। এ মতবাদ বার্জেলিয়াসের প্রাণশক্তি মতবাদ (vital force theory) নামে অভিহিত হয়। তখন সব বিজ্ঞানী এ মতবাদ গ্রহণ করেন।

১৮২৪ খ্রিস্টাব্দে ফ্রেডারিক উহলার (F. Wohler) পরীক্ষাগারে অজৈব অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড ও লেড সায়ানেট দুবণের

হাইড্রোজেন বিহীন জৈব যৌগঃ



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



M-09

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।

২.০২ 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 সমাপুতা (isomerism) ধর্ম-এ ধর্ম দ্বারা একই আণবিক সংকেতযুক্ত কিন্তু ভিন্ন গাঠনিক সংকেতের বিভিন্ন ধর্ম বিশিষ্ট জৈব যৌগ রয়েছে। যেমন $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ সংকেতযুক্ত ইথানল ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) ও ইথার যৌগ (CH_3OCH_3) রয়েছে।

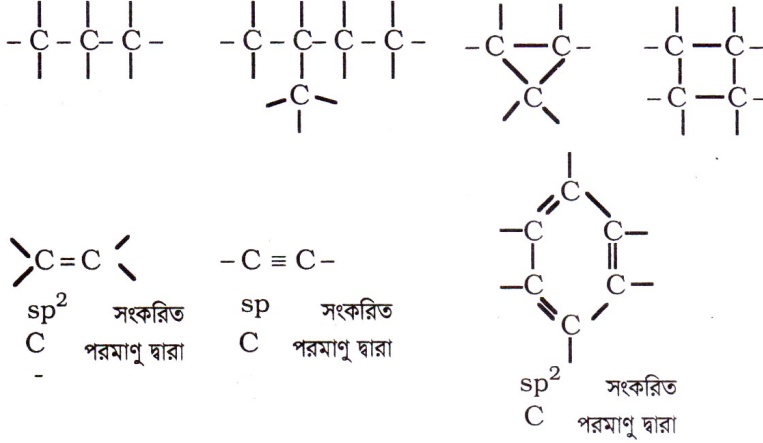
(iii) তৃতীয়ত জৈব যৌগের পলিমারকরণ (Polymerisation) ধর্ম - এ ধর্ম দ্বারা পাই (π) বন্ধন যুক্ত ছোট জৈব অণু অসংখ্য সংখ্যায় নিজেদের মধ্যে যুক্ত হয়ে বড় অণুযুক্ত নতুন যৌগ গঠন করে। যেমন, ইথিলিন ($\text{CH}_2=\text{CH}_2$) থেকে পলিইথিলিন ($-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$)_n।

এ তিনটি বৈশিষ্ট্যের জন্য মূল কারণ হলো কার্বনের তড়িৎ ঋণাত্মকতার মান ২.৫ এবং কার্বন-কার্বন বন্ধন শক্তি (347kJ 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।

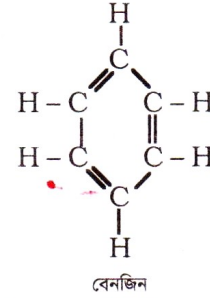
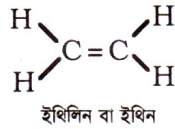
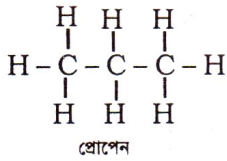
জৈব যৌগ গঠনকালে sp^3 সংকরণ দ্বারা কার্বন পরমাণুসমূহ নিজেদের মধ্যে নানাভাবে যুক্ত হয়ে সম্পৃক্ত কার্বন শিকল ও চক্রিক কার্বন কাঠামো গঠন করে। আবার sp^2 ও sp সংকরণ দ্বারা কার্বন পরমাণুসমূহ নানাভাবে যথাক্রমে দ্বিবন্ধন ও ত্রিবন্ধন দ্বারা যুক্ত হয়ে অসম্পৃক্ত কার্বন শিকল ও কার্বন চক্র গঠন করে। কার্বনের এরূপ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

কার্বন শিকল ও বলয় গঠন :



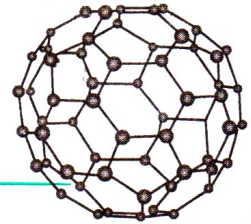
চিত্র ২.১ : কার্বনের ক্যাটেনেশন

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 বুকমিনস্টার ফুলার নির্মিত ‘ভূগোলক আকৃতির গম্বুজ’ এর মতো। তাই রূপভেদ C_{60} কে বুকমিনস্টার 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।

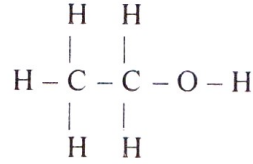


চিত্র ২.১(ক) : ফুলারিন

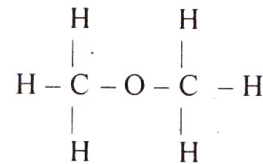
(ক) কার্বনের ক্যাটেনেশনের সফলতার কারণ : কার্বনের ক্যাটেনেশনের সফলতার মূল কারণ হলো কার্বন-কার্বন (C-C) বন্ধন শক্তির উচ্চ মান যেমন, 347 kJmol^{-1} যা একই পর্যায়ে অন্যান্য মৌলের বন্ধন শক্তির তুলনায় অনেক বেশি (যেমন, N-N, 163 kJmol^{-1})। আবার C-C বন্ধন শক্তি এত বেশি হওয়ার কারণ হলো—(১) কার্বনের মোটামুটি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

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,



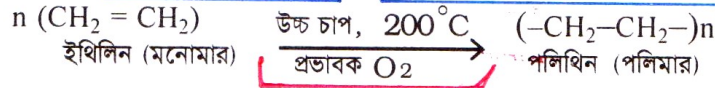
ইথাইল অ্যালকোহল বা ইথানল



ডাইমিথাইল ইথার বা মিথোক্সি মিথেন

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।



এরূপে পলিমারকরণ প্রক্রিয়ার ফলে জৈব যৌগের সংখ্যা বৃদ্ধি পেয়েছে।

২.০৩ 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, $\begin{array}{c} \text{H} \\ \vdots \\ \text{H} \cdot \text{C} \cdot \text{H} \\ \vdots \\ \text{H} \end{array}$ সমযোজী বন্ধন	২। অধিকাংশ অজৈব যৌগ আয়নিক অথবা সমযোজী বন্ধন দ্বারা গঠিত। যেমন, $\text{Na}^+ \text{Cl}^- \quad \text{H} : \text{Cl}$ আয়নিক বন্ধন সমযোজী বন্ধন
৩। গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক :	৩। জৈব যৌগ নিম্ন গলনাঙ্ক ও নিম্ন স্ফুটনাঙ্ক বিশিষ্ট হয়; সাধারণত 350°C এর নিচে। যেমন, বেনজিনিক 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 ।

পার্থক্যসূচক বৈশিষ্ট্য	জৈব যৌগ	অজৈব যৌগ
৪। দ্রাব্যতা :	৪। জৈব যৌগ পোলার দ্রাবক পানিতে অদ্রবণীয়, কিন্তু জৈব দ্রাবক যেমন, ইথার ও বেনজিনে দ্রবণীয়। তবে হাইড্রজিন 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 জ্বলে 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 ১ 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

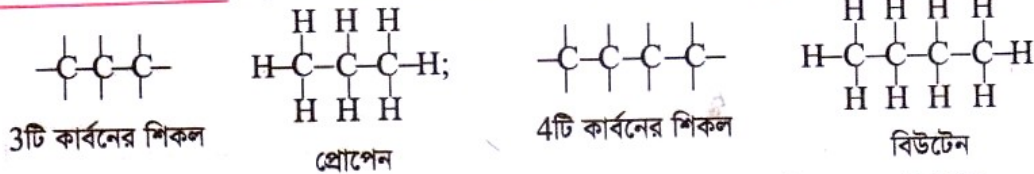
Classification of Organic Compounds

কার্বন পরমাণুর বিশেষ ধর্ম ক্যাটেনেশনের জন্য বহু সংখ্যক কার্বন পরমাণু পরস্পর যুক্ত হয়ে বিভিন্ন প্রকার কার্বন শিকল ও বলয় গঠন করে এবং পরে কার্বনের চতুর্থোজ্যতা 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)

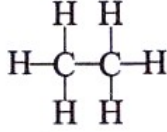
২। বদ্ধ শিকল বা বলয়াকার জৈব যৌগ (closed chain or cyclic organic compounds)

(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।

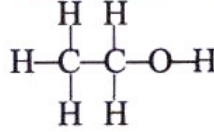


অ্যালিফেটিক যৌগসমূহ কার্বন শিকলে কার্বন পরমাণুর মধ্যে সিগমা বন্ধন ও পাই-বন্ধনের উপস্থিতি অনুসারে আবার দু প্রকার হয়ে থাকে। যেমন, (১) সম্পৃক্ত জৈব যৌগ ও (২) অসম্পৃক্ত জৈব যৌগ।

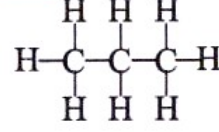
(১) সম্পূক্ত জৈব যৌগ : যে সব জৈব যৌগের কার্বন শিকলের কার্বন পরমাণুগুলো কেবল একক সিগমা বন্ধন দ্বারা যুক্ত থাকে, তাদেরকে সম্পূক্ত জৈব যৌগ বলা হয়। যেমন, ইথেন, ইথানল, প্রোপেন, প্রোপানল।



ইথেন

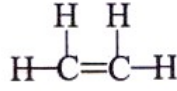


ইথানল



প্রোপেন

(২) অসম্পূক্ত 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 অসম্পূক্ত জৈব যৌগ বলা হয়। যেমন, ইথিলিন, অ্যাসিটিলিন ইত্যাদি।

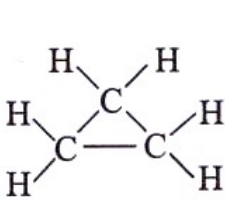


ইথিলিন বা ইথিন

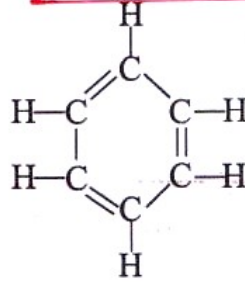


অ্যাসিটিলিন বা ইথাইন

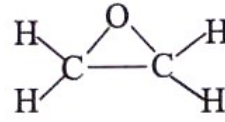
(খ) বদ্ধশিকল জৈব যৌগ : যে সব জৈব যৌগের অণুতে কার্বন শিকলের দু প্রান্তের কার্বন নিজেদের মধ্যে অথবা অপর ভিন্ন বা হেটারো পরমাণু যেমন, N, O, বা S ইত্যাদি পরমাণুর মাধ্যমে যুক্ত হয়ে কার্বন বলয় গঠন করে, সে সব যৌগকে বদ্ধ শিকল জৈব যৌগ বলা হয়। যেমন, সাইক্লোপ্রোপেন, বেনজিন, ইথিলিন অক্সাইড, থায়োফিন ইত্যাদি।



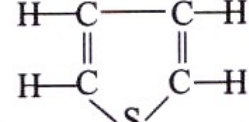
সাইক্লোপ্রোপেন



বেনজিন



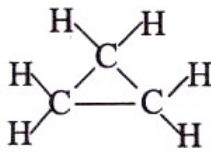
ইথিলিন অক্সাইড
বা, ইপক্সি ইথেন



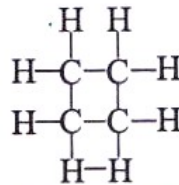
থায়োফিন

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,

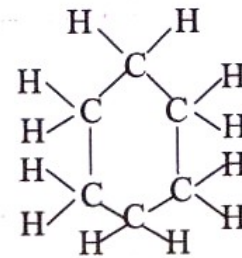
(১) অ্যালিসাইক্লিক যৌগ : যে সব জৈব যৌগ গঠনের দিক থেকে সাইক্লিক বা বলয়াকার কিন্তু ধর্মের দিক থেকে অ্যালিফেটিক বা মুক্ত শিকল যৌগের মতো তাদেরকে অ্যালিসাইক্লিক যৌগ বলে। যেমন, সাইক্লোপ্রোপেন, সাইক্লোবিউটেন, সাইক্লোহেক্সেন ইত্যাদি।



সাইক্লোপ্রোপেন

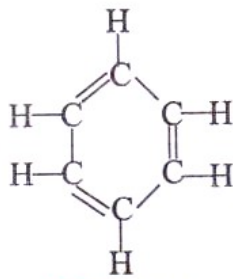


সাইক্লোবিউটেন

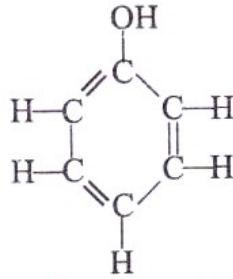


সাইক্লোহেক্সেন

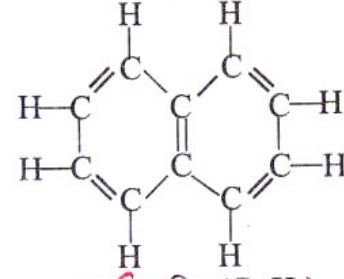
(২) অ্যারোমেটিক যৌগ : বেনজিন, বেনজিন-জাতক ও এক বা একাধিক বেনজিন-বলয়যুক্ত যৌগ বা বেনজিনের ধর্ম সদৃশ যৌগকে অ্যারোমেটিক যৌগ বলে। যেমন, বেনজিন, ফেনল, ন্যাফথালিন।



বেনজিন (C₆H₆)



ফেনল (C₆H₅OH)

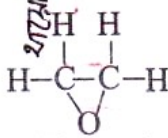


ন্যাফথালিন (C₁₀H₈)

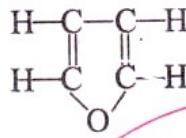
(গ) হেটারোসাইক্লিক যৌগ বা বিষম চাক্রিক যৌগ : যে সব বৃত্তাকার যৌগের বলয় গঠনে কার্বন পরমাণুসহ অপর

হেটারো পরমাণু যেমন, অক্সিজেন (O), সালফার (S), নাইট্রোজেন (N) প্রভৃতির এক বা একাধিক পরমাণু অংশ গ্রহণ করে

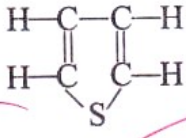
সব যৌগকে হেটারোসাইক্লিক যৌগ বলে। যেমন, ইথিলিন অক্সাইড, ফিউরান, থায়োফিন, পাইরোল, পিরিডিন ইত্যাদি।



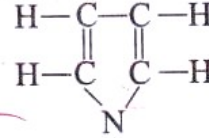
ইথিলিন অক্সাইড
বা, ইপক্সি ইথেন



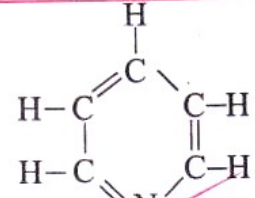
ফিউরান



থায়োফিন



পাইরোল

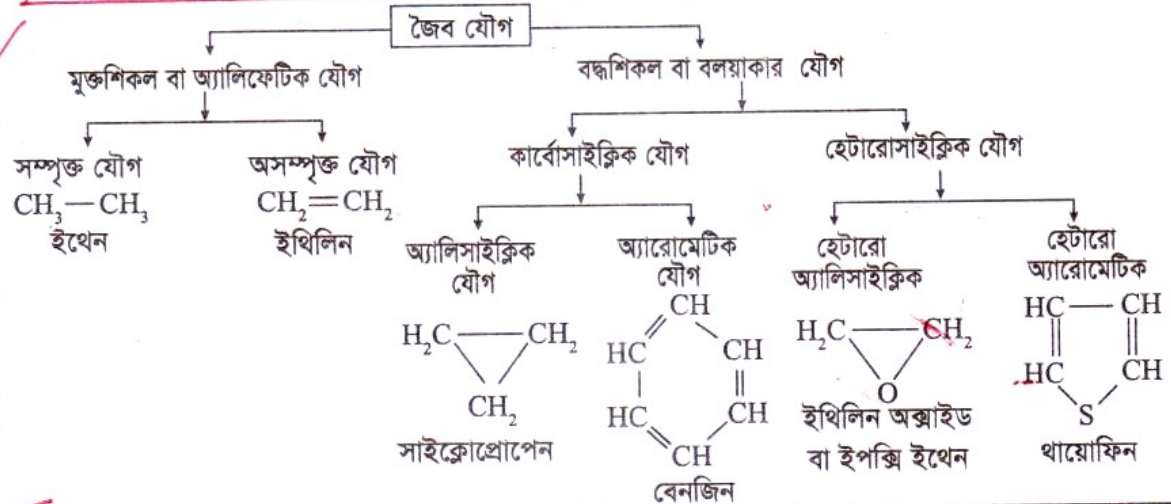


পিরিডিন

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 : জৈব যৌগের শ্রেণিবিভাগ ভিত্তিক :
 সমস্যা-২.১ : (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।

বিব
 ক্রিপার
 টোক
 চি
 হেটারোসাইক্লিক যৌগ
 ১০০% চিহ্নিত
 সাইক্ল
 হেটারোসাইক্লিক যৌগ

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,

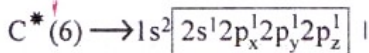
(ক) সমযোজী বন্ধনের ইলেকট্রনীয় তত্ত্ব ও (খ) আধুনিক অরবিটাল অধিক্রমণ তত্ত্ব
জৈব যৌগ গঠনে উভয় তত্ত্ব সংক্ষেপে আলোচনা করা হলো।

২.১.২ সমযোজী বন্ধনের ইলেকট্রনীয় তত্ত্ব

Electronic theory of covalent bond

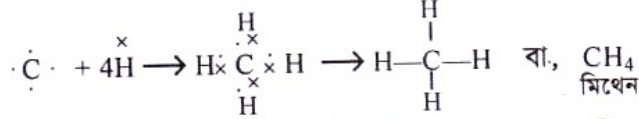
১৯১৬ সালে বিজ্ঞানী লুইস সমযোজী বন্ধনের ইলেকট্রনীয় মতবাদ প্রকাশ করেন। তাঁর মতবাদ অনুসারে, যে সব অধাতব পরমাণুর তড়িৎ রাসায়নিক প্রকৃতি সমান অথবা প্রায় সমান, সে সব পরমাণুর প্রত্যেকে নিজের যোজ্যতা ইলেকট্রনগুলোর অযুগ্ম বা বিজোড় (unpaired) ইলেকট্রন সমভাবে যোগান দিয়ে এক বা একাধিক ইলেকট্রন জোড় (electron 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 কখনোও 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 $C(6) \rightarrow 1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^0$ । এতে দুটি বিজোড় ইলেকট্রন আছে। তাই C পরমাণুর যোজ্যতা ২ হওয়ার কথা। কিন্তু যৌগ সৃষ্টির সময় উদ্দীপিত C পরমাণু এর 2s অরবিটাল থেকে একটি ইলেকট্রন খালি $2p_z^0$ অরবিটালে স্থানান্তরিত করে।

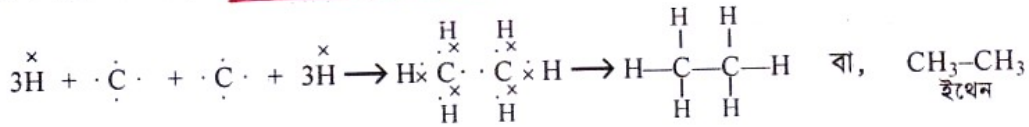


এ অবস্থায় C পরমাণুর চারটি অরবিটালে চারটি বিজোড় ইলেকট্রন থাকায় কার্বনের যোজ্যতা চার হয়। তখন কার্বন পরমাণু সমযোজ্যতার দ্বারা অষ্টকপূর্ণ করতে আরও চারটি ইলেকট্রনের দরকার হয়। পরে sp^3 সংকরণ দ্বারা চারটি সমশক্তির সংকর অরবিটাল গঠন করে। তাই সব জৈব যৌগে কার্বন চতুর্যোজী অবস্থায় থাকে। নিচে মিথেন (CH_4),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

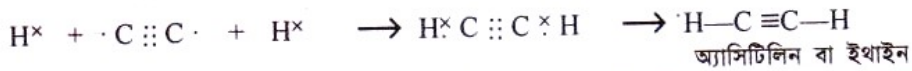
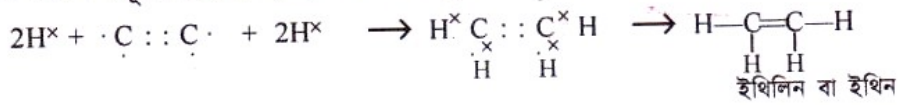
১। মিথেন অণুর গঠন : একটি কার্বন পরমাণু ও চারটি হাইড্রোজেন পরমাণু মিলে চারটি ইলেকট্রন জোড় সৃষ্টি এবং শেয়ার করার মাধ্যমে চারটি সমযোজী বন্ধন দ্বারা আবদ্ধ হয়ে মিথেন অণু গঠন করে। যেমন,



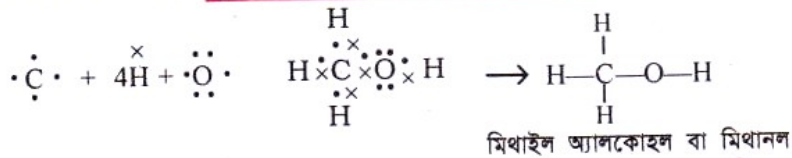
২। ইথেন (C_2H_6) অণুর গঠন : প্রথমে দুটি কার্বন পরমাণু প্রত্যেকে একটি করে ইলেকট্রন যোগান দিয়ে একটি ইলেকট্রন জোড় সৃষ্টি এবং শেয়ার করার মাধ্যমে একক সমযোজী বন্ধন দ্বারা আবদ্ধ হয়। পরে প্রত্যেক কার্বন পরমাণুর অবশিষ্ট তিনটি বিজোড় ইলেকট্রন তিনটি H-পরমাণুর ইলেকট্রনের সাথে তিনটি ইলেকট্রন জোড় সৃষ্টি এবং শেয়ার 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 অয়ুগ বা বিজোড় ইলেকট্রন হাইড্রোজেন পরমাণুর ইলেকট্রনের 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 অয়ুগ 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 অঙ্গীভূত হয়, তা হলে পরমাণু দুটির মধ্যবর্তী বন্ধনকে সমযোজী বন্ধন বলে। এভাবে যে অণু উৎপন্ন হয়, 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।

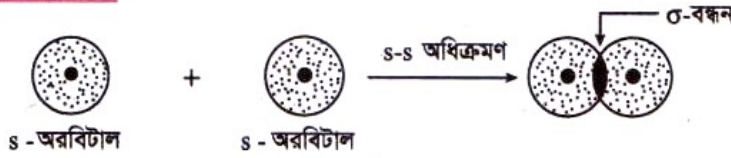
বিভিন্ন অরবিটালগুলোর অভিমুখ, বৈশিষ্ট্য এবং ওদের অধিক্রমণের রীতি অনুযায়ী জৈব যৌগের মধ্যে দু'রকম সমযোজী বন্ধন সৃষ্টি হয়। যেমন, (১) সিগমা (σ) বন্ধন ও (২) পাই (π) বন্ধন।

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। সিগমা 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।

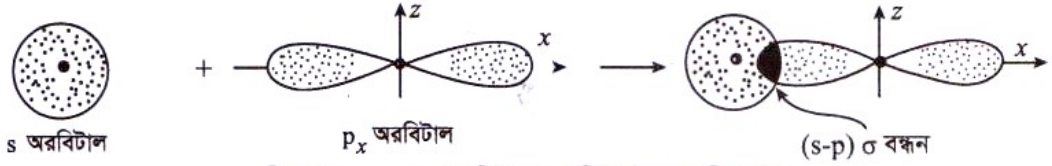
উল্লেখ্য, দুটি s অরবিটাল, অথবা একটি s অরবিটাল ও একটি p অরবিটাল, অথবা দুটি p অরবিটালের নিজ নিজ অক্ষ বরাবর অধিক্রমণের ফলে সিগমা বন্ধনের সৃষ্টি হয়।

(ক) s অরবিটাল সুসম 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 H₂ অণু সৃষ্টি হয়।



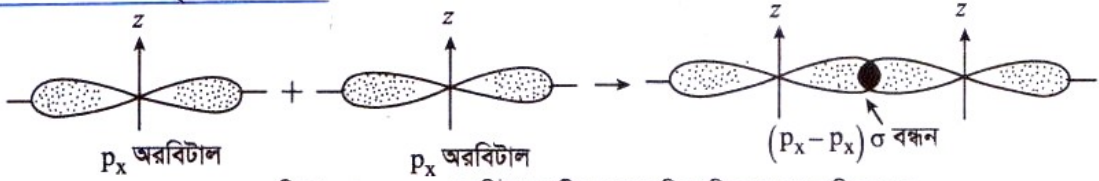
চিত্র ২:২ : s, s-অরবিটালের অধিক্রমণ বা অভিলেপন।

(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।



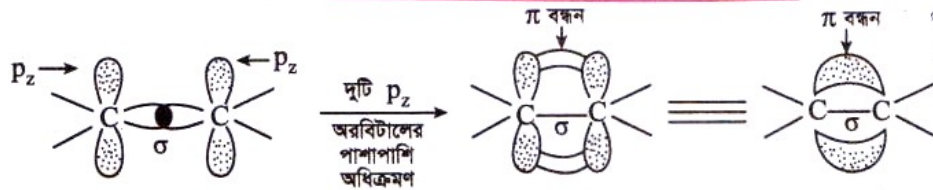
চিত্র ২.৩ : s, p- অরবিটালের অধিক্রমণ বা অভিলেপন।

(গ) ইলেকট্রনের p অরবিটালের আকার সুখম 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।

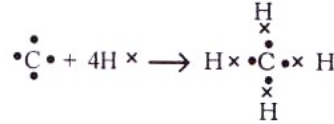
সারণি ২.২ : সিগমা বন্ধন ও পাই বন্ধনের পার্থক্য

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।

২.১.৪ পারমাণবিক অরবিটাল সংকরণ ও কার্বনের চতুর্যোজ্যতা

Hybridisation 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,

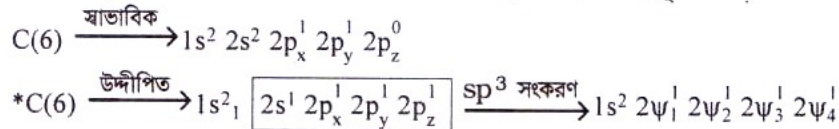


উল্লেখ্য এক্ষেত্রে উদ্দীপিত কার্বন দ্বারা সৃষ্ট মিথেন (CH_4) অণুস্থিত চারটি সমযোজী বন্ধন সমশক্তির হতে পারে না; কারণ এদের একটি বন্ধনে কার্বনের $2s$ -অরবিটাল ও অপর তিনটি বন্ধনে তিনটি ভিন্ন $2p$ অরবিটাল জড়িত। কিন্তু পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণিত হয় যে, মিথেন (CH_4) অণুতে C পরমাণু ও চারটি H পরমাণু দ্বারা সৃষ্ট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

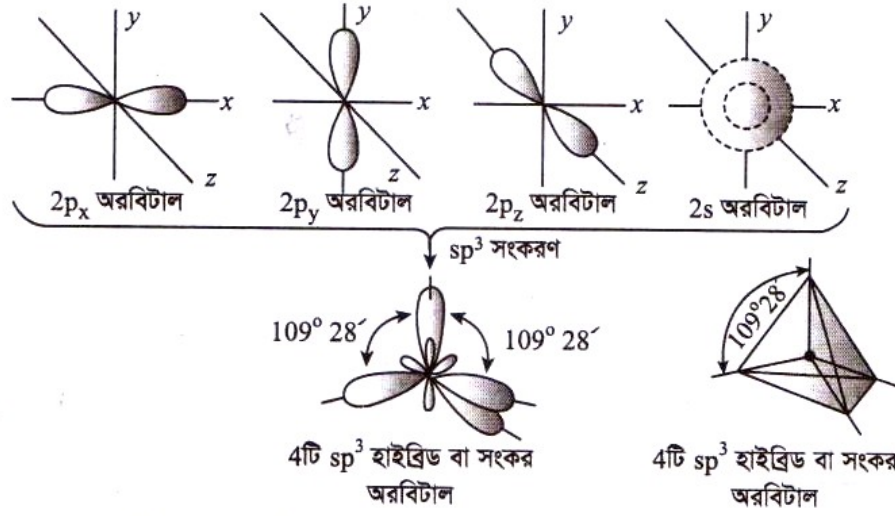
২.১.৫ কার্বনের sp^3 সংকরণ ও মিথেন অণু (CH_4) গঠন

sp^3 Hybridisation 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 $2p_z^0$ 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 সুখম সংকর বা হাইব্রিড অরবিটাল গঠন করে। একে কার্বনের sp^3 -সংকরণ বলে। কার্বন পরমাণুর স্বাভাবিক ও উদ্দীপিত অবস্থায় ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ :



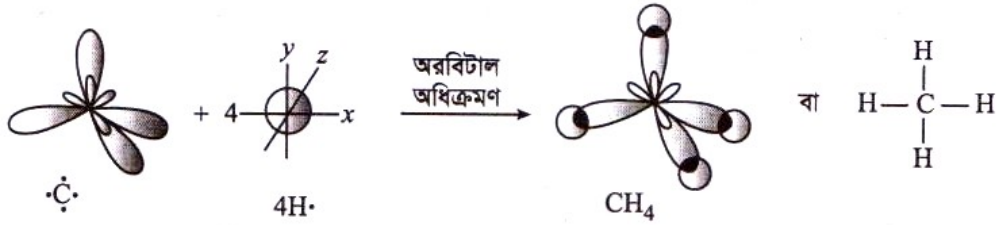
অর্থাৎ এই চারটি ইলেকট্রনের নতুন করে বিন্যাসের ফলে চারটি নতুন সংকর অরবিটাল sp^3 বা ($2\psi_1^1 2\psi_2^1 2\psi_3^1 2\psi_4^1$) এর সৃষ্টি হয়। এই সংকর অরবিটালগুলো প্রায় একই রকম এবং পরস্পরের সঙ্গে $109^\circ 28'$ (একশ নয় ডিগ্রি আটশ মিনিট) বা, 109.5° কোণ করে থাকে এবং একটি কাল্পনিক সমচতুস্তলকের চারটি শীর্ষের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



চিত্র ২.৬ : কার্বন পরমাণুর sp^3 সংকরণ দ্বারা চারটি হাইব্রিড অরবিটাল গঠন।

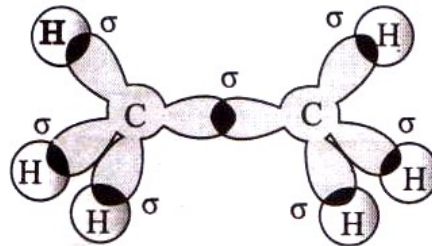
প্রত্যেক sp^3 সংকর অরবিটালের 25% s- চরিত্র ও 75% p-চরিত্র থাকে। চিত্রে অরবিটালের বিভিন্ন রূপ ও তাদের সংকরণ প্রক্রিয়া দেখানো হলো।

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 $109^\circ 28'$ 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 মুখোমুখি 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 সিগমা (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° ।

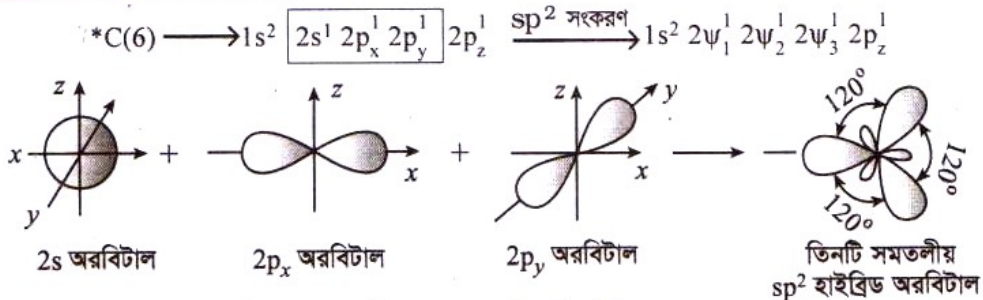


চিত্র ২.৭ : ইথেন অণুর অরবিটাল গঠন

২.১.৬ কার্বনের sp^2 সংকরণ ও ইথিন বা ইথিলিন অণুর গঠন

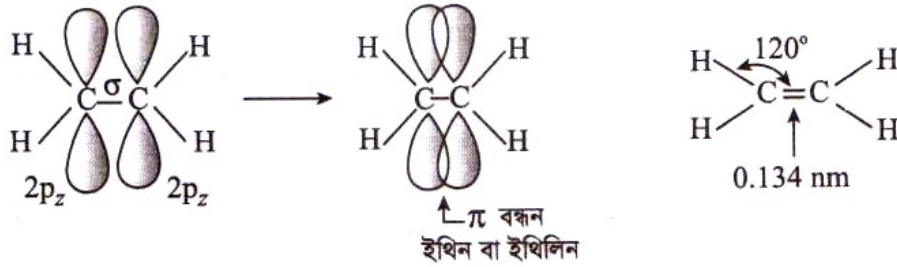
sp^2 -Hybridisation of Carbon Atoms and Structure of Ethene

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 ($2\psi_1, 2\psi_2, 2\psi_3$) 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,



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।

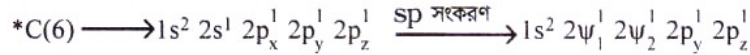
এর ফলে $2p_z^1$ অরবিটাল দুটির মধ্যে পাশাপাশি অধিক্রমণ সম্ভব হয়। এভাবে ডাম্বল আকৃতিবিশিষ্ট দুটি $2p_z^1$ অরবিটালের পাশাপাশি আংশিকভাবে অধিক্রমণ দ্বারা ঐ দুটি C পরমাণুর মধ্যে একটি দুর্বল সমযোজী বন্ধনের সৃষ্টি হয়, একে কার্বন-কার্বন π বন্ধন বলে। সুতরাং ইথিলিন অণুর দুটি C পরমাণুর মধ্যে দুটি সমযোজী বন্ধন 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 সুখম 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।

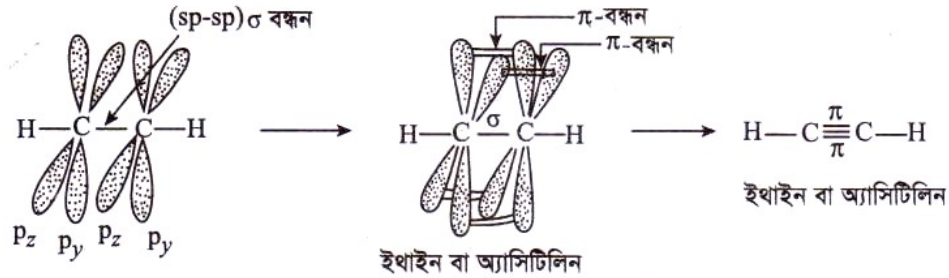
২.১.৭ কার্বনের sp সংকরণ ও ইথাইন বা অ্যাসিটিলিন অণুর গঠনাবৃত্তি

sp Hybridisation of Carbon Atoms and Structure of Ethyne

ইথাইন বা অ্যাসিটিলিন অণুর ($H-C \equiv C-H$) 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 ($2\psi_1, 2\psi_2$) সৃষ্টি করে। প্রত্যেকটি sp সংকর অরবিটালে 50% s-চরিত্র ও 50% p-চরিত্র থাকে। এই দুটি সংকর অরবিটাল সমতলীয় এবং এক রেখায় অবস্থান করে।



sp সংকরিত দু'টি C-পরমাণুর ইথাইন অণু গঠন : sp সংকরিত C পরমাণুর দু'টি করে সংকর অরবিটাল ($2\psi_1, 2\psi_2$) 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 বেষ্টিত 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 সরলরেখিক এবং H—C—C কোণ 180° এবং $C \equiv C$ 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 $C \equiv C$ দূরত্ব (0.120 nm) কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন $C = C$ দূরত্ব (0.134 nm) অপেক্ষা কম হয়।

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	চতুষ্তলকীয় 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 \equiv C = 0.120 nm C — H = 0.106 nm	সরলরৈখিক

শিক্ষার্থীর কাজ : 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 সম্পূর্ণ 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।

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 ($-\text{CH}_2-$) 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 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ 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 ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$), প্রোপানল ($\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$) ইত্যাদি মিলে অ্যালকোহল সমগোত্রীয় শ্রেণি আছে। প্রত্যেক সমগোত্রীয় শ্রেণির যৌগসমূহের মধ্যে নিম্নোক্ত বৈশিষ্ট্য থাকে :

- এদেরকে একটি সাধারণ সংকেত দ্বারা প্রকাশ করা যায়। যেমন, $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$ হলো অ্যালকোহলের সাধারণ সংকেত। এখানে $n = 1$ হলে মিথানল CH_3OH , $n = 2$ হলে ইথানল $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ হয়।
- পাশাপাশি দুই সমগোত্রকের মধ্যে মিথিলিন মূলক ($-\text{CH}_2-$) এর পার্থক্য থাকে। যেমন, মিথানল (CH_3OH) ও ইথানল ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) এদের মধ্যে পার্থক্য হলো $-\text{CH}_2-$ মূলক।
- প্রত্যেক সমগোত্রকে শ্রেণির একটি নির্দিষ্ট কার্যকরীমূলক থাকে। যেমন, $-\text{OH}$ হলো অ্যালকোহলের কার্যকরীমূলক।
- প্রত্যেক সমগোত্রের কয়েকটি সাধারণ প্রস্তুত পদ্ধতি থাকে। **বাসায়নিক সক্রিয়তা ও দ্রাব্যতা বৃদ্ধি বৃদ্ধি বাড়ে**
- 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 ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) এর স্ফুটনাঙ্ক 78.3°C । নিচে ২.৪ নং সারণিতে কয়েকটি সমগোত্রীয় শ্রেণির নাম, সাধারণ সংকেত ও শ্রেণির উদাহরণ দেয়া হলো :

শিক্ষার্থীর কাজ : সমগোত্রীয় শ্রেণিভিত্তিক :

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

(ক) CH_4 , C_2H_4 , C_2H_6 , CH_3OH , $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$

(খ) $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, C_4H_8 , $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$

সারণি - ২.৪ : কয়েকটি সমগোত্রীয় শ্রেণি

সমগোত্রীয় শ্রেণি	সাধারণ সংকেত	সমগোত্রীয় শ্রেণির সদস্য বা হোমোলগ
১. অ্যালকেন	$\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$	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	$\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$	C_2H_2 (ইথাইন), C_3H_4 (প্রোপাইন), C_4H_6 (বিউটাইন)
৪. অ্যালকোহল	$\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$	CH_3OH (মিথানল), $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (ইথানল), $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$
৫. অ্যালডিহাইড	$\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{CHO}$	CH_3CHO (ইথান্যাল), $\text{C}_2\text{H}_5\text{CHO}$ (প্রোপান্যাল),
৬. কার্বক্সিলিক এসিড	$\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COOH}$	CH_3COOH (ইথানোয়িক এসিড), $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$,
১. অ্যামিন	$\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{NH}_2$	CH_3NH_2 (মিথাইল অ্যামিন), $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$ ।

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 $C\equiv C$ 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 পরমাণু বা মূলক, যা ঐ জৈব যৌগের রাসায়নিক বিক্রিয়া নিয়ন্ত্রণ করে এবং সমগোত্রীয় শ্রেণির পরিচায়ক সব সমগোত্রকের বেলায় অনুরূপ বিক্রিয়া প্রদর্শন করে।

যেমন- (১) অ্যালকোহল সমূহের 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) কার্যকরীমূলকই 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 $C\equiv C$ বন্ধনে।

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

২.৪ কার্যকরী মূলকের ভিত্তিতে জৈব-যৌগের শ্রেণি চিহ্নিতকরণ

To Identify Homologous Series Based on Functional Group

শিক্ষার্থীর কাজ : কার্যকরী মূলক ভিত্তিক সমগোত্রীয় শ্রেণি চিহ্নিতকরণ :

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



সমস্যা-২.৫ : নিচের উদাহরণ থেকে কার্যকরীমূলক পৃথক করে কার্যকরী মূলকের নাম ও লুইস গঠন লেখ।



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।

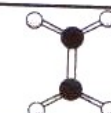


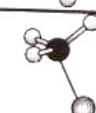
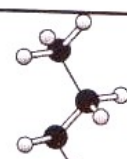
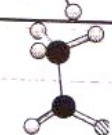
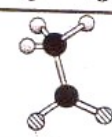
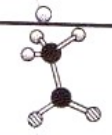
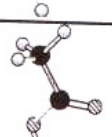
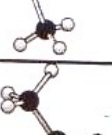



* টাইল মূলক $(-CH=CH_2)$

১৪২

রসায়ন - দ্বিতীয় পত্র

সারণি ২.৫ : বিভিন্ন সমগোত্রীয় শ্রেণির কার্যকরী মূলক

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

২.৫ জৈব যৌগের নামকরণ

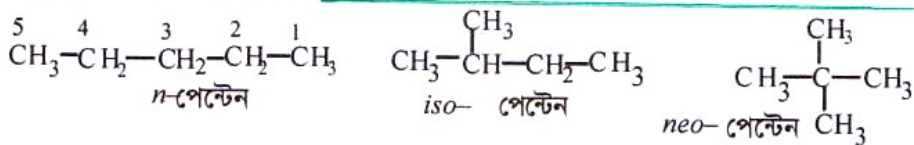
Nomenclature of Organic Compounds

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]

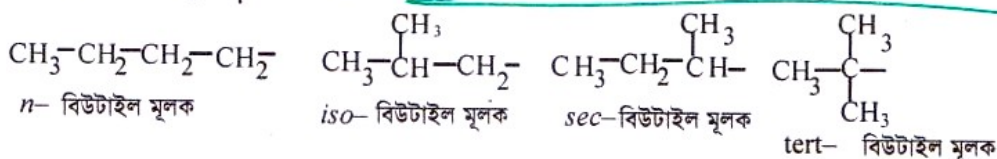
(১) সাধারণ পদ্ধতি থেকে জেনেভা পদ্ধতি : প্রাথমিক অবস্থায় জৈব যৌগের উৎস, ধর্ম, ব্যবহার ও আবিষ্কারকের ইচ্ছানুসারে আবিষ্কৃত যৌগের নামকরণ করা হতো। যেমন, C_2H_6 গ্যাস সহজে জ্বলে (গ্রিক aithen) বলে এর নাম ইথেন; লাল পিঁপড়া (formica) থেকে প্রাপ্ত $HCOOH$ এর নাম ফরমিক এসিড;

প্রস্রাব (urine) থেকে প্রাপ্ত H_2NCONH_2 এর নাম ইউরিয়া। তবে জেনেভা পদ্ধতিতে সম্পূর্ণ 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 কোন C-শিকলে একটি চতুর্ভুজিক অর্থাৎ চারটি C-পরমাণু যুক্ত কোন 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,



(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 কার্বিনল রূপে 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 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।

(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 -২.৭ এ দেয়া হলো। এ 'শব্দ মূল' পদের শেষে কার্বন শিকলের প্রকৃতি অনুসারে অথবা কার্যকরী মূলকের প্রকৃতি অনুসারে 'পর পদ' যোগ হয়। এক্ষেত্রে '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।

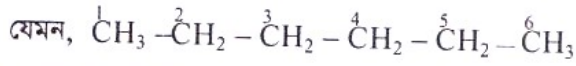
১। হাইড্রোকার্বনের অণুতে কেবল সিগমা বন্ধন (C-C) থাকলে যৌগটিকে সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন ধরা হয়। এর নামকরণে 'শব্দ মূল' এর সাথে '-এন' (-ane) বসে। মুক্ত শিকল সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনকে অ্যালকেন (Alkane) বলে। এর সংকেত (C_nH_{2n+2}) এবং তাকে মূল যৌগ শ্রেণি ধরা হয়। অ্যালকেন থেকে একটি H পরমাণু সরালে যে একযোজী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

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 _n H _{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 ₂ CH ₂ -
C ₄	বিউট	(But)	CH ₃ -(CH ₂) ₂ -CH ₃	বিউটেন Butane	বিউটাইল	CH ₃ -(CH ₂) ₂ CH ₂ -
C ₅	পেন্ট	(Pent)	CH ₃ -(CH ₂) ₃ -CH ₃	পেন্টেন Pentane	পেন্টাইল	CH ₃ (CH ₂) ₃ CH ₂ -
C ₆	হেক্স	(Hex)	CH ₃ -(CH ₂) ₄ -CH ₃	হেক্সেন Hexane	হেক্সাইল	CH ₃ (CH ₂) ₄ CH ₂ -
C ₇	হেপ্ট	(Hept)	CH ₃ -(CH ₂) ₅ -CH ₃	হেপ্টেন Heptane	হেপ্টাইল	CH ₃ (CH ₂) ₅ CH ₂ -
C ₈	অক্ট	(Oct)	CH ₃ -(CH ₂) ₆ -CH ₃	অক্টেন Octane	অক্টাইল	CH ₃ (CH ₂) ₆ CH ₂ -
C ₉	নন	(Non)	CH ₃ -(CH ₂) ₇ -CH ₃	ননেন Nonane	ননাইল	CH ₃ (CH ₂) ₇ CH ₂ -
C ₁₀	ডেক	-Dec)	CH ₃ -(CH ₂) ₈ -CH ₃	ডেকেন Decane	ডেকাইল	CH ₃ (CH ₂) ₈ CH ₂ -
C ₁₁	উনডেক	(Undec)	CH ₃ -(CH ₂) ₉ -CH ₃	উনডেকেন Undecane	উনডেকাইল	CH ₃ (CH ₂) ₉ CH 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।



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

২। শাখায়ুক্ত 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।

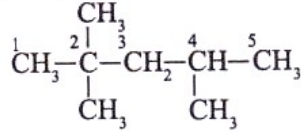
৩। যখন সমসংখ্যক C পরমাণু যুক্ত দুটি দীর্ঘতম কার্বন-শিকল সম্ভব হয়, তখন অধিক শাখা বা মূলকযুক্ত কার্বন-শিকলকে মূল যৌগের জন্য বিবেচনা করা হয়।

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 পার্শ্ব 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।

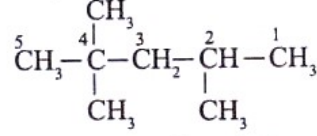
নিচের উদাহরণে বাম দিক থেকে নাম্বারিং শুরু কিন্তু ডান দিকের নাম্বারিং ভুল হবে; কারণ CH₃- মূলকের জন্য বামদিক থেকে C পরমাণুগুলোর ওপর দেয়া নম্বরের যোগফল হলো

(2 + 2 + 4) = 8 । কিন্তু ডানদিক থেকে দেয়া নম্বরের যোগফল হলো (2 + 4 + 4) = 10 ।



বামদিক থেকে নম্বর দিলে যৌগটির নাম

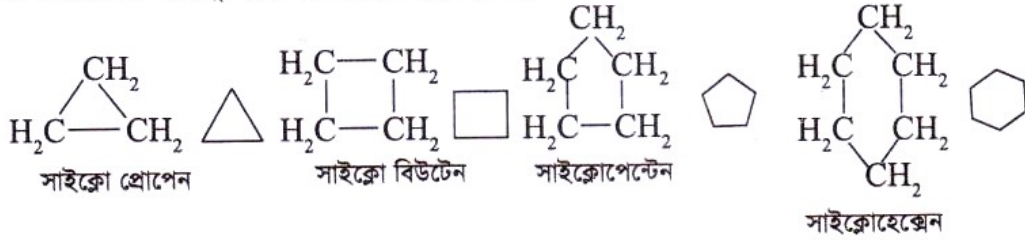
2,2,4-ট্রাইমিথাইল পেন্টেন। (শুদ্ধ নামকরণ)



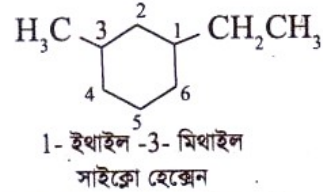
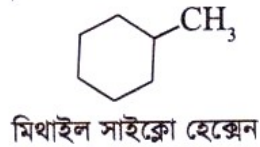
ডান দিক থেকে নম্বর দিলে যৌগটির নাম

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

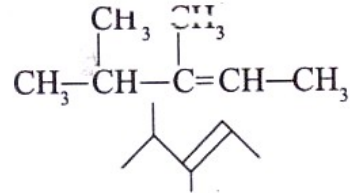
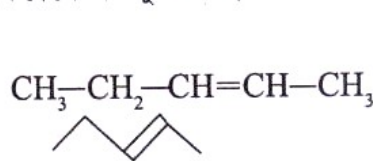
৬। সাইক্লো অ্যালকেনের বেলায় অ্যালকেনের চেয়ে দুটি H-পরমাণু কম থাকে। এদের সাধারণ সংকেত হলো C_nH_{2n} এদেরকে কার্বন স্কেলেটন ফর্মুলা (Skeleton Formula) যেমন C-পরমাণুর সংখ্যা 3, 4, 5, 6 হলে ত্রিভুজরূপে সাইক্লোপ্রোপেন, চতুর্ভুজরূপে সাইক্লোবিউটেন, পঞ্চভুজরূপে সাইক্লোপেন্টেন ও ষড়ভুজরূপে সাইক্লোহেক্সেন-এর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



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,



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



সারণি ২.৭ : কার্যকরী মূলকভিত্তিক অ্যালকেনের জাতকরূপে সমগোত্রীয় যৌগের নামকরণের নিয়মাবলি

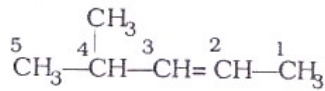
উপস্থিত কার্যকরী মূলক	যৌগের নামের 'পর-পদ'	যৌগ শ্রেণির সাধারণ নাম	অ্যালকেনের জাতকরূপে নামকরণে পরিবর্তন	উদাহরণ
১। কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন (C = C)	ইন (-ene)	অ্যালকিন (Alkene)	Alkane -ane + ene = Alkene	H ₂ C = CH ₂ ইথিন
২। কার্বন-কার্বন ত্রিবন্ধন (C≡C)	আইন(-yne)	অ্যালকাইন (Alkyne)	Alkane-ane + yne = Alkyne	HC ≡ CH ইথাইন
৩। অ্যালকোহল মূলক (-OH)	অল (-ol)	অ্যালকানল (Alkanol)	Alkane -e + ol = Alkanol	CH ₃ CH ₂ OH 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 ₃ COCH ₃ প্রোপানোন
৬। কার্বক্সিলিক মূলক (-COOH)	ওয়িক এসিড (-oic acid)	অ্যালকানোয়িক এসিড (Alkanoic acid)	Alkane -e + oic acid = Alkanoic acid	CH ₃ COOH ইথানোয়িক এসিড

২.৫.২ অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনের নামকরণ

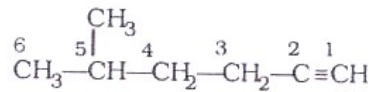
Naming of Unsaturated Hydrocarbons

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 ২.৮ মতে অ্যালকেনের জাতক রূপে এদের নামকরণ নিম্নরূপ :

৭। অ্যালকিনে (Alkene) কার্বন শিকলে কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন ($>C=C<$) এবং অ্যালকাইনে (Alkyne) ত্রিবন্ধনের ($-C\equiv C-$) 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,

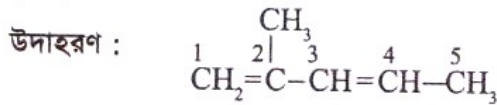


4-মিথাইল পেন্ট- 2-ইন

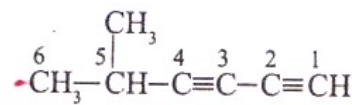


5- মিথাইল হেক্স-1 - আইন

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

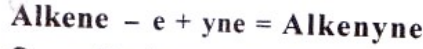


2-মিথাইল-1, 3- পেটা- ডাইইন
[2-Methyl-1, 3-penta-diene]



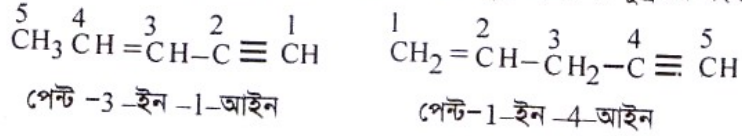
5-মিথাইল-1, 3- হেক্সা ডাইআইন
[5-Methyl-1, 3-hexa diyne]

কিন্তু শিকলে দ্বিবন্ধন ও ত্রিবন্ধন একত্রে থাকলে যথাক্রমে একত্রে অ্যালকিনরূপে সংখ্যায়িত করে এরপর Alkene এর 'e' স্থলে 'yne' বসিয়ে দ্বিবন্ধন ও ত্রিবন্ধনের অবস্থান উল্লেখ করতে হয়।

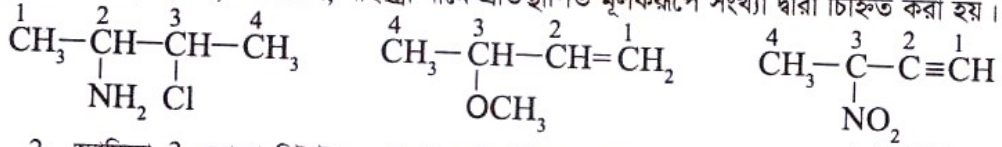


* যখন কার্বন শিকলে দ্বিবন্ধন ও ত্রিবন্ধন উভয়ই থাকে, তখন যৌগটি অ্যালকিনাইন (Alkenyne) হবে। মূল যৌগটি হবে অ্যালকিন, কিন্তু ত্রিবন্ধনের অবস্থান অগ্রগণ্য ক্ষুদ্রতর সংখ্যায় হবে।

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

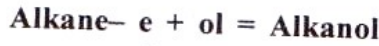


৯। কার্বন শিকলে $-\text{NH}_2$, $-\text{OCH}_3$, F, Cl, Br, I, $-\text{NO}_2$ ইত্যাদি পরমাণু বা মূলকসমূহকে যথাক্রমে অ্যামিনো, মিথোক্সি, ফ্লোরো, ক্লোরো, ব্রোমো, আয়োডো, নাইট্রো নামে প্রতিস্থাপিত মূলকরূপে সংখ্যা দ্বারা চিহ্নিত করা হয়। যেমন,



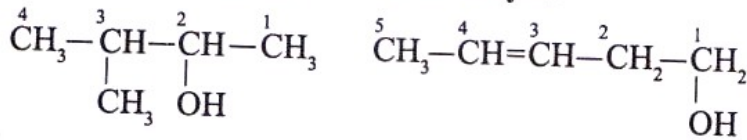
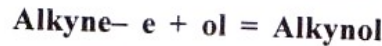
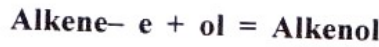
২.৫.৩ অ্যালকোহল, অ্যালডিহাইড-কিটোন ও কার্বক্সিলিক এসিডের নামকরণ Naming of Alcohol, Aldehyde-Ketone & Carboxylic Acids

১০। জৈবযৌগের কার্বন শিকলে $-\text{OH}$ মূলক থাকলে অ্যালকানল (Alkanol) বলে। দীর্ঘতম কার্বন শিকলের অ্যালকেন (Alkane) এর নামের শেষে 'e' এর স্থলে 'ol' যোগ করা হয়।



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

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



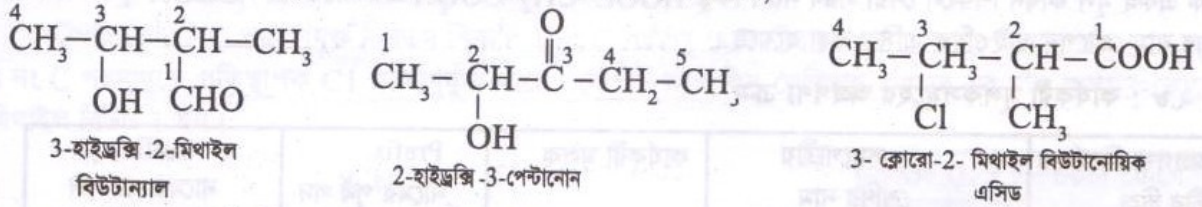
১২। অ্যালডিহাইড, ($-\text{CHO}$), কিটোন ($-\text{CO}-$) ও কার্বক্সিলিক এসিড ($-\text{COOH}$) যৌগের বেলায় $-\text{CHO}$ এবং $-\text{COOH}$ কার্যকরী মূলক শিকলের একপ্রান্তে থাকে বলে এদের অবস্থান নির্দেশক সংখ্যা (1) কে নামকরণে উল্লেখ করতে হয় না। কিন্তু কিটোন ($-\text{CO}-$) মূলকের অবস্থান সংখ্যা উল্লেখ করতে হয়। তখন কিটোনের নামের 'পদ' 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 এবং মনোকার্বক্সিলিক এসিডের বেলায় -COOH মূলকসহ সম্পৃক্ত দীর্ঘতম শিকলকে অ্যালকানোয়িক এসিড বলা হয়।

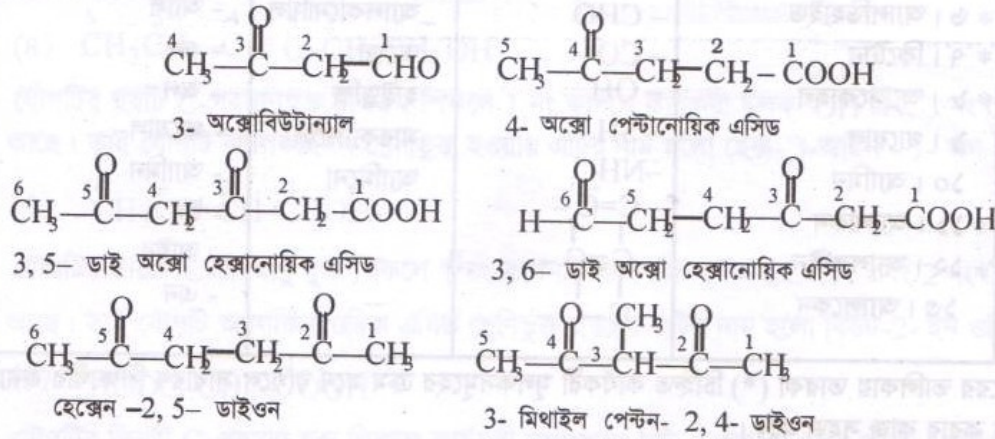
- (i) অ্যালডিহাইড, (-CHO), মূলক থাকলে : [Alkane- e + al = Alkanal]
 (ii) কিটোন (-CO-) মূলক থাকলে : [Alkane- e + one = Alkanone]
 (iii) কার্বক্সিল (-COOH) মূলক থাকলে : [Alkane- e + oic acid = Alkanoic acid]

শিকলে দুটি -COOH মূলক থাকলে যৌগটি অ্যালকেন ডাই ওয়িক এসিড হবে।

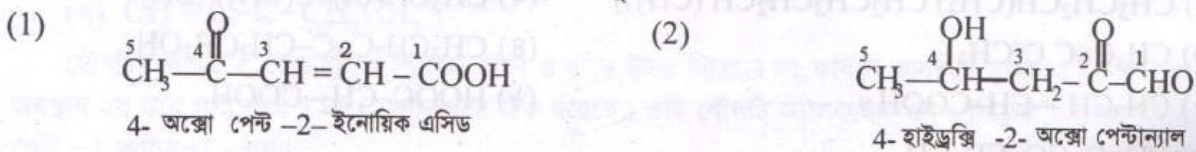
১৩। অ্যালডিহাইড, কিটোন ও এসিডের বেলায় Cl, -OH, -NH₂, -O-R, -NO₂ ইত্যাদি মূলক কার্বন শিকলে থাকলে, এদেরকে প্রতিস্থাপিত মূলকরূপে সংখ্যা দ্বারা চিহ্নিত করা হয়। যেমন,

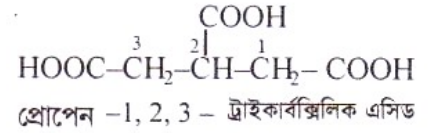
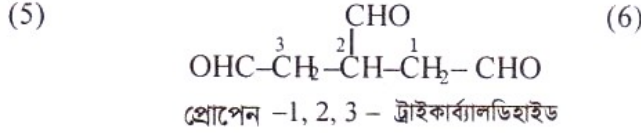
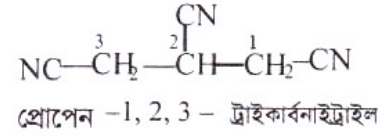
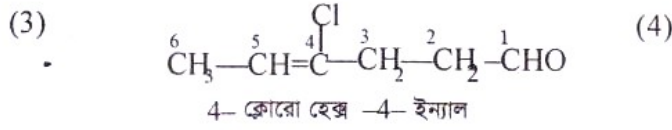


অ্যালডিহাইড ও কার্বক্সিলিক এসিডের শিকলে দ্বিতীয় মূলকরূপে -CO- মূলক থাকলে তখন -CO- মূলকটিকে যৌগের নামের পূর্বে এর অবস্থান সংখ্যাসহ 'অক্সো' শব্দে লিখতে হয়। আবার একই সম্পৃক্ত কার্বন শিকলে দুটি (-CO-) মূলক থাকলে যৌগটিকে অ্যালকেনডাইওন (-CO-) নামকরণ এবং (-CO-) মূলকের অবস্থানসূচক সংখ্যাকে 'ওন' এর পূর্বে (-) হাইপেনসহ লেখা হয়। যেমন,



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





দ্রষ্টব্য : (4), (5) ও (6) নং উদাহরণে যথাক্রমে কার্যকরী মূলক $-\text{CN}$, CHO , $-\text{COOH}$ 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 $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{COOH}$ এর নামে সব $-\text{COOH}$ মূলক গণনায় নিয়ে এর নাম প্রোপেন ডাইওয়িক এসিড করা হয়েছে।

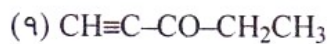
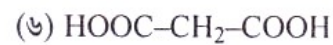
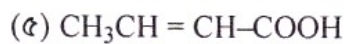
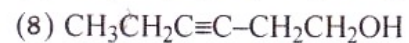
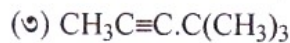
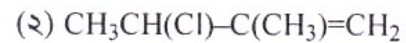
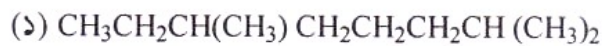
সারণি ২.৮ : কার্যকরী মূলকসমূহের অগ্রগণ্য ক্রম

অগ্রগণ্য নির্দেশক তীর চিহ্ন	সমগোত্রীয় শ্রেণির নাম	কার্যকরী মূলক	Prefix, নামের পূর্ব পদ	Suffix, নামের পর পদ
↑	* ১। কার্বক্সিলিক এসিড	$-\text{COOH}$	—	- ওয়িক এসিড
	২। সালফোনিক এসিড	$-\text{SO}_3\text{H}$	—	- সালফোনিক এসিড
	৩। এসিড হ্যালাইড	$-\text{COX}$	—	- ওয়িক হ্যালাইড
	৪। এসিড অ্যামাইড	$-\text{CONH}_2$	অ্যামিডো	- অ্যামাইড
	৫। নাইট্রাইল বা সায়ানাইড	$-\text{CN}$	সায়ানো	- নাইট্রাইল
	* ৬। অ্যালডিহাইড	$-\text{CHO}$	অ্যালকানোয়িক	- অ্যাল
	* ৭। কিটোন	$-\text{CO}-$	অক্সো	- ওন
	* ৮। অ্যালকোহল	$-\text{OH}$	হাইড্রক্সি	- অল
	৯। থায়োল	$-\text{SH}$	মারক্যাপটো	- থায়োল
	১০। অ্যামিন	$-\text{NH}_2$	অ্যামিনো	- অ্যামিন
	* ১১। অ্যালকিন	$-\text{C}=\text{C}-$	—	- ইন
	* ১২। অ্যালকাইন	$-\text{C}\equiv\text{C}-$	—	- আইন
	১৩। অ্যালকেন	$-\text{C}-\text{C}-$	—	- এন

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

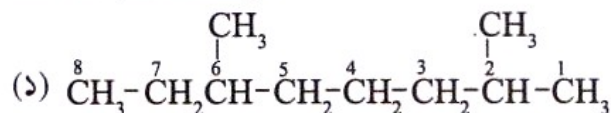
সমাধানকৃত সমস্যা। ২.১ : জৈব যৌগের নামকরণ : কার্যকরীমূলকভিত্তিক :

IUPAC পদ্ধতিতে নিম্নোক্ত যৌগের নাম লেখ :

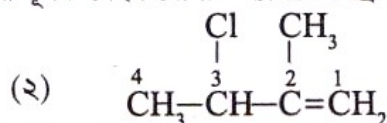


দক্ষতা (Strategy) : প্রথমে C-পরমাণুযুক্ত পার্শ্বশিকল ও প্রতিস্থাপকগুলোকে বন্ধনী মুক্ত কর। কার্বন শিকলে প্রতিটি C পরমাণুর চতুর্থোজ্যতা গণনা করে কার্যকরী মূলকযুক্ত দীর্ঘতম কার্বন শিকল ঠিক কর। কার্যকরী মূলকের অবস্থান ক্ষুদ্রতম সংখ্যায় থাকে; এ মতো কার্বন শিকলে নামারিং কর এবং জেনেভা নিয়ম অনুসরণ কর।

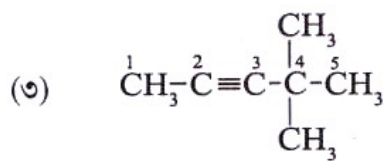
সমাধান (Solution) :



যৌগটির আটটি C পরমাণুযুক্ত দীর্ঘতম শিকলে 2 ও 6 নং C পরমাণুতে দুটি -CH₃ মূলক আছে। এটিতে কোনো কার্যকরী মূলক নেই। যৌগটি অ্যালকেন শ্রেণিভুক্ত হওয়ায় এটির নাম হলো 2, 6 - ডাইমিথাইল অকটেন।

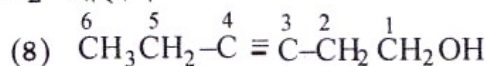


যৌগটির চারটি C পরমাণুযুক্ত দীর্ঘতম শিকলে 1 নং C পরমাণু থেকে দ্বিবন্ধন শুরু 2 নং C পরমাণুতে -CH₃ মূলক ও 3 নং C পরমাণুতে প্রতিস্থাপক Cl পরমাণুযুক্ত আছে। যৌগটি অ্যালকিন শ্রেণিভুক্ত হওয়ায় এর নাম হলো 3-ক্লোরো -2-মিথাইল বিউট-1-ইন।

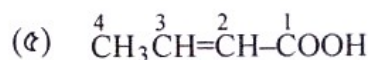


MCQ. 2.2 : কোন যৌগে পাই (π) বন্ধন নেই?	
(ক) C ₂ H ₆	(খ) HCHO
(গ) C ₂ H ₂	(ঘ) HCN

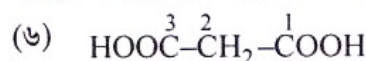
যৌগটির পাঁচটি C পরমাণুযুক্ত দীর্ঘতম শিকলে 2নং C পরমাণু থেকে ত্রিবন্ধন শুরু 4 নং C পরমাণুতে দুটি-CH₃ মূলক পার্শ্বশিকলরূপে আছে। যৌগটি অ্যালকাইন শ্রেণিভুক্ত হওয়ায় এটির নাম হলো 4, 4-ডাইমিথাইল পেন্ট- 2 -আইন।



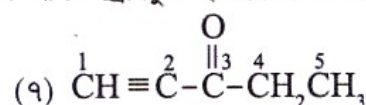
যৌগটির ছয়টি C-পরমাণুযুক্ত দীর্ঘতম শিকলে 1 নং কার্বনে কার্যকরী মূলক-OH এবং 3 নং C পরমাণু থেকে ত্রিবন্ধন যুক্ত আছে। তাই যৌগটি অ্যালকাইনল শ্রেণিভুক্ত হওয়ায় এটির নাম হলো হেক্স- 3-আইন - 1- অল।



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।



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।



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 : IUPAC পদ্ধতিতে জৈব যৌগের নামকরণ :

সমস্যা-২.৮। IUPAC পদ্ধতিতে নিম্নোক্ত যৌগের নাম লেখ :

- | | |
|---|--|
| (১) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{C}(\text{CH}_3)_3$, | (২) $(\text{CH}_3)_4\text{C}$, |
| (৩) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{CH}_3$, | (৪) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{CCl}_2\text{CH}_3$, |
| (৫) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$, | (৬) $\text{CH}_2=\text{CHBr}$ |
| (৭) $(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{CH}_2$, | (৮) $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$, |
| (৯) $\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{C}\cdot\text{CH}(\text{CH}_3)_2$, | (১০) $\text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}(\text{CH}_3)\text{C}\equiv\text{CH}$, |
| (১১) $(\text{CH}_3)_3\text{C}-\text{OH}$, | (১২) $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$, |
| (১৩) $\text{CH}_2(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$, | (১৪) $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CHO}$, |
| (১৫) $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{CHO}$, | (১৬) $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}=\text{CHCH}_2\text{COCH}_3$, |
| (১৭) $(\text{CH}_3)_3\text{C}(\text{CH}_2)_2\text{CHCl}\cdot\text{CHO}$ | (১৮) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COOH}$, |
| (১৯) $\text{HOOC}-\text{COOH}$ | |

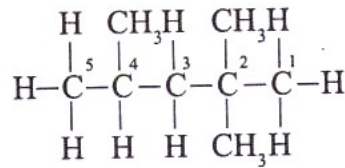
সমাধানকৃত সমস্যা- ২.২ : জৈব যৌগের গাঠনিক সংকেত লিখন :

IUPAC পদ্ধতিতে নিম্নোক্ত যৌগের নাম থেকে গাঠনিক সংকেত লেখ :

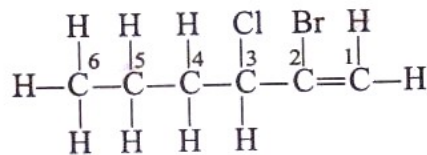
- | | |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| (১) ২, ২, ৪-ট্রাইমিথাইল পেন্টেন, | (২) ২-ব্রোমো-৩-ক্লোরো হেক্স-১-ইন, |
| (৩) ট্রান্সবিউট-২-ইন | (৪) ৪-মিথাইল পেন্ট-২-আইন, |
| (৫) বিউট-২ আইন-১, ৪-ডাই অল, | (৬) ৪, ৪-ডাই মিথাইল হেপ্ট-২-ওন |
| (৭) সাইক্লোহেক্সানোন, | (৮)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

দক্ষতা (Strategy) : প্রতিটি যৌগের নাম থেকে C-পরমাণু সংখ্যা জেনে মূল কার্বন শিকল অঙ্কন কর। শিকলে ডান দিক থেকে নামারিং কর। প্রথমে কার্যকরী মূলক, প্রতিস্থাপক ও অ্যালকাইল মূলক পার্শ্বশিকল নামার মতে C-পরমাণুতে যুক্ত কর। শেষে প্রতিটি C-পরমাণুর যোজনী ৪ হিসেবে প্রয়োজন মতো H-পরমাণু যুক্ত কর।

সমাধান (Solution) : (১) ২, ২, ৪-ট্রাইমিথাইল পেন্টেন; এ যৌগটিতে পেন্ট অর্থাৎ এর মূল শিকলে পাঁচটি C-পরমাণু আছে এবং এটি অ্যালকেন সদস্য। এ শিকলে ২, ২, ৪, অবস্থানে তিনটি CH_3 -মূলক পার্শ্ব শিকলরূপে যুক্ত আছে। তাই এটির গাঠনিক সংকেত হলো নিম্নরূপ :



(২) ২-ব্রোমো-৩-ক্লোরো হেক্স-১-ইন; এ যৌগটিতে 'হেক্স' অর্থাৎ এর মূল শিকলে ছয়টি C-পরমাণু আছে এবং এটি অ্যালকিন সদস্য। এ শিকলে ১ নং কার্বনে দ্বিবন্ধন, ২ নং কার্বনে Br ও ৩ নং কার্বনে Cl পরমাণু যুক্ত আছে। তাই এটির গাঠনিক সংকেত নিচে দেয়া হলো :



শিক্ষার্থীর কাজ : 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

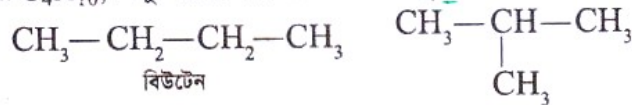
যে সব জৈব যৌগের আণবিক সংকেত এক ও অভিন্ন হওয়া সত্ত্বেও এদের গাঠনিক সংকেতের ভিন্নতার কারণে এবং অণুস্থিত পরমাণুসমূহের ত্রিমাত্রিক বিন্যাসের ভিন্নতার কারণে এদের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মে অন্তত দু-একটা পার্থক্য প্রকাশ পায়, সে সব জৈব যৌগকে পরস্পরের সমাণু বলে এবং যৌগের এরূপ ধর্মকে সমাণুতা (Isomerism) বলা হয়। 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 পার্থক্যহতু গাঠনিক সমাণুতার উদ্ভব ঘটে। গাঠনিক সমাণুতা পাঁচ প্রকার। যেমন, (১) চেইন সমাণুতা; (২) অবস্থান সমাণুতা; (৩) কার্যকরীমূলক সমাণুতা; (৪) মেটামরিজম ও (৫) টটোমরিজম।

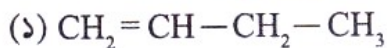
১। চেইন সমাণুতা : চেইন সমাণুগুলো একই সমগোত্রীয় শ্রেণির সদস্য এবং এসব সমাণুর কার্বন কাঠামো শাখাবিহীন ও শাখায়ুক্ত হয়ে থাকে। যেমন, বিউটেন (স্ফুটনাঙ্ক, $-0.50^\circ C$) এবং 2-মিথাইল প্রোপেন (স্ফুটনাঙ্ক, $-10.2^\circ C$) উভয় যৌগের আণবিক সংকেত হলো C_4H_{10} ; কিন্তু এদের কার্বন শিকলের ভিন্নতা এদের গঠন নিম্নরূপ :



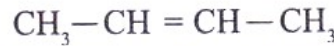
বিউটেন

2- মিথাইল প্রোপেন

২। অবস্থান সমাণুতা : জৈব যৌগের কার্বন শিকলে দ্বিবন্ধন, ত্রিবন্ধন বা কার্যকরী মূলকের অবস্থানের পার্থক্যহেতু অবস্থান সমাণুতার উদ্ভব ঘটে। এ প্রকার সমাণুগুলো একই সমগোত্রীয় শ্রেণির সদস্য হয়। যেমন,



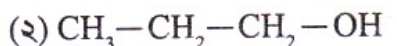
বিউট- 1- ইন (স্ফুটনাঙ্ক, $6.5^\circ C$)



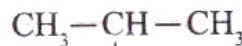
বিউট- 2- ইন (স্ফুটনাঙ্ক, $1.4^\circ C$)

আণবিক সংকেত

C_4H_8



প্রোপানল-1 (স্ফুটনাঙ্ক, $97^\circ C$)



|
OH

প্রোপানল-2 (স্ফুটনাঙ্ক, $81^\circ C$)

আণবিক সংকেত

C_3H_8O

৩। কার্যকরী মূলক সমাণুতা : যৌগের অণুস্থিত কার্যকরী মূলকের বিভিন্নতার কারণে উদ্ভূত সমাণুতাকে কার্যকরী মূলক সমাণুতা বলে। যেমন, অ্যালকোহল ও ইথারের মধ্যে এবং অ্যালডিহাইড ও কিটোনের মধ্যে কার্যকরীমূলক সমাণুতা ঘটে।

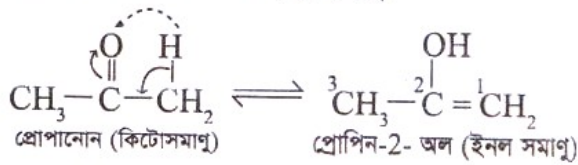
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH}$ ইথানল, (ফুটনাঙ্ক, 78.3°C)	$\text{CH}_3 - \text{O} - \text{CH}_3$ ডাইমিথাইল ইথার, (ফুটনাঙ্ক, -25°C)	আণবিক সংকেত $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CHO}$ প্রোপান্যাল, (ফুটনাঙ্ক, 48.8°C)	$\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{CH}_3$ অ্যাসিটোন, (ফুটনাঙ্ক, 56°C)	আণবিক সংকেত $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$

৪। মেটামারিজম (Metamerism) : একই সমগোত্রীয় শ্রেণির অন্তর্ভুক্ত সমাণুগুলোতে কার্যকরী মূলকের উভয় পার্শ্বে কার্বন পরমাণু সংখ্যার ভিন্নতা থাকে এবং এসব সমাণুকে মেটামার (metamers) বলে। দ্বিযোজী কার্যকরী মূলকযুক্ত ইথার, কিটোন ও সেকেন্ডারি অ্যামিনের ক্ষেত্রে মেটামারিজম ঘটে। $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ এর দুটি মেটামার আছে। যেমন -

$\text{CH}_3 - \text{O} - \text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ মিথোক্সি প্রোপেন (ফুটনাঙ্ক, 39°C)	$\text{CH}_3\text{CH}_2 - \text{O} - \text{CH}_2\text{CH}_3$ ইথোক্সি ইথেন (34.5°C)	আণবিক সংকেত $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$
$\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ পেন্ট-2-ওন	$\text{CH}_3\text{CH}_2 - \text{CO} - \text{CH}_2\text{CH}_3$ পেন্ট-3-ওন	আণবিক সংকেত $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$

৫। টটোমারিজম (Tautomerism) : টটোমারিজম প্রক্রিয়ায় সমাণুগুলো 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 কিটোমূলকটি (-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।



MCQ. 2.3 : কোন সংকেতে মেটামার সমাণু সম্ভব?

(ক) $\text{C}_3\text{H}_7\text{O}$ (খ) $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$
(গ) $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ (ঘ) $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$

(খ) স্টেরিও সমাণুতা (stereo-Isomerism) : গ্রিক স্টেরিও শব্দের অর্থ হলো 'ত্রিমাত্রিক স্থান'। স্টেরিও সমাণুতা সাধারণত অণুস্থিত বিভিন্ন পরমাণু বা মূলকের চতুর্থোজী 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 সিস-ট্রান্স সমাণুতা: ও
(২) আলোক সক্রিয় সমাণুতা।

M 03-04, M 02-03

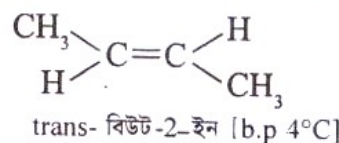
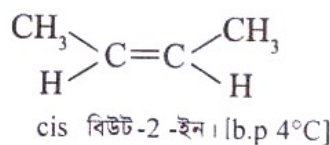
এখানে জ্যামিতিক সমাণুতা ও আলোক সমাণুতা সম্বন্ধে সংক্ষেপে আলোচনা করা হলো।

২.৬.১ জ্যামিতিক সমাণুতা (Geometric isomerism)

জৈব যৌগের কার্বন-কার্বন বন্ধনের অক্ষ বরাবর মুক্ত আবর্তন সম্ভব না হলে তখন ভিন্ন কনফিগারেশন যুক্ত দু'ধরনের যৌগ অণু সৃষ্টি হয়; তাদেরকে জ্যামিতিক সমাণু এবং এরূপ যৌগের ধর্মকে জ্যামিতিক সমাণুতা বলে।

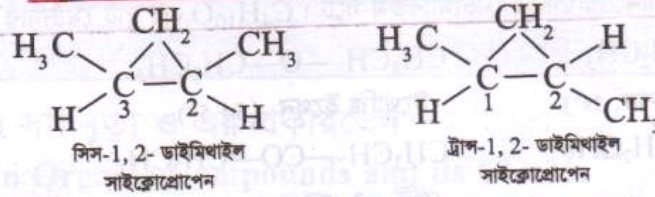
জ্যামিতিক সমাণুতার দুটি শর্ত : (১) সাধারণত প্রতিস্থাপিত অ্যালকিনসমূহ ও (২) চাক্রিক যৌগসমূহ জ্যামিতিক সমাণুতা প্রদর্শন করে।

উদাহরণ ১ : বিউট-2-ইন-এর দুটি জ্যামিতিক সমাণু সম্ভব। তাদের একটি হলো সিস- বিউট-2-ইন ও অপরটি হলো ট্রান্স- বিউট-2-ইন।

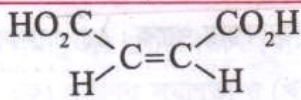


দুটি কনফিগারেশনের মধ্যে সদৃশ পরমাণু বা মূলকদ্বয় যখন দ্বিবন্ধনযুক্ত কার্বনদ্বয়ের একই দিকে থাকে, তখন উক্ত সমাণুকে সিস্-সমাণু বলে (Lt. cis = same side)। অপরদিকে দুটি একই মূলক বা পরমাণু দ্বিবন্ধনযুক্ত কার্বনদ্বয়ের দুদিকে বা বিপরীত দিকে থাকলে, তখন উক্ত সমাণুকে ট্রান্স-সমাণু বলে (Lt. trans = across)। এজন্য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

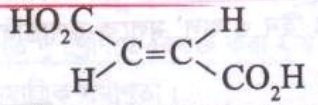
উদাহরণ ২ : চাক্রিক অণুর ত্রিমাত্রিক কাঠামোতে অভিন্ন পরমাণু বা মূলকগুলো একপার্শ্বে থাকলে সিস্ এবং বিপরীত পার্শ্বে থাকলে ট্রান্স সমাণু সৃষ্টি হয়। যেমন, 1,2-ডাইমিথাইল সাইক্লোপ্রোপেনের নিম্নোক্ত দুটি জ্যামিতিক সমাণু সম্ভব।



জ্যামিতিক সমাণুদ্বয়ের সাধারণ ধর্ম : (১) ট্রান্স-সমাণুর চেয়ে সিস্-সমাণুর গলনাঙ্ক কম হয়; (২) সিস্-সমাণুর সুস্থিতি কম (অভ্যন্তরীণ শক্তি বেশি), সেহেতু সিস্-সমাণুর দহন তাপ বেশি হয়। (৩) ট্রান্স-সমাণুর চেয়ে সিস্-সমাণুর দ্রাব্যতা, প্রতিসরাঙ্ক বেশি হয়। সিস্-ট্রান্স সমাণুর একটি সুন্দর উদাহরণ হলো ম্যালিক এসিড (সিস্-বিউটিন ডাইওয়িক এসিড) ও ফিউমারিক এসিড (ট্রান্স-বিউটিন ডাইওয়িক এসিড)।



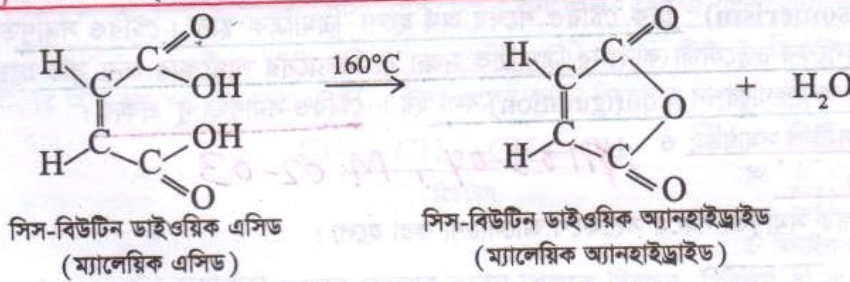
সিস-বিউটিন ডাইওয়িক এসিড
(ম্যালিক এসিড)



ট্রান্স-বিউটিন ডাইওয়িক এসিড
(ফিউমারিক এসিড)

MCQ.2.4 : নিচের কোন সংকেত টটোমার সমাণু তৈরি করে?
 (ক) C₃H₆O (খ) C₃H₈O
 (গ) C₃H₆O₂ (ঘ) C₂H₆O

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



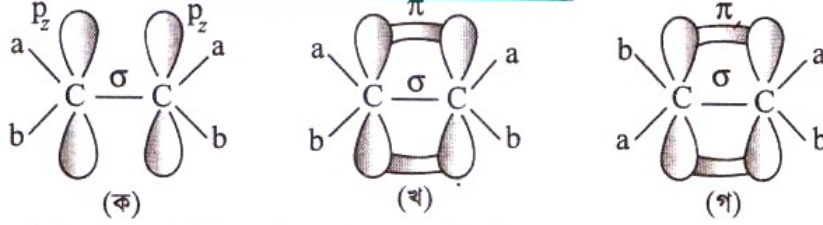
MCQ. 2.5 : জ্যামিতিক সমাণুতার শর্ত-
 (ক) প্রতিস্থাপিত অ্যালকিন
 (খ) চাক্রিক অ্যারিন
 (গ) হেটারো যৌগ
 (ঘ) অ্যালকানল

২.৬.২ জ্যামিতিক সমাণুতার ব্যাখ্যা

Explanation of Geometric Isomerism

আধুনিক অরবিটাল মতবাদ : এ মতবাদ অনুসারে জ্যামিতিক সমাণুতার জোরালো ব্যাখ্যা দেয়া যায়। কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন যুক্ত অণু যেমন, ইথিলিন গঠনে দুটি কার্বন পরমাণু sp² 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 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 অসংকরিত $2p_z$ বন্ধনের অক্ষ বরাবর সহজে আবর্তন করতে পারে [চিত্র (ক)]।



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

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

জেনে রাখ : আমাদের চোখের রেটিনার রড-সেলে (rhodospin) ভিটামিন A বা রেটিনল থেকে উৎপন্ন রেটিন্যাল 11- 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 সঙ্কে গবেষণায় ভূমিকা রাখবে।

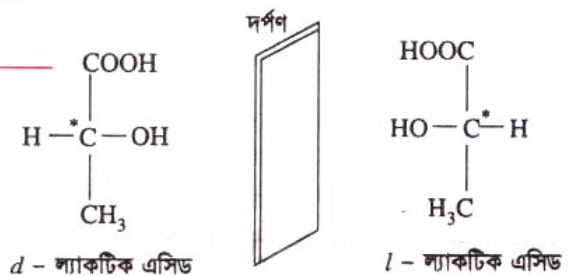
২.৬.৩ আলোক সক্রিয় সমাণুতা (Optical isomerism)

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]



চিত্র ২.১২ : ল্যাকটিক এসিডের দর্পণ প্রতিবিম্বের দুটি কনফিগারেশন।

২.৬.৪ আলোক সক্রিয়তার ব্যাখ্যা

Explanation of optical activity

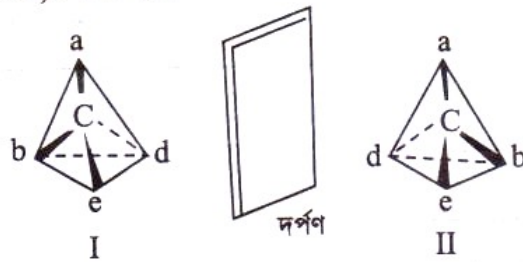
অপ্রতিসম কার্বন যৌগের দর্পণ প্রতিবিম্ব : 'ত্রিমাত্রিক চতুস্তলকীয় কার্বন মতবাদ' অনুসারে, কার্বনের সুখম চতুস্তলক কাঠামোর চারটি কোণায় চারটি ভিন্ন ভিন্ন পরমাণু বা মূলক যুক্ত থাকলে, তখন কার্বন পরমাণুটির চারদিকে যুক্ত চারটি মূলক বা পরমাণুর দু'টি ভিন্ন স্থানিক বিন্যাস বা কনফিগারেশন (configuration) সম্ভব। এই বিন্যাসদ্বয় আমাদের বাম হাত ও ডান হাতের বিন্যাস গঠনের মত 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।

এর দুটি ভিন্ন গঠন পাওয়া যায়। এই গঠনদ্বয়ের একটির 'গঠন কাঠামো' অপরটির ওপর সমাপতিত হয় না; বরঞ্চ ডান হাত ও বাম হাতের মতই 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।



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

অপ্রতিসম কার্বন পরমাণু বা কাইরাল কেন্দ্রবিশিষ্ট কোন জৈব যৌগের একাধিক ত্রিমাত্রিক গঠন কাঠামো পরস্পর দর্পণ প্রতিবিম্ব হলে, তখন ঐ ভিন্ন গঠনের সমাণুগুলো আলোক সক্রিয় হয়ে থাকে।

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

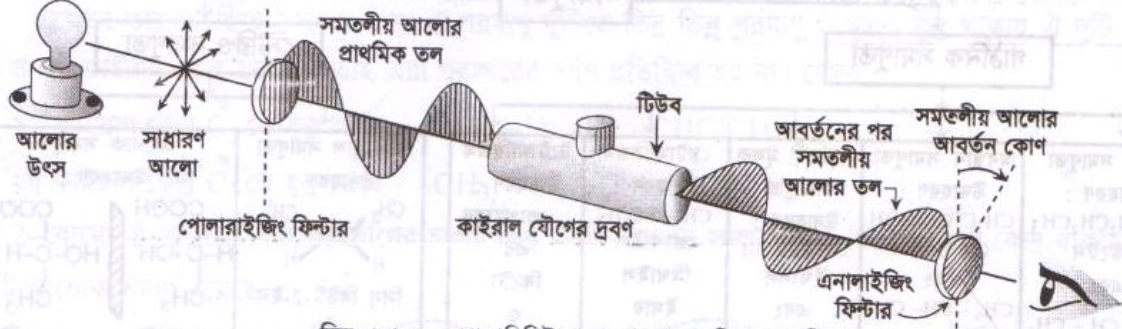
একটি কাইরাল কেন্দ্র বিশিষ্ট কাইরাল যৌগের সাধারণ সংকেত হলো Cabde. এক্ষেত্রে-

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

D - ঘূর্ণকোণ $\rightarrow +52.3^\circ C$
 L - ঘূর্ণকোণ $\rightarrow -52.3^\circ C$
 জৈব রসায়ন

১৫৯

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

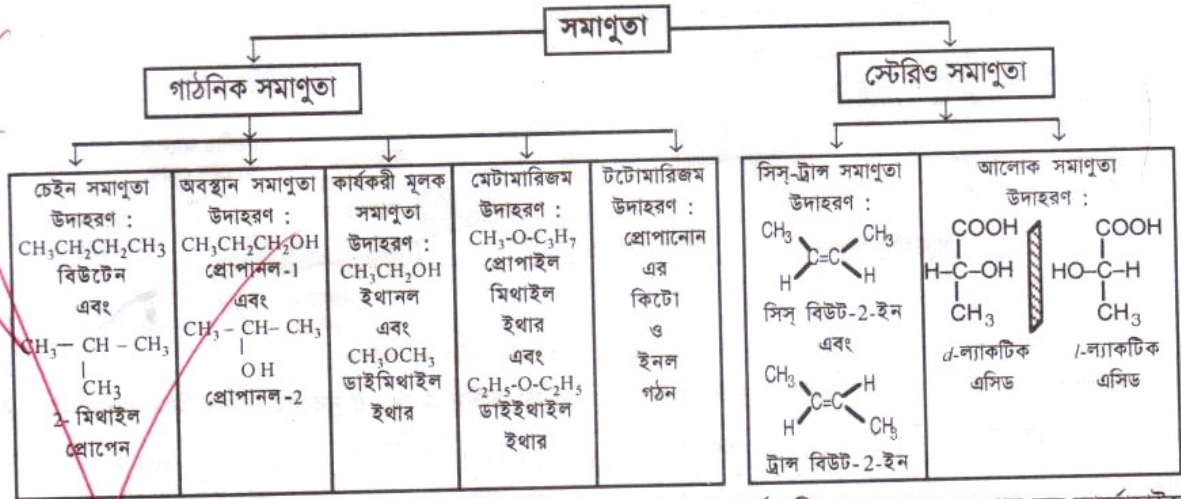
২.৬.৫ আলোক সক্রিয় সমাণুর ধর্ম

Properties of Optical Isomers

এনানসিওমারিজম (Enantiomerism) : একই যৌগের আলোক সক্রিয় দুই সমাণুকে এনানসিওমর্ফ (enantiomorphs) বা এনানসিওমার (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)]

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 (\pm) মিশ্রণ বলে এবং প্রক্রিয়াটিকে রেসিমিকরণ (racemisation) বলে। রেসিমিক মিশ্রণকে রেসেম্-অ্যাটস (racemates, উচ্চারণ ressem-ates) বলা হয়। যেমন, d ল্যাকটিক ও l ল্যাকটিক এসিড উভয়েই আলোক সক্রিয় এবং এদের আপেক্ষিক আবর্তন হলো যথাক্রমে $+2.24^\circ$ এবং -2.24° (উষ্ণতা $25^\circ C$); কিন্তু d/l ল্যাকটিক এসিড আলোক নিষ্ক্রিয় হয়।

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



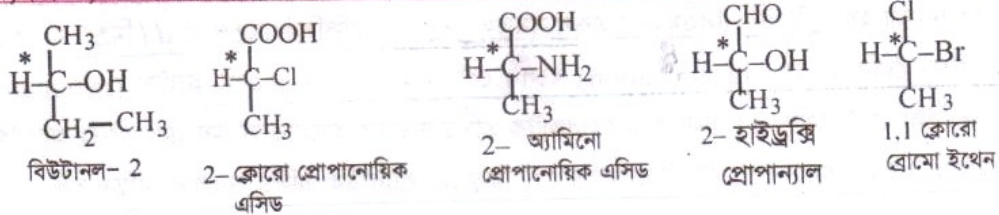
★ জেনে রাখ : উদ্ভিদ ও প্রাণী কোষে আলোক সমাগুগুলো গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। প্রায় সব কার্বোহাইড্রেট ও অ্যামাইনো এসিডগুলো আলোক সক্রিয়। কিন্তু এদের মধ্যে কেবল একটি সমাগু জৈবিক ক্রিয়ায় ব্যবহারযোগ্য। যেমন *d*-গ্লুকোজ জৈব বিপাকীয় ক্রিয়ায় শক্তি উৎপন্ন করে; কিন্তু *l*-গ্লুকোজ প্রস্রাবরূপে মুক্ত হয়। 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 সমাগুর সংখ্যা :

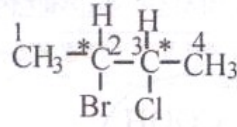
Total Number of Optical Isomers of different Chiral Centres

(১) জৈব যৌগের অণুতে একটি মাত্র অপ্রতিসম কার্বন পরমাণু বা কাইরাল কেন্দ্র থাকলে দুটি আলোক সক্রিয় সমাগু সম্ভব। এ দুটি সমাগুকে *d*-সমাগু ও *l*-সমাগু বলে। এদের আলোক সক্রিয়তার আবর্তন মাত্রার মান সমান কিন্তু দিক ভিন্ন থাকে। এরূপ উভয় সমাগুকে 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-২, (২) ২-ক্লোরো প্রোপানোয়িক এসিড, (৩) ২-অ্যামিনো প্রোপানোয়িক এসিড, (৪) ২-হাইড্রক্সি প্রোপান্যাল, (৫) ১, ১-ক্লোরো ব্রোমো ইথেন ইত্যাদি। এদের গাঠনিক সংকেত নিম্নরূপ :



(২) জৈব যৌগের অণুতে দুটি ভিন্ন প্রকার অপ্রতিসম কার্বন পরমাণু থাকলে তখন ঐ জৈব যৌগের চারটি আলোক সক্রিয় সমাণু সম্ভব হয়। যেমন ২-ব্রোমো-৩-ক্লোরো বিউটেন যৌগের অণুতে দুটি ভিন্ন কাইরাল কেন্দ্র বা দুটি অপ্রতিসম C-পরমাণু আছে।

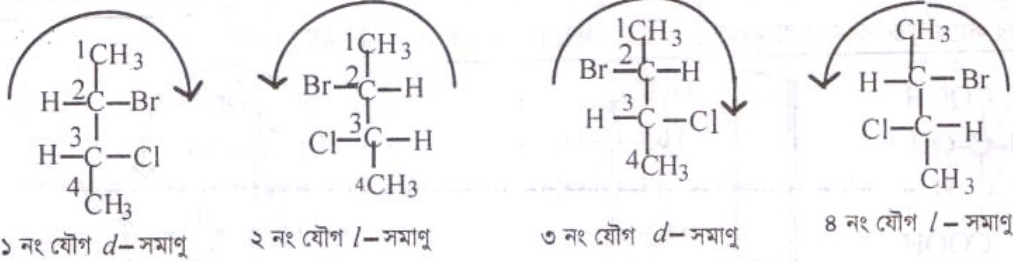


এক্ষেত্রে তারকাচিহ্নিত ২ নং ও ৩ নং C পরমাণু দুটিতে ভিন্ন ভিন্ন পরমাণু ও মূলক যুক্ত থাকায় ঐ দুটি C-পরমাণু ভিন্ন প্রকার কাইরাল কেন্দ্র হয়েছে। তাই এরা পরস্পরের দর্পণ প্রতিবিম্ব হয় না। যেমন,

১ম কাইরাল কেন্দ্র C₂ তে যুক্ত আছে : -CH₃, -H, -Br, -CHClCH₃

২য় কাইরাল কেন্দ্র C₃ তে যুক্ত আছে : -CH₃, -H, -Cl, -CHBrCH₃

তাই ২-ব্রোমো-৩-ক্লোরো বিউটেন যৌগের চারটি ভিন্ন কনফিগারেশন সম্ভব। দুটি ভিন্ন কাইরাল কেন্দ্র থাকায় এ যৌগের চারটি আলোক সমাণু রয়েছে।



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 ৪ নং 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।

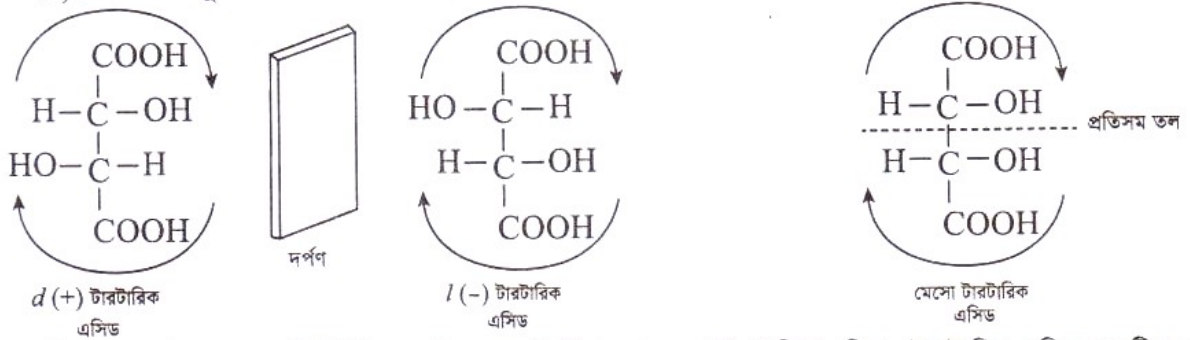
ডাইস্টেরিওআইসোমারস (Diastereoisomers) : একই আণবিক সংকেতযুক্ত জৈব যৌগের ভিন্ন কনফিগারেশন যুক্ত দুটি আলোক সমাণু পরস্পরের দর্পণ প্রতিবিম্ব না হলে, এদেরকে ডাইস্টেরিওআইসোমারস বা ডাইস্টেরিওমারস (diastereomers) বলে। এদের আপেক্ষিক আবর্তন মান ভিন্ন হয়, তবে আবর্তনের দিক একই বা ভিন্নও হতে পারে। ডাইস্টেরিওমারসের ভৌতধর্মে যেমন গলনাঙ্ক, স্ফুটনাঙ্ক, দ্রাব্যতা, ঘনত্ব ইত্যাদিতে পার্থক্য থাকে।

(৩) 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।

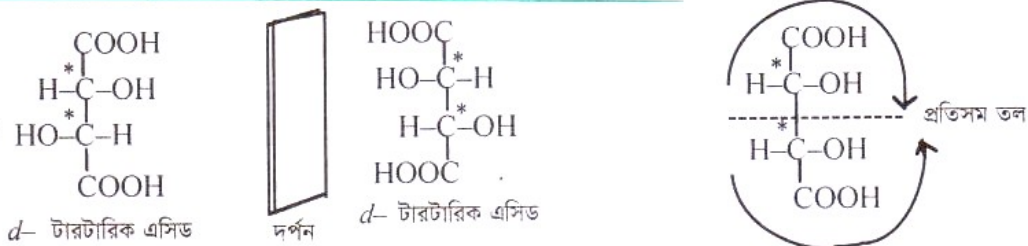
কিন্তু ৩য় কনফিগারেশন যুক্ত সমাণুটির গঠনে দুটি কাইরাল কেন্দ্রকে পৃথক করার একটি প্রতিসম তল থাকে। এ প্রতিসম তলের ওপরি অর্ধাংশের কাইরাল কেন্দ্রের আপেক্ষিক আবর্তনের মান নিচের অর্ধাংশের কাইরাল কেন্দ্রের আপেক্ষিক আবর্তনের মানের সমান কিন্তু বিপরীত দিকের হয়। ফলে সামগ্রিক আবর্তন মান শূন্য হয়। একে internal

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 $C_{abd}-C_{abd}$ এবং এর তিনটি ত্রিমাত্রিক গঠন বা কনফিগারেশন হলো নিম্নরূপ:

- (i) *d*-সমাণু ও *l*-সমাণু দুটিতে পরস্পর দর্পণ প্রতিবিম্ব কনফিগারেশন থাকে।
- (ii) মেসো-সমাণুর কনফিগারেশনটি প্রতিসম তল দ্বারা বিভক্ত থাকে।

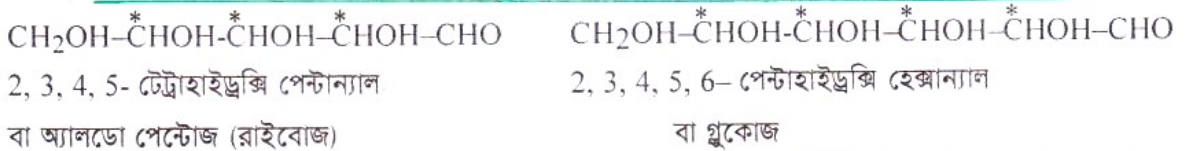


দুটি সদৃশ কাইরাল কেন্দ্র বিশিষ্ট জৈব যৌগের প্রকৃষ্ট উদাহরণ হলো টারটারিক এসিড। টারটারিক এসিডের দুটি সদৃশ কাইরাল কেন্দ্রের সাথে যুক্ত পরমাণু বা মূলক $a = \text{COOH}$, $b = \text{OH}$, $d = -\text{H}$ হয়। যেমন,



এক্ষেত্রে তারকাচিহ্নিত ২ নং ও ৩ 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 ২-ব্রোমো-৩-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 ২, ৩, ৪, ৫-টেট্রা হাইড্রক্সি পেন্টান্যালের আটটি (2^3) আলোক সমাণু আছে। অনুরূপভাবে চারটি ভিন্ন অপ্রতিসম কার্বন পরমাণু যুক্ত গ্লুকোজ বা ২, ৩, ৪, ৫, ৬-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।



সুতরাং ভিন্ন অপ্রতিসম কার্বন পরমাণু বা কাইরাল কেন্দ্রের সংখ্যা n হলে 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 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 $(2)^{\frac{x-2}{2}}$; এক্ষেত্রে $n = 2, 4$ যুগ্ম সংখ্যা।

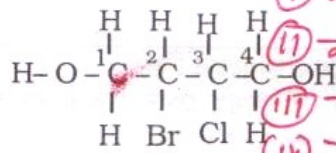
যেমন টারটারিক এসিডে $n = 2$ হয়েছে। তাই টারটারিক এসিডের আলোক সক্রিয় সমাণু সংখ্যা হলো $2^{2-1} = 2^1 = 2$ টি; একটি d- সমাণু এবং অপরটি l-সমাণু। আবার টারটারিক এসিডের মেসো সমাণুর সংখ্যা $= (2)^{\frac{2-2}{2}} = 2^0 = 1$ টি।

সমাধানকৃত সমস্যা-২.৩ : আলোক সমাণুতাভিত্তিক :

2-ব্রোমো-3-ক্লোরো বিউট-1, 4-ডাই অল ($\text{HOCH}_2\text{-CHBr-CHCl-CH}_2\text{OH}$); 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:



① অ্যসিমট্রিক সেন্টার C_2 ও C_3 C_2 ও C_3 H_2C^* (OH) COOH
 ② অ্যসিমট্রিক সেন্টার H_2C^* (OH) COOH
 ③ প্রোচাইরাল হাইড্রেন
 ④ অ্যসিমট্রিক সেন্টার

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

C_2 এর সাথে যুক্ত পরমাণু ও মূলক হলো : H, Br, $-\text{CH}_2\text{OH}$, $-\text{CHClCH}_2\text{OH}$

C_3 এর সাথে যুক্ত পরমাণু ও মূলক হলো : H, Cl, $-\text{CH}_2\text{OH}$, $-\text{CHBr-CH}_2\text{OH}$

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।

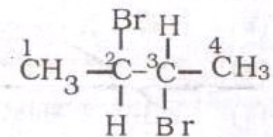
এক্ষেত্রে দুটি অসদৃশ কাইরাল কেন্দ্র হওয়ায় মেলা সমাণু সম্ভব নয়।

সমাধানকৃত সমস্যা-২.৪ : 2,3-ডাইব্রোমো বিউটেন ($\text{CH}_3\text{CHBrCHBrCH}_3$); 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 এ দুটি C-পরমাণুতে চারটি ভিন্ন পরমাণু ও মূলক যুক্ত আছে। যেমন,



C_2 এর সাথে যুক্ত পরমাণু ও মূলক হলো : H, Br, CH_3 , $-\text{CHBrCH}_3$

C_3 এর সাথে যুক্ত পরমাণু ও মূলক হলো : H, Br, CH_3 , $-\text{CHBrCH}_3$

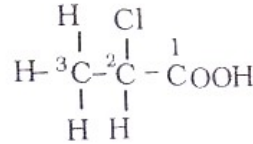
যেহেতু C_2 ও C_3 পরমাণুতে যুক্ত পরমাণু ও মূলকসমূহ সদৃশ; সুতরাং C_2 ও C_3 কাইরাল কেন্দ্র দুটি হলো একই প্রকার বা সদৃশ। তাই $(2)^{n-1}$ ফর্মুলা মতে, এক্ষেত্রে $n = 2$ হওয়ায়, আলোক সক্রিয় সমাণু সংখ্যা হবে $(2)^{2-1} = 2$ টি;

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 : ২- ক্লোরো প্রোপানোয়িক এসিড ($\text{CH}_3\text{-CHCl-COOH}$) 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 :



এ যৌগে ২ নং C পরমাণুটি একটি কাইরাল কেন্দ্র। কারণ এটিতে চারটি ভিন্ন পরমাণু ও মূলক যেমন H, Cl, $-\text{CH}_3$, $-\text{COOH}$ 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।

শিক্ষার্থীর কাজ : জৈব যৌগে সমাণুতার প্রকারভেদ নির্ণয় :

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

(ক) $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$,

(খ) $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CHCOOH}$,

(গ) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$,

(ঘ) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$

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

(ক) পেন্ট - ১- ইন

(খ) পেন্ট - ২- ইন

(গ) ২- মিথাইল পেন্ট - ২- ইন।

সমস্যা - ২.১২ : নিম্নোক্ত পদ বা বিষয়ের ব্যাখ্যা কর :

(ক) মেসোমারিজম,

(খ) টটোমারিজম

(গ) সিস ট্রান্স সমানুতা

(ঘ) এনানসিওমারস,

(খ) ডাইস্টেরিওমারস,

(গ) মেসো যৌগ

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

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

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

সমস্যা ২.১৪ : নিচের কোন যৌগ কয়টি আলোক সক্রিয় সমাণু ও আলোক নিষ্ক্রিয় সমাণু প্রদর্শন করবে তা সংশ্লিষ্ট ফর্মুলা সহকারে ব্যাখ্যা কর :

(ক) ২- ব্রোমো-প্রোপানোয়িক এসিড

$(\text{CH}_3\text{CHBr-COOH})$

(খ) ২-হাইড্রক্সি প্রোপান্যাল

$(\text{CH}_3\text{CHOH-CHO})$

(গ) ২, ৩- ডাইহাইড্রক্সি প্রোপান্যাল

$(\text{CH}_2\text{OHCHOH-CHO})$

(ঘ) বিউট - ২, -৩- ডাইঅল

$\text{CH}_3\text{CHOHCHOH-CHO}$

(ঙ) ২, ৩- ডাইহাইড্রক্সি বিউটেন ডাইওয়িক এসিড

$(\text{HOOC-CHOH-CHOH-COOH})$

(চ) ২, ৩- ডাই অ্যামিনো বিউটানোয়িক এসিড

$(\text{CH}_3\text{CH}(\text{NH}_2)\text{-CH}(\text{NH}_2)\text{COOH})$

(ছ) ২, ৩- ডাইক্লোরো বিউটানোয়িক এসিড

$(\text{CH}_3\text{CHClCHCl-COOH})$

(জ) ২-ব্রোমো -৩- ক্লোরো-বিউটান্যাল

$(\text{CH}_3\text{CHClCHBr-CHO})$

(ঞ) ২ -ব্রোমো-৩- ক্লোরো-বিউটেন

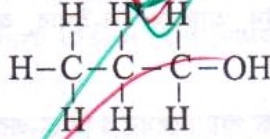
$(\text{CH}_3\text{-CHBr-CHCl-CH}_3)$

(ট) ২- অ্যামিনো-৩- ক্লোরো বিউটেন

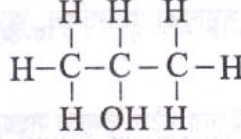
$[\text{CH}_3\text{-CH}(\text{NH}_2)\text{CHCl-CH}_3]$

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।

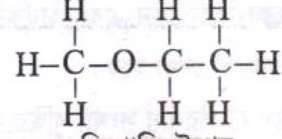
সমাধান (Solution) : (ক) C_3H_8O এর বেলায়, নিম্নোক্ত অ্যালকোহল ও ইথার সমাণুগুলো সম্ভব।



প্রোপানল-1



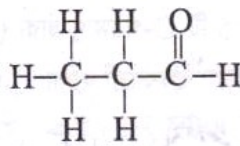
প্রোপানল-2



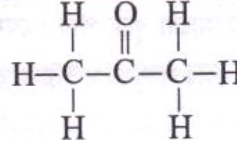
মিথোক্সি ইথেন

বা ইথাইল মিথাইল ইথার

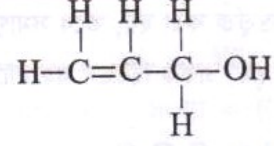
(খ) C_3H_6O এর বেলায়, নিম্নোক্ত অ্যালডিহাইড, কিটোন ও অ্যালকিনল সমাণু সম্ভব।



প্রোপান্যাল



প্রোপানোন



2- প্রোপিন-1-অল

শিক্ষার্থীর কাজ : 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।

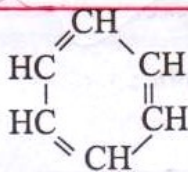
(ঘ) $C_5H_{10}O_2$ এর গঠনের সমাণুতে একটি কার্বক্সিল মূলক আছে।

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।

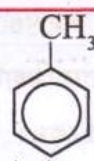
অ্যারিন (Arene) : অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বনকে অ্যারিন বলে। এদের গঠনে ছয় C পরমাণু বিশিষ্ট বেনজিনয়েড বলয় থাকে। যেমন বেনজিন, বেনজিনের জাতক, ন্যাফথ্যালিন।



বেনজিন

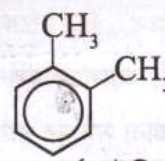


বেনজিন



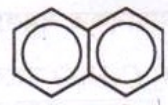
টলুইন

মিথাইল বেনজিন



অর্থোজাইলিন

1,2-ডাইমিথাইল বেনজিন

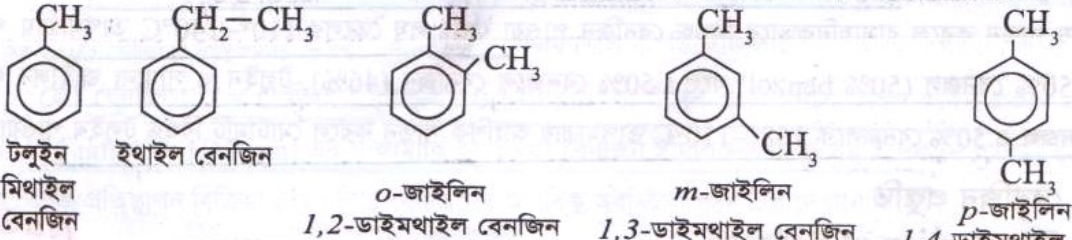


ন্যাফথ্যালিন

11/06-07

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 নান্বারিং করে অপরটির অবস্থান ঠিক করা হয়। যেমন ডাইমিথাইল বেনজিনের বেলায় CH₃- মূলকের অবস্থানকে একে নান্বারিং করা হয়। আবার সাধারণ নামকরণের বেলায়, দুটি মূলক বলয়ের পাশাপাশি দুটি কার্বনে বা 1:2 অবস্থানে থাকলে *O* (ortho) এবং বিপরীত অবস্থানে বা 1:4 অবস্থানে থাকলে *P*- (para), একটির পর ৩য় কার্বনে বা 1:3 অবস্থানে থাকলে *m* (meta) যৌগ বলা হয়।

ডাইমিথাইল বেনজিন বা জাইলিন (দ্রাবক পদার্থ) এর তিনটি সমাণুর গাঠনিক সংকেত ও নাম হলো নিম্নরূপ :



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।

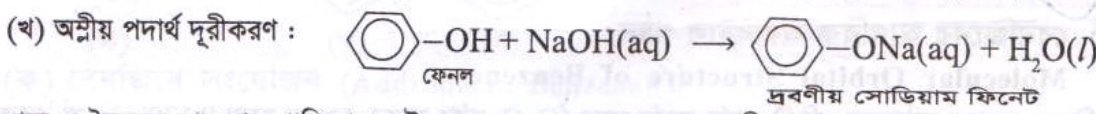
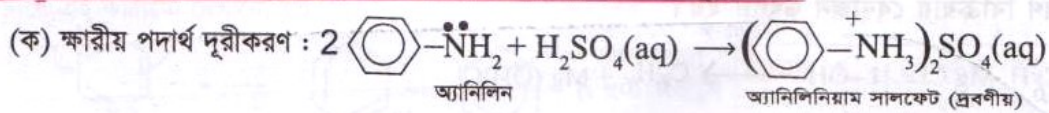
সারণি ২.৯ : আলকাতরার আংশিক পাতনে প্রাপ্ত বিভিন্ন পাতিত অংশ ও উপাদান

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 লঘু তৈল থেকে বেনজিন ও টলুইন পৃথকীকরণ

Separation of Benzene & Toluene From Light Oil

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 H₂SO₄ ও পরে 10% NaOH দ্রবণ দ্বারা ধৌত করে যথাক্রমে ক্ষার জাতীয় ও অম্ল জাতীয় পদার্থ দূর করা হয়।



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।

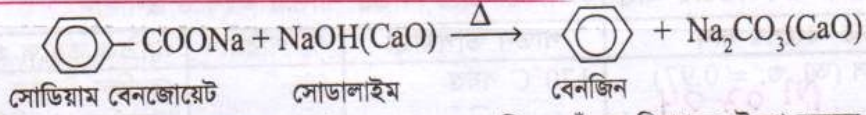
এ 90% বেনজলে প্রধানত 84% বেনজিন, 13% টলুইন এবং 3% জাইলিন থাকে। 90% বেনজলকে আংশিক পাতন করে 80°–82°C তাপমাত্রায় পাতিত তরল পদার্থকে সংগ্রহ করলে মোটামুটি 99% বিশুদ্ধ বেনজিন পাওয়া যায়।

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 H₂SO₄ এর সাথে মিশিয়ে বার বার ঝাঁকালে থায়োফিন দূর হয়। অতঃপর এ বেনজিন স্তরকে পৃথক করে ও অনর্দ্র CaCl₂ (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।

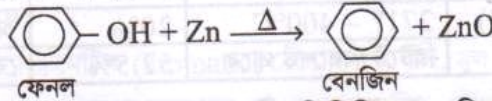
২.৮.২ বেনজিন প্রস্তুতি

Preparation of Benzene

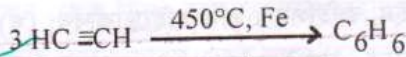
১। বেনজোয়িক এসিডের লবণ ও সোডা লাইমের মিশ্রণ থেকে : সোডিয়াম বেনজোয়েট লবণ ও সোডা লাইমের মিশ্রণকে উত্তপ্ত করলে বেনজিনের বাষ্প (স্ফুটনাঙ্ক 80.4°C) উৎপন্ন হয়। ঐ বাষ্পকে শীতল করলে তরল বেনজিন পাওয়া যায়। জৈব কার্বক্সিলিক এসিডের সোডিয়াম লবণ ও সোডা লাইমের বিক্রিয়ায় CO₂ অপসারণ ও হাইড্রোকার্বন উৎপন্ন হওয়ার এরূপ বিক্রিয়ায় 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।



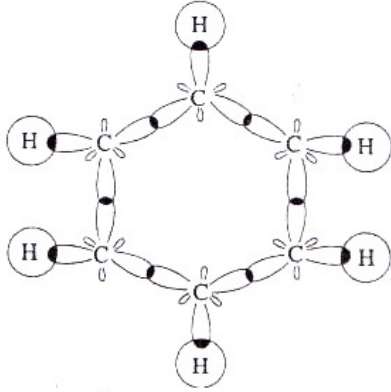
৪। গ্রিগনার্ড বিকারক থেকে বেনজিন : গ্রিগনার্ড বিকারক যেমন ফিনাইল ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইড ও পানির অর্ধ-বিশ্লেষণ বিক্রিয়ায় বেনজিন উৎপন্ন হয়।



২.৮.৩ বেনজিনের আণবিক অরবিটাল গঠন

Molecular Orbital Structure of Benzene

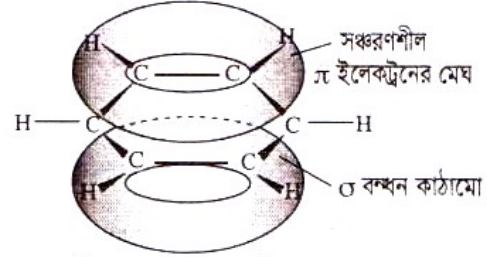
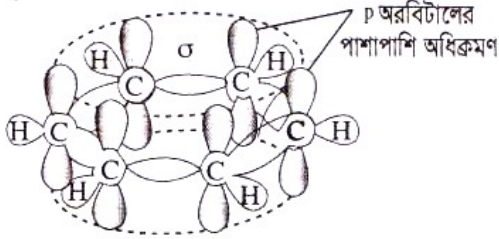
বেনজিনের ষড়ভুজ কাঠামোর প্রতিটি কার্বন-কার্বন বন্ধন (C–C) দূরত্ব সমান এবং তা হলো 0.139 nm, যা একক বন্ধন ও দ্বিবন্ধন (0.154 nm ও 0.134 nm) এর মাঝামাঝি। ছয়টি sp² সংকরিত C-পরমাণু প্রত্যেকের দুটি সংকর



চিত্র ২.১৬ : বেনজিনের ষড়ভুজাকার σ বন্ধন মূল কাঠামো।

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 সিগমা (σ) বন্ধন গঠন করে এভাবে বেনজিনের ষড়ভুজাকার সমতলীয় σ - বন্ধন কাঠামোটি গঠিত হয়। পরে প্রতিটি কার্বন পরমাণুর অসংকরিত $2p_z$ অরবিটাল পরস্পরের সাথে পাশাপাশি অধিক্রমণ করে ছয়টি ইলেকট্রনের একটি সুসম আণবিক π অরবিটাল ষড়ভুজাকার সমতলের ওপর ও নিচে সঞ্চরণশীল বা ডিলোকালাইজড অবস্থায় থাকে। ফলে,

(ক) বেনজিনে C = C দ্বিবন্ধন দূরত্ব হয় 0.139 nm, যা ইথেন ও ইথিলিনে কার্বন-কার্বন একক ও দ্বিবন্ধন দূরত্ব (0.154 nm ও 0.134 nm) এর মাঝামাঝি হয়। (খ) বেনজিন ইথিলিনের মতো সব ইলেকট্রন আকর্ষী যুত বিক্রিয়া দেয় না, বরঞ্চ প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া দেয়। নিচে বেনজিনের আণবিক অরবিটাল গঠন চিত্র দেখানো হলো।



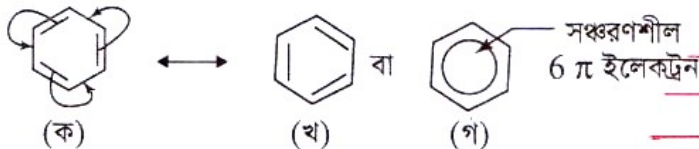
চিত্র- ২.১৭(ক) : মাঝখানের ছয় C এর ষড়ভুজাকার সমতলটি σ বন্ধন দ্বারা সৃষ্ট। ওপরে ও নিচে p অরবিটালের পাশাপাশি অধিক্রমণ

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

২.৮.৪ অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বনের বিক্রিয়া

Reactions of Aromatic Hydrocarbons

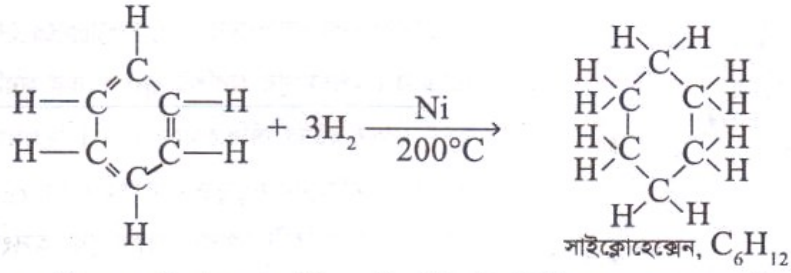
বেনজিনের বিক্রিয়াকালে আক্রমণকারী ইলেকট্রোফাইল π ইলেকট্রনের মেঘকে প্রথমে আক্রমণ করে বিক্রিয়া শুরু করে। বেনজিন সত্যিকার অর্থে একদিকে অসম্পৃক্ত যৌগের মতো সংযোজন বিক্রিয়া এবং অপরদিকে সম্পৃক্ত যৌগের মতো প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া দেয়। বেনজিন অণুতে তিনটি কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন (C = C) এর ছয়টি পাই (π) ইলেকট্রন নির্দিষ্ট কার্বন পরমাণুতে আবদ্ধ থাকে না। ঐ ছয়টি C পরমাণুর অসংকরিত $2p_z$ 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।



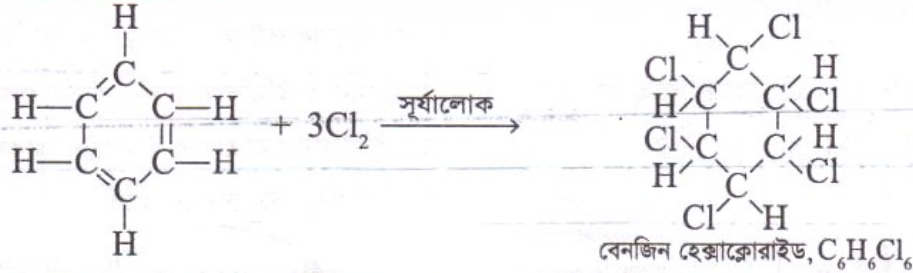
ইথেনে C - C বন্ধন দূরত্ব = 0.154 nm
ইথিলিনে C - C বন্ধন দূরত্ব = 0.134 nm
বেনজিনে C - C বন্ধন দূরত্ব = 0.139 nm

(ক) বেনজিনে সংযোজন (Addition in Benzene)

হাইড্রোজেন সংযোজন : নিকেল চূর্ণ প্রভাবকের উপস্থিতিতে 200°C তাপমাত্রায় বেনজিন-বাষ্প ও H₂ সংযুক্ত হয়ে সাইক্লোহেক্সেন গঠন করে। প্রতি অণু বেনজিনে তিন অণু H₂ যুক্ত হয়ে থাকে।

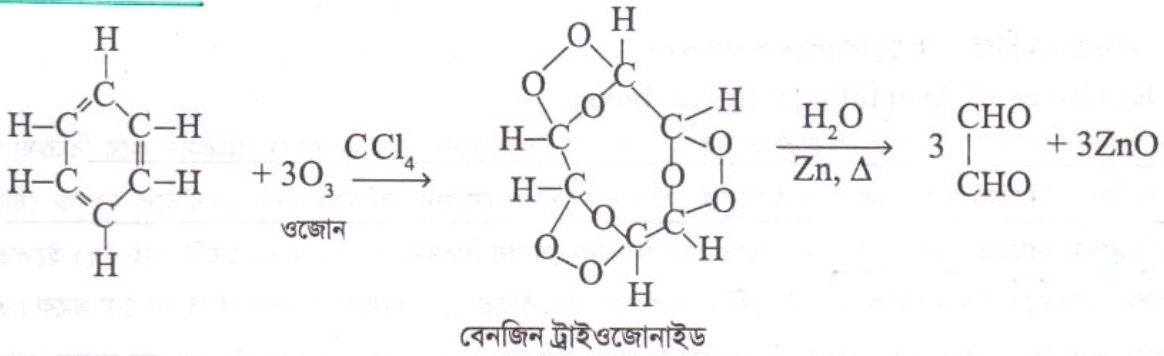


হ্যালোজেন সংযোজন : উজ্জ্বল সূর্যালোক বা অতিবেগুনি রশ্মির উপস্থিতিতে এক অণু বেনজিন তিন অণু ক্লোরিনের সাথে সংযোজন বিক্রিয়ায় জীবাণুনাশক বেনজিন হেক্সাক্লোরাইড বা গ্যামেক্সিন পাউডার উৎপন্ন করে।



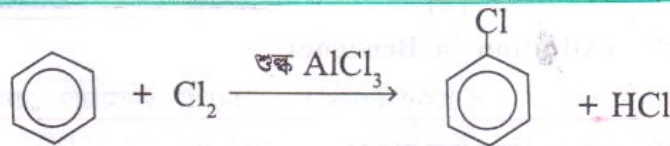
উপরোক্ত H_2 সংযোজন ও Cl_2 সংযোজন বিক্রিয়ায় এক মোল বেনজিন তিন মোল H_2 ও তিন মোল Cl_2 এর সাথে বিক্রিয়া করেছে। এতে প্রমাণিত হয় বেনজিন অণুতে তিনটি পাই (π) বন্ধন আছে অর্থাৎ বেনজিন হলো অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন।

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 গ্রাইঅক্সাল উৎপন্ন হয়।

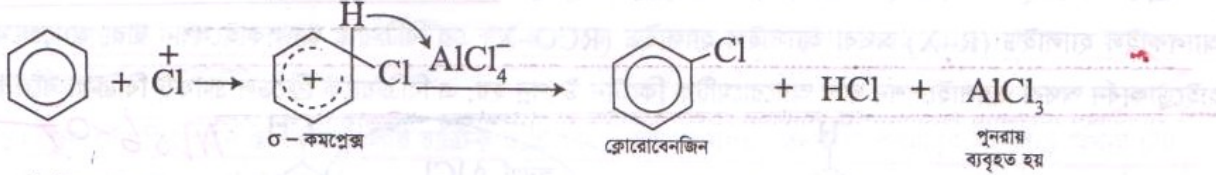
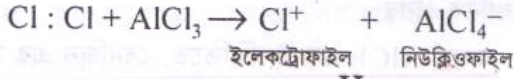


(খ) বেনজিনে ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন (Electrophilic Substitution)

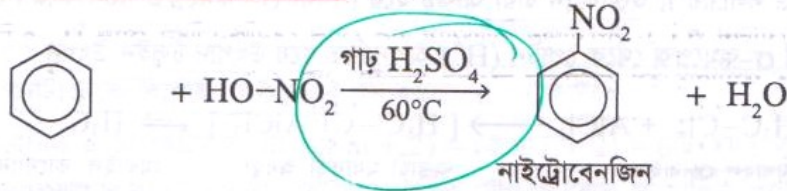
হ্যালোজেনেশন (Halogenation) : হ্যালোজেন বাহক যেমন গুঁক AlCl_3 , FeBr_3 এর উপস্থিতিতে Cl_2 ও Br_2 বেনজিনে ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন দ্বারা হ্যালোবেনজিন উৎপন্ন করে। বেনজিন বলয়স্থিত H-পরমাণুকে হ্যালোজেন বাহক (গুঁক AlCl_3) এর উপস্থিতিতে হ্যালোজেন পরমাণু দ্বারা প্রতিস্থাপনকে হ্যালোজেনেশন বলে। (অনুচ্ছেদ ২.১০ দ্রষ্টব্য)



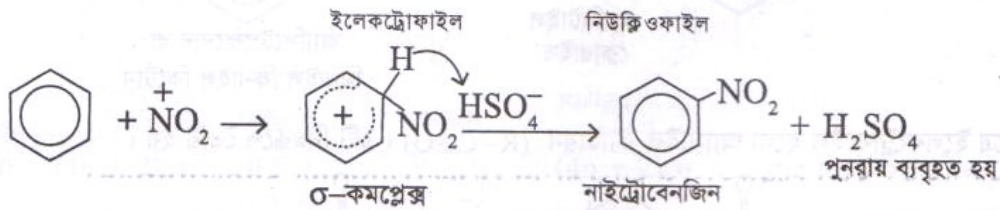
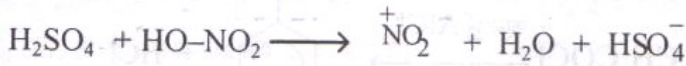
বিক্রিয়ার কৌশল : প্রথম ধাপে ইলেকট্রোফাইল ক্লোরোনিয়াম আয়ন (Cl^+) উৎপন্ন হয়; যা ২য় ধাপে বেনজিনয়েড বলয়ের π ইলেকট্রন দ্বারা আকৃষ্ট হয়ে সিগমা (σ) কমপ্লেক্স গঠন করে। শেষ ধাপে নিউক্লিওফাইলের সংস্পর্শে σ -কমপ্লেক্স থেকে প্রোটন (H^+) অপসারিত হয়ে উৎপাদ ক্লোরোবেনজিন সৃষ্টি হয়। যেমন,



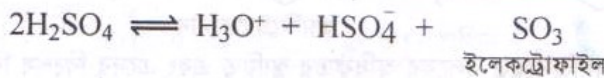
নাইট্রেশন (Nitration) : প্রায় $60^\circ C$ -এ গাঢ় H_2SO_4 ও গাঢ় HNO_3 এর মিশ্রণ ও বেনজিনের বিক্রিয়ায় নাইট্রো বেনজিন উৎপন্ন হয়। এক্ষেত্রে ইলেকট্রোফাইল নাইট্রোনিয়াম (NO_2^+) আয়ন দ্বারা ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন ঘটে। এক্ষেত্রে $100^\circ C$ -এ মেটা ডাইনাইট্রো বেনজিন উৎপন্ন হয়। বেনজিন বলয়স্থিত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



বিক্রিয়ার কৌশল : নাইট্রেশন বিক্রিয়াটি হলো ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া। তাই প্রথম ধাপে ইলেকট্রোফাইল নাইট্রোনিয়াম আয়ন (NO_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।)



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 :

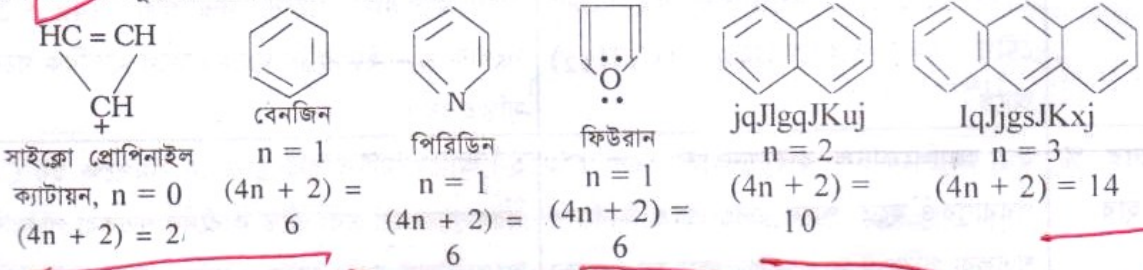
* (১) জৈব যৌগটির গঠন চেপ্টা সমতলীয় চাক্রিক হতে হবে। চক্র বা বলয় গঠনকারী পরমাণুর সংখ্যা ৫ অথবা ৬টি হতে হবে। ঐ বলয় সিস্টেমে সব অরবিটাল দ্বারা বন্ধন গঠন পূর্ণ থাকে।

* (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 সুসম পঞ্চভুজ অথবা ষড়ভুজ বলয় বা চক্রের সংখ্যা বোঝানো হয়। $n = 0, 1, 2, 3$ ইত্যাদি পূর্ণ সংখ্যা হবে। যেমন,

- (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 ও অথবা পঞ্চভুজাকার বা ষড়ভুজাকার হেটারোসাইক্লিক যৌগ ফিউরান, থায়োফিন, পাইরোল ও পিরিডিন ইত্যাদি হয়।
- (iii) $n = 2$ হলে ন্যাফথ্যালিন, $n = 3$ 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 :



জেনে নাও : পঞ্চভুজাকার হেটারো সাইক্লিক ফিউরান, থায়োফিন ও পাইরোল এর গাঠনিক সংকেতে দুটি পাই য বন্ধন অর্থাৎ চারটি য ইলেকট্রন দেখানো হয়। কিন্তু হেটারো পরমাণু N, O, S এর নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল (p অরবিটালের) ঐ চারটি π ইলেকট্রন সিস্টেমে অংশ নিয়ে মোট ছয়টি সঞ্চরণশীল ইলেকট্রন রূপে হাকেল সংখ্যা $(4n + 2) = 6$ সংখ্যা পূর্ণ করে থাকে। তাই পাইরোল C1=CN=C1, ফিউরান C1=CO=C1 ও থায়োফিন C1=CS=C1 প্রত্যেকেই এক একটি অ্যারোমেটিক যৌগ।

Short Rules!

Example: বেনজিন $n = \frac{x-1}{2}$
 $n = \frac{3-1}{2} = 1$
 Ans:

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 সঞ্চারশীল 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 π ইলেকট্রন সঞ্চারশীল থাকায় বন্ধন দূরত্ব বৃদ্ধি পেয়ে 0.139 nm হয়েছে। ফলে বেনজিন কাঠামোর স্থায়িত্ব বৃদ্ধি পেয়েছে।

বেনজিন বলয়ের অধিক স্থায়িত্বের কারণে অ্যারোমেটিক যৌগের ধর্ম ও অ্যালিফেটিক যৌগের ধর্মের মধ্যে বৈশিষ্ট্যপূর্ণ পার্থক্য সৃষ্টি হয়েছে। অ্যারোমেটিক যৌগের বৈশিষ্ট্যপূর্ণ কাঠামোগত (i) 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 হাইড্রোকার্বনে অ্যালকেনের মতো প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া (Cl_2 সহ) এবং বিক্রিয়া পরিবেশের অবস্থাভেদে অ্যালকিনের মতো সংযোজন বিক্রিয়া (Cl_2 সহ) ঘটে। অ্যারোমেটিক যৌগের 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 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 আণবিক গঠনে সঞ্চারশীল $(4n + 2)$ 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 সঞ্চারশীল $(4n + 2)$ সংখ্যক π ইলেকট্রন থাকায় এরা বিশেষ স্থায়িত্বযুক্ত অসম্পৃক্ত যৌগ হয়।

<p>৪। ব্রোমিন দ্রবণ ও বেয়ারের ক্ষারীয় $KMnO_4$ দ্রবণ পরীক্ষা :</p>	<p>৪। অ্যালিফেটিক দ্বিবন্ধন ও ত্রিবন্ধনযুক্ত অসম্পৃক্ত যৌগ CCl_4 দ্রাবকে Br_2 সহ যুত বিক্রিয়ায় লাল বর্ণ দূর করে। ক্ষারীয় $KMnO_4$ এর বেণ্ডনি দ্রবণকে বর্ণহীন করে। যেমন,</p> $CH_2 = C H_2 + Br_2 \xrightarrow{CCl_4} \underset{ }{C}H_2 - \underset{ }{C}H_2$ <p style="text-align: center;">ইথিন</p> $CH \equiv CH + 4[O] \xrightarrow[KOH]{KMnO_4} \begin{array}{c} Br \quad Br \\ \quad \\ COOH \\ \\ COOH \end{array}$ <p style="text-align: center;">অক্সালিক এসিড</p>	<p>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 বেণ্ডনি বর্ণ দূর করে না। এতে প্রমাণিত হয় বেনজিন বলয়ের π বন্ধন বিশেষ প্রকৃতির ও স্থায়িত্ব বেশি।</p>
<p>৫। হ্যালাইড যৌগের সক্রিয়তা:</p>	<p>৫। অ্যালিফেটিক হ্যালাইড ((R-X) অধিক সক্রিয় হওয়ায় জলীয় KOH দ্রবণে সহজেই আর্দ্র বিশ্লেষিত হয়ে অ্যালকোহল তৈরি করে।</p> $CH_3Cl + KOH (aq) \rightarrow CH_3OH + KCl$	<p>৫। অ্যারোমেটিক হ্যালাইড (ArX) কম সক্রিয় হওয়ায় উচ্চ তাপমাত্রায় ও উচ্চচাপে ক্ষারীয় আর্দ্রবিশ্লেষিত হয়ে ফেনল তৈরি হয়।</p> $\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl} \xrightarrow[300^\circ\text{C}, 200\text{ atm}]{KOH(aq)} \text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + KCl$
<p>৬। হাইড্রক্সি যৌগের প্রকৃতি :</p>	<p>৬। অ্যালিফেটিক হাইড্রক্সি যৌগকে অ্যালকোহল বলে। অ্যালকোহল হলো লিটমাস নিরপেক্ষ। তাই পানির মতো অ্যালকোহল Na ধাতুর সাথে বিক্রিয়ায় H_2 গ্যাস উৎপন্ন করে।</p> $2CH_3OH + 2Na \rightarrow 2CH_3ONa + H_2$	<p>৬। অ্যারোমেটিক হাইড্রক্সি যৌগকে ফেনল বলে। ফেনল অম্লধর্মী হওয়ায় নীল লিটমাসকে লাল, NaOH সহ বিক্রিয়ায় সোডিয়াম ফিনেট লবণ তৈরি করে।</p> $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + NaOH \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{ONa} + H_2O$
<p>৭. জৈব যৌগে সংযোজন, প্রতিস্থাপন ও অপসারণ বিক্রিয়া : (অনুচ্ছেদ-২.১০ দ্রষ্টব্য)</p>	<p>৭. সংযোজন : অ্যালকিন ও অ্যালকাইনে ইলেকট্রোফিলিক সংযোজন এবং কার্বনিল ($C=O$) 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।</p>	<p>৭. সংযোজন : বেনজিনে H_2 ও Cl_2 সংযোজন ফ্রি-রেডিকেল মেকানিজমে ঘটে। প্রতিস্থাপন : বেনজিন বলয়ে সঞ্চারশীল π ইলেকট্রন থাকায় ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন যেমন হ্যালাজেনেশন, নাইট্রেশন, সালফোনেশন ও ফ্রিডেল ক্রাফট বিক্রিয়া ঘটে। অপসারণ : ফেনল (C_6H_5OH) ও ArX থেকে কোন অপসারণ বিক্রিয়া ঘটে না।</p>

শিক্ষার্থীর কাজ : বাড়ির কাজ :

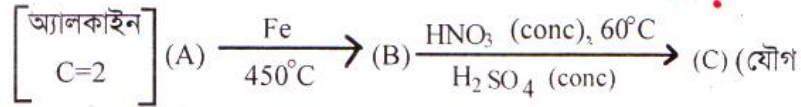
এ অনুচ্ছেদের পাঠ শেষে তোমরা প্রত্যেকে নোট খাতায় নিম্নোক্ত পার্থক্য সূচকসহ অ্যালিফেটিক ও অ্যারোমেটিক যৌগের পার্থক্য তালিকা তৈরি কর। শ্রেণিকক্ষে শিক্ষকের কাছে নোট খাতা জমা কর এবং মতামত নাও।

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 : বেনজিন সংশ্লিষ্ট রসায়ন : বেনজিন সংশ্লিষ্ট রসায়ন

[দি. বো. ২০১৬]

নিচের উদ্দীপক সংশ্লিষ্ট সমস্যার সমাধান কর :



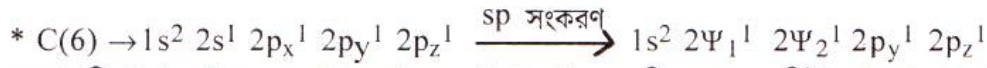
(ক) উদ্দীপকের A যৌগে কার্বন পরমাণুর sp সংকরণ কীরূপে ঘটে তা ব্যাখ্যা কর।

[দি. বো. ২০১৬]

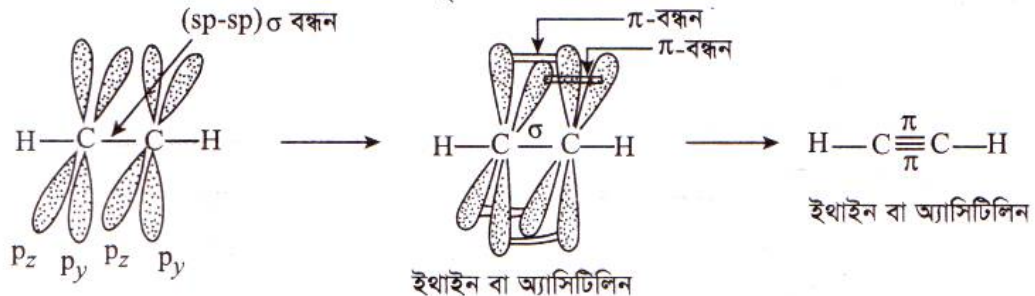
(খ) উদ্দীপকের B যৌগ থেকে C যৌগ প্রস্তুতি বিক্রিয়ার কৌশল বা মেকানিজম বিশ্লেষণ কর।

[দি. বো. ২০১৬]

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 আবদ্ধ থাকে। এ ত্রিবন্ধনে মধ্যে একটি সিগমা (σ) বন্ধন ও দুটি পাই (π) বন্ধন থাকে। এ ক্ষেত্রে দুটি C পরমাণু প্রত্যেকে উদ্দীপিত অবস্থায় একটি 2s অরবিটালের সাথে একটি 2p অরবিটাল যেমন 2p_x অরবিটাল মিশে গিয়ে দুটি সমশক্তির সংকর অরবিটাল (2Ψ₁¹, 2Ψ₂¹) সৃষ্টি করে। এ দুটি সংকর অরবিটাল সমতলীয় এবং একই রেখায় অবস্থান করে।

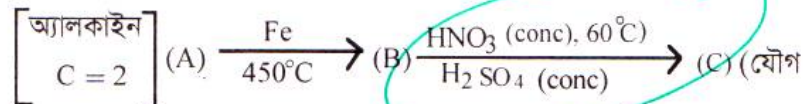


এরূপ দুটি C পরমাণুর মধ্যে প্রথমে প্রত্যেক C পরমাণুর একটি সংকর অরবিটাল পরস্পরের সাথে মুখোমুখি অধিক্রমণ দ্বারা একটি কার্বন-কার্বন সিগমা বন্ধন গঠন করে। এছাড়া ঐ দুটি C-পরমাণুর দ্বিতীয় সংকর অরবিটালের সাথে পৃথকভাবে দুটি H-পরমাণুর 1s¹ অরবিটালের মুখোমুখি অধিক্রমণ দ্বারা দুটি কার্বন-হাইড্রোজেন (C-H) সিগমা বন্ধন গঠিত হয়। তখন উভয় C পরমাণুর সমান্তরাল ও অসংকরিত একটি করে দুটি 2p_y¹ অরবিটালের মধ্যে অধিক্রমণ দ্বারা একটি π বন্ধন এবং দুটি 2p_z¹ অরবিটালের পার্শ্ব অধিক্রমণ দ্বারা দ্বিতীয় π বন্ধন গঠিত হয়। উভয় π বন্ধনের ইলেকট্রন মেঘ কার্বন-কার্বন-σ বন্ধনের মূল কাঠামোকে বেষ্টিত করে থাকে।



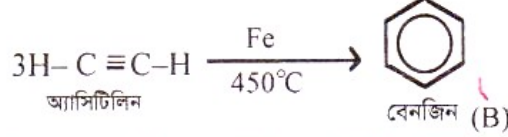
চিত্র : ২.১৮ : sp সংকরিত দুটি C-পরমাণুর মধ্যে একটি সিগমা বন্ধন ও দুটি π বন্ধন দ্বারা ইথাইন অণুর গঠন।

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

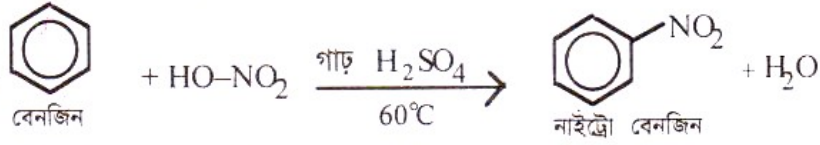


B যৌগ থেকে C- যৌগ প্রস্তুতির বিক্রিয়ার কৌশল :

দুটি C-পরমাণু বিশিষ্ট 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।

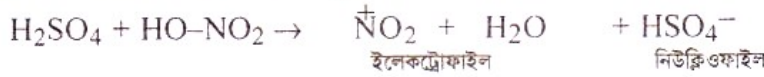


এখন B যৌগ বেনজিনকে 60°C তাপমাত্রায় গাঢ় H₂SO₄ এর উপস্থিতিতে গাঢ় HNO₃ সহ নাইট্রেশন করলে মনো নাইট্রো বেনজিন বা C যৌগটি উৎপন্ন হয়।

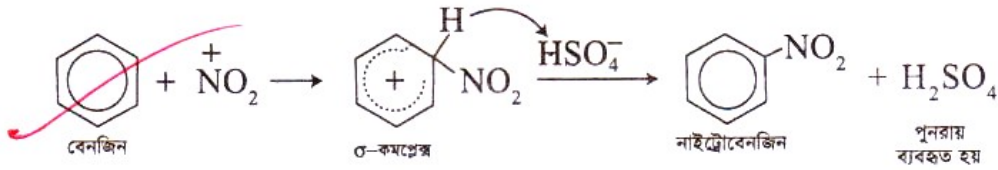


নাইট্রেশন বিক্রিয়ার কৌশল হলো নিম্নরূপ : নাইট্রেশন বিক্রিয়াটি হলো বেনজিন চক্রে ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া। তাই প্রথমে ইলেকট্রোফাইল নাইট্রোনিয়াম আয়ন (NO₂⁺) গাঢ় HNO₃ থেকে গাঢ় H₂SO₄ এর প্রভাবে উৎপন্ন হয়। ২য় ধাপে ঐ নাইট্রোনিয়াম আয়ন বেনজিনয়েড বলয়ের π ইলেকট্রন দ্বারা আকৃষ্ট হয়ে সিগমা কমপ্লেক্স গঠন করে। শেষ ধাপে বিক্রিয়া পরিবেশে থাকা নিউক্লিওফাইল (HSO₄⁻) এর সংস্পর্শে σ কমপ্লেক্স থেকে একটি প্রোটন (H⁺) অপসারিত হয়ে H₂SO₄ ও উৎপাদ নাইট্রোবেনজিন সৃষ্টি হয়। যেমন,

(i) ইলেকট্রোফাইল ও নিউক্লিওফাইল সৃষ্টি :



(ii) ইলেকট্রোফাইল দ্বারা বেনজিনয়েড বলয়ে σ কমপ্লেক্স গঠন :



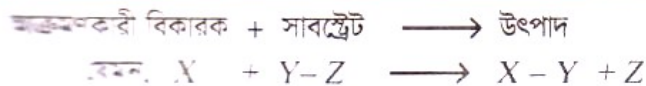
২.১০ অ্যালিফেটিক ও অ্যারোমেটিক যৌগে বিভিন্ন বিক্রিয়াসমূহ

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।

M. 13-14

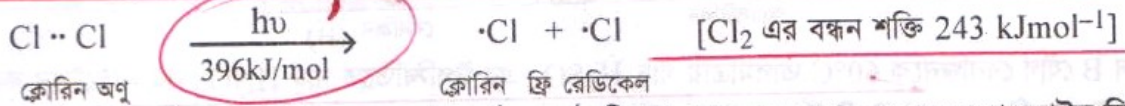
জৈব বিক্রিয়ার কৌশল : জৈব বিক্রিয়ার মূল কৌশল হলো কার্বন গঠিত যৌগ বা জৈব যৌগের ওপর দ্বিতীয় কোনো অণু আক্রমণ করে জৈব বিক্রিয়া সংঘটিত করে থাকে। প্রথমেই কার্বন গঠিত যৌগকে 'সাবস্ট্রেট' (substrate-অর্থাৎ নিষ্ক্রমক) এবং শেষোক্ত পদার্থকে 'আক্রমণকারী বিকারক' (attacking reagent) বলে। উভয়ের বিক্রিয়ায় উৎপাদকে 'উৎপাদ' (product) বলে। অতএব কোনো জৈব বিক্রিয়াকে সাধারণভাবে নিম্ন মতে প্রকাশ করা হয় :



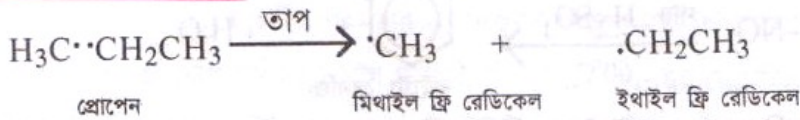
আক্রমণকারী বিকারকের শ্রেণিবিভাগ : আক্রমণকারী বিকারক তিন শ্রেণিভুক্ত হতে পারে। যেমন

- (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 (hv) এর উপস্থিতিতে Cl₂ অণুর সমভাঙ্গনের ফলে ক্লোরিন ফ্রি-রেডিকেল (Cl·) উৎপন্ন হয়।

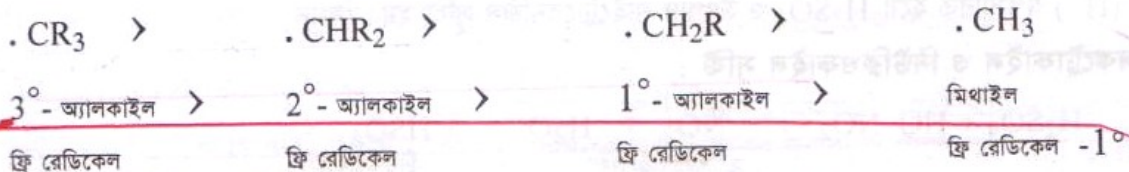


অ্যালকাইল ফ্রি-রেডিকেল : অ্যালকেন অণুর কার্বন-কার্বন সিগমা বন্ধনের সমভাঙ্গনের ফলে অ্যালকাইল ফ্রি-রেডিকেল তৈরি হয়।



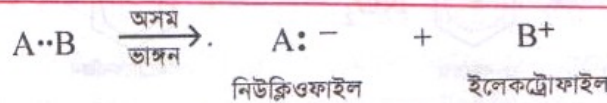
জৈব যৌগের দহন বিক্রিয়া এবং অ্যালকেনের সমাণুকরণ বিক্রিয়া ফ্রি-রেডিকেল তৈরির মাধ্যমে ঘটে।

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 :



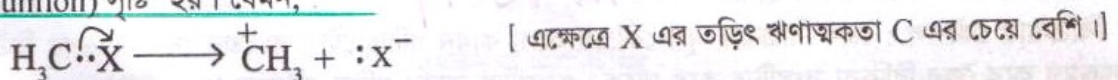
ইলেকট্রোফাইল ও নিউক্লিওফাইল :

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

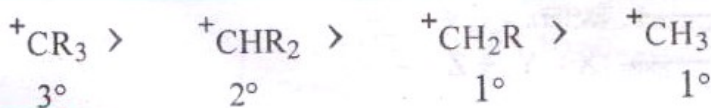


কার্বোনিয়াম আয়ন : একক ধনাত্মক চার্জের কার্বন পরমাণুযুক্ত জৈব আয়নকে কার্বোনিয়াম আয়ন বা কার্বোক্যাটায়ন (carbocation) বলে। যেমন, মিথাইল কার্বোনিয়াম আয়ন, +CH₃; ইথাইল কার্বোনিয়াম আয়ন, +CH₂CH₃।

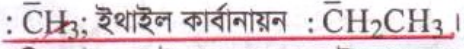
উৎপত্তি : জৈব অণুস্থিত সিগমা বন্ধনের অসম ভাঙ্গনের ফলে ধনাত্মক চার্জযুক্ত অ্যালকাইল মূলক বা কার্বোনিয়াম আয়ন (carboniumion) সৃষ্টি হয়। যেমন,



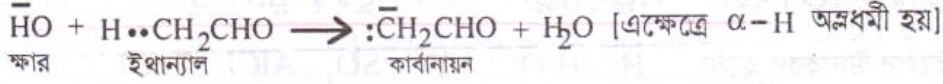
কার্বোনিয়াম আয়ন সমূহের সক্রিয়তা ও স্থায়িত্ব : কার্বোনিয়াম আয়ন ইলেকট্রন ঘাটতি হওয়ায় ইলেকট্রোফাইলরূপে খুবই সক্রিয়। কার্বোনিয়াম আয়নসমূহের স্থায়িত্বের ক্রম অ্যালকাইল ফ্রি রেডিকেলের অনুরূপ হয়।



কার্বানায়ন : একক ঋণাত্মক চার্জের কার্বন পরমাণু যুক্ত জৈব আয়নকে কার্বানায়ন বলে। যেমন, মিথাইল কার্বানায়ন



উৎপত্তি : জৈব যৌগের আলফা হাইড্রোজেন ($\alpha\text{-H}$) পরমাণু অল্পধর্মী হলে তখন লঘু ক্ষার দ্রবণের উপস্থিতিতে কার্বানায়ন সৃষ্টি হয়। যেমন,



[জেনে নাও : কার্যকরী মূলক যে C পরমাণুতে যুক্ত থাকে, সে C পরমাণুকে আলফা (α) কার্বন এবং আলফা কার্বন ($\alpha\text{-C}$) এ যুক্ত H পরমাণুকে আলফা হাইড্রোজেন ($\alpha\text{-H}$) বলা হয়।]

কার্বানায়নের সক্রিয়তা ও স্থায়িত্ব :

কার্বানায়ন ইলেকট্রন সমৃদ্ধ হওয়ায় নিউক্লিওফাইল রূপে খুবই সক্রিয়। কার্বানায়নসমূহের স্থায়িত্বের ক্রম কার্বোনিয়াম আয়নসমূহের বিপরীত। যেমন,



ইলেকট্রোফাইল বা ইলেকট্রন আকর্ষী বিকারক :

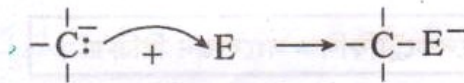
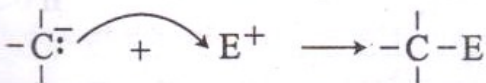
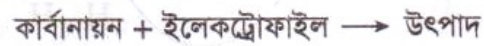
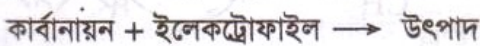
জৈব বিক্রিয়াকালে যে সব বিক্রিয়কের ইলেকট্রনের প্রতি আকর্ষণ আছে এবং ইলেকট্রন গ্রহণ করে থাকে, এদেরকে ইলেকট্রোফাইল বা, ইলেকট্রন আকর্ষী বিকারক বলে। এদেরকে E দ্বারা প্রকাশ করা হয়। ইলেকট্রোফাইলসমূহ দু'শ্রেণিভুক্ত।

(১) ধনাত্মক ইলেকট্রোফাইল (E^+) : এরা ধনাত্মক চার্জযুক্ত। যেমন মিথাইল কার্বোনিয়াম আয়ন ($^+\text{CH}_3$), ব্রোমোনিয়াম আয়ন (^+Br), নাইট্রোনিয়াম আয়ন ($^+\text{NO}_2$)।

(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 :

প্রশম ইলেকট্রোফাইলের আক্রমণ :



নিউক্লিওফাইল বা কেন্দ্রাকর্ষী বিকারক : জৈব বিক্রিয়া কালে যে সব 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।

(১) ঋণাত্মক নিউক্লিওফাইল ($:\text{Nu}^-$) : এরা ঋণাত্মক চার্জযুক্ত। যেমন, মিথাইল কার্বানায়ন $:\bar{\text{C}}\text{H}_3$, Cl^- আয়ন,

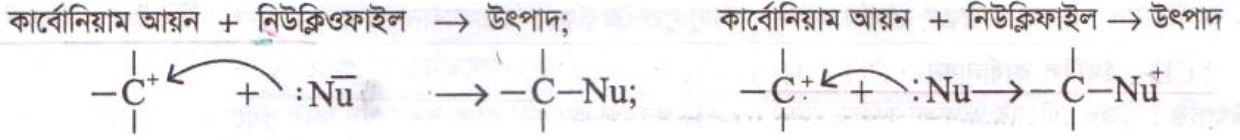
Br^- আয়ন, CN^- আয়ন, OH^- আয়ন, অ্যালকোক্সাইড আয়ন $\bar{\text{O}}\text{R}$ ।

(২) প্রশম নিউক্লিওফাইল (Nu) : এরা চার্জবিহীন যৌগ অণু এবং এদের কেন্দ্রীয় পরমাণুতে এক বা একাধিক নিঃসঙ্গ

ইলেকট্রন যুগল থাকে। যেমন, NH_3 , $\text{H}_2\text{O}:$, $\text{R}-\ddot{\text{N}}\text{H}_2$, $\text{R}-\ddot{\text{O}}\text{H}$ ইত্যাদি।

নিউক্লিওফাইলের আক্রমণকে নিম্নরূপে দেখানো হয় :

ধনাত্মক নিউক্লিওফাইলের আক্রমণ : প্রশম নিউক্লিওফাইলের আক্রমণ :



নিউক্লিওফাইলের উদাহরণ হলো HO^- , RO^- , CN^- , Cl^- , Br^- , 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 কার্যকরীমূলক যেমন কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন ($\text{C}=\text{C}$), কার্বন-কার্বন ত্রিবন্ধন ($\text{C}\equiv\text{C}$) ও কার্বনিল মূলক ($\text{C}=\text{O}$) 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 দ্বিবন্ধনের π ইলেকট্রন উভয় C-পরমাণুতে সমভাবে থাকে;

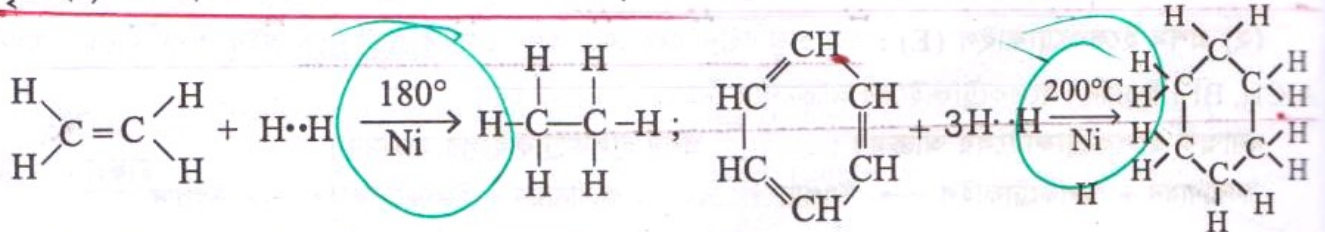
কিন্তু কার্বনিল মূলকের কার্বন-অক্সিজেন দ্বিবন্ধনের π ইলেকট্রন অক্সিজেন পরমাণুর দিকে অধিক আকৃষ্ট থাকায় পোলারিটি সৃষ্টি হয়। তাই

★ কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধনে ইলেকট্রোফিলিক সংযোজন;

★ কিন্তু কার্বনিল মূলকের দ্বিবন্ধন পোলার হওয়ায় আংশিক ধনাত্মক C-পরমাণুতে নিউক্লিওফিলিক সংযোজন বিক্রিয়া ঘটে।

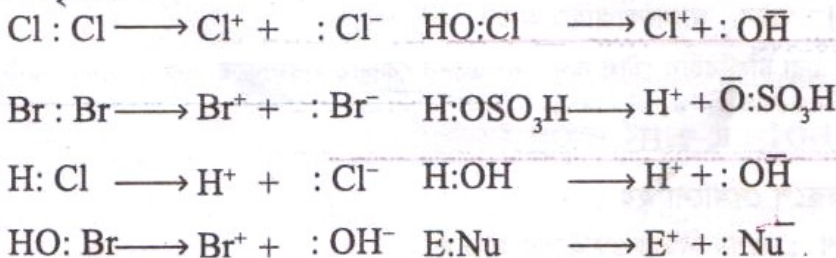
★ সংযোজন বিক্রিয়া অ্যালিফেটিক ও অ্যারোমেটিক উভয় শ্রেণির পাই (π) বন্ধন যুক্ত যৌগে ঘটে। যেমন,

★ প্রায় $180^\circ - 200^\circ\text{C}$ 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,



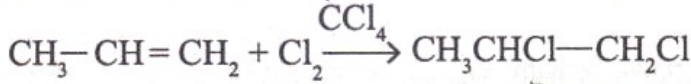
(ক) ইলেকট্রোফিলিক সংযোজন বিক্রিয়া :

ইলেকট্রোফিলিক সংযোজন বিক্রিয়া প্রধানত অ্যালকিন ও অ্যালকাইনের বৈশিষ্ট্যপূর্ণ বিক্রিয়া। এক্ষেত্রে কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন ($\text{C}=\text{C}$) ও কার্বন-কার্বন ত্রিবন্ধন ($\text{C}\equiv\text{C}$) 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 :

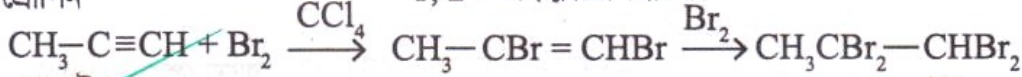


MCQ. 2.6 : নিচে দেয়া নমুনায় কোনটি ইলেকট্রোফাইল?
(ক) NH_3 (খ) H_2O
(গ) ROH (ঘ) AlCl_3

(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,



প্রোপিন 1, 2- ডাইক্লোরো প্রোপেন



প্রোপাইন

1, 1, 2, 2- টেট্রাব্রোমো প্রোপেন

পাই (π) বন্ধনে Br_2 অথবা Cl_2 সংযোজন কৌশল :

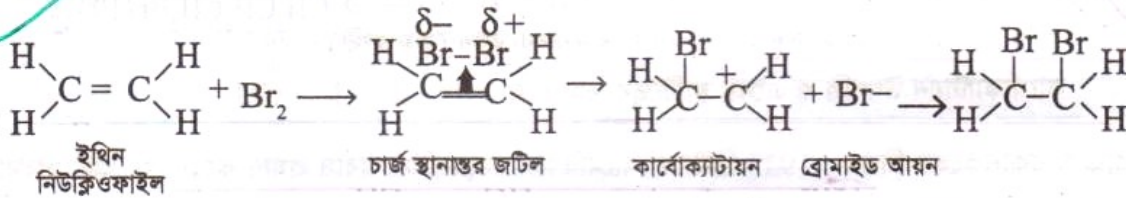
(i) অ্যালকিন ও অ্যালকাইনের ইলেকট্রনের প্রভাবে কার্বন টেট্রাক্লোরাইড (CCl_4) দ্রাবকে দ্রবীভূত ব্রোমিন অণু (Br_2)

ডাইপোল ($\delta^+ \delta^-$) সৃষ্টি করে।

(ii) এই ডাইপোলার ($\delta^+ \delta^-$) ধনাত্মক প্রান্ত অ্যালকিন অথবা অ্যালকাইনের π বন্ধনের ইলেকট্রনদ্বয়ের সাথে

সিগমা বন্ধনে আবদ্ধ হয়ে পড়ে এবং Br পরমাণুটি শেয়ারকৃত ইলেকট্রন নিয়ে ব্রোমাইড আয়ন Br^- রূপে পৃথক হয়ে পড়ে।

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

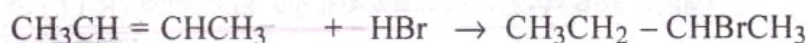
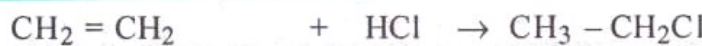


* পাই (π) বন্ধন শনাক্তকরণের বর্ণ পরিবর্তন পরীক্ষা (Colour test) এ সংযোজন বিক্রিয়ার ওপর নির্ভরশীল।

(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 বৌদ্ধ বলে, যেমন, ইথিন, $CH_2 = CH_2$ । দ্বিবন্ধনযুক্ত দুটি কার্বন পরমাণুতে অসম সংখ্যক H পরমাণু যুক্ত থাকলে ঐ বৌদ্ধকে অপ্রতিসম অসম্পৃক্ত যৌগ বলে। যেমন, প্রোপিন $CH_3CH = CH_2$ ।

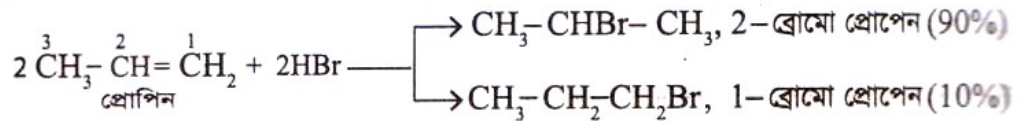
(i) HCl ও HBr সহ বিক্রিয়া : প্রতিসম অ্যালকিনের সাথে অপ্রতিসম বিকারক HCl , HBr ইত্যাদির সংযোজন বিক্রিয়ায় একটিমাত্র উৎপাদ পাওয়া যায়। যেমন,



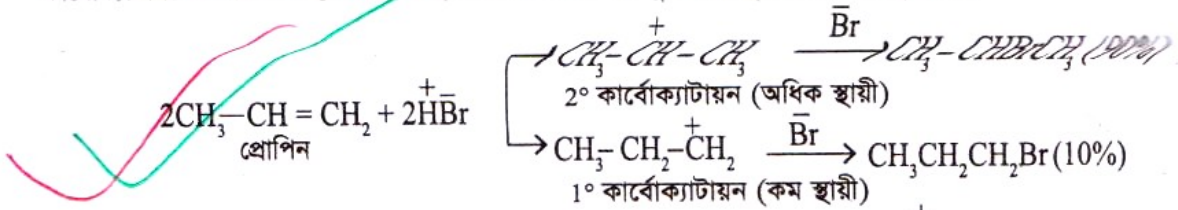
অপরদিকে অপ্রতিসম অ্যালকিনের সাথে অপ্রতিসম বিকারকসমূহ যেমন, HCl , HBr , $HOCl$, H_2SO_4 ইত্যাদির সংযোজন বিক্রিয়ায় পরিমাণে কম-বেশি দুটি উৎপাদ পাওয়া যায়। এক্ষেত্রে কোনটি প্রধান উৎপাদ হবে তা 1869 খ্রিস্টাব্দে রুশ বিজ্ঞানী দ্বারা প্রতিষ্ঠিত মারকনিকভের নিয়ম থেকে জানা যায়।

মারকনিকভের নিয়ম : অপ্রতিসম অ্যালকিনের সাথে অপ্রতিসম বিকারকের বিক্রিয়ায় বিকারকের প্রধান অংশ প্রাপ্তি অ্যালকিনের দ্বিবন্ধন যুক্ত যে কার্বনে বেশি H পরমাণু থাকে প্রধানত সে কার্বন পরমাণুতে 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।

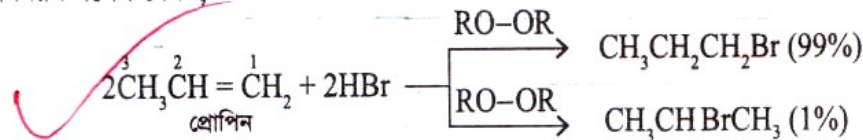


ব্যাখ্যা : প্রথম ধাপে বিকারক H..Br থেকে ইলেকট্রোফাইল রূপে H⁺ আয়ন ও নিউক্লিওফাইলরূপে ব্রোমাইড আয়ন (Br⁻) সৃষ্টি হয়। দ্বিবন্ধনের π ইলেকট্রন দ্বারা ইলেকট্রোফাইল (H⁺) আকৃষ্ট হলে কমশক্তি সহযোগে অধিক স্থায়ী 2° কার্বোক্যাটায়ন অধিক সংখ্যায় এবং অধিক শক্তি সহযোগে কমস্থায়ী 1° কার্বোক্যাটায়ন কম সংখ্যায় সৃষ্টি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



কার্বোক্যাটায়ন উৎপত্তি ও এদের স্থায়িত্বের ক্রম হলো : 3° > 2° > 1° > CH₃⁺

বিপরীত মারকনিকভের নিয়ম : 1933 খ্রিষ্টাব্দে আমেরিকান রসায়নবিদ খারাস প্রমাণ করেন যে, অল্প পরিমাণ জৈব পারঅক্সাইড 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,



ব্যাখ্যা : প্রথমে জৈব পারঅক্সাইড উত্তপ্ত অবস্থায় বিয়োজিত হয়ে দুটি অ্যালকোক্সি (R-O.) ফ্রি রেডিকেল উৎপন্ন করে। পরে এটি HBr কে আক্রমণ করে ব্রোমিন ফ্রি রেডিকেল (Br.) তৈরি করে। এটি প্রোপিনকে আক্রমণ করে অধিক স্থায়ী 2° ব্রোমো অ্যালকাইল ফ্রি রেডিকেল তৈরি করে। সব শেষে 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।

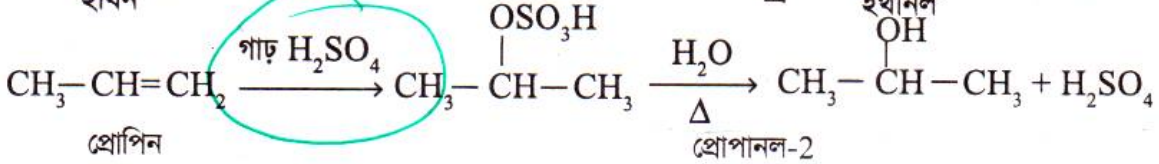
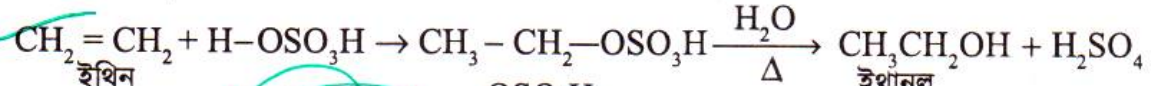


অধিক স্থায়ী ফ্রি রেডিকেল

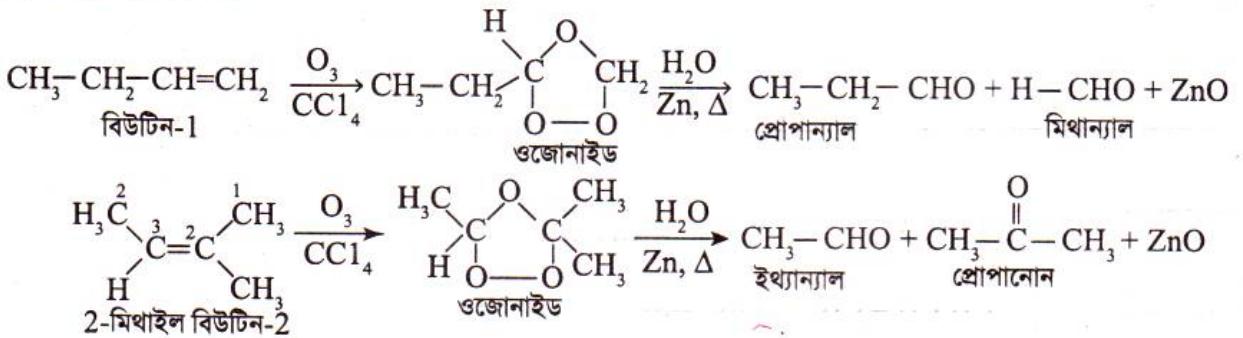


জেনে নাও : মারকনিকভের নিয়ম মতে, সংযোজন বিক্রিয়াটি ইলেকট্রন আকর্ষী আয়নিক বিক্রিয়া। কিন্তু বিপরীত মারকনিকভের নিয়ম মতে, জৈব পার অক্সাইডের উপস্থিতিতে সংযোজন বিক্রিয়াটি ঘটে ফ্রি-রেডিকেল মেকানিজম অনুসরণ করে।

(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।



(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,

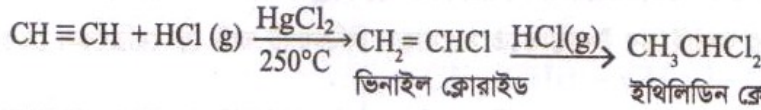
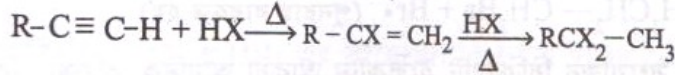


অসম্পূর্ণ হাইড্রোকার্বনের সাথে ওজোনের বিক্রিয়ায় প্রথমে ওজোনাইড গঠন এবং পরে ওজোনাইডের আর্দ্র বিশ্লেষণ-এ দু'স্তরবিশিষ্ট বিক্রিয়াকে ওজোনোলাইসিস (Ozonolysis) বলে। অ্যালকিন, অ্যালকাইন ও বেনজিনে ওজোনোলাইসিস বিক্রিয়া ঘটে। দ্বিবন্ধনের π ও σ উভয় বন্ধন এবং ত্রিবন্ধনের দুটি π বন্ধন ওজোনাইড গঠনে অংশ নেয়।

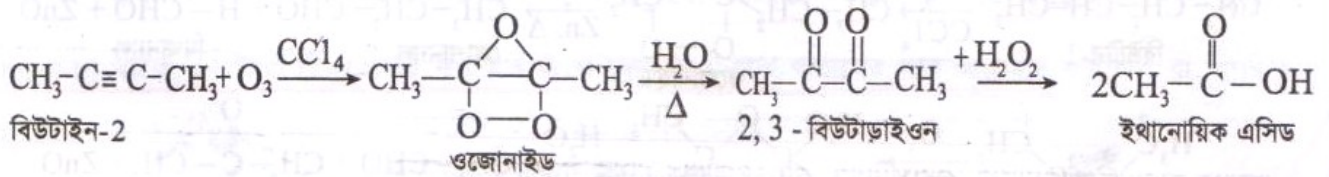
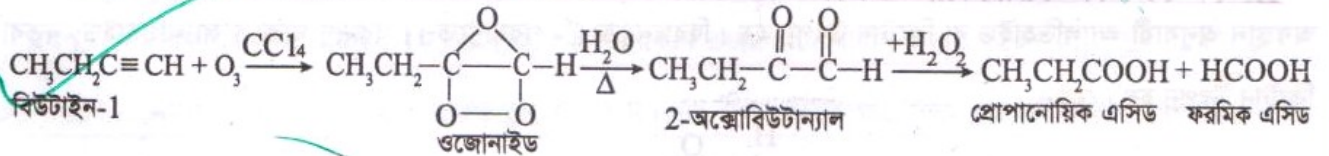
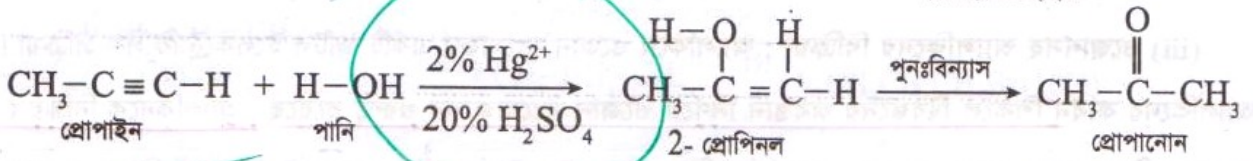
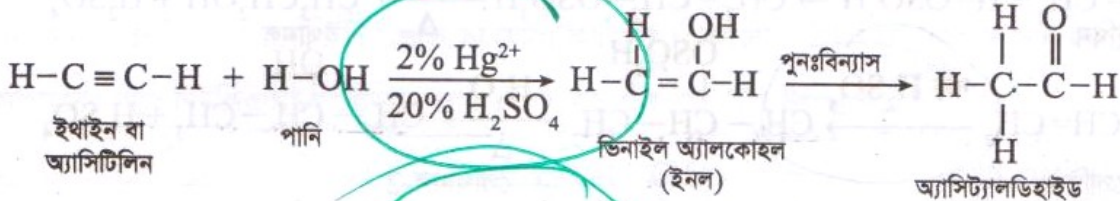
(৩) অ্যালকাইনে অপ্রতিসম বিকারক সংযোজন :

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

এক্ষেত্রে প্রথমে মারকনিকভের নিয়ম অনুসৃত হয়।



(ii) পানি (H_2O) সংযোজন : লঘু H_2SO_4 এসিডে দ্রবীভূত 2% মারকিউরিক সালফেট $HgSO_4$ -এর উপস্থিতিতে $60^\circ-75^\circ C$ 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।

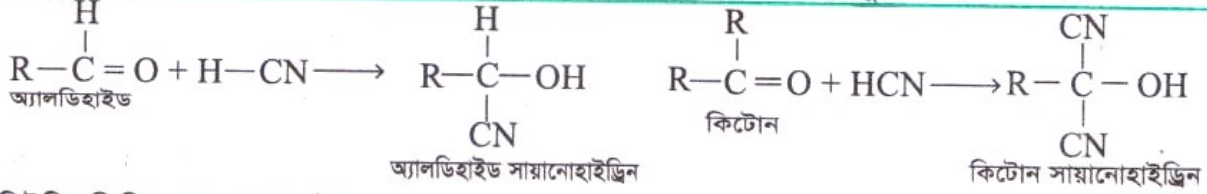


(খ) নিউক্লিওফিলিক সংযোজন বিক্রিয়া

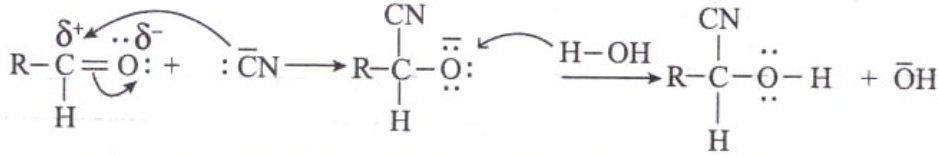
দ্বিযোজী কার্বনিল মূলক ($\chi=O$) যুক্ত অ্যালডিহাইড-কিটোনে নিউক্লিওফিলিক সংযোজন বিক্রিয়া ঘটে। অক্সিজেন ও কার্বন পরমাণুর তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্য ($3.5 - 2.5 = 1.0$) অধিক হওয়ায় $\chi=O$ মূলকের ইলেকট্রন অক্সিজেন পরমাণুর দিকে অধিক আকৃষ্ট হয়। ফলে অক্সিজেন পরমাণুতে আংশিক ঋণাত্মক চার্জ (δ^-) এবং কার্বন পরমাণুতে আংশিক ধনাত্মক চার্জ (δ^+) 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 নিউক্লিওফাইলরূপে সায়ানাইড

(CN⁻) আয়ন (HCN), সোডিয়াম সালফাইট (-OSO₂Na) আয়ন (NaHSO₃), $\ddot{\text{N}}\text{H}_3$ অণু গ্রিগনার্ড বিকারক (RMgX) ও কার্বানায়ন কাজ করে।

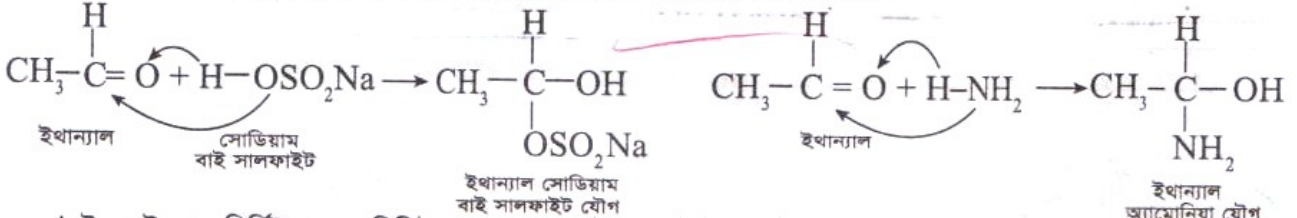
(i) কার্বনিল যৌগে HCN সংযোজন : সব অ্যালডিহাইড ও অধিকাংশ কিটোন হাইড্রোজেন সায়ানাইড (HCN) এর দ্রবণে নিউক্লিওফিলিক সংযোজন বিক্রিয়া দ্বারা অ্যালডিহাইড বা কিটোন সায়ানোহাইড্রিন যুত যৌগ গঠন করে।



নিউক্লিওফিলিক সংযোজন কৌশল : লঘু NaOH ক্ষার দ্রবণের উপস্থিতিতে HCN এর আয়নীকরণ বৃদ্ধি পায়। উৎপন্ন অধিক সংখ্যক সায়ানাইড (:CN⁻) আয়ন নিউক্লিওফাইলরূপে আংশিক ধনাত্মক কার্বনিল কার্বনকে আক্রমণ করে। শেষ ধাপে ঋণাত্মক অক্সিজেন পরমাণুটি পানি (H₂O) অণু থেকে প্রোটন (H⁺) গ্রহণ করলে সংযোজন বিক্রিয়া শেষ হয়।

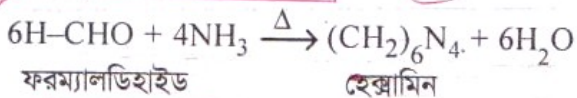


(ii) অনুরূপভাবে, সোডিয়াম বাইসালফাইট (NaHSO₃), NH₃ ও মিথাইল ম্যাগনেসিয়াম ব্রোমাইড (CH₃MgBr) বা গ্রিগনার্ড বিকারকের সাথে কার্বনিল যৌগের নিউক্লিওফিলিক সংযোজন বিক্রিয়া ঘটে।

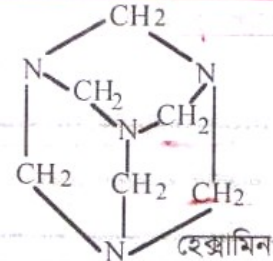


* উভয় উৎপাদ নির্দিষ্ট গলনাঙ্কবিশিষ্ট কেলাসাকার যৌগ। তাই জৈব যৌগের মিশ্রণ থেকে কার্বনিল যৌগ পৃথকীকরণে এ বিক্রিয়ার ব্যবহার আছে।

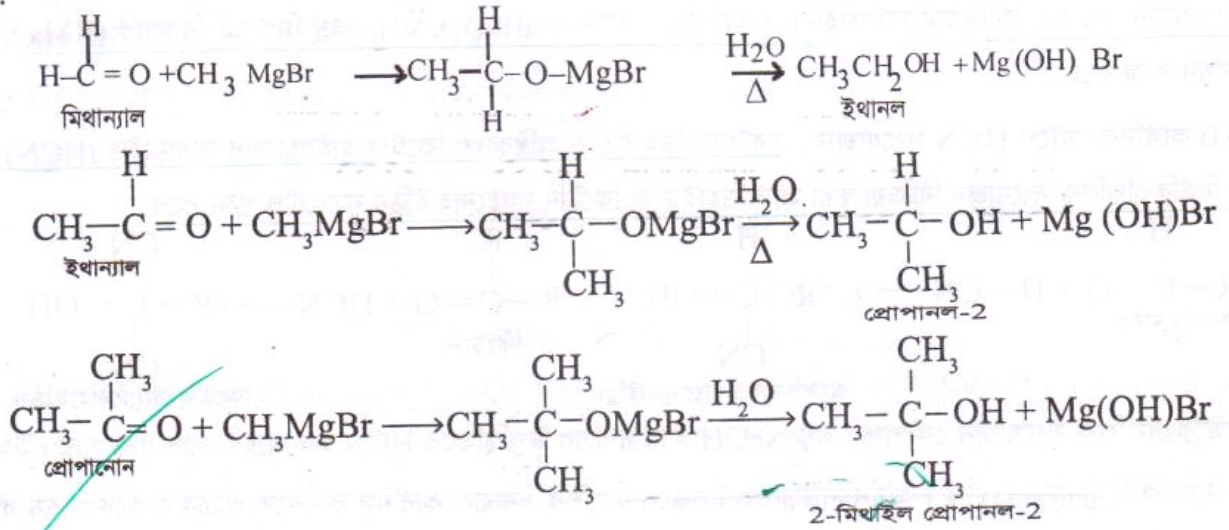
বিশেষ দ্রষ্টব্য : একমাত্র ফরম্যালডিহাইড (HCHO) অন্যান্য অ্যালডিহাইড ও কিটোনের মতো NH₃ এর সাথে নিউক্লিওফিলিক সংযোজন বিক্রিয়া দেয় না। ফরম্যালডিহাইডের 40% জলীয় দ্রবণ বা ফরমালিনকে গাঢ় NH₃ দ্রবণের সাথে উত্তপ্ত করলে ছয় অণু H-CHO এর সাথে চার অণু NH₃ এর মধ্যে ঘনীভবন বিক্রিয়ার ফলে হেক্সামিথিলিন টেট্রাঅ্যামিন বা হেক্সামিন নামক সাইক্লিক পলিমার গঠিত হয়। হেক্সামিন রিউমেটিক ফিভার বা বাতজ্বর ও প্রস্রাবের থলি সংক্রান্ত প্রদাহ রোগে ওষুধরূপে ব্যবহৃত হয়।



M 41-12



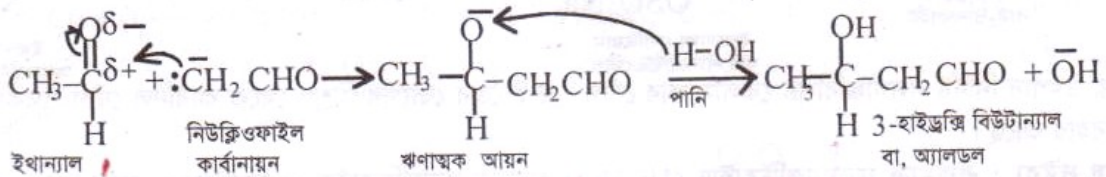
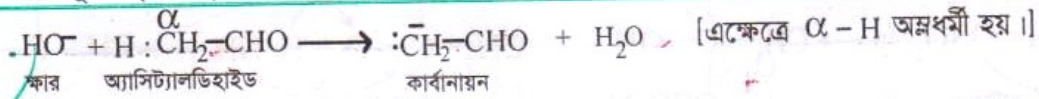
* গ্রিগনার্ড বিকারকসহ বিক্রিয়া : কার্বনিল যৌগ ও গ্রিগনার্ড বিকারকের সাথে নিউক্লিওফিলিক সংযোজন বিক্রিয়ায় গঠিত যুত যৌগকে আর্দ্র বিশ্লেষিত করলে বিভিন্ন অ্যালকোহল উৎপন্ন হয়। যেমন, এ বিক্রিয়ায় ফরম্যালডিহাইড বা মিথান্যাল (H-CHO) থেকে 1° অ্যালকোহল, অ্যাসিট্যালডিহাইড CH₃CHO থেকে 2°-অ্যালকোহল ও অ্যাসিটোন বা প্রোপানোন (CH₃COCH₃) থেকে 3°-অ্যালকোহল উৎপন্ন হয়।



* এ বিক্রিয়া দ্বারা 1°, 2°, 3° অ্যালকোহল প্রস্তুত করা যায়।

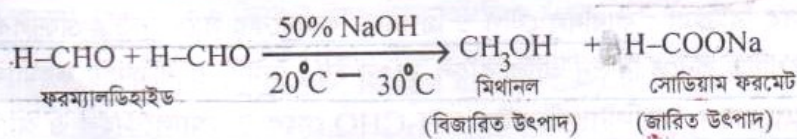
(iii) কার্বনিল যৌগে কার্বানায়ন সংযোজন : অ্যালডল ঘনীভবন :

অল্ফা (α) H-পরমাণুযুক্ত অ্যালডিহাইড যেমন অ্যাসিট্যালডিহাইড (CH₃CHO) লঘু NaOH দ্রবণের উপস্থিতিতে বিক্রিয়া কালে প্রথমে এক অণু CH₃CHO থেকে কার্বানায়ন তৈরি হয়। পরে ঐ কার্বানায়ন ২য় CH₃CHO এর আংশিক ধনাত্মক কার্বনিল কার্বনের সাথে নিউক্লিওফিলিক সংযোজন দ্বারা কার্বন-কার্বন ঋণাত্মক আয়ন গঠন করে। শেষে ঐ ঋণাত্মক আয়ন H₂O 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।

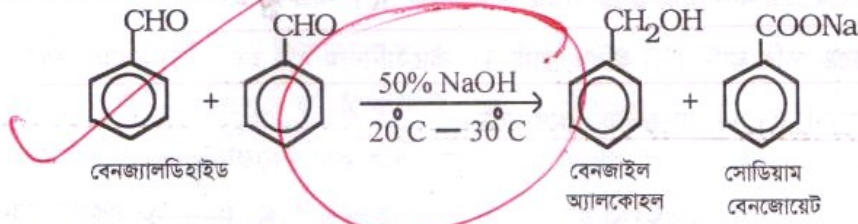


উল্লেখ্য α-H যুক্ত কিটোন যেমন CH₃COCH₃ এর বেলায়ও এরূপ নিউক্লিওফিলিক সংযোজন ঘটে; তবে উৎপন্ন যৌগে কিটো মূলক (-CO-) এবং (-OH) মূলক থাকে; এক্ষেত্রেও এ বিক্রিয়াকে অ্যালডল ঘনীভবন বলে। এক্ষেত্রে বিক্রিয়া হার কম।

উল্লেখ্য α-H বিহীন ফরম্যালডিহাইড (H-CHO) অ্যালডল বিক্রিয়া দেয় না। বরঞ্চ গাঢ় NaOH দ্রবণে দুই অণু ফরম্যালডিহাইড জারণ-বিজারণ বিক্রিয়ার ফলে এক অণু বিজারিত হয়ে মিথানল (CH₃OH) ও অপর H-CHO অণু জারিত হয়ে সোডিয়াম ফরমেট (HCOONa) গঠন করে; এরূপ বিক্রিয়াকে আবিষ্কারকের নামানুসারে ক্যানিজারো বিক্রিয়া বলে।

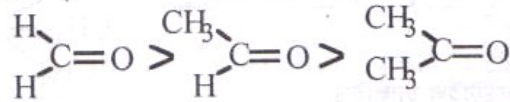


অনুরূপভাবে বেনজ্যালডিহাইড (C₆H₅CHO) ও ট্রাইমিথাইল অ্যাসিট্যালডিহাইড [(CH₃)₃C-CHO] ক্যানিজারো বিক্রিয়া দেয়। কারণ উভয় অ্যালডিহাইডে α-C পরমাণু থাকলেও এতে α-H নেই।



নিউক্লিওফিলিক সংযোজন বিক্রিয়ায় অ্যালডিহাইড ও কিটোনের সক্রিয়তা :

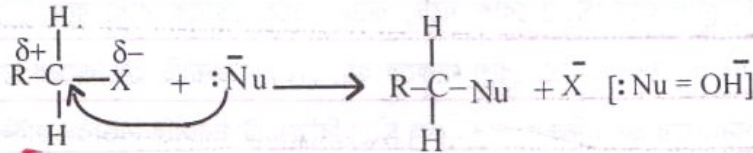
কার্বনিল মূলক ($\overset{\delta+}{\text{C}}=\overset{\delta-}{\text{O}}$) এর কার্বনের ধনাত্মক চার্জের পরিমাণের ওপর অ্যালডিহাইড-কিটোনের সক্রিয়তা নির্ভরশীল। ঐ কার্বনে কোনো কারণে ধনাত্মক চার্জের মাত্রা কমে গেলে ঐ যৌগে সক্রিয়তাও কমে। অ্যালকাইল মূলক (-R) যেমন, -CH₃ মূলক-এর ধনাত্মক আবেশধর্মিতা বা ইলেকট্রন ঘনত্ব যোগান দেয়া ধর্ম আছে; তাই কার্বনিল মূলক ($\overset{\delta+}{\text{C}}=\overset{\delta-}{\text{O}}$) এর সাথে -CH₃, -C₂H₅ ইত্যাদি মূলক যুক্ত হলে তখন কার্বনিল মূলকের 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 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। এক্ষেত্রে আক্রমণকারী বিকারক ইলেকট্রোফাইল, নিউক্লিওফাইল ও ফ্রি-রেডিকেল হতে পারে এবং জৈব যৌগের আক্রান্ত প্রান্তের কার্বনটি সিগমা বন্ধনযুক্ত থাকে। উল্লেখ্য অ্যালিফেটিক সম্পৃক্ত কার্বনের অধিকাংশ প্রতিস্থাপন বিক্রিয়াই নিউক্লিওফিলিক। কিন্তু অ্যারোমেটিক বেনজিন বলয়ে সব প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া ইলেকট্রোফিলিক। কারণ বেনজিনয়েড বলয়ের π ইলেকট্রন মেঘ দ্বারা নিউক্লিওফাইল বিকর্ষিত হয়।

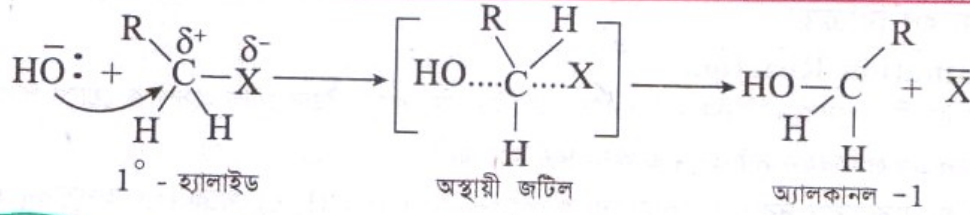
(ক) নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন (Nucleophilic Substitution) : যে জৈব বিক্রিয়ায় সম্পৃক্ত কার্বন পরমাণুতে নিউক্লিওফাইল দ্বারা প্রতিস্থাপন ঘটে, তাকে নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন বা সংক্ষেপে S_N বিক্রিয়া বলে।



(v) বিক্রিয়াটি প্রথম ক্রমের হয় অর্থাৎ বিক্রিয়ার হার একটিমাত্রা বিক্রিয়ক RX এর ঘনমাত্রার ১ম ঘাতের সমাণুপাতিক হয়; (vi) অবস্থান্তর অস্থায়ী জটিল সৃষ্টি হয় না। (vii) উৎপাদে জ্যামিতিক কাঠামো অপরিবর্তিত থাকে।

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)।

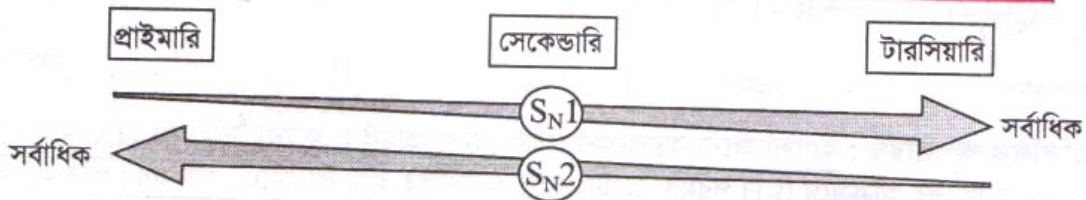
S_N2 বিক্রিয়ার কৌশল : $R-\overset{\delta^+}{C}H_2-\overset{\delta^-}{X}$ এর X পরমাণু যে দিকে থাকে, তার বিপরীত দিক থেকে আংশিক ধনাত্মক কার্বন পরমাণুকে নিউক্লিওফাইল ($:\bar{O}H$) আক্রমণ করে। তখন নতুন সমযোজী বন্ধন গড়ন এবং পুরাতন C-X বন্ধন ভাঙ্গন সহকারে অস্থায়ী জটিল সৃষ্টি হয়। শেষে C-X বন্ধনটি ভেঙ্গে 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। এক্ষেত্রে যৌগের ত্রিমাত্রিক কাঠামো পরিবর্তনকে বিজ্ঞানী পল ওয়ালডেনের নামানুসারে ওয়ালডেল ইনভারসন (Walden inversion) বলে।



S_N2 বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে RX এর সক্রিয়তার ক্রম হলো $1^\circ RX > 2^\circ RX > 3^\circ RX$ । অর্থাৎ $1^\circ RX$ প্রধানত S_N2 বিক্রিয়া, $3^\circ RX$ প্রধানত S_N1 বিক্রিয়া এবং $2^\circ RX$ এর বেলায় S_N1 ও S_N2 সমভাবে ঘটে।

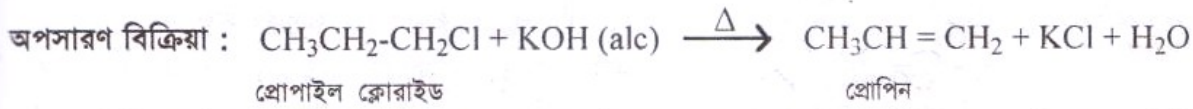
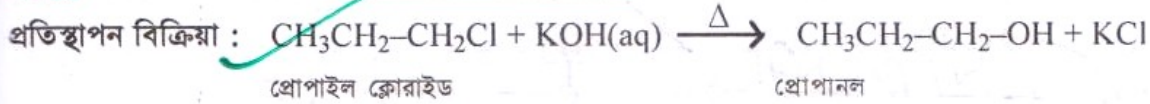
S_N1 ও S_N2 বিক্রিয়ার তুলনা :

- (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 হ্যালাইডের 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 সক্রিয়তার ক্রম হলো এর বিপরীত $CH_3X > 1^\circ > 2^\circ > 3^\circ R-X$ ।

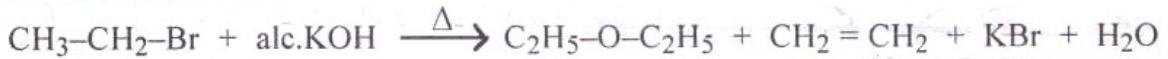


- (৩) **বিক্রিয়ার ক্রম :** S_N1 বিক্রিয়া প্রথম ক্রম (first order) বিক্রিয়া এবং S_N2 বিক্রিয়া দ্বিতীয় ক্রম (second order) বিক্রিয়া হয়।
- (৪) **বিক্রিয়ার ফেক্টর :** S_N1 এর গতির মূলে রয়েছে ইলেকট্রনিক ফেক্টর বা অধিক শাখায়ুক্ত কার্বন শিকল। কিন্তু S_N2 এর গতির মূলে রয়েছে steric factor বা ত্রিমাত্রিক 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 ননপোলার 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

নিউক্লিওফাইল OH^- আয়নগুলো পানির তুলনায় ইথানল দ্বারা কম সলভেটেড (দ্রাবক-যোজিত) থাকে; ফলে সবল নিউক্লিওফাইল ও ক্ষারকরূপে $\beta\text{-H}$ 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 ক্ষার ও দুর্বল নিউক্লিওফাইল হয়। ঐ সব দুর্বল নিউক্লিওফাইল আংশিক পোলার RX এর C- পরমাণুকে আক্রমণ করতে সক্ষম হয় এবং প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া তুলনামূলকভাবে অধিক ঘটে। মনে রাখা দরকার যে, প্রতিস্থাপন ও অপসারণ বিক্রিয়া RX -এর অবস্থা নির্ভর দুই প্রকার বিক্রিয়া।



এ বিক্রিয়ায় ইথারও উৎপন্ন হয়। যেমন, ব্রোমোইথেন ও alc.KOH এর বিক্রিয়া একই সঙ্গে ডাইইথাইল ইথার (90%) ও ইথিলিন (10%) উৎপন্ন করে।

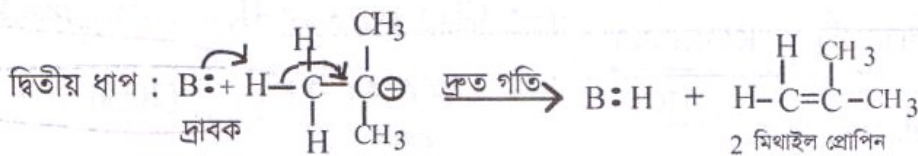
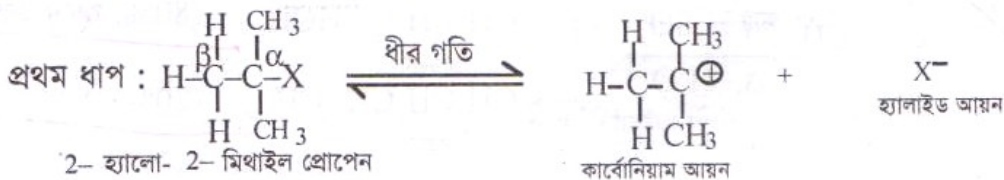


অনুরূপভাবে iso-প্রোপাইল ব্রোমাইড ও alc.KOH এর বিক্রিয়ায় 80% প্রোপাইলিন উৎপন্ন হয়। কিন্তু tert-বিউটাইল ব্রোমাইড alc.KOH এর সঙ্গে বিক্রিয়ায় 100% iso-বিউটাইলিন উৎপন্ন করে। এ সব উদাহরণ থেকে দেখা যায় যে, অপসারণ বিক্রিয়া হ্যালোজেনো অ্যালকেনের আণবিক গঠন প্রকৃতি (structure) এর ওপর নির্ভর করে।

অপসারণ বিক্রিয়ার শ্রেণিবিভাগ :

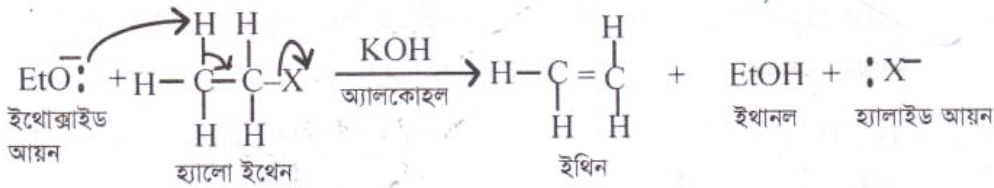
প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার মতো অপসারণ বিক্রিয়াও এক আণবিক অপসারণ (E_1) ও দ্বিআণবিক অপসারণ (E_2)—এই দুই প্রকার মেকানিজমে ঘটে। প্রধানত টারসিয়ারি হ্যালোজেনো অ্যালকেন থেকে (E_1) মেকানিজম দ্বারা এবং প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি হ্যালোজেনো অ্যালকেন থেকে E_2 মেকানিজম দ্বারা অ্যালকোহলীয় KOH এর উপস্থিতিতে অ্যালকিন উৎপন্ন হয়। যেমন,

এক আণবিক অপসারণ বা E_1 এর মেকানিজম : প্রতিস্থাপনের $\text{S}_{\text{N}}1$ মেকানিজমের মত E_1 মেকানিজমও দু ধাপে ঘটে। প্রথম ধাপে R-X থেকে বিদায়ী গ্রুপ হ্যালাইড আয়ন হ্যালাইড আয়ন ($:\text{X}^-$) চলে যায় এবং কার্বোনিয়াম আয়ন সৃষ্টি হয়। দ্বিতীয় ধাপে দ্রাবক (B:) এর আক্রমণে কার্বোনিয়াম আয়নের $\beta\text{-}$ কার্বন থেকে একটি H পরমাণু প্রোটনরূপে অপসারিত হয়। ফলে $\beta\text{-}$ 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,



দ্বিআণবিক অপসারণ বা E₂ এর মেকানিজম : প্রতিস্থাপনের S_N2 মেকানিজমের মতো E₂ 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 ⇌ EtO⁻ + H₂O + K⁺

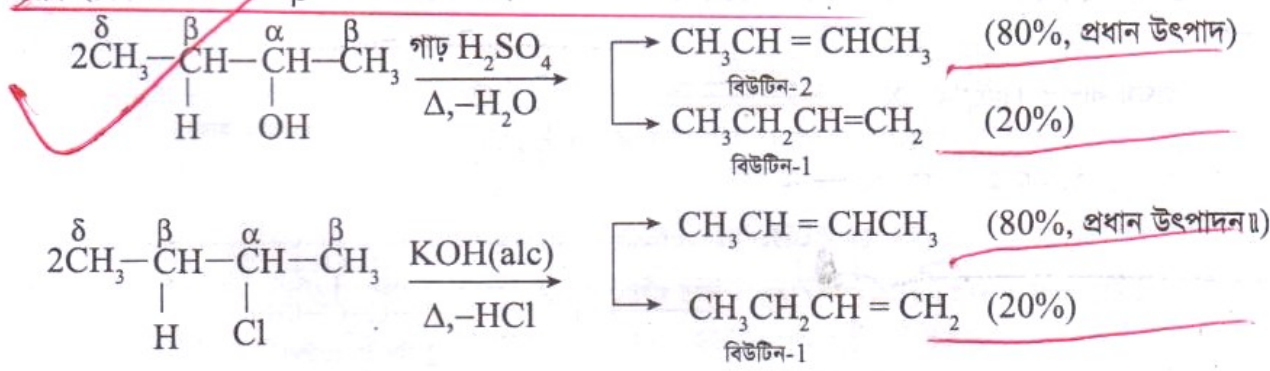


প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া বনাম অপসারণ বিক্রিয়া :

হ্যালোজেনো অ্যালকেনের সঙ্গে নিউক্লিওফিলিক বিকারকের বিক্রিয়ায় প্রতিস্থাপন ও অপসারণ বিক্রিয়ার মধ্যে কোন বিক্রিয়াটি প্রাধান্য লাভ করবে তা নিম্নরূপ অবস্থার ওপর নির্ভর করে।

- (১) হ্যালোজেনো অ্যালকেনের গঠন যতই টারসিয়ারি থেকে প্রাইমারির দিকে হবে বিক্রিয়াটি ততই E₂ মেকানিজমে ঘটবে। এর বিপরীতক্রমে S_N2 মেকানিজম প্রাধান্য লাভ করে।
- (২) শক্তিশালী ক্ষারক বা নিউক্লিওফাইল যেমন, অ্যালকোহলীয় KOH অর্থাৎ অ্যালকোক্সাইড আয়ন অপসারণ E₂ 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 E₁ বিক্রিয়াকে ত্বরান্বিত করে। আবার E₂ 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।

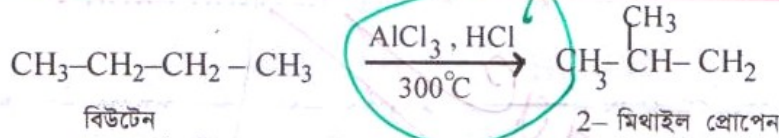
সাইজেফ নিয়ম (Saytzeff rule) : সেকেন্ডারি অ্যালকোহল ও সেকেন্ডারি অ্যালকাইল হ্যালাইড থেকে যথাক্রমে পানি (H₂O) ও HX অপসারণ বিক্রিয়ায় একাধিক অ্যালকিন উৎপন্ন হওয়ার ক্ষেত্রে অধিক শাখাযুক্ত অ্যালকিনটিই প্রধান উৎপাদ হবে। এ নিয়মটিকে β-অপসারণের সাইজেফ নিয়ম বলে। যেমন :



২.১০.৪ পারমাণবিক পুনর্বিন্যাস বা সমাণুকরণ

Rearrangement or isomerization

যে বিক্রিয়ায় কোনো যৌগের অণুস্থিত বিভিন্ন পরমাণু বা মূলক পরস্পরের মধ্যে পুনর্বিন্যাস হয়ে নতুন গাঠনিক সংকেতবিশিষ্ট নতুন যৌগ উৎপন্ন করে, তাকে পারমাণবিক পুনর্বিন্যাস বা সমাণুকরণ বলা হয়। এক্ষেত্রে উভয় যৌগের আণবিক সংকেত একই হয়। যেমন, অনূর্ধ্ব $AlCl_3$ ও HCl গ্যাস মিশ্রণের প্রভাবে $300^\circ C$ তাপমাত্রায় বিউটেন অণুর পারমাণবিক পুনর্বিন্যাস বা সমাণুকরণের ফলে ২- মিথাইল প্রোপেন উৎপন্ন হয়। যেমন,



এ বিক্রিয়ায় অধিকাংশ ক্ষেত্রে কার্বন শিকলের একটি কার্বন পরমাণু থেকে এর পার্শ্বের কার্বন পরমাণুতে মূলক বা পরমাণু স্থানান্তরিত হয়। এজন্য এরূপ বিক্রিয়াকে ১, ২ শিফট বা স্থানান্তর পুনর্বিন্যাস বিক্রিয়াও বলা হয়। এক্ষেত্রে চলে আসা মূলকটিকে ভ্রমণকারী মূলক (R-) বা migrating group বলা হয়। R-মূলকটি এর বন্ধন ইলেকট্রন-জোড় (R:) নিয়ে এসে পুনর্বিন্যাস 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^\cdot) 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,



বেনজিন থেকে অধিক সক্রিয়

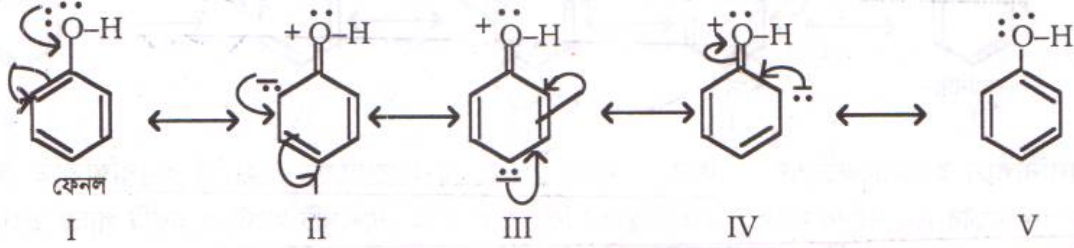
বেনজিন থেকে কম সক্রিয়

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।

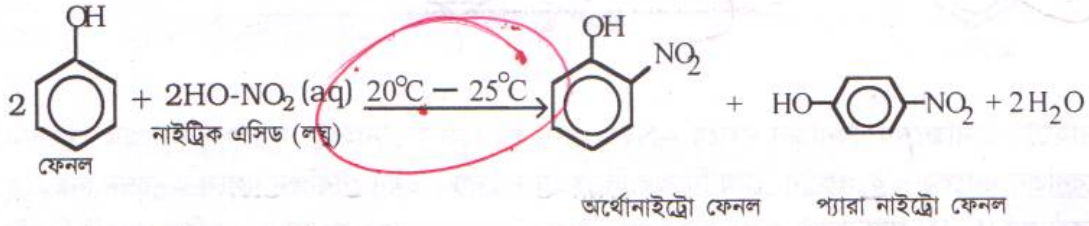
আবেশীয় ফল : C পরমাণুর সাথে যুক্ত X পরমাণু দ্বারা সিগ্মা বন্ধনের পোলারিকরণকে X এর আবেশীয় ধর্ম বলে। যদি কার্বন অপেক্ষা X অধিক তড়িৎঋণাত্মক হয় (যেমন, F, Cl, Br), তখন X এর আবেশীয় ধর্মকে ঋণাত্মক আবেশীয় ফল (-I) বলে। আবার অ্যালকাইল মূলক R- (যেমন; CH_3- , C_2H_5-) থেকে ইলেকট্রন ঘনত্ব সিগ্মা বন্ধনের কার্বন পরমাণুর দিকে সরে যায়, তাকে অ্যালকাইল মূলকের ধনাত্মক আবেশীয় ফল (+I) বলা হয়। যেমন,

*** ফেনলের বেনজিন বলয়ে -OH মূলকের প্রভাব :**

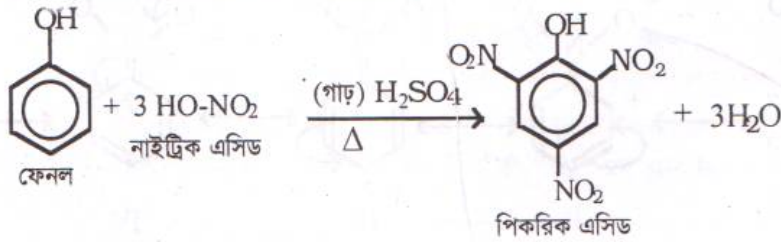
বেনজিন বলয়ে-OH মূলক যুক্ত থাকলে ঐ যৌগকে ফেনল বলে। ফেনল অণুতে-OH মূলকের 'ধনাত্মক মেসোমারিক ফল' দ্বারা -OH মূলকের নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগলের মেঘ বেনজিন বলয়ে ঠেলে দেয়। তখন নিম্নরূপে বেনজিন বলয়ে অনুরণন ঘটে। ফলে -OH মূলকের অর্ধো ও প্যারা অবস্থানে ইলেকট্রন ঘনত্ব বৃদ্ধি পায়; তখন আগমনকারী ইলেকট্রোফাইল ঐ সব সক্রিয় স্থানে সহজে প্রতিস্থাপন ঘটাতে পারে। যেমন,



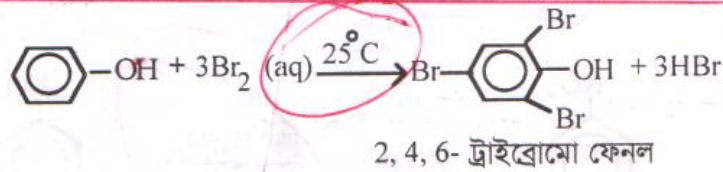
(১) ফেনলে নাইট্রেশন : বেনজিনের নাইট্রেশন 60°C- এ গাঢ় H₂SO₄ এর উপস্থিতিতে গাঢ় HNO₃ সহ ঘটলেও ফেনলের নাইট্রেশন 25°C- এ লঘু HNO₃ সহযোগে ঘটে। ফলে অর্ধো নাইট্রো ও প্যারা নাইট্রো ফেনল সমাণু উৎপন্ন হয়। এতে প্রমাণিত হয় -OH মূলক বেনজিন বলয়কে অধিক সক্রিয় করেছে।



ফেনল থেকে পিকরিক এসিড : গাঢ় HNO₃ ও গাঢ় H₂SO₄ 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 (অ্যান্টিসেপটিক রূপে ব্যবহৃত) ও পানি উৎপন্ন হয়।

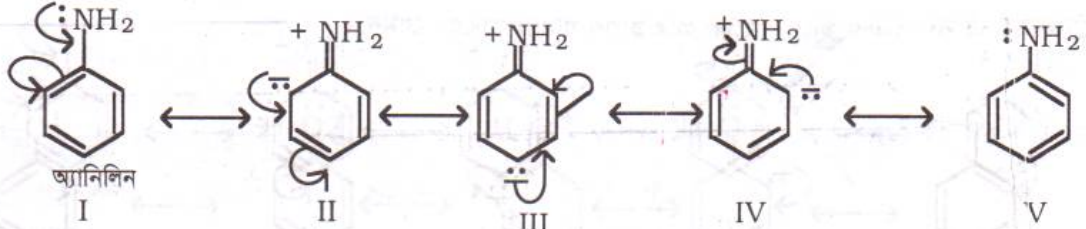


(২) ফেনলে হ্যালোজেনেশন : 25°C-এ হ্যালোজেন বাহকের অনুপস্থিতিতে ফেনলের মধ্যে লাল বর্ণের Br₂ পানি যোগ করলে 2, 4, 6-ট্রাইব্রোমো ফেনলের হল্‌দে সাদা অধঃক্ষেপ ও HBr উৎপন্ন হয়।

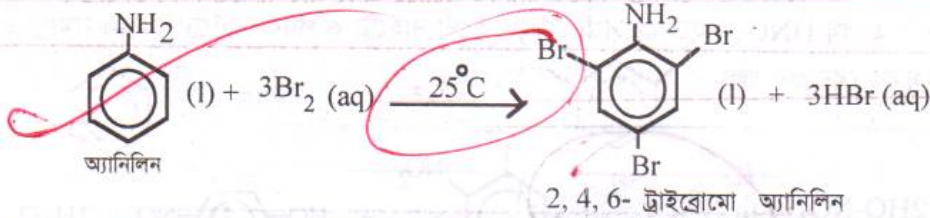


এক্ষেত্রে-OH মূলক বেনজিন বলয়ে এর অর্ধো ও প্যারা অবস্থানগুলোকে অধিক সক্রিয় করেছে প্রমাণিত হয়। এ বিক্রিয়ার সাহায্যে ফেনল শনাক্ত করা হয়।

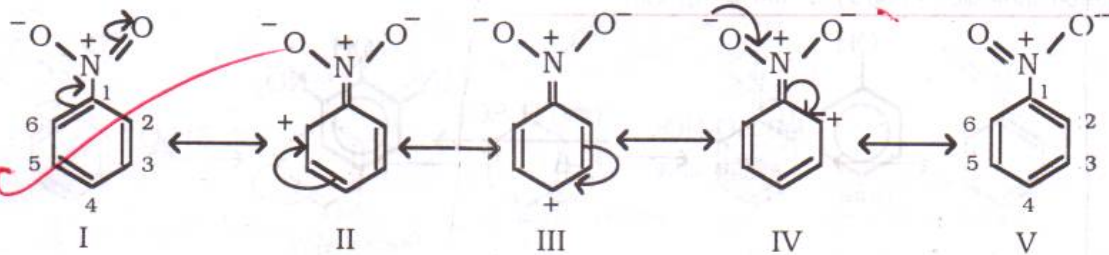
* অ্যানিলিনের বেনজিন বলয়ে $-NH_2$ মূলকের প্রভাব : বেনজিন বলয়ে $-NH_2$ মূলক যুক্ত থাকলে ঐ যৌগকে অ্যানিলিন বলে। অ্যানিলিন অণুতে $-NH_2$ মূলক 'ধনাত্মক মেসোমারিক ফল' দ্বারা এর নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগলের মেঘ বেনজিন বলয়ে ঠেলে দেয়। তখন অনুরণন কাঠামো II - IV মতে অর্থাৎ ও প্যারা অবস্থানে ইলেকট্রন ঘনত্ব বৃদ্ধি পেয়ে বেনজিন বলয় অধিক সক্রিয় হয়। আগমনকারী ইলেকট্রোফাইল ঐ সব সক্রিয় স্থানে সহজে প্রতিস্থাপন ঘটাতে পারে। যেমন,



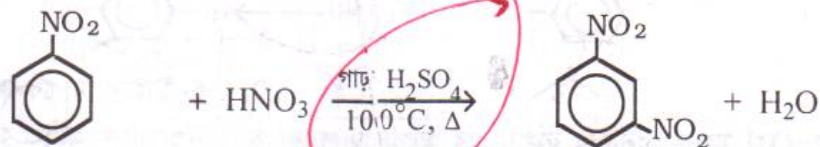
(১) অ্যানিলিনে হ্যালোজেনেশন : ফেনলের মতো $25^\circ C$ -এ হ্যালোজেন বাহকের অনুপস্থিতিতে অধিক সক্রিয় অ্যানিলিন লাল বর্ণের Br_2 পানির সাথে দ্রুত প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ায় একই সঙ্গে দুটি অর্থাৎ ও একটি প্যারা স্থানে Br পরমাণু প্রবেশ করে, ফলে 2, 4, 6-ট্রাইব্রোমো অ্যানিলিন বা ফিনাইল অ্যামিনের সাদা অধঃক্ষেপ দেয়।



* 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 অর্থাৎ 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।



যেমন, বেনজিনকে $60^\circ C$ -এ নাইট্রেশন করলে নাইট্রোবেনজিন উৎপন্ন হয়। কিন্তু নাইট্রোবেনজিনকে $100^\circ C$ -এ নাইট্রেশন করলে 1, 3-ডাইনাইট্রোবেনজিন উৎপন্ন হয়। এতে প্রমাণিত হয় বেনজিনের চেয়ে নাইট্রোবেনজিন কম সক্রিয় হয়েছে।



মেসোমারি
মধ্যবর্তী পাই
বন্ধ
এরূপ
বলে

Full Page

ইলেকট্র
অবস্থানে প্রবে
হয়। যেমন, বেনজি

দ্বিতীয়বার সহজে $-NO_2$

(ক) বেনজিন বলয়ে দ্বি

$-NO_2$ মূলকের মধ্যে কোন ধরনের

দ্বি-প্রতিস্থাপক মূলককে অর্থো-প্যারা অথবা

গতিও প্রথম প্রতিস্থাপক দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয়। যেমন,

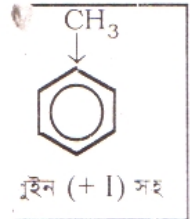
$\leftarrow R$

I) ফল

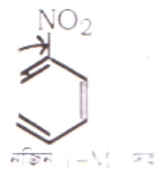
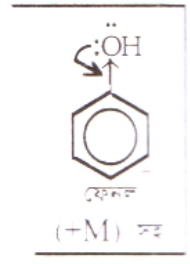
গলের সাথে
লর সহায়ক
(-M) হতে

কে ঋণাত্মক

কল বা বলয়ের
ত্যাতি একান্তর
সামারিক ফল



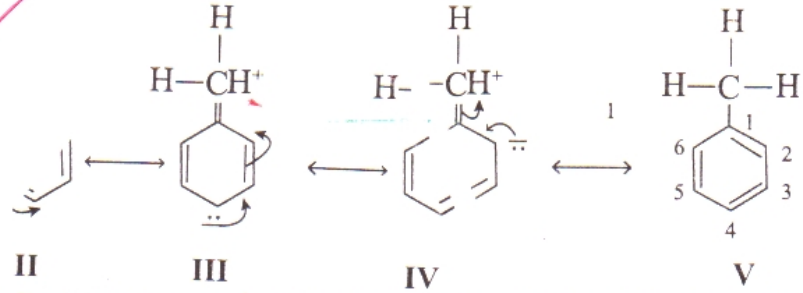
শীয় ফল (-I) ও
ধিক সক্রিয় হয়।
I) ফল (-I) দ্বারা
বলয় সক্রিয় হয়ে



$-OH, -NH_2$
র বেনজিন বলয়ে
হেপন বিক্রিয়ক

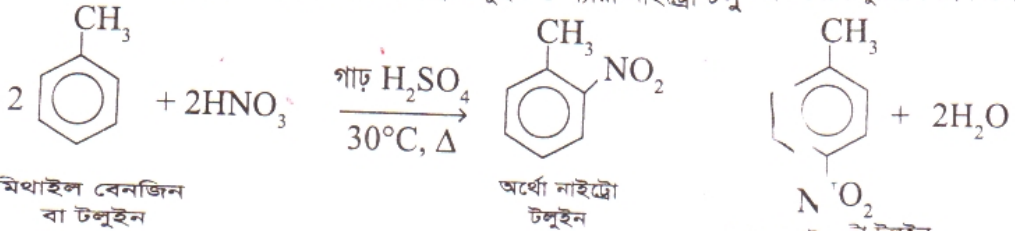
Full Page

নিম্নরূপে ঘটে। তখন অর্থা ও প্যারা অবস্থানে ইলেকট্রন
 ত্রে -CH₃ মূলকে নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল না থাকা সত্ত্বেও
 মূলকের C-H বন্ধনের σ ইলেকট্রনদ্বয় বেনজিন বলয়ে
 এবং বিশেষ অ্যাবরণনে অংশগ্রহণ করে। যেমন,



এ গঠন, II, III ও IV এ অর্থাৎ দুটি অর্থা ও একটি প্যারা অবস্থানে ঋণাত্মক চার্জ সৃষ্টি হয়েছে
 ট্রোফাইল, নাইট্রেশনের বেলায় নাইট্রো (-NO₂) গ্রুপ সহজে আকৃষ্ট হয়। যেমন :

ইট্রেশন : বেনজিনের নাইট্রেশন তাপমাত্রার (60°C) তুলনায় নিম্ন তাপমাত্রায়, 30°C তাপমাত্রায়
 বেনজিনের নাইট্রেশন করলে অর্থা নাইট্রো টলুইন ও প্যারা নাইট্রো টলুইন যৌগ দুটির মিশ্রণ উৎপন্ন হয়।

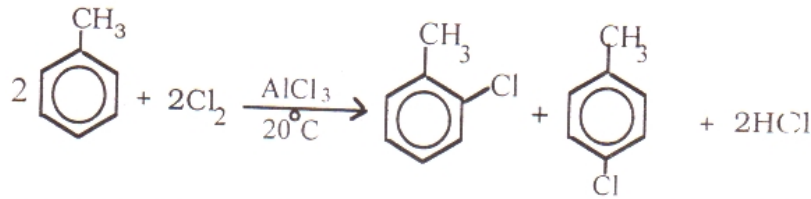


মিথাইল বেনজিন বা টলুইন

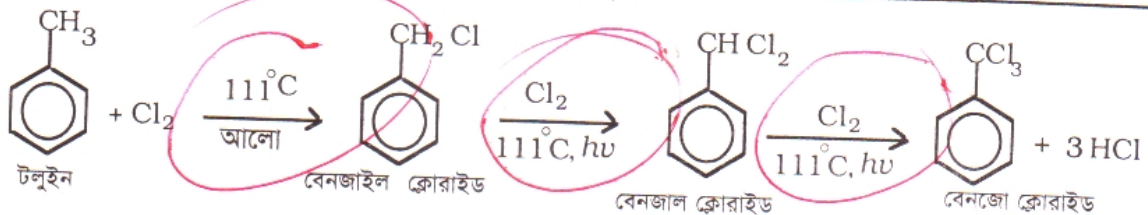
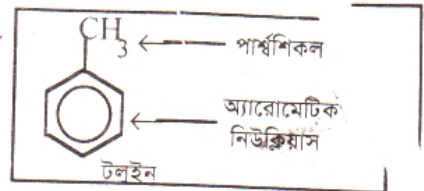
অর্থা নাইট্রো টলুইন

প্যারা নাইট্রো টলুইন

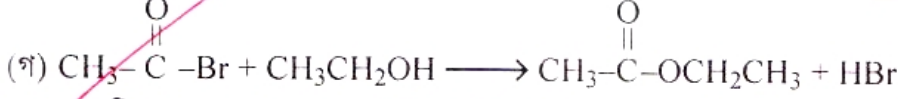
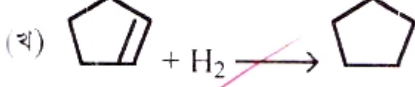
(২) টলুইনে ক্লোরিনেশন : হ্যালোজেন বাহক গুচ্ছ AlCl₃ FeCl₃ আয়রন বা আয়োডি নের উপস্থিতিতে কিন্তু
 সূর্যালোকের অনুপস্থিতিতে 20°C-এ টলুইন ও Cl₂ এর ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ায় অর্থোক্লোরো টলুইন,
 প্যারাক্লোরো টলুইন ও HCl গ্যাস উৎপন্ন হয়।



অপরদিকে সূর্যালোকের উপস্থিতিতে অথবা ফুটন্ত টলুইনের সাথে 111°C-এ
 Cl₂ এর ফ্রি রেডিকেল মেকানিজমের মাধ্যমে টলুইনের পার্শ্ব শিকল
 মিথাইল মূলকে (-CH₃ এ) প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ায় যথাক্রমে বেনজাইল ক্লোরাইড,
 বেনজাল ক্লোরাইড ও শেষে বেনজোক্লোরাইড ও HCl গ্যাস উৎপন্ন হয়।



সমাধানকৃত সমস্যা ২.৮: জৈব রাসায়নিক বিক্রিয়ার শ্রেণি শনাক্তকরণ নিম্নোক্ত বিক্রিয়াগুলোর মধ্যে কোনটি সংযোজন, অপসারণ বা প্রতিস্থাপন তা শনাক্ত কর।



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 নষ্ট। 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।

MCQ : 2.7 : বেনজিন থেকে কোনটি কম সক্রিয়?

- (ক) $\text{C}_6\text{H}_6\text{Cl}$ (খ) $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$
(গ) $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ (ঘ) $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$

শিক্ষার্থীর কাজ : 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 দ্বি প্রতিস্থাপিত উৎপাদ পাওয়া যায়। প্রত্যেক উৎপাদের গঠনিক সংকেত ও IUPAC নাম লেখ।

শিক্ষার্থীর কাজ : জৈব বিক্রিয়ার শ্রেণি মতে, সমতায়ুক্ত সমীকরণ লেখ :

সমস্যা-২.২০ : (ক) বিউটিন-২ ও Cl_2 এর যুত বিক্রিয়ার সমীকরণ লেখ :

(খ) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br}$ ও OH^- আয়নের মধ্যে প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া লেখ।

(গ) $(\text{CH}_3)_3\text{C-OH}$ থেকে H_2O অপসারণ বিক্রিয়ার সমীকরণ লেখ।

(ঘ) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHClCH}_3$ থেকে HCl অপসারণ বিক্রিয়ার সমীকরণ লেখ।

সমস্যা - ২.২১ : ওজোনোলাইসিস দ্বারা কার্বন শিকলে পাই (π) বন্ধনের অবস্থান নির্ণয় সমীকরণের মাধ্যমে বোঝাও।

সমাধানকৃত সমস্যা-২.৯ : বেনজিন সংশ্লিষ্ট রসায়ন :

নিচের উদ্দীপক মতে সংশ্লিষ্ট সমস্যা সমাধান কর :



(ক) A যৌগ থেকে B যৌগ প্রস্তুতির বিক্রিয়ার মেকানিজম বা কৌশল ব্যাখ্যা কর।

[য. বো. ২০১৬]

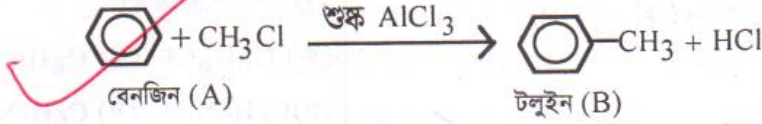
(খ) উদ্দীপক মতে, B যৌগ থেকে দুটি ভিন্ন উৎপাদ সৃষ্টি হওয়ার যৌক্তিকতা মূল্যায়ন কর।

[য. বো. ২০১৬]

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,



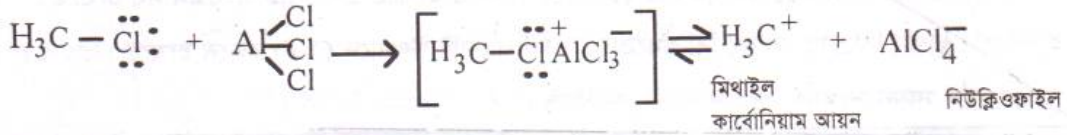
এ বিক্রিয়াকে ফ্রিডেল ক্রাফট অ্যালকাইলেশন বলা হয়। এ বিক্রিয়ার কৌশল বা মেকানিজম হলো নিম্নরূপ :
ফ্রিডেল ক্রাফট অ্যালকাইলেশন বিক্রিয়াটি হলো বেনজিন চক্রের ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া।

তাই প্রথমে ইলেকট্রোফাইল মিথাইল কার্বোনিয়াম আয়ন (CH_3^+) মিথাইল ক্লোরাইড (CH_3Cl) থেকে শুষ্ক AlCl_3 (লুইস এসিড) এর প্রভাবে উৎপন্ন হয়।

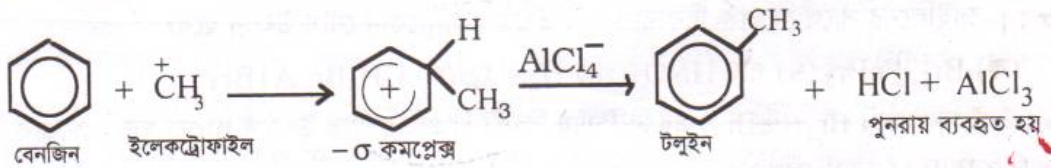
২য় ধাপে ঐ কার্বোনিয়াম আয়ন বেনজিনয়েড বলয়ের π ইলেকট্রন দ্বারা আকৃষ্ট হয়ে সিগমা কমপ্লেক্স গঠন করে।

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 :



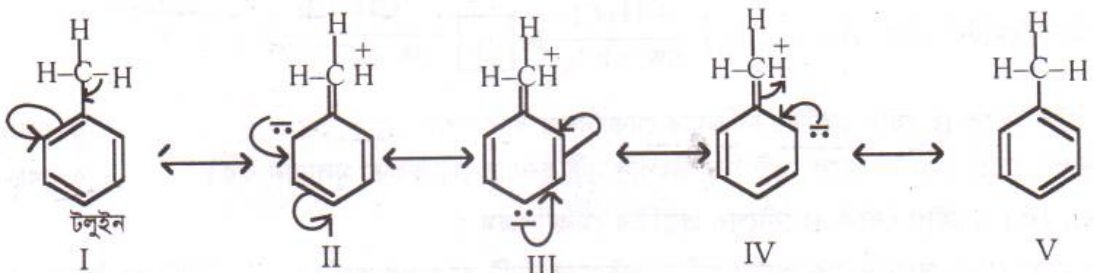
(ii) ইলেকট্রোফাইল দ্বারা বেনজিনয়েড বলয়ের σ কমপ্লেক্স গঠন :



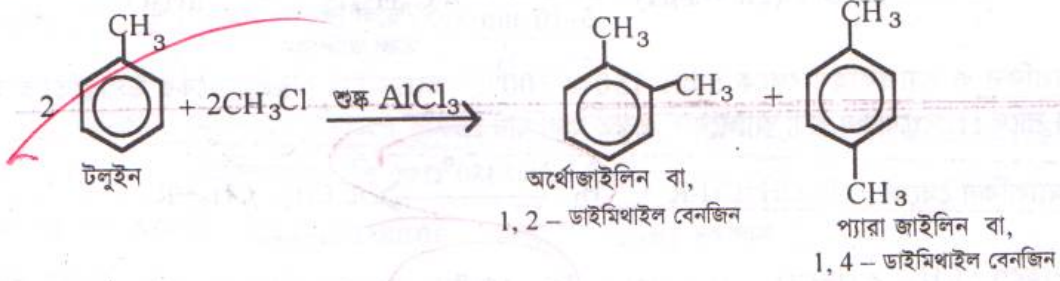
সমাধান : (খ) B যৌগ (টলুইন) থেকে পুনরায় শুষ্ক AlCl_3 এর উপস্থিতিতে CH_3Cl এর সাথে ফ্রিডেল ক্রাফট অ্যালকাইলেশন দ্বারা দু'টি ভিন্ন সমাণু সৃষ্টি হয়। এ সমাণু দুটি হলো D ও E।

দুটি ভিন্ন উৎপাদ D ও E উৎপন্ন হওয়ার কারণের ব্যাখ্যা নিম্নরূপ :

B যৌগ টলুইনের গঠনে বেনজিন বলয়ে পার্শ্বিকলরূপে মিথাইল ($-\text{CH}_3$) মূলক যুক্ত আছে। এ মিথাইল মূলকটি ইলেকট্রন বিকর্ষী প্রভাব বা ধনাত্মক আবেশীয় ফল দ্বারা বেনজিন বলয়ে ইলেকট্রন ঘনত্ব বৃদ্ধি করে। ফলে বেনজিন বলয়টিতে মিথাইল মূলকের অবস্থান সাপেক্ষে দুটি অর্থাৎ ও একটি প্যারা অবস্থানে ইলেকট্রন ঘনত্ব অনুরণন ক্রিয়ার মাধ্যমে বৃদ্ধি পায়। মিথাইল ($-\text{CH}_3$) মূলকের প্রভাবে বেনজিন বলয়ে অনুরণন নিম্নরূপে ঘটে। এক্ষেত্রে মিথাইল মূলকে কোনো নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল না থাকা সত্ত্বেও বেনজিনের কনজুগেট দ্বিবন্ধনের সাথে যুক্ত $-\text{CH}_3$ মূলকের C-H সিগমা বন্ধনের (σ) ইলেকট্রনদ্বয় বেনজিন বলয়ে হাইপার কনজুগেটিভ বা বন্ধনবিহীন অনুরণন নামে এক বিশেষ অনুরণন ক্রিয়ায় অংশ গ্রহণ করে। যেমন



অনুরণনের ফলে হাইব্রিড গঠন II, III ও IV এ অর্থাৎ দুটি অর্ধো ও একটি প্যারা অবস্থানে ঋণাত্মক চার্জ সৃষ্টি হয়েছে। এ সব স্থানে ইলেকট্রোফাইল মিথাইল কার্বোনিয়াম আয়ন (CH_3^+) সহজেই আকৃষ্ট হয়ে অর্ধো ও প্যারা অবস্থানে যুক্ত হয়ে থাকে। এরূপে ডাই মিথাইল বেনজিনের দুটি সমাণু সৃষ্টি হয়।



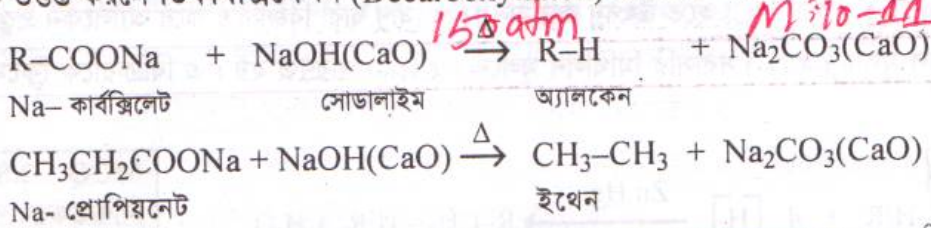
২.১১ অ্যালকেন প্রস্তুতি ও এর শনাক্তকরণ বিক্রিয়া

Alkane Preparation and its Identification Reactions

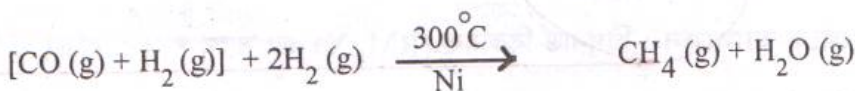
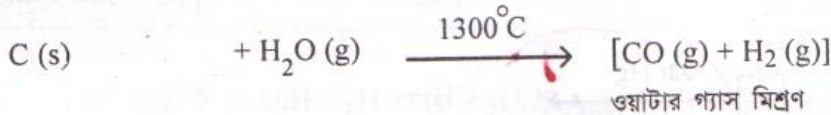
অ্যালকেন হলো কার্বন ও হাইড্রোজেন দ্বারা গঠিত সম্পৃক্ত দ্বিমৌল জৈব যৌগ; এ শ্রেণির সাধারণ সংকেত হলো $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ বা, R-H । অ্যালকেনের কার্বন শিকলে প্রতিটি C পরমাণু sp^3 সংকরিত। অ্যালকেনে চেইন সমাণুতা ও আলোক সমাণুতা (3- মিথাইল হেক্সেনে) সম্ভব। এ শ্রেণির C_1-C_4 যৌগ হলো গ্যাস; C_5-C_{17} হলো তরল; অবশিষ্ট C_{18} থেকে সব অ্যালকেন বর্ণহীন, গন্ধহীন মোমসদৃশ কঠিন পদার্থ। অ্যালকেন মূলত জ্বালানিরূপে ব্যবহৃত হয়। অ্যালকেন রাসায়নিকভাবে কম সক্রিয়; তাই এদেরকে প্যারাফিন (Paraffin) বলে। Parum অর্থ কম, affinis অর্থ আসক্তি। তাই Paraffin অর্থ কম সক্রিয় বা বিক্রিয়ায় কম আসক্তির যৌগ। *M 89-90*

অ্যালকেনের সাধারণ প্রস্তুতি (General Preparation of R-H) :

১। কার্বক্সিলিক এসিডের সোডিয়াম লবণ থেকে : কার্বক্সিলিক এসিডের সোডিয়াম লবণ ও সোডালাইম ($\text{NaOH} + \text{CaO}$) এর মিশ্রণকে উত্তপ্ত করলে ডিকার্বক্সিলেশন (Decarboxylation) প্রক্রিয়ায় অ্যালকেন ও Na_2CO_3 উৎপন্ন হয়।



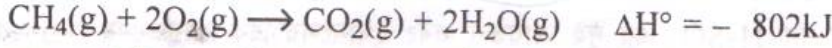
২। কয়লা থেকে মিথেন উৎপাদন : লোহিত তপ্ত পাউডার কয়লা বা কোক কয়লার মধ্যে 1300°C এ স্টিম চালনা করলে ওয়াটার গ্যাস বা সমমোলার CO ও H_2 গ্যাস মিশ্রণ উৎপন্ন হয়। ওয়াটার গ্যাসে আরো সমআয়তন H_2 গ্যাস মিশিয়ে 300°C -এ Ni প্রভাবকের ওপর চালনা করলে মিথেন ও পানি বাষ্প উৎপন্ন হয়। কুলিং পদ্ধতিতে CH_4 পৃথক করা যায়।



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

অ্যালকেনের বিক্রিয়া (Reactions of Alkanes) :

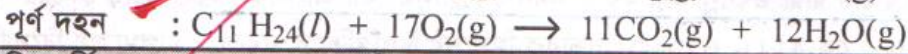
অ্যালকেন কম সক্রিয়; তাই এদেরকে প্যারাফিন বলে। অ্যালকেন এসিড, ক্ষার ও সাধারণ বিকারকের সাথে বিক্রিয়া করে না। তবে অক্সিজেন ও হ্যালোজেনের সাথে অ্যালকেন বিক্রিয়া করে। মোটর ইঞ্জিন ও চুল্লিতে দহনকালে অ্যালকেন জারিত হয়ে CO_2 , পানি বাষ্প ও তাপ উৎপন্ন করে। যেমন,



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 সম্পূর্ণ যৌগ; কার্যকরী মূলকের সারণি ২.৬ 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।



শিক্ষার্থীর কাজ : অ্যালকেন প্রস্তুতি ও এদের বিক্রিয়াভিত্তিক :

সমস্যা- ২.২২ : ২- 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**

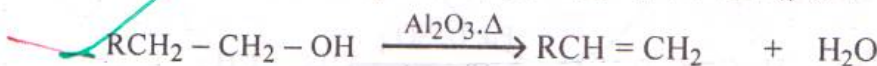
একক দ্বিবন্ধনযুক্ত মুক্ত শিকল হাইড্রোকার্বনসমূহ হলো অ্যালকিন (alkene)। অ্যালকিনের সাধারণ সংকেত C_nH_{2n} ।

- ★ অ্যালকিন হলো জৈব যৌগের দ্বিবন্ধনযুক্ত কার্যকরী মূলকভিত্তিক প্রথম সমগোত্রীয় শ্রেণি।
- ★ 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 (২- বিউটিনে) সম্ভব।

অ্যালকিনের C_2-C_4 সদস্য হলো গ্যাস, C_5-C_{15} সদস্যগুলো তরল এবং C_{16} থেকে অন্যান্য সদস্যসমূহ কঠিন। পলিমার শিল্পে প্লাস্টিক ও কৃত্রিম সুতা তৈরিতে অ্যালকিন ব্যবহৃত হয়।

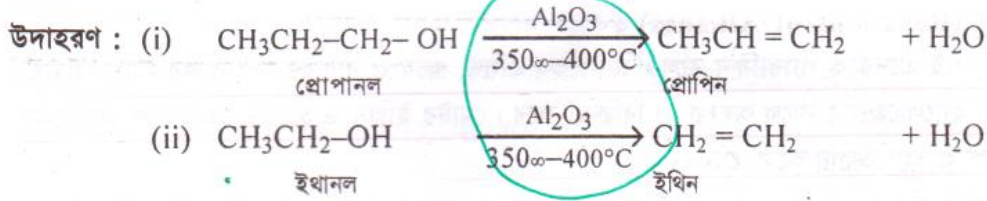
অ্যালকিনের সাধারণ প্রস্তুতি (General methods of Alkene Preparation)

১। অ্যালকোহলের প্রভাবকীয় নিরুদন : প্রায় $350^\circ - 400^\circ C$ -এ উত্তপ্ত অ্যালুমিনা (Al_2O_3) গুঁড়ার ওপর দিয়ে অ্যালকোহলের বাষ্পকে চালনা করলে এক অণু পানি অপসারিত হয়ে অ্যালকিন উৎপন্ন হয়।

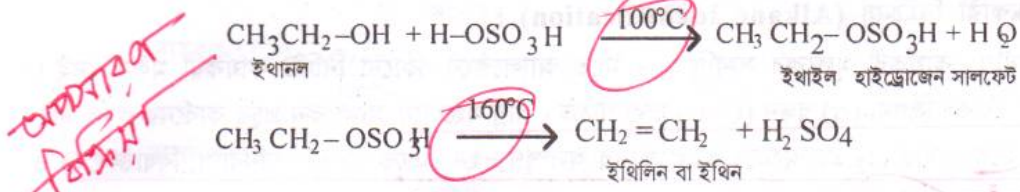


অ্যালকোহল

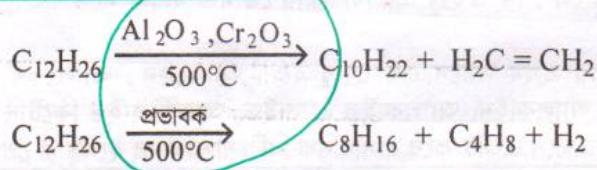
অ্যালকিন -1



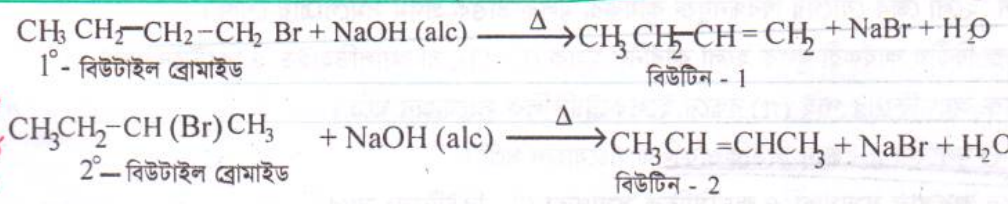
এছাড়া তরল নিরুদক গাঢ় H_2SO_4 এর দুই আয়তন এবং ইথানলের এক আয়তনের মিশ্রণকে $160^\circ\text{-}170^\circ\text{C}$ তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে প্রথমে 100°C -এ ইথাইল হাইড্রোজেন সালফেট এবং পরে 160°C এর ওপরে ঐ উৎপন্ন যৌগটি বিয়োজিত হয়ে ইথিন বা ইথিলিন গ্যাস উৎপন্ন করে। এক্ষেত্রে ইথানলের নিরুদন ঘটে।



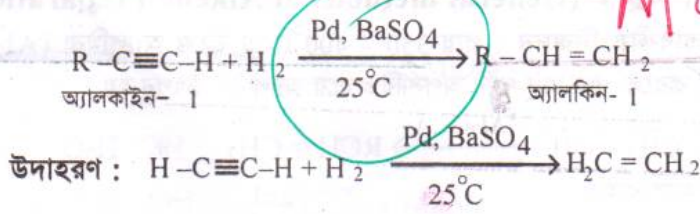
২। পেট্রোলিয়াম থেকে অ্যালকিন : পেট্রোকেমিক্যাল শিল্পে ব্যবহৃত অনেক অ্যালকিন পেট্রোলিয়াম থেকে প্রাপ্ত উচ্চতর অ্যালকেনের প্রভাবকীয় বিয়োজন দ্বারা উৎপন্ন করা হয়। যেমন পেট্রোলিয়ামের আংশিক পাতনে প্রাপ্ত কেরোসিনের অন্যতম উপাদান ডোডেকেন ($\text{C}_{12}\text{H}_{26}$) কে Al_2O_3 ও Cr_2O_3 প্রভাবক মিশ্রণের উপস্থিতিতে 500°C তাপমাত্রায় বিয়োজিত করে বিভিন্ন অ্যালকিন উৎপন্ন করা হয়।



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।



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- বিঘ্নরূপে Pd এর প্রভাবন ক্ষমতাসহ করে অ্যালকাইনের সংযোজন বিক্রিয়াকে প্রথম ধাপ পর্যন্ত নিয়ন্ত্রিত করে। যেমন,



M 09-10

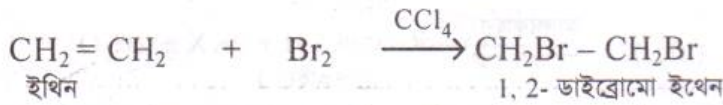
ইথিলিন প্রসার :
 ১) অক্সিজেনের জিআর স্রুতি
 ২) কৃত্রিম উপায় কল চাকাতো
 ৩) উৎপাদন
 ৪) ইথিলিন উৎপাদন

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।

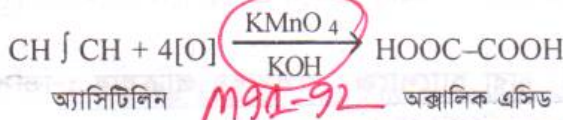
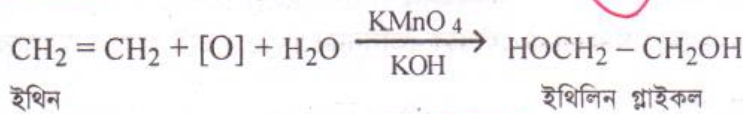
জৈব যৌগে কার্বন-কার্বন π বন্ধনের উপস্থিতিজনিত ধর্মাবলিকে জৈব যৌগের অসম্পৃক্ততা বলে। জৈব যৌগে অসম্পৃক্ততা নির্ণয়ের জন্য ব্রোমিন দ্রবণ পরীক্ষা ও বেয়ার পরীক্ষা রয়েছে।

(১) জৈব যৌগের অসম্পৃক্ততা পরীক্ষা : **ব্রোমিন (Br_2) দ্রবণসহ** : গাঢ় লাল বর্ণের তরল ব্রোমিনকে কার্বন টেট্রাক্লোরাইড (CCl_4)-এ দ্রবীভূত করে ৫% 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।



অ্যালকাইন অণুতে দুটি ইথিন π বন্ধন থাকে, তাই ব্রোমিন পরীক্ষা অ্যালকাইনের জন্যও প্রযোজ্য :

(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। M 99-100



MCQ : 2.8 : অ্যালকিনের নিশ্চিতকরণ পরীক্ষা :

(ক) Br_2 দ্রবণ
 (খ) টলেন বিকারক
 (গ) PCl_5 পরীক্ষা
 (ঘ) নেসলার দ্রবণ

শিক্ষার্থীর কাজ : অ্যালকিন প্রস্তুতি ও এদের বিক্রিয়াভিত্তিক সমস্যা

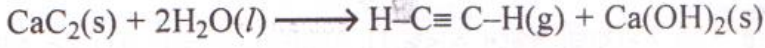
সমস্যা-২.২৪ : বিউটিন-২ এর সাথে নিম্নোক্ত বিকারকের বিক্রিয়া সমীকরণসহ লেখ।

(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।

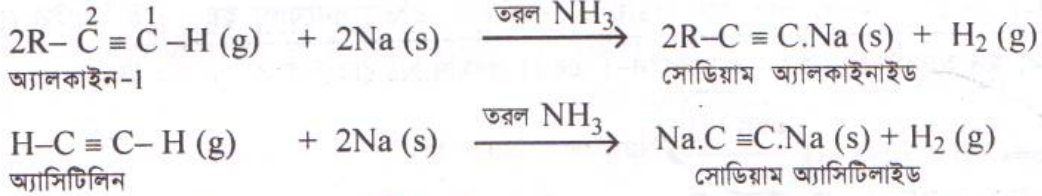
২.১১.২ অ্যালকাইন প্রস্তুতি ও এর শনাক্তকরণ বিক্রিয়া
Alkyne Preparation and its Identification Reactions

- ★ 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, অ্যালকাইন সাইনাইড ($R-C\equiv N$)।
- ★ অ্যালকাইনে শিকল ও অবস্থান সমাণুতা সম্ভব।

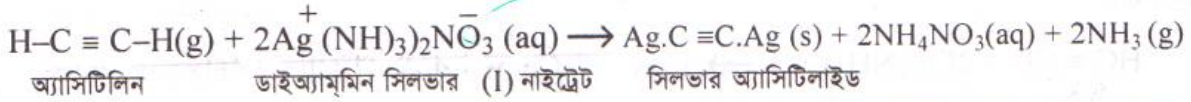
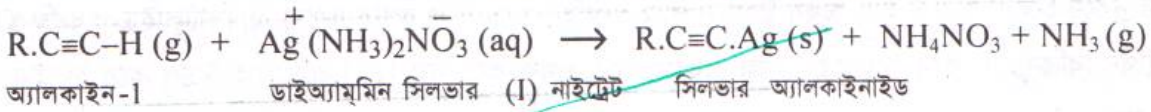


অ্যালকাইনের শনাক্তকারী বিক্রিয়া : অ্যালকাইনের অণুতে দুটি পাই π বন্ধন থাকায় অ্যালকাইন সদস্য অসম্পৃক্ততা পরীক্ষা যেমন ব্রোমিন দ্রবণ পরীক্ষা ও বেয়ার পরীক্ষা দেয়। এছাড়া অ্যালকাইন এর H-পরমাণু ($-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$) মৃদু অম্লধর্মী হওয়ায় Na ধাতুসহ বিক্রিয়ায় বুদবুদসহ H_2 গ্যাস উৎপন্ন করে। অ্যামোনিয়াযুক্ত সিলভার নাইট্রেট দ্রবণসহ সিলভার দর্পণ ও অ্যামোনিয়াযুক্ত কিউপ্রাস ক্লোরাইড দ্রবণসহ বিক্রিয়ায় কপার অ্যাসিটলাইডের লাল অধঃক্ষেপ সৃষ্টি করে। যেমন,

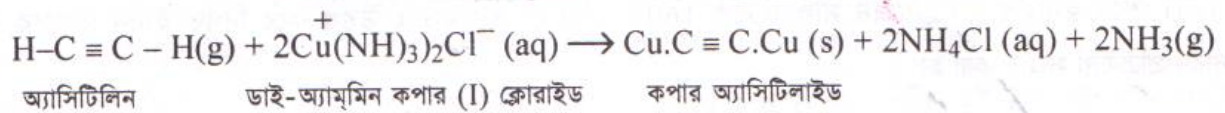
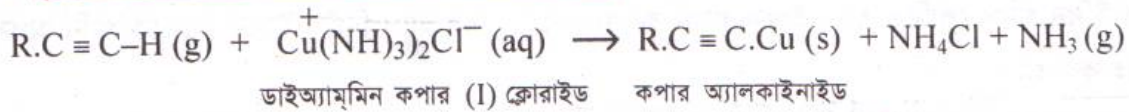
(১) সোডিয়াম (Na)-এর সঙ্গে অ্যালকাইন-1 এর বিক্রিয়া : তরল অ্যামোনিয়াম দ্রবীভূত সোডিয়াম ধাতু অ্যালকাইন-1 বা অ্যাসিটিলিনের সঙ্গে প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ায় সোডিয়াম অ্যালকাইনাইড (Alkynide) বা সোডিয়াম অ্যাসিটলাইড ও H_2 গ্যাস উৎপন্ন করে।



(২) অ্যালকাইন-1 অ্যামোনিয়া যুক্ত সিলভার নাইট্রেট অর্থাৎ ডাইঅ্যাম্মিন সিলভার (I) নাইট্রেট দ্রবণের সঙ্গে বিক্রিয়া করে সিলভার অ্যালকাইনাইডের সাদা অধঃক্ষেপ দেয়। M 09-10



(৩) অ্যালকাইন-1 অ্যামোনিয়া মিশ্রিত কিউপ্রাস ক্লোরাইড অর্থাৎ ডাইঅ্যাম্মিন কপার (I) ক্লোরাইড দ্রবণের সঙ্গে বিক্রিয়ায় কপার অ্যালকাইনাইডের লাল অধঃক্ষেপ দেয়।



যেহেতু 1-অ্যালকাইন ছাড়া 2-অ্যালকাইন; বা অন্যান্য অ্যালকাইন ওপরের বিক্রিয়া দেয় না। তাই এ সব বিক্রিয়া দ্বারা অ্যালকাইন-1 কে অ্যালকাইন-2 থেকে পার্থক্য করা হয়।

শিক্ষার্থীর কাজ : অ্যালকাইনের প্রস্তুতি ও বিক্রিয়াভিত্তিক :

সমস্যা-২.২৬ : ইথিন থেকে কীভাবে ইথাইন প্রস্তুত করা যায়?

সমস্যা-২.২৭ : বিউটাইন-১ ও বিউটাইন-২ এর সাথে নিম্নোক্ত বিকারকের বিক্রিয়া সমীকরণসহ লেখ।

(ক) $\text{Br}_2(\text{CCl}_4)$, (U) $\text{KMnO}_4(\text{OH}^-)$ দ্রবণ

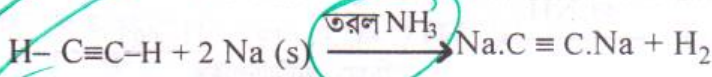
সমস্যা ২.২৮ : বিউটাইন-১ ও বিউটাইন-২ এর মধ্যে পার্থক্যসূচক পরীক্ষা সমীকরণসহ লেখ।

সমস্যা ২.২৯ : ইথিন ও অ্যাসিটিলিন গ্যাসের মধ্যে পার্থক্যসূচক পরীক্ষা সমীকরণসহ লেখ।

জেনে নাও :

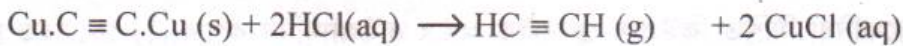
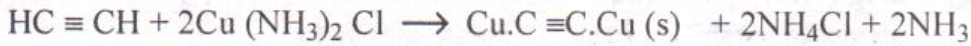
★ ১। অ্যালকাইন-১ বা ইথাইন অম্লধর্মী হয় কেন?

অ্যালকাইন-১ এর ত্রিবন্ধনযুক্ত C পরমাণুর সাথে সমযোজী বন্ধনে আবদ্ধ H-পরমাণু ($-C \equiv C-H$) 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 $C \equiv C$ দূরত্ব (0.120 nm) অ্যালকিনের কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন $C=C$ দূরত্ব (0.134nm) অপেক্ষা কম হয়। অপরদিকে C-H সিগমা বন্ধনের ইলেকট্রন মেঘ ক্রমে C-পরমাণুর দিকে অ্যালকিনের চেয়ে অ্যালকাইনে অধিক আকৃষ্ট হয়ে পড়ে। অর্থাৎ অ্যালকাইন-১ এর C-H বন্ধন দুর্বল হয়ে পড়ায় তা ধাতু দ্বারা প্রতিস্থাপনযোগ্য হয়। তাই ইথাইন ($HC \equiv CH$) ও অ্যালকাইন-১ মৃদু অম্লধর্মী হয়। তখন অ্যালকাইন-১ এর H পরমাণু Na ধাতু দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়।



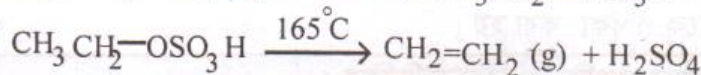
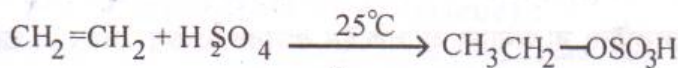
★ ২। ইথেন, ইথিন ও ইথাইনের মিশ্রণ থেকে উপাদান গ্যাস কীরূপে পৃথক করা যায়?

(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 অ্যাসিটাইলাইড অধঃক্ষিপ্ত হয়। ইথেন ও ইথিন বিক্রিয়া না করে বের হয়। লাল অধঃক্ষেপকে পৃথক করে লঘু HCl এসিডসহ উত্তপ্ত করে ইথাইন গ্যাস সংগ্রহ করা যায়।



(ii) তারপর নির্গত ইথেন ও ইথিন গ্যাসের মিশ্রণকে গাঢ় H_2SO_4 এসিডে চালনা করলে ইথাইল হাইড্রোজেন সালফেটরূপে ইথিন গ্যাস শোষিত হয়। ইথেন গ্যাস বৃদবৃদসহকারে বের হয়। নির্গত ইথেন গ্যাসকে পানি অপসারণ প্রক্রিয়ায় সংগ্রহ করা হয়।

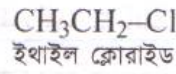
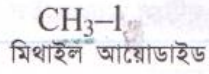
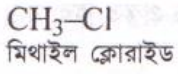
(iii) শেষে ইথাইল হাইড্রোজেন সালফেটকে $160^\circ-170^\circ C$ তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করে নির্গত ইথিন গ্যাসকে পানি অপসারণ প্রক্রিয়ায় সংগ্রহ করা হয়।



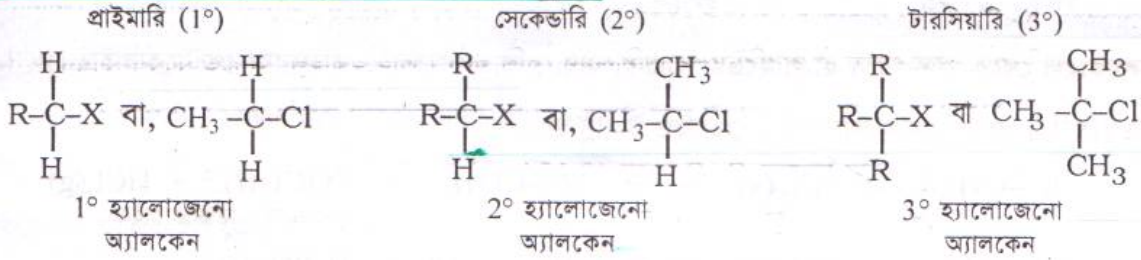
২.১১.৩ অ্যালকাইল হ্যালাইড ও অ্যারাইল হ্যালাইড

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 (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।

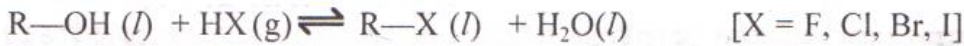


অ্যালকাইল হ্যালাইড প্রস্তুতি (Preparation of Alkyl Halide)

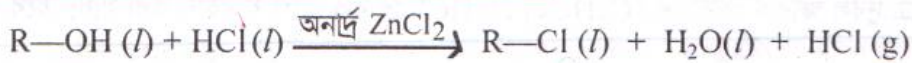
অ্যালকোহল, অ্যালকিন ও অ্যালকেন থেকে নিম্ন পদ্ধতিতে অ্যালকাইল হ্যালাইড প্রস্তুত করা হয়।

১। অ্যালকোহল থেকে : অ্যালকোহল (R-OH) এর হাইড্রক্সিল মূলক (OH) কে হ্যালোজেন পরমাণু দ্বারা প্রতিস্থাপিত করে হ্যালোজেনো অ্যালকেন প্রস্তুত করা যায়। এজন্য হ্যালোজেন হাইড্রোসালফিট, ফসফরাস হ্যালাইড, থায়োনিল ক্লোরাইড (SOCl_2) প্রভৃতি ব্যবহৃত হয়।

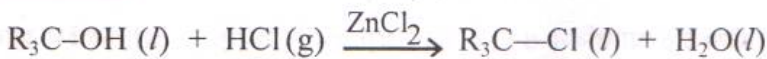
(ক) অ্যালকোহল (R-OH) ও হাইড্রোজেন হ্যালাইড HX -এর বিক্রিয়ায় : অ্যালকোহল ও হাইড্রোজেন হ্যালাইডের বিক্রিয়ার ফলে অ্যালকাইল হ্যালাইড উৎপন্ন হয়। এ বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন হ্যালাইডের পরমাণু দ্বারা অ্যালকোহল ($-\text{OH}$) মূলক প্রতিস্থাপিত হয়।



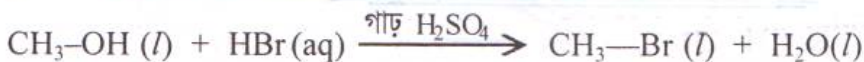
এ বিক্রিয়াটি উভয়মুখী। তাই বিক্রিয়ায় উৎপন্ন পানিকে অপসারণের জন্য নিরুদক পদার্থরূপে গাঢ় H_2SO_4 , অনার্দ্র জিংক ক্লোরাইড (ZnCl_2) ইত্যাদি ব্যবহৃত হয়। অনার্দ্র ZnCl_2 লুইস এসিডরূপে কাজ করে। এ পদ্ধতিকে গ্রোভস Grouve's পদ্ধতি বলে। ZnCl_2 পানি শোষণ করে বিক্রিয়াটিকে সম্মুখমুখী করে।



অ্যালকোহলের বিক্রিয়ার ক্রম হলো $3^\circ > 2^\circ > 1^\circ$ । HX এর বিক্রিয়ার ক্রম হলো $\text{HI} > \text{HBr} > \text{HCl} > \text{HF}$ । কম সক্রিয় HX কম সক্রিয় অ্যালকোহলের বিক্রিয়া নিরুদকরূপে অনার্দ্র ZnCl_2 এবং শক্তিশালী HX ব্যবহার করলে গাঢ় H_2SO_4 অধিক কার্যকরী হয়।



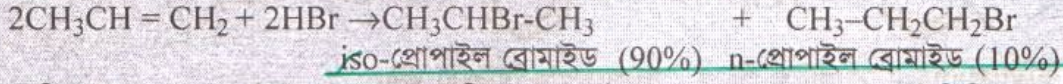
অ্যালকাইল ব্রোমাইড প্রস্তুতির ক্ষেত্রে 48% HBr ও গাঢ় H_2SO_4 ব্যবহার করা হয়।



অ্যালকাইল আয়োডাইড প্রস্তুতির ক্ষেত্রে 57% এসিড (HI) ব্যবহৃত হয়। এক্ষেত্রে H_2SO_4 প্রয়োজন হয় না।



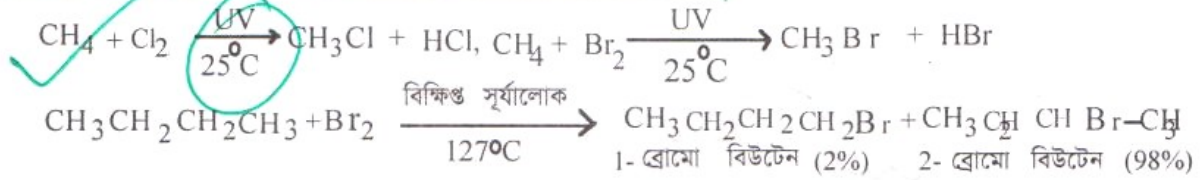
জেনে নাও : অপ্রতিসম অ্যালকিনের সাথে HX এর বিক্রিয়ায় মারকনিকভের নিয়ম অনুসারে 2°-অ্যালকাইল হ্যালাইড প্রধান উৎপাদ হয়। 1°-অ্যালকাইল হ্যালাইড অল্প উৎপন্ন হয়।



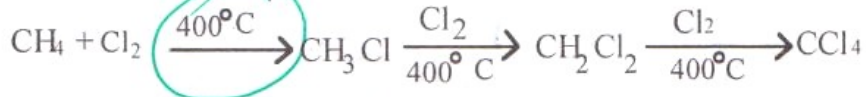
* কিন্তু জৈব পার অক্সাইড যেমন বেনজোয়িল পারঅক্সাইড $(\text{C}_6\text{H}_5\text{CO})_2\text{O}_2$ এর উপস্থিতিতে অপ্রতিসম অ্যালকিনের সাথে HBr এর বিক্রিয়ায় 1°-অ্যালকাইল হ্যালাইড প্রধান উৎপাদ হয়। এটিকে মারকনিকভের বিপরীত নিয়ম বা পারঅক্সাইড প্রভাব বলে।

(৩) অ্যালকেন থেকে হ্যালোজেন দ্বারা প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ায় :

প্রায় 400°C তাপমাত্রায় অথবা UV রশ্মির উপস্থিতিতে অ্যালকেনকে হ্যালোজেন (Cl_2 বা Br_2) দ্বারা প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ায় অ্যালকাইল ক্লোরাইড বা অ্যালকাইল ব্রোমাইড প্রস্তুত করা যায়।



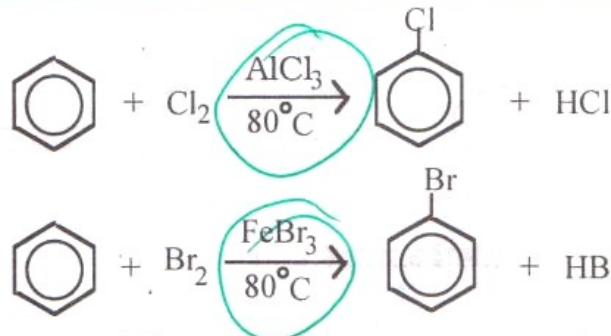
* অ্যালকিনে উপস্থিত বিভিন্ন প্রকার H-পরমাণুর সক্রিয়তার ক্রম হলো $3^\circ\text{H} > 2^\circ\text{H} > 1^\circ\text{H}$ এবং হ্যালোজেনের সক্রিয়তার ক্রম হলো $\text{F}_2 > \text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{I}_2$ । অধিক Cl_2 ও CH_4 এর বিক্রিয়ায় পলি হ্যালো অ্যালকেন উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন যৌগকে আংশিক পাতন প্রক্রিয়ায় পৃথক করা হয়। যেমন,



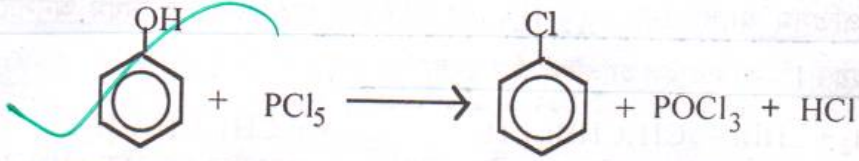
অ্যালকেনে এ সব হ্যালোজেন দ্বারা প্রতিস্থাপন ফ্রি-রেডিকেল মেকানিজমে ঘটে। বেনজিনে হ্যালোজেন প্রতিস্থাপন ইলেকট্রোফিলিক; তাই হ্যালোজেন বাহকরূপী লুইস এসিড যেমন শুষ্ক AlCl_3 দরকার হয়। অ্যালকেনের হ্যালোজেনেশনে হ্যালোজেন বাহকের প্রয়োজন নেই।

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।

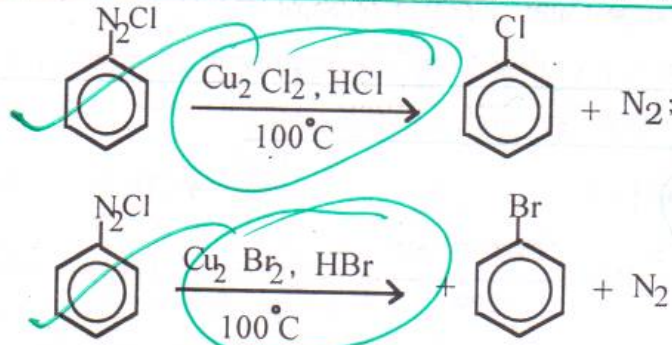


(২) ফেনল থেকে PCl_5 সহ বিক্রিয়ায় : ফেনলের সাথে ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইডের বিক্রিয়ায় ক্লোরো বেনজিন উৎপন্ন হয়। এছাড়া ফসফরাস অক্সি ক্লোরাইড ও HCl গ্যাস উৎপন্ন হয়ে থাকে।

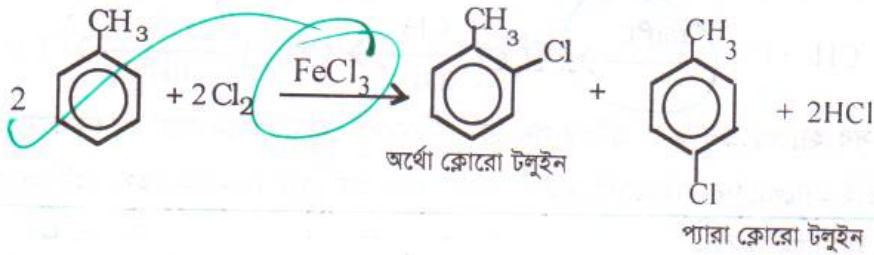


(৩) বেনজিন ডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড থেকে : স্যান্ডমেয়ার বিক্রিয়া দ্বারা :

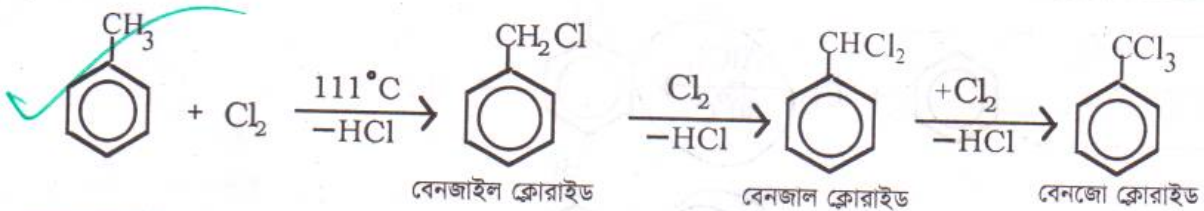
100°C তাপমাত্রায় বেনজিন ডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইডের সাথে কিউপ্রাস ক্লোরাইড (CuCl₂) ও অধিক HCl এসিডের বিক্রিয়ায় ক্লোরোবেনজিন এবং কিউপ্রাস ব্রোমাইড (Cu₂Br₂) ও অধিক HBr এসিডের বিক্রিয়ায় ব্রোমো বেনজিন উৎপন্ন হয়। এক্ষেত্রে ডায়াজো মূলকটি N₂ গ্যাসে পরিণত হয়। এ বিক্রিয়াকে স্যান্ডমেয়ার বিক্রিয়া বলে।



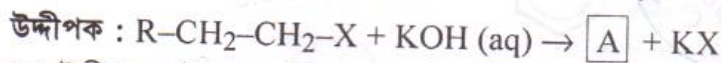
(৪) টলুইনে ক্লোরিনেশন দ্বারা ক্লোরো টলুইন প্রস্তুতি : হ্যালোজেনের বাহক যেমন FeCl₃, আয়রন বা I₂ এর উপস্থিতিতে এবং সূর্যালোকের অনুপস্থিতিতে টলুইনের সাথে Cl₂ এর ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন দ্বারা অর্থোক্লোরো টলুইন ও প্যারা ক্লোরো টলুইন মিশ্রণ উৎপন্ন হয়।



কিন্তু হ্যালোজেন বাহকের অনুপস্থিতিতে, টলুইনকে সূর্যালোকে অথবা ফুটন্ত টলুইনে (111°C-এ) Cl₂ গ্যাস চালনা করলে টলুইনের পার্শ্ব শিকল মিথাইল মূলক (-CH₃) এর তিনটি H-পরমাণু পর পর Cl-পরমাণু দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়ে যথাক্রমে বেনজাইল ক্লোরাইড, বেনজাল ক্লোরাইড ও বেনজো ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়। এ বিক্রিয়া ফ্রি-রেডিকল মেকানিজমে ঘটে।



সমাধানকৃত সমস্যা-২.১০ : অ্যালকাইল হ্যালাইড সংশ্লিষ্ট রসায়ন :



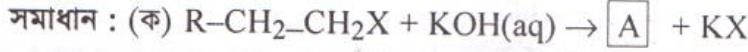
(ক) উদ্দীপকের উৎপাদ যৌগ (A) প্রস্তুতির বিক্রিয়ার কৌশল ব্যাখ্যা কর।

[চ. বো. ২০১৬]

(খ) উদ্দীপকে KOH(aq) এর পরিবর্তে KOH (alc) দ্রবণ ব্যবহার করলে উৎপাদের পরিবর্তন হয়।

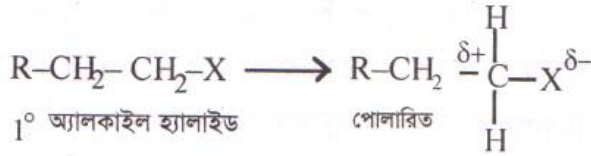
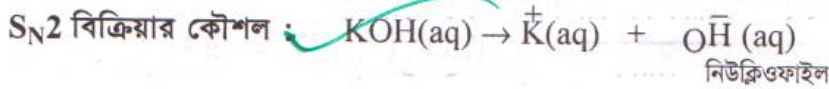
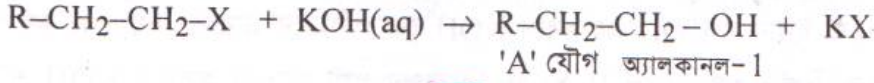
—প্রয়োজনীয় সমীকরণসহ এ উক্তির যথার্থতা প্রমাণ কর।

[চ. বো. ২০১৬]

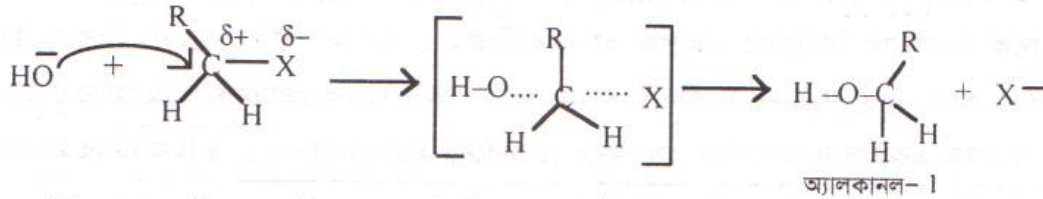


অ্যালকাইল হ্যালাইডের সাথে জলীয় ক্ষার দ্রবণ ও অ্যালকোহলীয় ক্ষার দ্রবণের বিক্রিয়ার কৌশল বা মেকানিজম ভিন্ন হয়।

এ বিক্রিয়াটি হলো 1° অ্যালকাইল হ্যালাইডের সাথে জলীয় KOH এর ক্ষারীয় অর্দ্র বিশ্লেষণ বিক্রিয়া। এ বিক্রিয়ায় 1° অ্যালকোহল উৎপন্ন হয় এবং এটি হলো দ্বি-আণবিক নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন বা S_N2 বিক্রিয়ার একটি উদাহরণ।



- (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 গঠনের কার্বনের যে পার্শ্বে X পরমাণু থাকে, এর বিপরীত দিক থেকে নিউক্লিওফাইল যেমন OH^- আয়ন আংশিক ধনাত্মক কার্বন পরমাণুকে আক্রমণ করে থাকে। তখন উৎপন্ন যৌগের ত্রিমাত্রিক কাঠামোটি ঝড়ে উল্টানো ছাতার মতো উল্টে গিয়ে নতুন ত্রিমাত্রিক কাঠামো লাভ করে। যেমন,



সমাধান -(খ) : অ্যালকাইল হ্যালাইড (RX) একটি পোলার যৌগ।

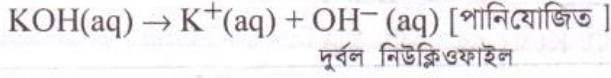
KOH (aq) হলো ক্ষার KOH এর জলীয় দ্রবণ।

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 আয়নিকরণ 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 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।

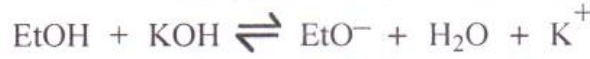
(i) KOH (aq) বা KOH এর লঘু জলীয় দ্রবণে KOH পূর্ণভাবে আয়নিত হয়ে প্রতিটি OH^- আয়ন পানি অণু দ্বারা অধিক সলভেটেড থাকে। তখন OH^- আয়নের ইলেকট্রনের প্রভাব ক্ষার ও নিউক্লিওফাইলরূপে হ্রাস পেয়ে দুর্বল

নিউক্লিওফাইল হয়। এ অবস্থায় দুর্বল নিউক্লিওফাইলরূপে OH^- আয়ন $\text{R}-\overset{\delta+}{\text{C}}\text{H}_2-\overset{\delta-}{\text{X}}$ এর আংশিক ধনাত্মক কার্বন পরমাণুকে আক্রমণ করে নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন ($\text{S}_{\text{N}}2$) বিক্রিয়া ঘটায়.,



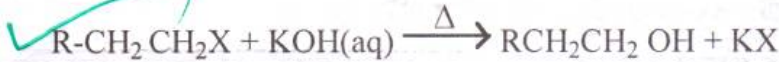
OH^- আয়ন দ্বারা $\text{R}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{X}$ এর $\text{S}_{\text{N}}2$ বিক্রিয়ার কৌশল পূর্বে দেখানো হয়েছে।

(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 $\text{R}-\text{X}$ এর বিয়োজন ঘটে না। এ অবস্থায় KOH ও ইথানল ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) এর সাথে বিক্রিয়ায় অল্প সংখ্যক ইথোক্সাইড আয়ন ($\text{C}_2\text{H}_5\text{O}^-$) বা EtO^- উৎপন্ন হয়।



উৎপন্ন EtO^- আয়ন সবল ক্ষার ও সবল নিউক্লিওফাইলরূপে ক্রিয়া করে এবং $\text{R}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{X}$ এর বিটা (β)H পরমাণুকে আক্রমণ করে কার্বানায়ন সৃষ্টির মাধ্যমে β অপসারণ বিক্রিয়ায় অ্যালকিন তৈরি করে।

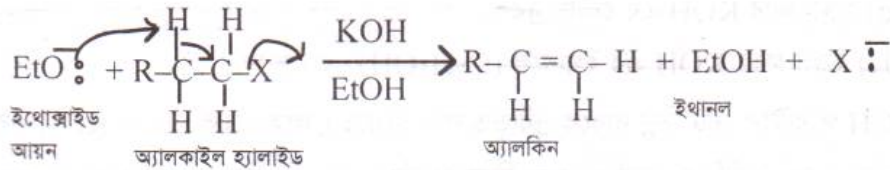
KOH(aq) এর সাথে $\text{R}-\text{X}$ এর বিক্রিয়া : $\text{S}_{\text{N}}2$ বিক্রিয়া দ্বারা অ্যালকোহল উৎপন্ন করে।



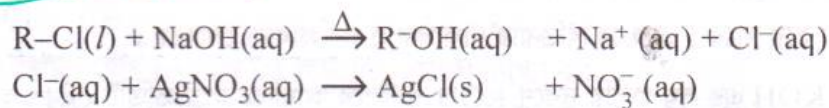
KOH(alc) এর সাথে RX এর বিক্রিয়া : E_2 বিক্রিয়া দ্বারা অ্যালকিন উৎপন্ন করে।



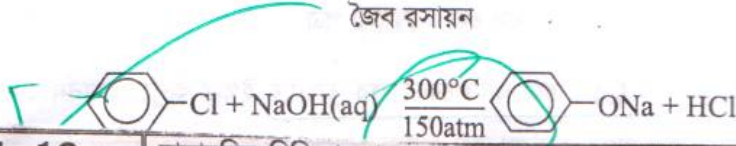
এ দ্বিআণবিক অপসারণ বিক্রিয়ার কৌশল বা মেকানিজম : ইথানল মিশ্রিত KOH মিশ্রণে উৎপন্ন সবল ইথোক্সাইড EtO^- আয়ন $\text{R}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{X}$ এর β -কার্বন থেকে একটি H কে প্রোটনরূপে অপসারিত করলে বিদায়ী হ্যালাইড (X^-) আয়ন একই সঙ্গে অপসারিত হয়। ফলে β কার্বনের ইলেকট্রন যুগল α ও β কার্বনের মধ্যে বিন্যস্ত হয়ে কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন গঠন করে। এরূপে অ্যালকিন উৎপন্ন হয়।



অ্যালকাইল হ্যালাইডের শনাক্তকারী বিক্রিয়া : অ্যালকাইল হ্যালাইডকে গাঢ় NaOH সহ উত্তপ্ত করলে ক্ষারীয় অর্দ্র বিশ্লেষণে অ্যালকোহল ও ক্লোরাইড আয়ন (Cl^-) মুক্ত হয়। ঐ দ্রবণে সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ যোগ করলে সিলভার ক্লোরাইড (AgCl) এর সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে।



তবে অ্যারাইল হ্যালাইড ক্ষার দ্রবণে সহজে অর্দ্র বিশ্লেষিত হয় না। অধিক চাপ 150 atm ও অধিক তাপমাত্রা 300°C তাপমাত্রায় ক্ষারসহ বিক্রিয়ায় ফিনেট লবণে পরিণত হয়।



CONCEPT : 16

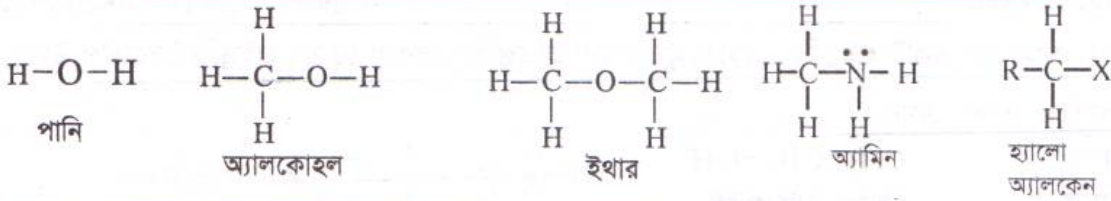
রাসায়নিক বিক্রিয়ার প্রভাবক ও তথ্যসমূহ

নামীয় বিক্রিয়া বা প্রক্রিয়া	প্রভাবক বা ব্যবহৃত হয়	নামীয় বিক্রিয়া বা প্রক্রিয়া	প্রভাবক বা ব্যবহৃত হয়
০১. ডিকার্বিক্লেশন বিক্রিয়া	সোডালাইম (NaOH + CaO)	০৯. লেসাইন পরীক্ষা	সোডিয়াম ধাতু
০২. ফ্রিডেল-ক্রাফটস বিক্রিয়া	অর্নল্ড AlCl ₃	১০. ক্লিমেনসন বিজারণ	ZnCl ₂ ও গাঢ় HCl
০৩. ডাও পদ্ধতি	আয়রন চূর্ণ	১১. ইটার্ড বিক্রিয়া	CrO ₂ Cl ₂ /MnO ₂
০৪. স্যাভমেয়ার বিক্রিয়া	HCl বিক্রিয়ক + Cu ₂ Cl ₂	১২. রোজেন মান্ড বিজারণ	Pd - BaSO ₄
০৫. গ্যাটারম্যান বিক্রিয়া	কপার চূর্ণ	১৩. গ্রিগনার্ড বিক্রিয়া	Mg/Ether
০৬. ক্যানিজারো বিক্রিয়া	গাঢ় NaOH, K ₂ CO ₃	১৪. গ্লুকোজের গাজন বিক্রিয়া	জাইমেজ এনজাইম
০৭. অ্যালডল ঘনীভবন বিক্রিয়া	লঘু K ₂ CO ₃ বা NaOH	১৫. নাইট্রেশন বিক্রিয়া	Conc HNO ₃ /H ₂ SO ₄
০৮. হেল-ভোলহার্ট-জেলিনস্কী	সূর্যালোক বা অতি বেগুনী রশ্মি	১৬. গ্যাটারম্যান কচ সংশ্লেষণ	AlCl ₃ + Cu ₂ Cl ₂

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 (H₂O) 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। NH₃ 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।

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 (δ+) সৃষ্টি হয়। সুতরাং পানির O পরমাণুতে অধিক ঋণাত্মক পোলারিটি সৃষ্টি হয়।

জেনে নাও :

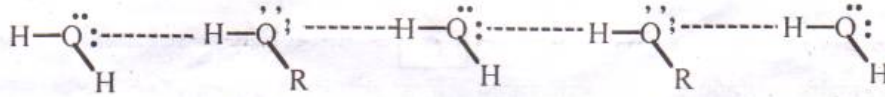
* অ্যালকোহল অণুতে একদিকের C-O বন্ধনটিতে উভয় পরমাণুর তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্য হলো (3.5-2.5) = 1.0 এবং O-H বন্ধনটিতে উভয় পরমাণুর তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্য হলো (3.5-2.1) = 1.4। সুতরাং অ্যালকোহল অণুর O পরমাণুতে পানির অণুর তুলনায় কম পরিমাণে ঋণাত্মক পোলারিটি সৃষ্টি হয়। অর্থাৎ পানি অণুর তুলনায় অ্যালকোহল 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।

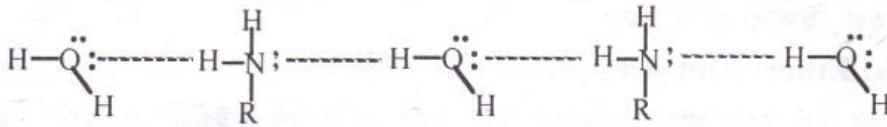
* অ্যালকোহল ও অ্যামিন পানিতে দ্রবণীয়; কিন্তু ইথার পানিতে অদ্রবণীয়। এর ব্যাখ্যা হলো নিম্নরূপ :

অ্যালকোহল অণু পোলার অণু। অ্যালকোহল অণু সমূহ 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

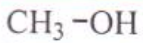
অ্যামিন সমূহের N-পরমাণুতে নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগলের সাথে পানি অণু হাইড্রোজেন বন্ধন করতে পারে। তাই H বন্ধন দ্বারা সব অ্যামিন পানিতে দ্রবীভূত হয়। তবে অ্যালকাইল মূলকের আকার বৃদ্ধির সাথে দ্রাব্যতা হ্রাস পায়।



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।

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,



মিথাইল অ্যালকোহল

বা, মিথানল



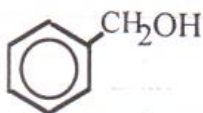
ইথাইল অ্যালকোহল

বা, ইথানল

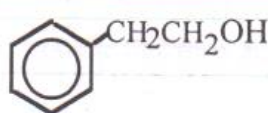


অ্যালকোহল অণুস্থিত সম্পৃক্ত কার্বন ও কার্যকরী মূলক।

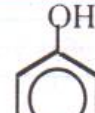
অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বনের পার্শ্ব শিকল যেমন মিথাইল (-CH₃) মূলক ও ইথাইল (CH₃CH₂-) মূলকের একটি H-পরমাণুকে -OH মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত করলে উৎপন্ন যৌগকে অ্যারোমেটিক অ্যালকোহল বলে। যেমন -



বেনজাইল অ্যালকোহল
বা ফিনাইল মিথানল



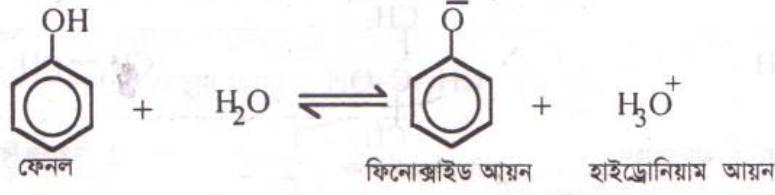
2- ফিনাইল ইথানল



ফেনল

ফেনল সংজ্ঞা : বেনজিন বলয়ের কোনো H পরমাণু -OH মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত করলে উৎপন্ন যৌগকে ফেনল (Phenol) বলে।

অ্যালকোহল সমূহ লিটমাস নিরপেক্ষ অর্থাৎ লিটমাসের বর্ণ পরিবর্তন করতে না পারলেও ফেনল অম্ল রূপে নীল লিটমাসের বর্ণ-পরিবর্তন করে লাল করে। অর্থাৎ ফেনলের -OH মূলকের H পরমাণুটি পানিতে H⁺ আয়ন রূপে বিয়োজিত হয়ে থাকে এবং পানির সাথে হাইড্রোনিয়াম আয়ন H₃O⁺ তৈরি করে।



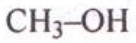
অ্যালকোহল বলতে মনোহাইড্রিক অ্যালকোহলকে বোঝায়। মনোহাইড্রিক অ্যালকোহলে একটি (-OH) মূলক থাকে। এর সাধারণ সংকেত হলো $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$ বা R-OH । সম্পূর্ণ পলিহাইড্রিক অ্যালকোহলের সাধারণ সংকেত হলো- $\text{C}_n\text{H}_{2n+2-x}(\text{OH})_x$ ।

অ্যালকোহলের শ্রেণিবিভাগ :

অ্যালকোহলের অণুস্থিত-OH মূলকের সংখ্যানুসারে অ্যালকোহলসমূহকে প্রধানত দু'শ্রেণিতে ভাগ করা হয়ে। যেমন,

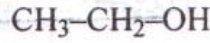
(১) মনোহাইড্রিক অ্যালকোহল ও (২) পলিহাইড্রিক অ্যালকোহল

মনোহাইড্রিক অ্যালকোহল : একটি মাত্র -OH মূলক যুক্ত অ্যালকোহলসমূহকে মনোহাইড্রিক অ্যালকোহল বলে (mono = এক)। যেমন, মিথাইল অ্যালকোহল, ইথাইল অ্যালকোহল, প্রোপাইল অ্যালকোহল।



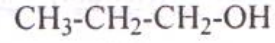
মিথাইল অ্যালকোহল

বা, মিথানল



ইথাইল অ্যালকোহল

বা, ইথানল



প্রোপাইল অ্যালকোহল

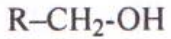
বা, প্রোপানল-1

(ক) মনোহাইড্রিক অ্যালকোহলের শ্রেণিবিভাগ : মনোহাইড্রিক অ্যালকোহলের কার্বন শিকলে -OH মূলকের

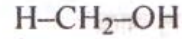
অবস্থান বা -OH মূলক যুক্ত C-পরমাণুতে H পরমাণুর সংখ্যা অনুসারে এদেরকে নিম্নোক্ত তিন শ্রেণিতে ভাগ করা যায়। যেমন,

(১) প্রাইমারি বা 1° অ্যালকোহল, (২) সেকেন্ডারি বা 2° অ্যালকোহল ও (৩) টারসিয়ারি বা 3° অ্যালকোহল।

প্রাইমারি অ্যালকোহল : এসব মনোহাইড্রিক অ্যালকোহলে একযোজী -CH₂OH মূলক থাকে। অর্থাৎ -OH মূলক যুক্ত C-পরমাণুতে কমপক্ষে দুটি H-পরমাণু থাকে। তখন দুটি H-পরমাণুযুক্ত C-পরমাণুতে 1টি অ্যালকাইল মূলক থাকে। যেমন,



প্রাইমারি বা 1° অ্যালকোহল

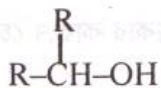


মিথানল

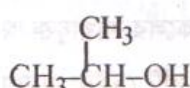


ইথানল

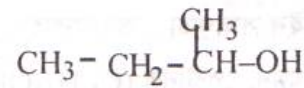
সেকেন্ডারি অ্যালকোহল : এ সব মনোহাইড্রিক অ্যালকোহলে দ্বিযোজী -CHOH মূলক থাকে। অর্থাৎ -OH মূলক যুক্ত C-পরমাণুতে একটি মাত্র H-পরমাণু ও দুটি অ্যালকাইল মূলক যুক্ত থাকে। যেমন,



সেকেন্ডারি বা 2° অ্যালকোহল

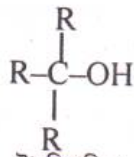


প্রোপানল-2

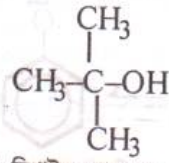


বিউটানল-2

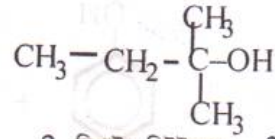
টারসিয়ারি অ্যালকোহল : এসব মনোহাইড্রিক অ্যালকোহলে ত্রিযোজী -C-OH মূলক থাকে। অর্থাৎ -OH মূলক যুক্ত C-পরমাণুতে কোনো H পরমাণু থাকে না, এতে তিনটি অ্যালকাইল মূলক যুক্ত থাকে। যেমন,



টারসিয়ারি বা 3° অ্যালকোহল

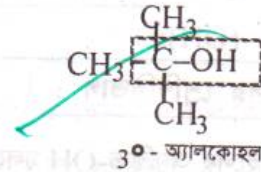
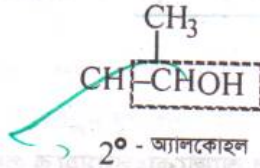
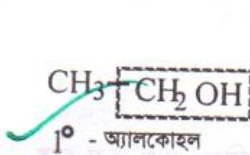


2 মিথাইল প্রোপানল - 2

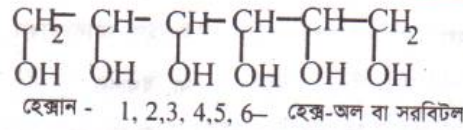
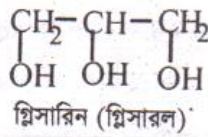
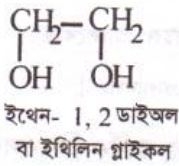


2 মিথাইল বিউটানল - 2

সুতরাং 1°-অ্যালকোহল, 2°-অ্যালকোহল ও 3°-অ্যালকোহলের তিনটি সহজ উদাহরণ হলো নিম্নরূপ। এতে কার্যকরীমূলক বস্তুর মধ্যে দেখানো হলো।



(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-

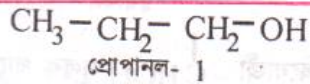


জেনে নাও :

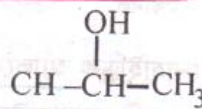
* পলি হাইড্রিক অ্যালকোহলসমূহ moisturizing agent রূপে চোখের ড্রপ (চোখের dryness এর জন্য) এবং স্কিনের বিভিন্ন ফ্রিম তৈরিতে ব্যবহৃত হয়। এসব পলিহাইড্রিক অ্যালকোহল -OH মূলকের মাধ্যমে H-বন্ধন দ্বারা বায়ু থেকে পানি অণুকে আবদ্ধ করে রাখে।

অ্যালকোহলের সমাগুতা : মনোহাইড্রিক অ্যালকোহলসমূহ নিম্নোক্ত তিন প্রকার গাঠনিক সমাগুতা প্রদর্শন করে।

(১) অবস্থান সমাগুতা : অ্যালকোহল অণুর C-শিকলে-OH মূলকের অবস্থানের ভিন্নতার কারণে অবস্থান সমাগুতা দেখা যায়। যেমন, প্রোপানল (C₃H₇OH) এর নিম্নোক্ত দুটি সমাগু আছে।

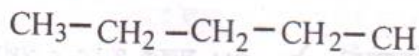


প্রোপানল- 1

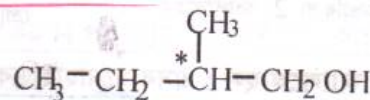


প্রোপানল -2

(২) চেইন সমাগুতা : অ্যালকোহল অণুর কার্বন শিকলের শাখায়ুক্ত অথবা সরল চেইন থাকার কারণে চেইন সমাগুতার উদ্ভব ঘটে। যেমন, পেন্টানল (C₅H₁₁OH) এর নিম্নোক্ত দুটি চেইন সমাগু 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 বিউটানল-1 হলো একটি আলোক সক্রিয় যৌগ। অ্যালকোহলের আলোক সমাণুর ক্ষেত্রে অবস্থান সমাণু ও চেইন সমাণু জড়িত থাকে।



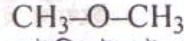
2- মিথাইল বিউটানল - 1 এর দুটি ভিন্ন কনফিগারেশন যারা পরস্পরের দর্পণ প্রতিবিম্ব।

(৩) কার্যকরী মূলক সমাণুতা : অ্যালকোহল ও ইথারের মধ্যে কার্যকরীমূলক সমাণুতা দেখা যায়। অ্যালকোহল ও ইথারের সাধারণ আণবিক সংকেত হলো $C_n H_{2n+2} O$ যেমন C_2H_6O । C_2H_6O এর নিম্নোক্ত অ্যালকোহল ও ইথার সমাণু আছে। এক্ষেত্রে উভয়ের কার্যকরীমূলক ভিন্ন থাকে। যেমন -



ইথানল

কার্যকরী মূলক (-C-OH)

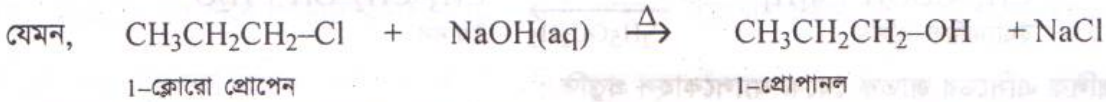
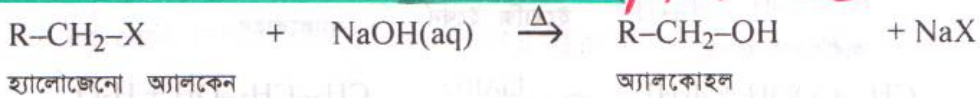


ডাইমিথাইল ইথার বা মিথোক্সি মিথেন

কার্যকরীমূলক (-C-O-C-)

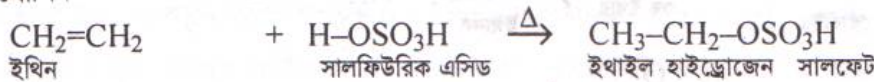
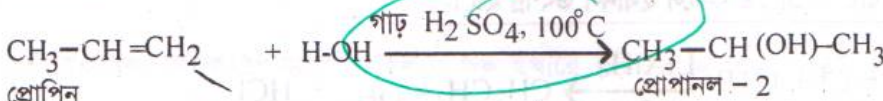
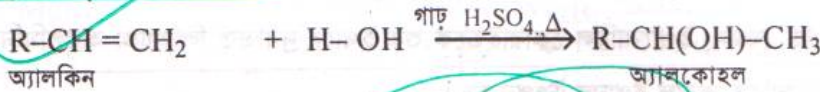
অ্যালকোহলের সাধারণ প্রস্তুত পদ্ধতি :

(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।



* 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 ভাল 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।]

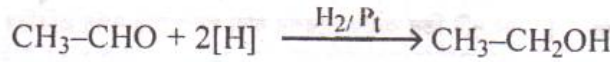


M 94-95

(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 নিক্রিয় দ্রাবকে যেমন, ইথোক্সি ইথেনে লিথিয়াম অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রাইড ($LiAlH_4$) উত্তম বিজারকরূপে এক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়। যেমন,

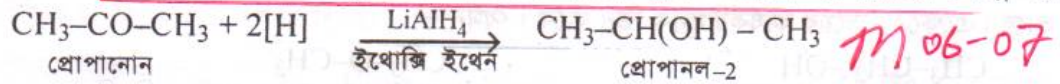
(i) অ্যালডিহাইড থেকে : অ্যালডিহাইড উত্তপ্ত প্লাটিনাম প্রভাবক ও H_2 দ্বারা বিজারিত হয়ে 1° অ্যালকোহল উৎপন্ন করে।



ইথান্যাল

ইথানল

(ii) কিটোন থেকে : কিটোনকে লিথিয়াম অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রাইড দ্বারা বিজারিত করে 2° অ্যালকোহল উৎপন্ন করা হয়।



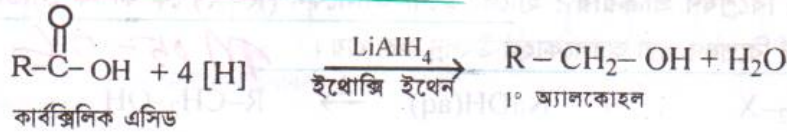
প্রোপানোন

ইথোক্সি ইথেন

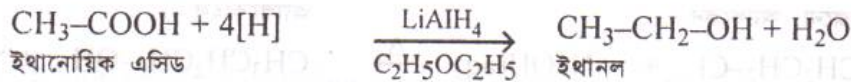
প্রোপানল-২

M 06-07

(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।



কার্বক্সিলিক এসিড

 1° অ্যালকোহল

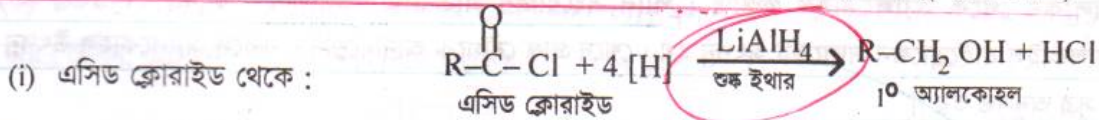
ইথানোয়িক এসিড

 $C_2H_5OC_2H_5$

ইথানল

(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 প্রতিক্ষেত্রে 1° অ্যালকোহল উৎপন্ন হয়। যেমন,

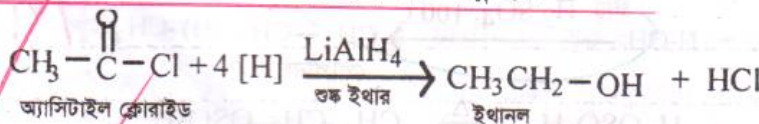


এসিড ক্লোরাইড

শুক ইথার

 1° অ্যালকোহল

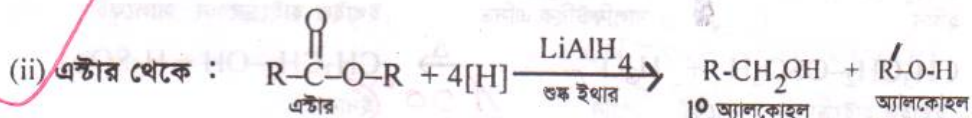
উদাহরণ : এসিড ক্লোরাইড যেমন, ইথানোয়িক ক্লোরাইডকে শুষ্ক ইথারে দ্রবীভূত লিথিয়াম অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রাইড নামক শক্তিশালী বিজারক দ্বারা বিজারিত করলে ইথানল উৎপন্ন হয়।



অ্যাসিটাইল ক্লোরাইড

শুক ইথার

ইথানল



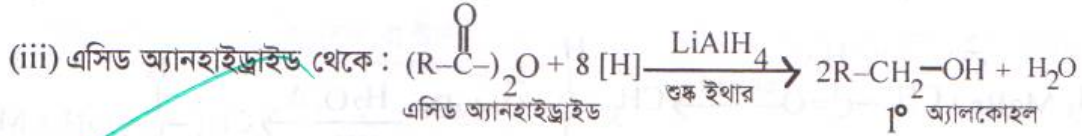
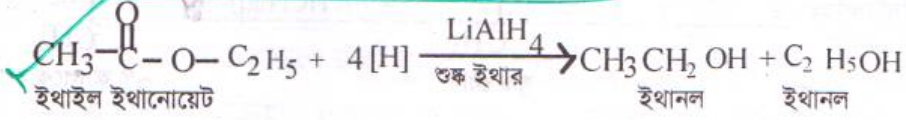
এস্টার

শুক ইথার

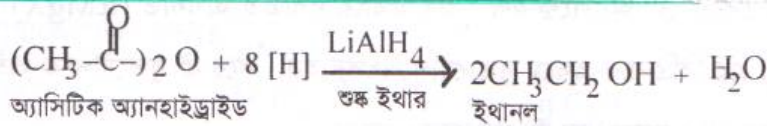
 1° অ্যালকোহল

অ্যালকোহল

উদাহরণ : ইথাইল ইথানোয়েট এন্টারকে শক্তিশালী বিজারক যেমন শুষ্ক ইথারে দ্রবীভূত লিথিয়াম অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রাইড দ্বারা বিজারিত করলে দুই অণু ইথানল উৎপন্ন হয়।



উদাহরণ : অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড বা ইথানোয়িক অ্যানহাইড্রাইডকে শুষ্ক ইথারে দ্রবীভূত লিথিয়াম অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রাইড (LiAlH₄) দ্বারা বিজারিত করলে ইথানল ও পানি উৎপন্ন হয়।

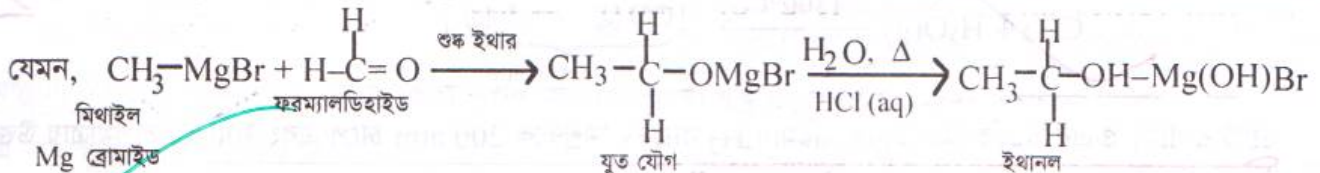
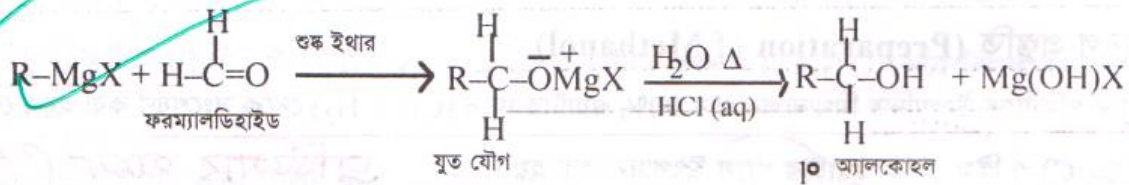


(৬) গ্রিগনার্ড বিকারক থেকে 1°, 2°, 3° অ্যালকোহল প্রস্তুতি :

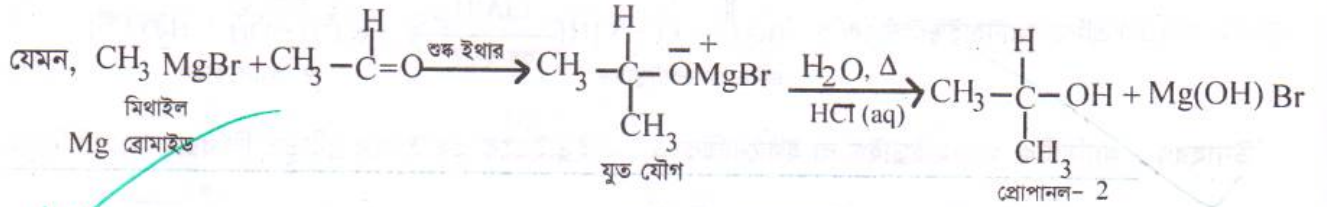
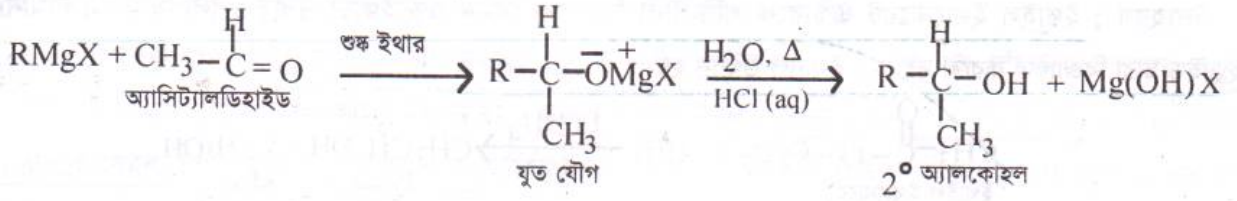
গ্রিগনার্ড বিকারক হলো অ্যালকাইল ম্যাগনেসিয়াম হ্যালাইড (RMgX) অথবা অ্যারাইল ম্যাগনেসিয়াম হ্যালাইড

(ArMgX)।

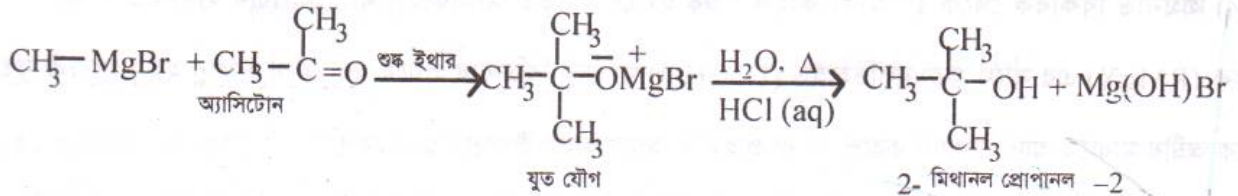
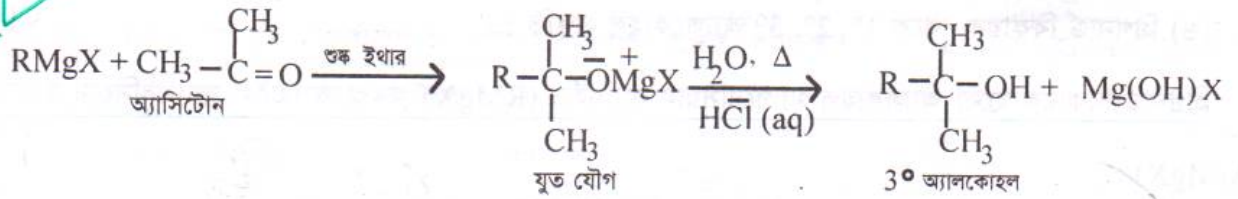
(i) গ্রিগনার্ড বিকারক থেকে 1° অ্যালকোহল : শুষ্ক ইথারে দ্রবীভূত অ্যালকাইল ম্যাগনেসিয়াম হ্যালাইড বা গ্রিগনার্ড বিকারক (RMgX) এর সাথে ফরম্যালডিহাইড (H-CHO) গ্যাসের বিক্রিয়ায় প্রথমে যুত যৌগ উৎপন্ন হয়। পরে ঐ যুত যৌগকে অম্লীয় মাধ্যমে আর্দ্র বিশ্লেষণ করলে 1° বা প্রাইমারি অ্যালকোহল উৎপন্ন হয়। যেমন,



(ii) গ্রিগনার্ড বিকারক থেকে 2° অ্যালকোহল : শুষ্ক ইথারে দ্রবীভূত গ্রিগনার্ড বিকারক (RMgX) এর সাথে ফরম্যালাডিহাইড ছাড়া অন্য যেকোনো অ্যালডিহাইড যেমন বিশুদ্ধ অ্যাসিট্যালডিহাইড (CH₃CHO) এর বিক্রিয়ায় প্রথমে যুত যৌগ উৎপন্ন হয়। পরে ঐ যুত যৌগকে অম্লীয় মাধ্যমে উত্তপ্ত করলে যুতযৌগটি আর্দ্র-বিশ্লেষিত হয়ে 2° অ্যালকোহল উৎপন্ন করে। যেমন,

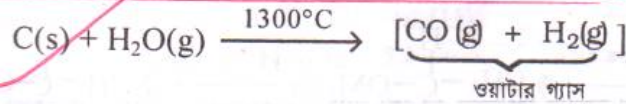


(iii) গ্রিগনার্ড বিকারক থেকে 3° অ্যালকোহল : শুষ্ক ইথারে দ্রবীভূত গ্রিগনার্ড (RMgX) এর সাথে কিটোন যেমন অ্যাসিটোন (CH₃COCH₃) এর বিক্রিয়ায় প্রথমে যুত যৌগ উৎপন্ন হয়। পরে ঐ যুতযৌগকে অম্লীয় মাধ্যমে উত্তপ্ত করলে যুত যৌগটি আর্দ্র বিশ্লেষিত হয়ে 3° অ্যালকোহল উৎপন্ন করে। যেমন,

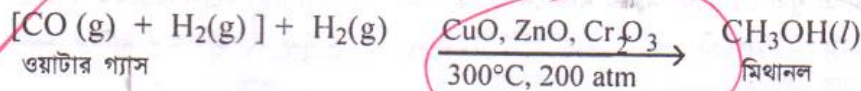


মিথানল প্রস্তুতি (Preparation of Methanol) :

বর্তমানে পৃথিবীতে উৎপাদিত মিথানলের প্রায় 90% ওয়াটার গ্যাস (CO + H₂) থেকে সংশ্লেষণ করা হয়। লোহিত তপ্ত কোক (1300°C) ও স্টিম থেকে ওয়াটার গ্যাস উৎপাদন করা হয়।



ওয়াটার গ্যাস ও এর অর্ধেক আয়তনের পরিমাণ H₂ গ্যাসের মিশ্রণকে 200 atm চাপে এবং 300°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত CuO, জিংক অক্সাইড ও ক্রোমিক অক্সাইড বা Al₂O₃ মিশ্র প্রভাবকের ওপর দিয়ে বিক্রিয়া প্রকোষ্ঠে চালনা করলে CO ও H₂ এর সংযোজনে মিথানল উৎপন্ন হয়। এ পদ্ধতিতে উৎপাদিত মিথানলের বিশুদ্ধতা প্রায় 99% হয়।

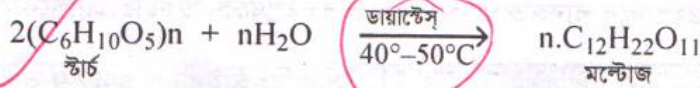


ইথানল প্রস্তুতি (Preparation of Ethanol) :

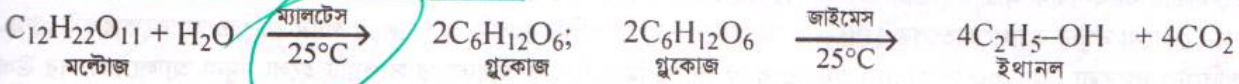
গ্লুকোজের লঘু 10% জলীয় দ্রবণে ঈস্ট কোষ যোগ করে প্রায় 20°-25°C উষ্ণতায় কয়েক ঘণ্টা রেখে দিলে ঐ ঈস্ট থেকে নিঃসৃত 'জাইমেস' নামক এনজাইমের প্রভাবে গ্লুকোজ অণু বিয়োজিত হয়ে ইথানল ও বুবদবুদসহ CO₂ গ্যাস উৎপন্ন হয়। এটি একটি গাঁজন বা ফারমেন্টেশন প্রক্রিয়া। ফারমেন্টেশন পদ্ধতিতে ইথানল উৎপাদনে গ্লুকোজের উৎসরূপে নিম্নোক্ত দু'শ্রেণির কার্বোহাইড্রেট ব্যবহৃত হয়। শ্বেতসার বা স্টার্চ [C₆H₁₀O₅]_n জাতীয় পদার্থ; যেমন, আলু, গম, চাউল, বার্লি, ভুট্টা ইত্যাদি।

ডাইস্যাকারাইড (C₁₂H₂₂O₁₁) জাতীয় পদার্থ; চিটাগুড় বা মোলাসেস, ইক্ষুরস, বীট ইত্যাদি।

স্টার্চের উৎস আলুকে 140°C তাপমাত্রায় স্টিম দ্বারা উত্তপ্ত করে মগ 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।



শেষে 25°C তাপমাত্রায় 10% মল্টোজ দ্রবণে 'ঈস্ট' স্ফোগ করা হয়। ঈস্ট থেকে ম্যালটেস ও 'জাইমেস' নামক দুটি এনজাইম নিঃসৃত হয়। ম্যালটেস মল্টোজকে আর্দ্র বিশ্লেষিত করে গ্লুকোজে এবং জাইমেস গ্লুকোজকে বিয়োজিত করে ইথানল ও CO₂ গ্যাসে পরিণত করে।



এ প্রক্রিয়ায় 12-15% ইথানল, পানি ও গ্লিসারিন ইত্যাদির মিশ্রণ উৎপন্ন হয়। এ মিশ্রণকে আংশিক পাতন করে রেকটিফাইড স্পিরিট (rectified spirit) পাওয়া যায়। রেকটিফাইড স্পিরিট হলো 95.6% ইথানল ও 4.4% পানির সমস্ফুটন মিশ্রণ এবং এর স্ফুটনাক্ষ হলো 78.1°C। *91-12-13, 10-11, 90-91, 91-92*

রেকটিফাইড স্পিরিট থেকে বিশুদ্ধ ইথানল প্রস্তুতি : *১০০% ইথানল পাওয়া যায়*

(১) রেকটিফাইড স্পিরিটকে পাথুরে চুন (CaO) সহযোগে পাতন (78.3°C) করে বিশুদ্ধ ইথানল 99.5% পাওয়া যায়।

(২) বেনজিনসহ সমস্ফুটন পাতন দ্বারা : বিশুদ্ধ ইথানল প্রস্তুত করা যায়। যেমন, রেকটিফাইড স্পিরিটে প্রয়োজন মতো 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।

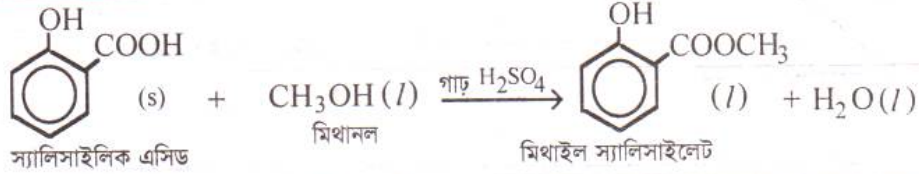
এ পাতন প্রক্রিয়ায় সমস্ত পানি দূর হয়। যদি মিশ্রণে বেনজিন অবশিষ্ট থাকে তখন তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেয়ে 68.2°C হলে ইথানল ও অবশিষ্ট বেনজিনের ২য় সমস্ফুটন মিশ্রণরূপে সমস্ত বেনজিন দূর হয়।

২য় সমস্ফুটন মিশ্রণের সংযুক্তি হলো 32.4% ইথানল ও 67.4% বেনজিন। এটির পাতন তাপমাত্রা হলো 68.2°C। এরপর তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেয়ে 78.3° তাপমাত্রায় 100% বিশুদ্ধ ইথানল পাতিত তরলরূপে সংগ্রহ করা হয়।

স্টার্চের মনুপ্রস্তুতির জীবরসায়ন → 70% ইথানল + 30% পানি



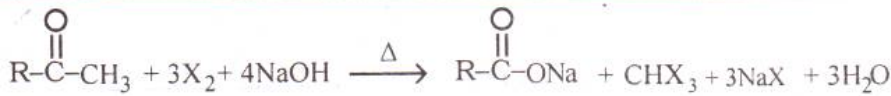
মিথানল শনাক্তকরণ : অল্প মিথানল ও স্যালিসাইলিক এসিডের মিশ্রণে 2/3 ফোঁটা গাঢ় H₂SO₄ যোগ করলে মিথাইল স্যালিসাইলেটের আয়োডোফরম মতো গন্ধ পাওয়া যায়।



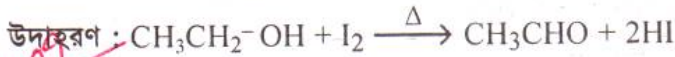
ইথানলের শনাক্তকরণ : আয়োডোফরম পরীক্ষা : ইথানলকে গাঢ় NaOH ও আয়োডিন দ্রবণসহ উত্তপ্ত করলে হলুদ বর্ণের আয়োডোফরম উৎপন্ন হয়।



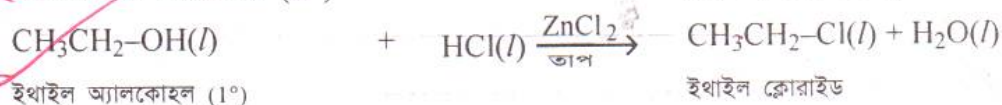
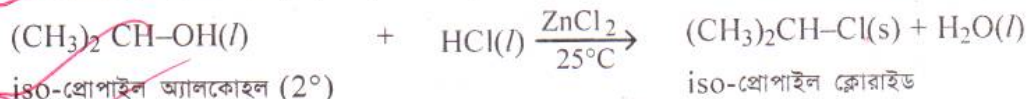
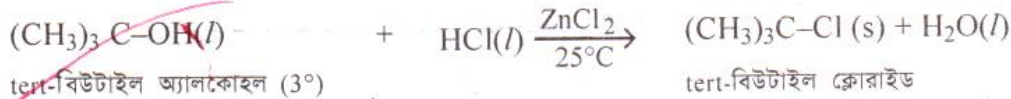
আয়োডোফরম বা হ্যালোফরম পরীক্ষা : মিথাইল কার্বনিল মূলক (CH₃CO-) যুক্ত যে কোনো জৈব যৌগ যেমন CH₃CHO অথবা যেসব অ্যালকোহল হ্যালোজেন দ্বারা জারিত হয়ে CH₃CO- মূলক যুক্ত যৌগে পরিণত হয় যেমন ইথানল ইত্যাদি সে সব যৌগ গাঢ় আয়োডিন দ্রবণ ও গাঢ় NaOH দ্রবণসহ উত্তপ্ত অবস্থায় জারিত হয়ে হলুদ বর্ণের আয়োডোফরম ও সোডিয়াম কার্বক্সিলেট লবণ উৎপন্ন করে। এ বিক্রিয়াকে হ্যালোফরম বা আয়োডোফরম বিক্রিয়া বলে। যেমন,



এখানে R = H, CH₃-, C₂H₅- ইত্যাদি মূলক এবং X₂ = Cl₂, Br₂, I₂ ইত্যাদি।

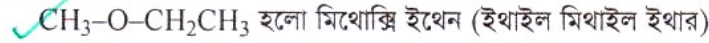


প্রাইমারি (1°), সেকেন্ডারি (2°), টারসিয়ারি (3°) অ্যালকোহলের পরীক্ষা : লুকাস বিকারকসহ পরীক্ষা : গাঢ় HCl এসিডে দ্রবীভূত অনার্দ্র জিংক ক্লোরাইডের দ্রবণকে লুকাস বিকারক বলে। কক্ষতাপমাত্রায় লুকাস বিকারকের সঙ্গে 3° অ্যালকোহল যোগ করা মাত্রই সাদা অধঃক্ষেপ দেয়। 2° অ্যালকোহল 5-10 মিনিটে অধঃক্ষেপ দেয়। 1° অ্যালকোহল কক্ষতাপমাত্রায় বিক্রিয়া করে না। উত্তপ্ত করলে দীর্ঘ সময় পড়ে তৈলাক্ত স্তর সৃষ্টি করে।



২.১১.৫ ইথার (Ethers)

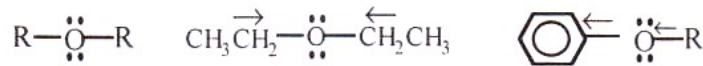
ইথার : দ্বিযোজী অক্সিজেন পরমাণুতে দুটি যে কোনো অ্যালকাইল বা অ্যারাইল মূলক যুক্ত থাকলে, সে যৌগকে ইথার বলে। IUPAC পদ্ধতিতে ইথারকে অ্যালকোক্সি অ্যালকেনরূপে গণ্য করা হয়। যেমন –



ইথারের অক্সিজেন পরমাণুটি sp^3 সংকরিত। এর দুটি সংকর অরবিটাল দুটি C পরমাণুর sp^3 সংকর অরবিটালের সাথে দুটি σ বন্ধন দ্বারা অ্যালিফেটিক ইথার গঠন করে। O পরমাণুটির বাকী দুটি সংকর অরবিটাল দুটি নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল রূপে থাকে। ফলে C—O—C বন্ধন কোণটি প্রায় 110° হয়, যা চতুস্তলকের কোণের (109.5° এর) প্রায় সমান।

ইথারের গঠন ও রাসায়নিক নিষ্ক্রিয়তার ব্যাখ্যা : কার্বন-অক্সিজেন একক বন্ধনযুক্ত জৈব যৌগ যেমন অ্যালকোহল, ফেনল ও ইথারের মধ্যে রাসায়নিক সক্রিয়তায় বেশ পার্থক্য দেখা যায়। 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 (δ^+) সৃষ্টি হয়। এজন্য অ্যালকোহল অণুতে উভয় সমযোজী বন্ধনের ভাঙন সহজেই ঘটতে পারে। তাই অ্যালকোহলসমূহ সহজেই প্রতিস্থাপন, জারণ ও নিরুদন প্রভৃতি বিক্রিয়া দিয়ে থাকে।

অপরদিকে ফেনল অণুর বেনজিন চক্রে অনুরণনের কারণে অক্সিজেন পরমাণুর ইলেকট্রন 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। কিন্তু অ্যালিফেটিক ও অ্যারোমেটিক উভয় শ্রেণির ইথার অণুতে দুটি অ্যালকাইল বা ফিনাইল মূলক অক্সিজেন পরমাণুর সঙ্গে যুক্ত হয়ে 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।

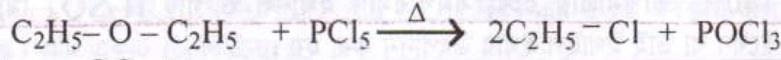


আমরা জানি, অ্যালকাইল মূলক ইলেকট্রন বিকর্ষী বা ধনাত্মক আবেশধর্মী। তাই এদের প্রভাবে অ্যালিফেটিক ইথার অণুর C—O—C বন্ধনদ্বয়ের অক্ষ বরাবর ইলেকট্রন ঘনত্ব বৃদ্ধি পায়। ফলে ইথারীয় বন্ধন সুদৃঢ় হয়। আবার অ্যারোমেটিক ইথারের অণুতে বেনজিন চক্রে অনুরণনের কারণে ইথারীয় অক্সিজেন পরমাণুটি বেনজিন চক্রের কার্বন পরমাণুর সাথে বেশ দৃঢ়ভাবে যুক্ত থাকে।

সুতরাং সুস্পষ্ট হলো যে, ইথারীয় কার্বন-অক্সিজেন বন্ধন (C—O—C) বেশ সুদৃঢ় এবং অ্যালকোহল ও ফেনলের কার্যকরী মূলকের বন্ধন ভাঙনের মতো ইথারীয় বন্ধন ভাঙন সহজ নয়। এ জন্য অ্যালকোহল ও ফেনল রাসায়নিকভাবে সক্রিয় হলেও ইথারের রাসায়নিক সক্রিয়তা খুবই কম। তাই ইথারসমূহ সর্বাপেক্ষা কম সক্রিয় জৈব যৌগের অন্যতম। তবে অধিকতর তীব্র অবস্থায় অ্যালকেনের মত কিছু বিক্রিয়া দেয়। যেমন,

- * ১। হাইড্রোক্যার্বন মূলকদ্বয় এক্ষেত্রে অ্যালকেন অণুর মতো প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া দেয়; যেমন, হ্যালোজেনেশন।
- * ২। কার্বন অক্সিজেন বন্ধনের ভাঙন ঘটে। যেমন গাঢ় এসিড, PCl_5 ইত্যাদির সঙ্গে ইথারীয় বন্ধন বিয়োজন বিক্রিয়া দেয়। কিন্তু অধিকাংশ জারক ও বিজারকের সঙ্গে ইথারসমূহ কোন বিক্রিয়া করে না।

PCl_5 সহ ডাইইথাইল ইথারের বিক্রিয়া :



PCl_5 সহ অ্যালকোহলের বিক্রিয়া :

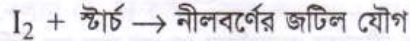
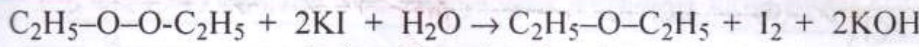


এ বিক্রিয়া দ্বারা অ্যালকোহল ও ইথারের মধ্যে পার্থক্য করা যায়। কারণ অ্যালকোহল ও PCl_5 সহ বিক্রিয়ায় ইথারের তুলনায় অতিরিক্ত উৎপাদরূপে HCl গ্যাস উৎপন্ন হয়; যা NH_3 গ্যাসের সংস্পর্শে NH_4Cl এর সাদা ধোঁয়া তৈরি করে।

ডাই ইথাইল ইথারের সংরক্ষণ (Preservation of diethyl ether) :

ইথার সূর্যালোকের উপস্থিতিতে বায়ুর O_2 এর সংস্পর্শে বিক্রিয়া করে খুব বিষাক্ত ও বিষ্ফোরণধর্মী ডাইইথাইল পারক্সাইড ($C_2H_5-O-O-C_2H_5$) 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। পারক্সাইড যাতে উৎপন্ন না হয়, সেজন্য ইথারের বোতলে অল্প পরিমাণ কিউপ্রাস অক্সাইড, ইথানল যা হাইড্রোকুইনোন ($HO-C_6H_4-OH$, p- ডাই হাইড্রক্সি বেনজিন) যোগ করা হয়।

ইথারের নমুনায় পারক্সাইডের উপস্থিতি শনাক্তকরণ : ইথারের কোনো নমুনায় স্টার্চ মিশ্রিত KI এর জলীয় দ্রবণ যোগ করে ঝাঁকালে যদি দ্রবণটি নীল হয়, তবে ঐ ইথারের নমুনায় পারক্সাইড তৈরি হয়ে আছে বোঝায়। এক্ষেত্রে পারক্সাইড KI কে আয়োডিনে জারিত করে এবং উৎপন্ন I_2 স্টার্চের সাথে বিক্রিয়ায় নীল বর্ণের জটিল যৌগ গঠন করে।

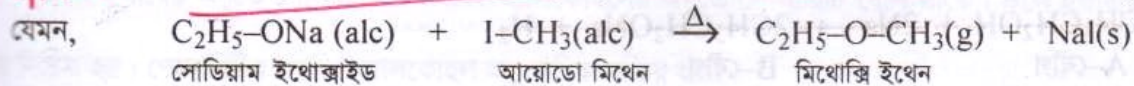
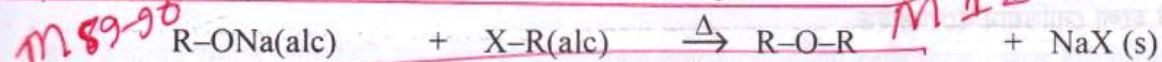


ইথার থেকে পারক্সাইড দূরীকরণ : চেতনানাশক রূপে এবং সেলুলোজ এস্টার, তৈল-চর্বি ও রেজিনের উত্তম দ্রাবক রূপে ইথার ব্যবহৃত হয়। এজন্য পারক্সাইড মুক্ত ইথার প্রয়োজন। তাই $FeSO_4$ অথবা Na_2SO_3 বিজারক দ্রবণ সহ ইথারকে ঝাঁকিয়ে নিলে পারক্সাইড মুক্ত ইথার পাওয়া যায়।

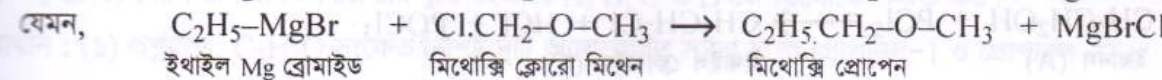
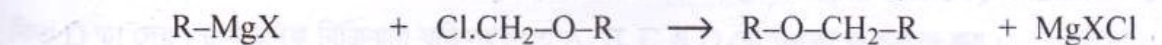
ডাইইথাইল ইথার হলো ইথার শ্রেণির প্রতিনিধিত্বকারী সদস্য। রাসায়নিকভাবে বেশ নিষ্ক্রিয় হওয়ায় ইথার প্রচুররূপে ব্যবহৃত হয়। ইথার অণুতে H-বন্ধন সম্ভব নয়; তাই ইথার অধিক উদ্বায়ী ও নিম্ন স্ফুটনাঙ্কবিশিষ্ট হয়।

ইথারের সাধারণ প্রস্তুত পদ্ধতি :

(১) **উইলিয়ামসন ইথার সংশ্লেষণ :** অ্যালকোহলে দ্রবীভূত সোডিয়াম বা পটাসিয়াম অ্যালকোক্সাইডের (বা পারক্সাইডের) সঙ্গে অ্যালকোহল 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।

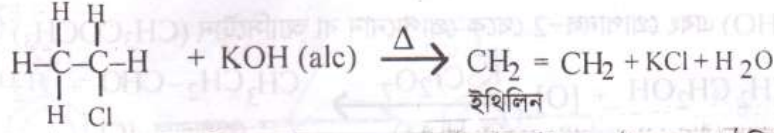


(২) **গ্রিগনার্ড বিকারক ও হ্যালোজেনেটেড ইথার থেকে :** এ পদ্ধতিতে সফলতার সঙ্গে উচ্চতর ইথার সংশ্লেষণ করা যায়। সাধারণত ক্লোরো ইথারের সঙ্গে গ্রিগনার্ড বিকারকের বিক্রিয়া দ্বারা উচ্চতর ইথার প্রস্তুত করা হয়।

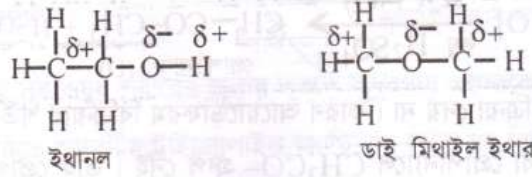


'C' যৌগ ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$) থেকে অ্যালকিন প্রস্তুতি :

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 ডাই ইথাইল 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 $(3.5-2.5) = 1.0$

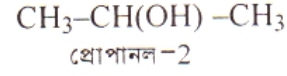
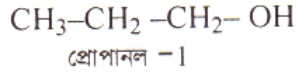
সুতরাং ইথানলের বেলায় O-H বন্ধন উভয় পরমাণুর তড়িৎ ঋণাত্মকতার মানের পার্থক্য ইথারের বেলায় C-O বন্ধনে উভয় পরমাণুর তড়িৎ ঋণাত্মকতার মানের পার্থক্য অপেক্ষা বেশি হওয়ায় ইথানল অণুতে O-H বন্ধনটিতে অধিক পোলারিটি সৃষ্টি হবে এবং ইথারের অণুতে O-C বন্ধনটিতে কম পোলারিটি সৃষ্টি হবে।

(iii) আবার অ্যালকোহল অণুতে (R-O-H) একটি অ্যালকাইলমূলক (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।

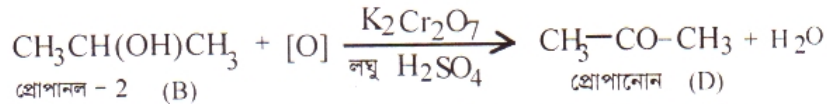
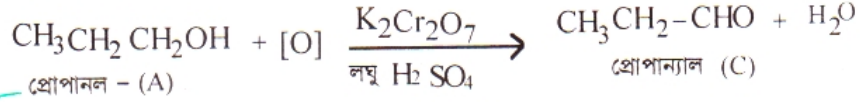
সুতরাং ইথারের অণুতে পোলারিটি কম এবং অ্যালকোহলের অণুতে পোলারিটি বেশি থাকে। ফলে ইথারীয় বন্ধন দৃঢ় ও প্রায় নিষ্ক্রিয় হয়। পোলারিটির কারণে অ্যালকোহল অণু অধিক সক্রিয় হয়।

সমাধানকৃত সমস্যা-২.১২ : অ্যালকোহল সংশ্লিষ্ট রসায়ন $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ আণবিক সংকেত বিশিষ্ট দুটি অ্যালকোহল সমাণু A ও B যৌগকে মৃদু জারণের ফলে C ও D যৌগ পাওয়া যায়। C যৌগটি I_2 ও গাঢ় NaOH সহ আয়োডোফর্ম বিক্রিয়া দেয় না; কিন্তু D তা দেয়। রাসায়নিক বিক্রিয়ার যুক্তিসহকারে A, B, C ও D যৌগগুলোকে শনাক্ত কর।

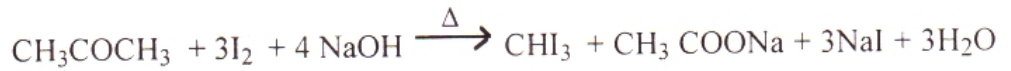
সমাধান : (১) প্রশ্নমতে, $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ সংকেত বিশিষ্ট দুটি অ্যালকোহল সমাণু হলো প্রোপানল-1 ও প্রোপানল-2।



(২) মনে করি 'A' হলো প্রোপানল-1 এবং B হলো প্রোপানল-2। উভয় যৌগকে মৃদু জারণ করলে প্রোপানল-1 থেকে প্রোপান্যাল ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{-CHO}$) এবং প্রোপানল-2 থেকে প্রোপানোন বা অ্যাসিটোন (CH_3COCH_3) উৎপন্ন হয়।



(৩) প্রশ্ন মতে C যৌগটি আয়োডোফরম বিক্রিয়া দেয় না। কারণ আয়োডোফরম বিক্রিয়ার শর্ত মতে বিক্রিয়ক অণুর $\text{CH}_3\text{CO-}$ গ্রুপ থাকা দরকার; কিন্তু C যৌগ বা প্রোপান্যালে $\text{CH}_3\text{CO-}$ গ্রুপ নেই। তাই প্রোপান্যাল আয়োডোফরম বিক্রিয়া না দেয়া স্বাভাবিক। অপর যৌগ প্রোপানোন বা D যৌগের গঠনে $\text{CH}_3\text{CO-}$ গ্রুপ থাকায় প্রোপানোন আয়োডোফরম বিক্রিয়া দেয়।

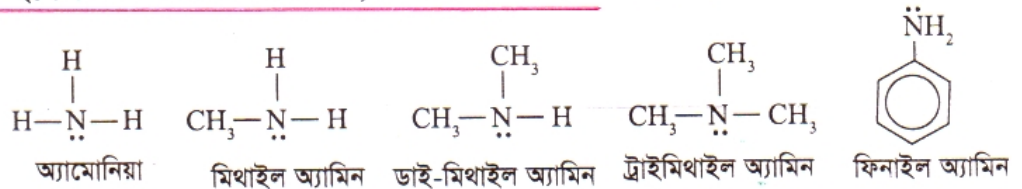


সিদ্ধান্ত : A যৌগটি হলো প্রোপানল-1, D যৌগটি হলো প্রোপানল-2;

C যৌগটি হলো প্রোপান্যাল এবং D যৌগটি হলো প্রোপানোন।

২.১১.৬ অ্যামিন (Amines)

অ্যালকোহলকে যেমন পানির জৈব জাতক বলা হয়, একইভাবে অজৈব অ্যামোনিয়া (NH_3)-এর জৈব জাতক হল অ্যামিনসমূহ। অ্যামোনিয়া অণুর এক বা একাধিক হাইড্রোজেন পরমাণু অ্যালকাইল বা অ্যারাইল মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হলে যে সব যৌগের উদ্ভব ঘটে, এদেরকে অ্যামিন বলে। যেমন,

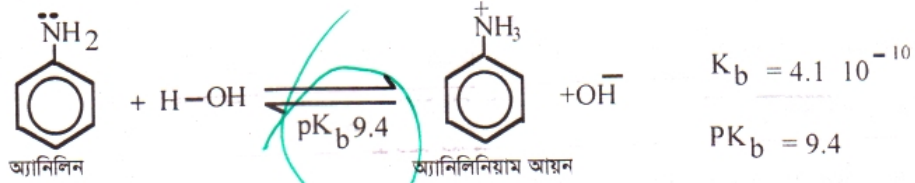


★ অ্যামোনিয়ার মতো অ্যামিনসমূহ ক্ষারকরূপে এদের N-পরমাণুস্থিত নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন-জোড় দ্বারা থেকে H^+ আয়ন গ্রহণ করে দ্রবণীয় অ্যামোনিয়াম লবণ তৈরি করে।

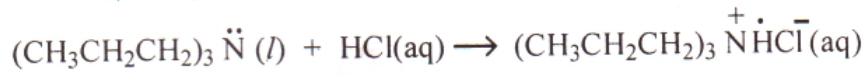
★ অ্যালিফেটিক অ্যামিনসমূহ অ্যামোনিয়ার চেয়ে বেশি ক্ষারধর্মী হয়। কারণ অ্যালকাইল মূলক যেমন CH_3 মূলকের ধনাত্মক আবেশধর্মিতার কারণে N-পরমাণুতে ইলেকট্রন ঘনত্ব বেড়ে যায়। তখন NH_3 এর চেয়ে মিথাইল অ্যামিন (CH_3NH_2), ডাইমিথাইল অ্যামিন ($(\text{CH}_3)_2\text{NH}$) এর ক্ষারধর্মিতা বেশি হয়।



অপরদিকে অ্যারোমেটিক অ্যামিন যেমন অ্যানিলিন ($C_6H_5NH_2$) এর ক্ষারধর্মিতা NH_3 থেকে হ্রাস পায়। কারণ NH_2 মূলকের N পরমাণুর নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল বেনজিন বলয়ের অনুরণনে অংশ গ্রহণ করে। তাই N পরমাণুতে ইলেকট্রন ঘনত্ব হ্রাস পায়। ফলে অ্যানিলিনের বিয়োজন ধ্রুবক pK_b এর মান (9.4) বেড়ে গিয়ে NH_3 এর pK_b এর মান (4.74) থেকে অনেক বেশি হয়।

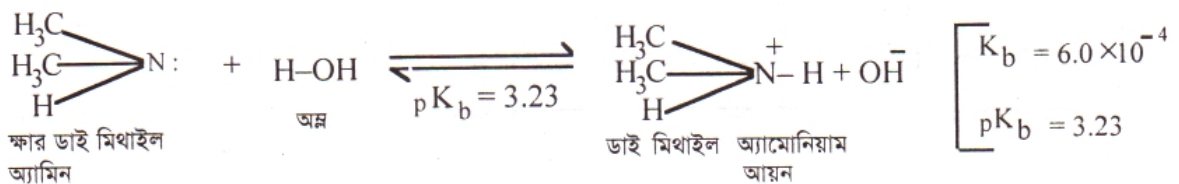
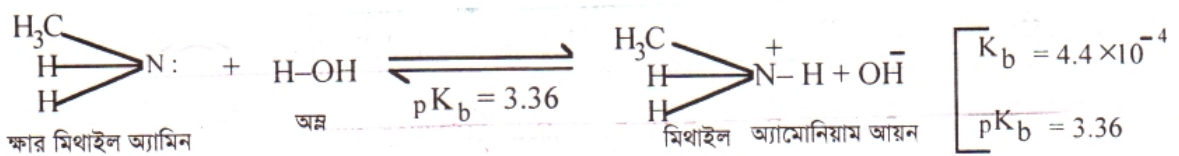
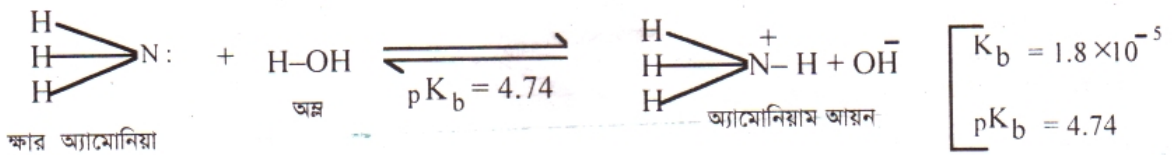


অ্যামিন গ্রুপের যে সব ওষুধ শরীরের জলীয় তরলে অদ্রবণীয় এদেরকে দ্রবণীয় অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড লবণরূপে কার্যকর করা হয়। যেমন পানিতে অদ্রবণীয় ট্রাইপ্রোপাইল অ্যামিনকে HCl সহ বিক্রিয়ায় অ্যামোনিয়াম লবণরূপে দ্রবণীয় করা হয়।

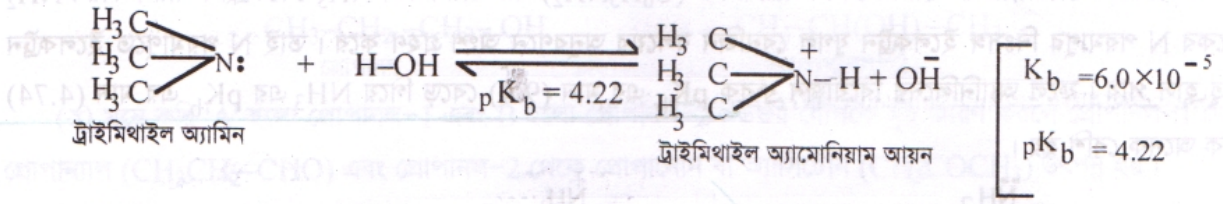


অনুরূপভাবে বেদনানাশক মরফিন, জীবাণুনাশক টেট্রাসাইক্লিন ইত্যাদিকে দ্রবণীয় অ্যামোনিয়াম লবণরূপে এদের দ্রাব্যতা বৃদ্ধি করে ওষুধরূপে কার্যকর করা হয়।

ক্ষারক সমূহের ক্ষারধর্মিতা তুলনা করার জন্যে ক্ষারক সমূহের বিয়োজন ধ্রুবক pK_b এর মান ব্যবহার করা হয়। এক্ষেত্রে $pK_b = -\log K_b$ । দুটি ক্ষারকের মধ্যে যেটির pK_b এর মান যত কম হয়, ঐ ক্ষারকের ক্ষারধর্ম ততই বেশি হয়। নিচে NH_3 , CH_3NH_2 ও $(CH_3)_2NH$ এর pK_b এর দেখানো হলো :



অপরদিকে ট্রাইমিথাইল অ্যামিন $[CH_3]_3N$ এর ক্ষারধর্মিতা ($pK_b = 4.22$) মিথাইল অ্যামিন ও ডাইমিথাইল অ্যামিনের তুলনায় কম হয়। এর কারণ তিনটি অ্যালকাইল মূলকের মধ্যে পরস্পর বিকর্ষনজনিত কারণে N পরমাণুকে চারদিকে প্রায় ঘেরাও করে থাকে; ফলে N পরমাণুর নিঃসঙ্গ ইলেকট্রনের নিকটে প্রোটন (H^+) আসতে বাধা পায়। একে 'স্টেরিও বাধা' বা ত্রিমাত্রিক বাধা বলা হয়।

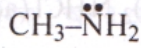


অ্যামিনসমূহের শ্রেণিবিভাগ : গঠন অনুসারে অ্যামিনসমূহ তিন প্রকার। যেমন,

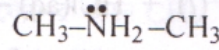
(১) অ্যালিফেটিক অ্যামিন, (২) অ্যারোমেটিক অ্যামিন ও (৩) বিষম চাক্রিক অ্যামিন।

(১) অ্যালিফেটিক অ্যামিন : অ্যামোনিয়া (NH₃) অণুর H-পরমাণু অ্যালকাইল মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হলে উৎপন্ন যৌগকে অ্যালিফেটিক অ্যামিন বলে। যেমন -

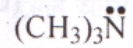
মিথাইল অ্যামিন,



ডাইমিথাইল অ্যামিন,

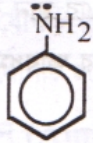


ট্রাই মিথাইল অ্যামিন।

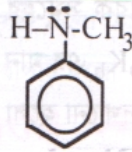


(২) অ্যারোমেটিক অ্যামিন : অ্যামোনিয়া (NH₃) অণুর কোনো H-পরমাণু অ্যারাইল মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হলে

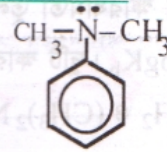
উৎপন্ন যৌগকে অ্যারোমেটিক অ্যামিন বলে। যেমন-ফিনাইল অ্যামিন বা অ্যানিলিন, N-মিথাইল ফিনাইল অ্যামিন।



ফিনাইল অ্যামিন
বা অ্যানিলিন



N- মিথাইল
ফিনাইল অ্যামিন



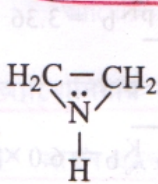
N,N- ডাইমিথাইল
ফিনাইল অ্যামিন

(৩) বিষম চাক্রিক অ্যামিন : জৈব যৌগের মূল চাক্রিক কাঠামো গঠনে N. পরমাণু থাকলে এদেরকে বিষম চাক্রিক

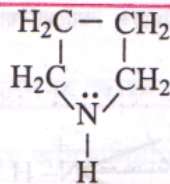
অ্যামিন বলে। বিষম চাক্রিক অ্যামিন অ্যালিফেটিক ও অ্যারোমেটিক এ দু'শ্রেণিতে বিভক্ত। যেমন সাইক্লো ইথিলিন অ্যামিন ও

পাইরোলিডিন অ্যামিন হলো বিষম চাক্রিক অ্যালিফেটিক অ্যামিন। পাইরোল, পিরিডিন হলো বিষম চাক্রিক অ্যারোমেটিক

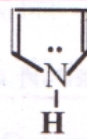
অ্যামিন। এছাড়া DNA ও RNA এর পিউরিন ও পিরিডিন ক্ষারকসমূহ অ্যারোমেটিক অ্যামিন।



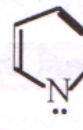
সাইক্লো ইথিলিন
অ্যামিন



পাইরোলিডিন



পাইরোল



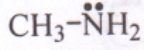
পিরিডিন

অ্যামিনের N- পরমাণুতে যুক্ত থাকা H-পরমাণুর সংখ্যানুসারে অ্যামিনের শ্রেণিবিভাগ :

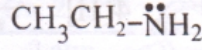
অ্যামিনের N-পরমাণুতে যুক্ত H-পরমাণুর সংখ্যানুসারে অ্যামিন সমূহকে তিন শ্রেণিতে ভাগ করা হয়। যেমন,

(১) প্রাইমারি বা 1° অ্যামিন (২) সেকেন্ডারি বা 2° অ্যামিন ও (৩) টারসিয়ারি বা 3° অ্যামিন।

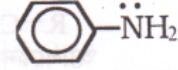
প্রাইমারি (1°) অ্যামিন : অ্যামোনিয়া (NH₃) অণুর একটি মাত্র H পরমাণু একটি অ্যালকাইল মূলক বা অ্যারাইল মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হলে উৎপন্ন অ্যামিনকে প্রাইমারি বা 1° অ্যামিন বলে। প্রাইমারি অ্যামিনের কার্যকরীমূলক হলো দুটি H-পরমাণুযুক্ত একযোজী প্রাইমারি অ্যামিনো (-NH₂) মূলক। যেমন,



মিথাইল অ্যামিন

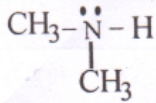


ইথাইল অ্যামিন

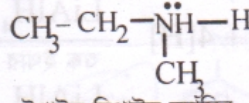


অ্যানিলিন

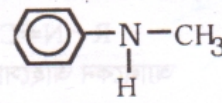
সেকেন্ডারি (2°) অ্যামিন : অ্যামোনিয়া (NH₃) অণুর দু'টি H-পরমাণু দু'টি অ্যালকাইল বা অ্যারাইল মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হলে উৎপন্ন অ্যামিনকে সেকেন্ডারি বা 2° অ্যামিন বলে। সেকেন্ডারি অ্যামিনের কার্যকরী মূলক হলো একটি H-পরমাণু যুক্ত দ্বিযোজী সেকেন্ডারি অ্যামিনো মূলক বা ইমিনো (-NH-) মূলক। যেমন,



ডাইমিথাইল অ্যামিন

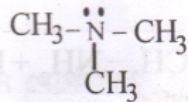


ইথাইল মিথাইল অ্যামিন

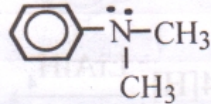


N- মিথাইল ফিনাইল অ্যামিন

টারসিয়ারি (3°) অ্যামিন : অ্যামিনো (NH₃) অণুর তিনটি H পরমাণু তিনটি অ্যালকাইল বা অ্যারাইল মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হলে উৎপন্ন অ্যামিনকে টারসিয়ারি বা 3° অ্যামিন বলে। টারসিয়ারি অ্যামিনের কার্যকরী মূলক হলো ত্রিযোজী টারসিয়ারি অ্যামিনো মূলক (=N-)। যেমন,



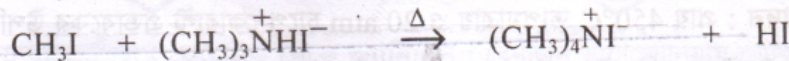
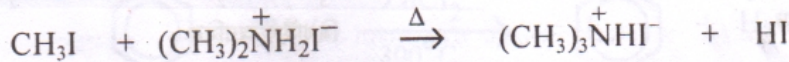
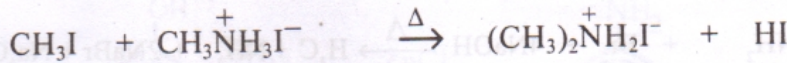
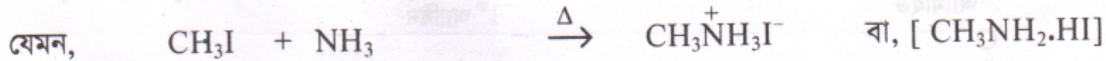
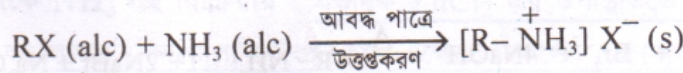
ট্রাইমিথাইল অ্যামিন



N, N- ডাইমিথাইল অ্যানিলিন

(১) অ্যামিনসমূহের সাধারণ প্রস্তুত প্রণালি (General Methods of Preparation of Amines)

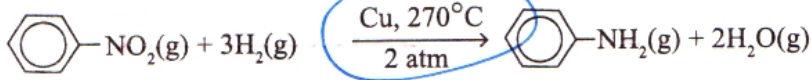
অ্যালিফেটিক অ্যামিন প্রস্তুতি : অ্যালকাইল হ্যালাইড ও অ্যামোনিয়া থেকে : ইথানলে দ্রবীভূত অ্যালকাইল হ্যালাইড ও অ্যামোনিয়া গ্যাসের মিশ্রণকে আবদ্ধ ধাতব পাত্রে অধিক চাপে উত্তপ্ত করলে 1°, 2°, 3° অ্যামিনসমূহ ও 4° অ্যামোনিয়াম লবণ এর মিশ্রণ উৎপন্ন হয়।



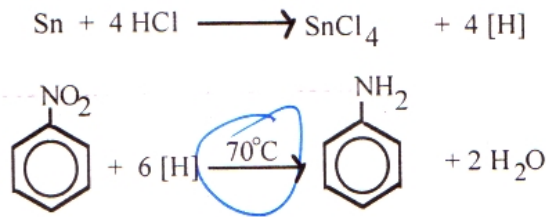
উৎপন্ন অ্যামিনসমূহের মিশ্রণে পটাসিয়াম হাইড্রক্সাইড স্ফার দ্রবণ যোগ করে আংশিক পাতন করলে পৃথক পৃথকভাবে 1°, 2°, 3° অ্যামিন যেমন, মিথাইল অ্যামিন, ডাইমিথাইল অ্যামিন ও ট্রাইমিথাইল অ্যামিন পাওয়া যায়।

অ্যারোমেটিক অ্যামিন প্রস্তুতি : অ্যানিলিন উৎপাদন :

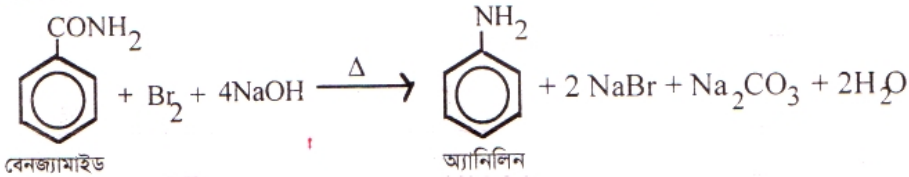
(১) নাইট্রো বেনজিন থেকে বিজারণ দ্বারা : প্রায় 270°C তাপমাত্রায় ও 2 atm চাপে নাইট্রোবেনজিন (b.p. 210°C) এর বাষ্পকে কপার-সিলিকা প্রভাবকের উপস্থিতিতে H₂ গ্যাস দ্বারা বিজারিত করে অ্যানিলিন উৎপাদন করা হয়।



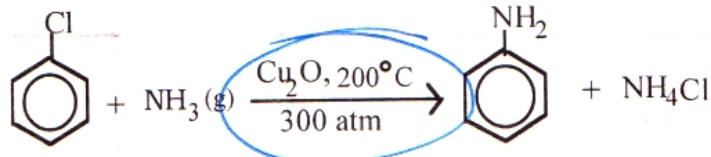
এছাড়া পরীক্ষাগারে নাইট্রোবেনজিনকে টিন (Sn) ধাতু ও গাঢ় HCl এসিড মিশ্রণ দ্বারা 70°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে নাইট্রোবেনজিন বিজারিত হয়ে অ্যানিলিন উৎপন্ন করে।



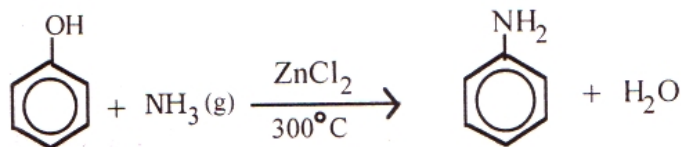
(২) বেনজামাইড থেকে হফম্যান ক্ষুদ্রাংশকরণ বিক্রিয়া দ্বারা : বেনজামাইডকে ব্রোমিন ও গাঢ় কস্টিক সোডাসহ উত্তপ্ত করলে প্রাইমারি অ্যারোমেটিক অ্যামিন অ্যানিলিন উৎপন্ন হয়।



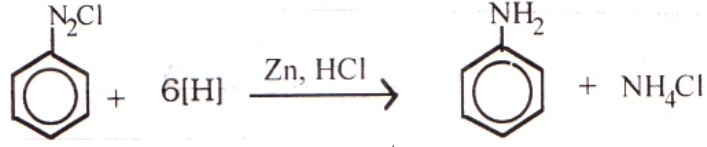
(৩) ক্লোরো-বেনজিন থেকে NH₃ সহ বিক্রিয়ায় : কিউপ্রাস অক্সাইড (Cu₂O) প্রভাবকের উপস্থিতিতে 200°C তাপমাত্রায় ও 300 atm চাপে ক্লোরোবেনজিন ও NH₃ গ্যাসের বিক্রিয়ায় অ্যানিলিন ও NH₄Cl উৎপন্ন হয়।



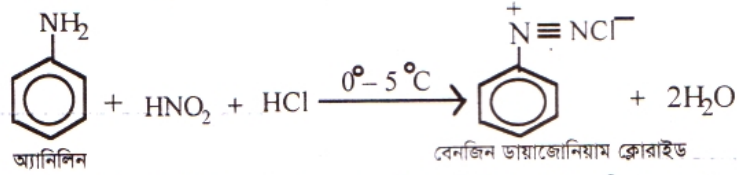
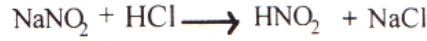
(৪) ফেনল থেকে NH₃ সহ বিক্রিয়ায় : প্রভাবক ZnCl₂ এর উপস্থিতিতে ফেনল ও NH₃ গ্যাসের মিশ্রণকে 300°C পর্যন্ত উত্তপ্ত করলে অ্যানিলিন ও পানি উৎপন্ন হয়। এক্ষেত্রে ফেনলের -OH মূলকটি -NH₂ মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়।



(৫) বেনজিন ডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড থেকে অ্যানিলিন : বেনজিন ডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইডকে শক্তিশালী বিজারক যেমন Zn ও গাঢ় HCl এসিড মিশ্রণ থেকে উৎপন্ন জায়মান H পরমাণু দ্বারা বিজারিত করলে অ্যানিলিন ও NH₄Cl উৎপন্ন হয়। এক্ষেত্রে LiAlH₄ বিজারকও ব্যবহার করা যায়।

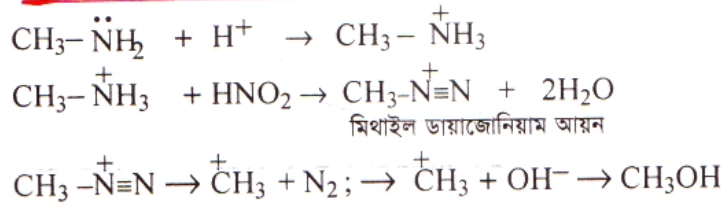


জেনে নাও : বেনজিন বলয়ে ডায়াজোনিয়াম মূলক ($-\overset{+}{\text{N}} \equiv \text{N}$) যুক্ত থাকলে তখন এটিকে অ্যারোমেটিক ডায়াজোনিয়াম আয়ন যেমন বেনজিন ডায়াজোনিয়াম আয়ন ($\text{C}_6\text{H}_5-\overset{+}{\text{N}} \equiv \text{N}$) বলে। ডাই (di) মানে দুই, অ্যাজো (azo) দ্বারা নাইট্রোজেন পরমাণু বোঝায়। এর সাথে একযোজী এসিড মূলক যেমন Cl^- আয়ন, HSO_4^- আয়ন যুক্ত হলে তখন ঐ যৌগকে ডায়াজোনিয়াম লবণ বলে। প্রাইমারি অ্যারোমেটিক অ্যামিন যেমন অ্যানিলিন এর সাথে $0^\circ-5^\circ\text{C}$ তাপমাত্রায় সোডিয়াম নাইট্রাইট (NaNO_2) লবণ ও গাঢ় HCl থেকে উৎপন্ন নাইট্রাস এসিড (HNO_2) এর বিক্রিয়ায় বেনজিন ডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড লবণ উৎপন্ন হয়। ডায়াজোনিয়াম লবণ তৈরির এ বিক্রিয়াকে ডায়াজোকরণ বিক্রিয়া বলে।



বিভিন্ন প্রকার উজ্জ্বল বর্ণের অ্যাজো রঞ্জক বা ডাই (dye) তৈরিতে বিভিন্ন ডায়াজোনিয়াম লবণ ব্যবহৃত হয়। তাই বেনজিন ডায়াজোনিয়াম লবণের বিশেষ গুরুত্ব রয়েছে।

* অ্যারোমেটিক প্রাইমারি অ্যামিন যেমন অ্যানিলিন ডায়াজোনিয়াম লবণ তৈরি করলেও অ্যালিফেটিক প্রাইমারি অ্যামিন যেমন CH_3NH_2 ডায়াজোনিয়াম লবণ তৈরি করতে পারে না। কারণ CH_3NH_2 ও নাইট্রাস এসিড (HNO_2) বিক্রিয়ায় 'মধ্যক' রূপে অস্থায়ী মিথাইল (বা অ্যালকাইল) ডায়াজোনিয়াম আয়ন ($\text{CH}_3-\overset{+}{\text{N}} \equiv \text{N}$) উৎপন্ন হয়। পরে এটি বিয়োজিত হয়ে N_2 গ্যাস ও মিথাইল কার্বোনিয়াম আয়ন ($\overset{+}{\text{C}}\text{H}_3$) তৈরি করে। পরে বিক্রিয়া মিশ্রণে বিদ্যমান ঋণাত্মক আয়ন যেমন OH^- , Cl^- ইত্যাদির সাথে কার্বোনিয়াম আয়ন যুক্ত হয়ে অ্যালকোহল বা CH_3Cl উৎপন্ন করে।

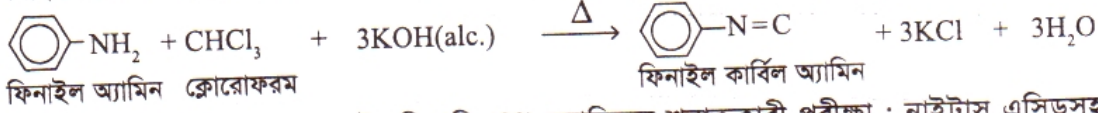
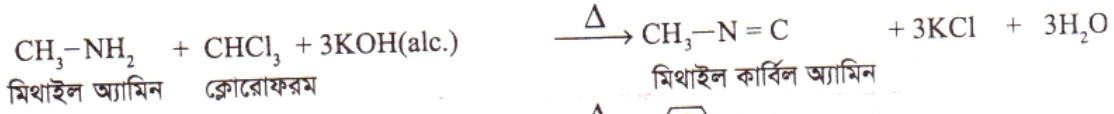


অপরদিকে অ্যানিলিন ও HNO_2 থেকে উৎপন্ন বেনজিন ডায়াজোনিয়াম আয়ন ($\text{C}_6\text{H}_5-\overset{+}{\text{N}} \equiv \text{N}$) এর ডায়াজো মূলকটি ($-\overset{+}{\text{N}} \equiv \text{N}$) বেনজিন বলয়ের পাই (π) ইলেকট্রনের সাথে অনুরণনে অংশ নেয়। ফলে বেনজিন বলয়ের সাথে $\text{C}-\text{N}$ বন্ধনটিতে ইলেকট্রন ঘনত্ব বৃদ্ধি পেয়ে দৃঢ় হয়। তাই অ্যারোমেটিক প্রাইমারি অ্যামিন ডায়াজোনিয়াম লবণ তৈরি করতে পারে।

অ্যামিনের শনাক্তকারী বিক্রিয়া : কার্বিল অ্যামিন পরীক্ষা :

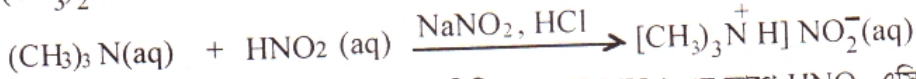
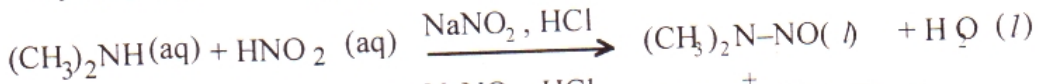
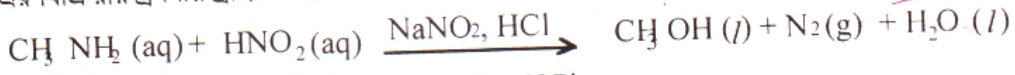
1109-10

ক্রোরোফরম ও অ্যালকোহলীয় KOH দ্রবণের সাথে প্রাইমারি (অ্যালিফেটিক ও অ্যারোমেটিক) অ্যামিনকে $60-70^\circ\text{C}$ তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে উগ্র গন্ধযুক্ত আইসো সায়ানাইড বা কার্বিল অ্যামিন উৎপন্ন হয়। এ বিক্রিয়া দ্বারা শুধুমাত্র প্রাইমারি অ্যামিন শনাক্ত করা যায়। এ পরীক্ষা দ্বারা ক্রোরোফরমও শনাক্ত করা হয়।

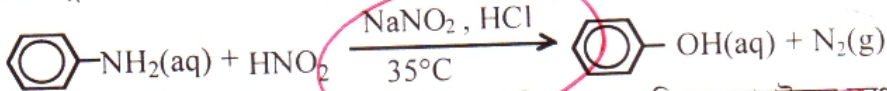


প্রাইমারি (1°) সেকেন্ডারি (2°), টারসিয়ারি (3°) অ্যামিনের শনাক্তকারী পরীক্ষা : নাইট্রাস এসিডসহ পরীক্ষা :

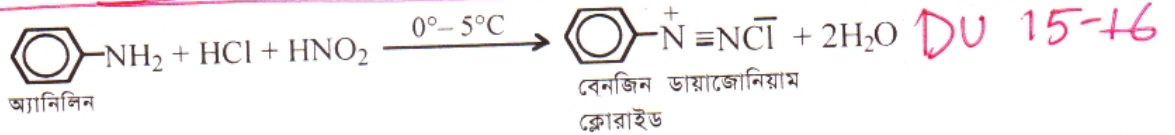
সোডিয়াম নাইট্রাইট (NaNO₂) ও HCl এসিডের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন নাইট্রাস এসিড (HNO₂) এর সাথে 1°- অ্যামিন যেমন মিথাইল অ্যামিনের বিক্রিয়ায় বুদবুদসহ N₂ গ্যাস ও অ্যালকোহল উৎপন্ন হয়। 2°- অ্যামিন যেমন, ডাইমিথাইল অ্যামিনের সাথে HNO₂ এর বিক্রিয়ায় হলুদ বর্ণের তৈলাক্ত নাইট্রোসো অ্যামিন উৎপন্ন হয়। 3°- অ্যামিন যেমন ট্রাইমিথাইল অ্যামিনের সাথে HNO₂ এর বিক্রিয়ায় দ্রবণীয় ট্রাইমিথাইল অ্যামোনিয়াম নাইট্রাইট লবণের দ্রবণ উৎপন্ন হয়।



অপর দিকে অ্যারোমেটিক 1°-অ্যামিন যেমন অ্যানিলিন (C₆H₅NH₂) এর সাথে HNO₂ এসিড উত্তপ্ত অবস্থায় N₂ গ্যাস ও ফেনল উৎপন্ন করে।



কিন্তু 0°-5°C-এ অ্যানিলিন ও HNO₂ এর বিক্রিয়ায় বেনজিন ডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইডের দ্রবণ উৎপন্ন করে।



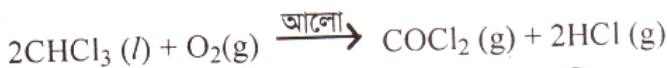
জেনে নাও : প্রাইমারি অ্যালিফেটিক ও অ্যারোমেটিক অ্যামিন শনাক্তকরণে ব্যবহৃত ক্লোরোফরম (CHCl₃) একটি

বহুল ব্যবহৃত হ্যালোফরম সদস্য।

হ্যালোফরম : মিথেনের ট্রাইহ্যালো যৌগসমূহ যেমন ক্লোরোফরম (CHCl₃), ব্রোমোফরম (CHBr₃) ও আয়োডোফরম (CHI₃) - এ তিনটি পলিহ্যালো মিথেনকে হ্যালোফরম (CHX₃) বলে।

ক্লোরোফরম চেতনানাশকরূপে, শিল্প ক্ষেত্রে দ্রাবকরূপে এবং কাঁদুনে গ্যাস (tear gas) বা নাইট্রো ক্লোরোফরম (CCl₃-NO₂) প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়।

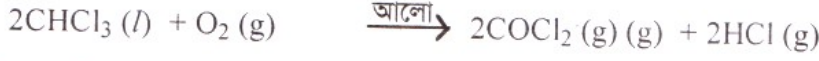
* চেতনানাশকরূপে ব্যবহৃত ক্লোরোফরম বিশুদ্ধ হতে হয়। কিন্তু সূর্যালোকে ও বাতাসের সংস্পর্শে ক্লোরোফরম জারিত হয়ে বিষাক্ত ফসজিন গ্যাস বা কার্বনিল ক্লোরাইডে (COCl₂) পরিণত হয়। যেমন -



তাই ক্লোরোফরমের বিশুদ্ধতা পরীক্ষা ও ক্লোরোফরমের বিশুদ্ধতা সংরক্ষণ ব্যবস্থা জানা দরকার।

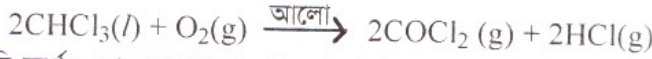
* CHCl₃ এর বিশুদ্ধতার পরীক্ষা : চেতনানাশকরূপে ব্যবহৃত ক্লোরোফরম বিশুদ্ধ হতে হয় অর্থাৎ এর জারণে উৎপন্ন বিষাক্ত ফসজিন বা কার্বনিল ক্লোরাইড মুক্ত থাকতে হয়। তাই CHCl₃ ব্যবহারের পূর্বে এর ২-১ ফোঁটাকে AgNO₃ দ্রবণ

যোগ করা হয়। যদি ঐ ক্লোরোফরম জারণের ফলে ফস্জিন গ্যাস (COCl_2) এবং HCl উৎপন্ন হয়, তবে উৎপন্ন HCl উক্ত AgNO_3 দ্রবণের সাথে AgCl এর সাদা অধঃক্ষেপ সৃষ্টি করে এবং এর মধ্যে পরোক্ষভাবে ফস্জিন গ্যাসের উপস্থিতি তথা উক্ত ক্লোরোফরম অবিশুদ্ধ প্রমাণ করে।



কিন্তু বিশুদ্ধ ক্লোরোফরম AgNO_3 দ্রবণের সাথে কোন অধঃক্ষেপ দেয় না।

ক্লোরোফরমের বিশুদ্ধতা সংরক্ষণে সতর্কতা : চেতনানাশকরূপে ব্যবহৃত ক্লোরোফরমকে ফস্জিন গ্যাস সংমিশ্রণ থেকে মুক্ত রাখবার উদ্দেশ্যে - (১) অস্বচ্ছ বাদামি বর্ণের রঙিন বোতলে এবং বোতলের মুখ পর্যন্ত CHCl_3 পূর্ণ করে ভালভাবে কর্কযুক্ত রাখা হয়। ফলে বোতলে আলো ও বায়ু চুকতে পারে না; তাই ঐ ক্লোরোফরম বিশুদ্ধ থাকে। আলোর উপস্থিতিতে ক্লোরোফরম ও O_2 এর বিক্রিয়ায় বিষাক্ত ফস্জিন গ্যাস ও HCl উৎপন্ন হয়।



বাদামি বর্ণের বোতলে আলো প্রবেশে বাধা পায়। আলোর অভাবে উপরোক্ত বিক্রিয়া ঘটে না, তাই বাদামি বোতলে ক্লোরোফরম সংরক্ষণ করা হয়।

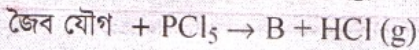
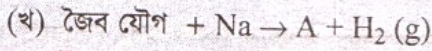
(২) উক্ত ক্লোরোফরমে 1% ইথানলও যোগ করা হয়। কখনও CHCl_3 জারিত হয়ে ফস্জিন গ্যাস উৎপন্ন হলেও তা অ্যালকোহলের সাথে অক্ষতিকর ইথাইল কার্বনেটে পরিণত হয়। এরূপে CHCl_3 কে বিপদ মুক্ত রাখা হয়।



শিক্ষার্থীর কাজ : অ্যালকোহল, ইথার ও অ্যামিনভিত্তিক সমস্যা :

সমস্যা-২.২৭ : (ক) $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ সংকেতযুক্ত যৌগ কোন প্রকারের কার্যকরী মূলক সমাণুতা প্রদর্শন করে তা ব্যাখ্যা কর।

[দি. বো. ২০১৬]



উভয় বিক্রিয়া দেয় উপরের জৈব যৌগটি কোন সমগোত্রীয় শ্রেণির হবে তা উদাহরণসহ বিক্রিয়া দুটি সম্পন্ন কর।

(গ) অ্যালকোহল পানিতে দ্রবণীয় কেন, তা ব্যাখ্যা কর।

[য. বো. ২০১৬]

(ঘ) জৈব যৌগে অ্যালকোহলীয় $-\text{OH}$ মূলক কীরূপে শনাক্ত করা হয়; তা সমীকরণসহ লেখ।

(ঙ) অ্যালকোহল ও ইথারের মধ্যে কীরূপে পার্থক্য করা হয়?

(চ) জৈব যৌগে অ্যামিনো মূলক ($-\text{NH}_2$) কীরূপে শনাক্ত করা যায়?

(ছ) কার্বিল অ্যামিন পরীক্ষা দ্বারা কী কী যৌগ শনাক্ত করা সম্ভব তা ব্যাখ্যা কর।

(জ) পঁচা মাছে মিথাইল অ্যামিনের উপস্থিতি কীরূপে শনাক্ত করা সম্ভব তা সমীকরণসহ লেখ।

সমস্যা-২.২৮ : রাসায়নিক বিক্রিয়াভিত্তিক সমস্যা :

(ক) ইথাইল ক্লোরাইড থেকে কীরূপে ইথানল পাওয়া যায়?

(খ) অ্যাসিট্যালডিহাইড থেকে কীরূপে ইথানল প্রস্তুত করা যায়?

(গ) অ্যাসিটিক এসিডের কার্বক্সিল মূলকটিকে কীরূপে প্রাইমারি অ্যালকোহলীয় মূলকে পরিণত করা যায়?

(ঘ) ইথানল থেকে আয়োডোফরম কীরূপে প্রস্তুত করা যায়?

- (ঙ) প্রোপানোন থেকে কীরূপে প্রোপানল-২ পাওয়া যায়?
 (চ) স্টার্চ থেকে কীরূপে ইথানল প্রস্তুত করা যায়?
 (ছ) ওয়াটার গ্যাস কী? ওয়াটার গ্যাস থেকে মিথানল প্রস্তুতির সমীকরণ লেখ।
 (জ) ইথিলিন থেকে কীরূপে ইথানল প্রস্তুত করা হয়?

সমস্যা-২.২৯ : যুক্তিসহ ব্যাখ্যা কর :

- (ক) মিথাইল অ্যামিন ক্ষার ধর্ম প্রকাশ করে; ব্যাখ্যা কর।
 (খ) মিথাইল অ্যামিন NH_3 এর চেয়ে অধিক ক্ষারধর্মী কেন; তা ব্যাখ্যা কর।
 (গ) অ্যানিলিনের চেয়ে CH_3NH_2 সবল ক্ষারক কেন?
 (ঘ) $(\text{CH}_3)_3\text{N}$ এর ক্ষারধর্মিতা $(\text{CH}_3)_2\text{NH}$ এর তুলনায় কম কেন?
 (ঙ) পাইরোল একটি বিষমচাক্রিক অ্যারোমেটিক অ্যামিন; তা ব্যাখ্যা কর।
 (চ) পিরিডিন একটি বিষম চাক্রিক অ্যারোমেটিক অ্যামিন, তা ব্যাখ্যা কর।
 (ছ) ইথারের রাসায়নিক নিষ্ক্রিয়তার কারণ ব্যাখ্যা কর।

[কু-বো. ২০১৫]

সমস্যা - ২.৩০ : বিক্রিয়াভিত্তিক সমস্যা সমাধান :

(ক) $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ আণবিক সংকেতের দুটি সমাণু A যৌগ ও B যৌগ সম্ভব। A যৌগ পানিতে দ্রবীভূত হয়; কিন্তু B যৌগটি পানিতে অদ্রবণীয়। A যৌগকে গাঢ় H_2SO_4 সহ 160°C এ উত্তপ্ত করলে C যৌগ উৎপন্ন হয়, যা ব্রোমিন দ্রবণকে বর্ণহীন করে। A ও B যৌগ দুটিকে যথাযথ যুক্তিসহ শনাক্ত কর। [উ: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ (A), CH_3OCH_3 (B)]

(খ) সুমিষ্ট গন্ধযুক্ত $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ সংকেতের তরল জৈব যৌগ (A) আয়োডোফরম বিক্রিয়া দেয়। A যৌগটিকে গাঢ় H_2SO_4 সহ 160°C —এ উত্তপ্ত করলে C যৌগ উৎপন্ন হয়, যা বেয়ার পরীক্ষায় বর্ণ পরিবর্তন করে। A যৌগটির গাঠনিক সংকেত প্রতিষ্ঠা কর। [উ: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$]

(গ) $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ আণবিক সংকেত যুক্ত A তরল যৌগটি আয়োডোফরম বিক্রিয়া দেয়। A যৌগকে নিরুদিত করলে B যৌগ উৎপন্ন হয়। B যৌগটি HBr এর সাথে মারকনিকভের নিয়ম মতে দুটি ভিন্ন সমাণু তৈরি করে। যথাযথ বিক্রিয়াসহ A যৌগের গাঠনিক সংকেত প্রতিষ্ঠা কর। [উ: $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$]

(ঘ) $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ আণবিক সংকেত যুক্ত একটি তরল যৌগ 'A'—কে নিরুদিত করলে B যৌগ উৎপন্ন হয়। B যৌগের ওজনোলাইসিসের ফলে দুটি কার্বনিল যৌগ উৎপন্ন হয়। A যৌগটি I_2 ও গাঢ় NaOH দ্রবণসহ আয়োডোফরম বিক্রিয়া দেয়। A ও B যৌগ দুটি যথাযথ যুক্তিসহ প্রতিষ্ঠা কর। [উ: A যৌগ হলো প্রোপানল-২, B যৌগ হলো প্রোপিন]

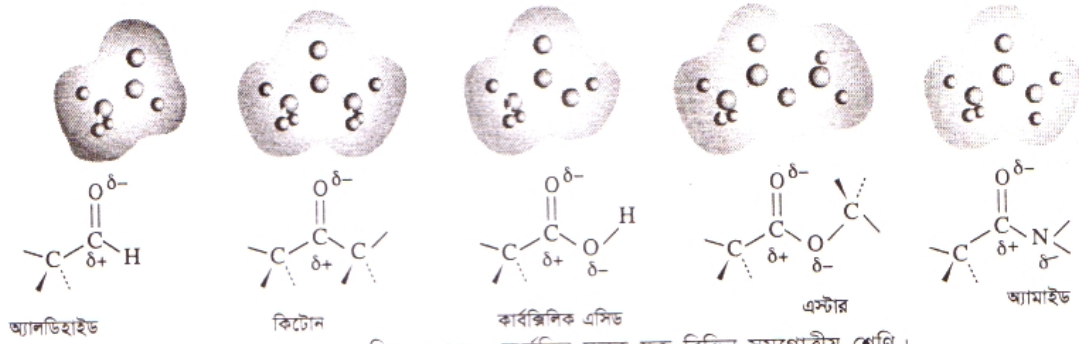
জেনে নাও :

- * পাঁচা মাছে দুর্গন্ধ সৃষ্টিকারী জৈবযৌগ হলো মিথাইল অ্যামিন। তুমি CH_3NH_2 কীরূপে শনাক্ত করবে?
- * CH_3NH_2 ও $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$ কক্ষতাপমাত্রায় গ্যাস। পরের সদস্যগুলো মাছের আঁশটে গন্ধযুক্ত তরল।
- * অ্যালকোহলের মতো অ্যামিনসমূহ পানির সাথে H- বন্ধন করে পানিতে দ্রবীভূত হয়।
- * মিথাইল অ্যামিন, ডাইমিথাইল অ্যামিন চামড়া শিল্পে লোমনাশকরূপে ব্যবহৃত হয়। ইথাইল অ্যামিন মরিচারোধী রাসায়নিক দ্রব্য তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।
- * ফিনাইল অ্যামিন নানাবিধ রঞ্জক ও সালফা ড্রাগ তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।

২.১১.৭ অ্যালডিহাইড ও কিটোন (Aldehydes and Ketones)

কার্যকরী মূলকের সারণি ২.৫ লক্ষ কর। দেখ কার্বন-অক্সিজেন দ্বিবন্ধন ($\text{C}=\text{O}$) আছে অ্যালডিহাইড ও কিটোনে; এটিকে কার্বনিল (carbonyl) মূলক বলে। বিভিন্ন প্রাকৃতিক পলিমার যৌগ যেমন কার্বোহাইড্রেট, ফ্যাট বা চর্বি, প্রোটিন ও নিউক্লিক এসিডে কার্বনিল মূলক আছে। বিভিন্ন ওষুধ ও বস্ত্র শিল্পের কৃত্রিম সুতা তৈরিতে ব্যবহৃত রাসায়নিক যৌগে কার্বনিল মূলক আছে। এছাড়া $\text{C}=\text{O}$ মূলকটি O পরমাণু অথবা N-পরমাণুসহ ভিন্ন কার্যকরী মূলক যেমন কার্বক্সিল মূলক

(-CO.OH), এস্টার মূলক (-CO.OR) ও অ্যামাইড মূলক (-CO.NH₂) ও গঠন করেছে। কার্বক্সিলিক এসিড, এস্টার ও অ্যামাইডের ক্ষেত্রে অনুরণনের কারণে O পরমাণুটি পূর্ণ ঋণাত্মক চার্জযুক্ত হয় এবং অপর O অথবা N পরমাণুটি ধনাত্মক চার্জযুক্ত হয়। তখন কার্বনিল C পরমাণুতে আংশিক ধনাত্মক চার্জ ক্ষণিকের জন্যও থাকে না। তাই কার্বক্সিল মূলক (-COOH) এর কার্বনিল মূলক ($\text{C}=\text{O}$) নিউক্লিওফিলিক সংযোজন বিক্রিয়া দেয় না।



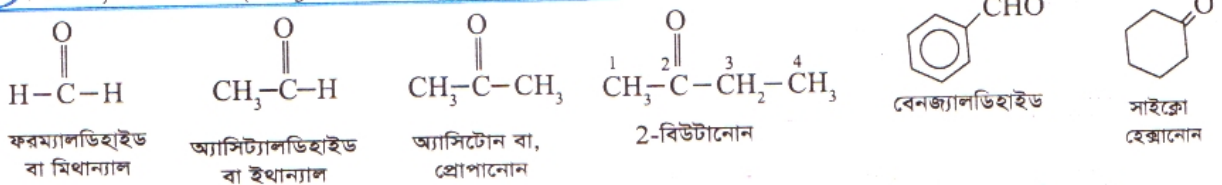
চিত্র ২.১৯ : কার্বনিল মূলক যুক্ত বিভিন্ন সমগোত্রীয় শ্রেণি।

★ অ্যালডিহাইড ও কিটোনে C=O মূলকটি H পরমাণু ও ধনাত্মক আবেশধর্মী R-মূলকের সাথে যুক্ত থাকায় O ও C পরমাণুটি কম পোলার হয়। তখন আংশিক ধনাত্মক কার্বনিল মূলকটিতে সহজেই নিউক্লিওফিলিক সংযোজন বিক্রিয়া ঘটে। দ্রষ্টব্য অনুচ্ছেদ ২.১০.১ (খ)।

অপরদিকে কার্বক্সিলিক এসিড ও এস্টারে C=O মূলকটি ঋণাত্মক O পরমাণুর সাথে এবং অ্যামাইডে N পরমাণুর সাথে যুক্ত থাকায় বেশি পোলার হয়; যা এদের রাসায়নিক সক্রিয়তায় পার্থক্য সৃষ্টি করেছে।

★ অ্যালডিহাইড : দ্বিযোজী কার্বনিল (-CO-) মূলকের একটি যোজনীতে H-পরমাণু যুক্ত থাকলে অ্যালডিহাইড মূলক (-CHO) এবং অপর যোজনীতে H পরমাণু অথবা অ্যালকাইল মূলক বা অ্যারাইল মূলক যুক্ত থাকলে ঐ যৌগকে অ্যালডিহাইড যৌগ বলে। যেমন, ফরম্যালডিহাইড (H-CHO), অ্যাসিট্যালডিহাইড (CH₃-CHO)

কিটোন : দ্বিযোজী কার্বনিল (-CO-) মূলকের উভয় যোজনীতে কার্বনযুক্ত মূলক যুক্ত থাকলে ঐ যৌগকে কিটোন বলে। যেমন, অ্যাসিটোন (CH₃-CO-CH₃)



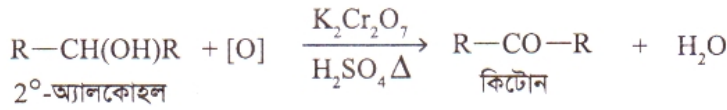
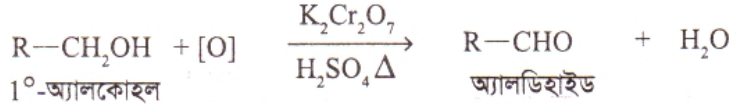
কার্বনিল যৌগ : দ্বিযোজী কার্বনিল (>C=O) মূলক যুক্ত অ্যালডিহাইড ও কিটোন উভয় শ্রেণির যৌগকে একত্রে কার্বনিল যৌগ বলে। যেমন, CH₃CHO, CH₃COCH₃। কার্বনিল যৌগে বৈশিষ্ট্যমূলক নিউক্লিওফিলিক সংযোজন বিক্রিয়া ঘটে। [অনুচ্ছেদ : ২.১০.১ (খ) দ্রষ্টব্য]

১১৩০-১১ অ্যালডিহাইড ও কিটোনের ব্যবহার : রসায়ন ও বায়োলজির বিভিন্ন ক্ষেত্রে অ্যালডিহাইড ও কিটোন যৌগ ব্যবহৃত হয়। যেমন ফরম্যালডিহাইড বা মিথান্যালের ৪০% জলীয় দ্রবণ ফরমালিন (Formalin) নামে জৈব পচনরোধক ও যন্ত্রপাতির জীবাণুনাশকরূপে ব্যবহৃত হয়। এছাড়া রাসায়নিক শিল্পে প্রাস্টিক ব্যাকিলাইট, মেলানামিন, মাস্টার গাম, ফরমিক, বৈদ্যুতিক সকেট ইত্যাদি তৈরিতে ফরমালিন ব্যবহৃত হয়। অ্যাসিটোন হলো সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত জৈব দাবক।

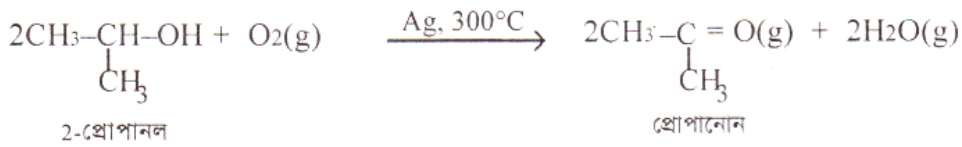
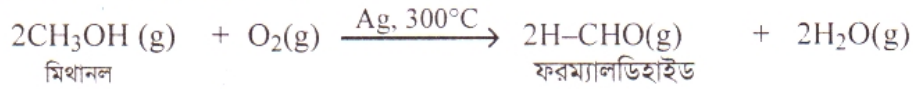
১১৩০-১১ অ্যালডিহাইড ও কিটোনের ব্যবহার : রসায়ন ও বায়োলজির বিভিন্ন ক্ষেত্রে অ্যালডিহাইড ও কিটোন যৌগ ব্যবহৃত হয়। যেমন ফরম্যালডিহাইড বা মিথান্যালের ৪০% জলীয় দ্রবণ ফরমালিন (Formalin) নামে জৈব পচনরোধক ও যন্ত্রপাতির জীবাণুনাশকরূপে ব্যবহৃত হয়। এছাড়া রাসায়নিক শিল্পে প্রাস্টিক ব্যাকিলাইট, মেলানামিন, মাস্টার গাম, ফরমিক, বৈদ্যুতিক সকেট ইত্যাদি তৈরিতে ফরমালিন ব্যবহৃত হয়। অ্যাসিটোন হলো সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত জৈব দাবক।

অ্যালডিহাইড ও কিটোন প্রস্তুতি :

(১) অ্যালকোহল থেকে : পটাশিয়াম ডাইক্রোমেট ($K_2Cr_2O_7$) ও গাঢ় H_2SO_4 এর মিশ্রণ দ্বারা প্রাইমারি (1°) অ্যালকোহলকে জারিত করে অ্যালডিহাইড এবং সেকেন্ডারি (2°) অ্যালকোহলকে জারিত করে কিটোন প্রস্তুত করা যায়। এক্ষেত্রে তাপমাত্রা অ্যালকোহলের স্ফুটনাঙ্ক থেকে কম এবং উৎপাদের স্ফুটনাঙ্কের বেশি রাখা হয়। ফলে উৎপাদের অধিক জারণ ঘটতে পারে না।



প্রভাবকীয় বায়ুর অক্সিজেন দ্বারা 1° অ্যালকোহল বাষ্পকে জারিত করে অ্যালডিহাইড এবং 2° অ্যালকোহল বাষ্পকে জারিত করে কিটোন প্রস্তুত করা যায়।

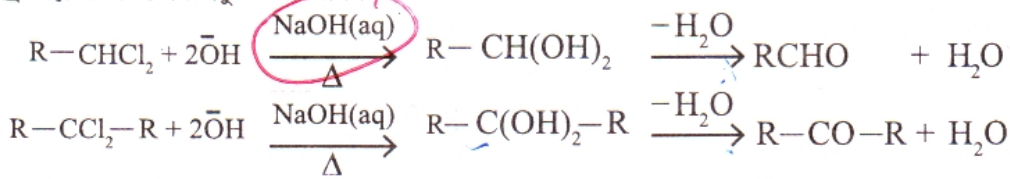


জেনে নাও : উপরোক্ত বিক্রিয়ায় $[O]$ দ্বারা সদ্যজাত অক্সিজেন পরমাণু বোঝায়, যা অত্যন্ত সক্রিয়।

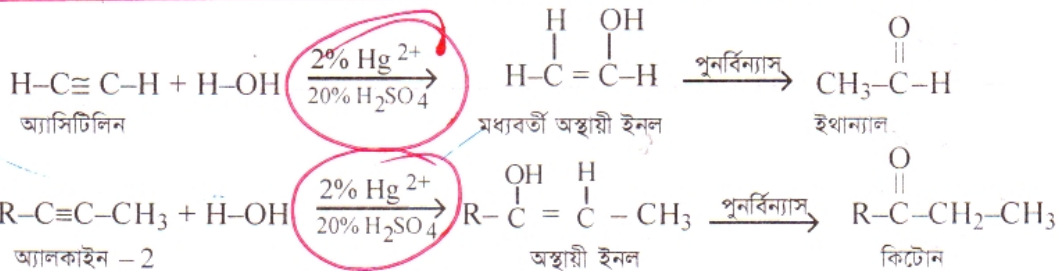
$K_2Cr_2O_7$ ও গাঢ় H_2SO_4 এর বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ :



(২) ডাইহ্যালাইড থেকে আর্দ্র বিশ্লেষণ দ্বারা : কার্বন শিকলে প্রান্তের জেম-ডাই হ্যালাইডকে (একই কার্বনে দুটি হ্যালোজেন পরমাণু) জলীয় ক্ষার দ্রবণ দ্বারা আর্দ্র বিশ্লেষণ করে অ্যালডিহাইড এবং কার্বন শিকলের মধ্যস্থ জেম ডাই হ্যালাইডের আর্দ্রবিশ্লেষণে কিটোন প্রস্তুত করা যায়।

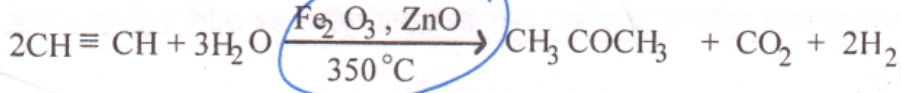


(৩) অ্যালকাইনের পানিযোজন (hydration) দ্বারা : $2\% HgSO_4$ (মারকিউরিক সালফেট) ও $20\% H_2SO_4$ মিশ্রণে অ্যাসিটিলিনের হাইড্রেশন করলে অ্যালডিহাইড এবং অন্য সব অ্যালকাইন থেকে কিটোন উৎপন্ন হয়।

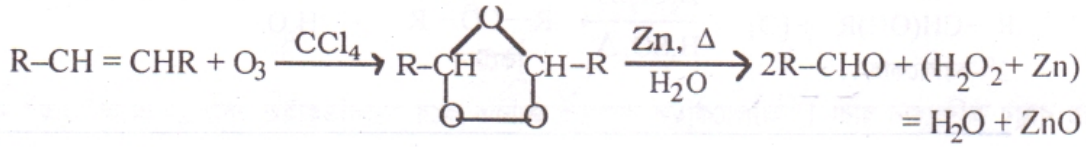


অ্যাসিটিলিন থেকে অ্যাসিটোন প্রস্তুতি : অ্যাসিটিলিন (বা ইথাইন) ও স্টিমের মিশ্রণকে 350°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত ফেরিক অক্সাইড ও জিংক অক্সাইড প্রভাবকের ওপর দিয়ে চালনা করলে অধিক পরিমাণ অ্যাসিটোন উৎপন্ন হয়।

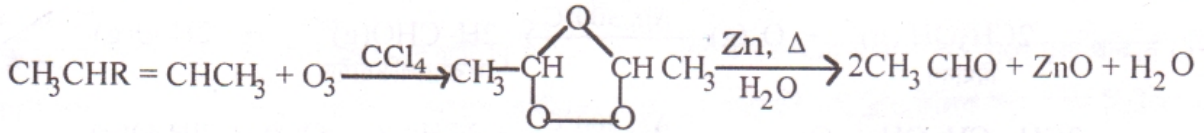
[উৎপাদন সম্ভাব্যতা 90%]।



(৪) অ্যালকিন থেকে : ওজোনোলাইসিস দ্বারা : উপযুক্ত গঠনের সরল শিকল অ্যালকিন ও ওজোনের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন ওজোনাইড যৌগকে জিংক গুঁড়ার উপস্থিতিতে আর্দ্র বিশ্লেষিত করলে অ্যালডিহাইড উৎপন্ন হয়। ওজোনকে CCl_4 দ্রাবকে দ্রবীভূত করা হয়। যেমন –



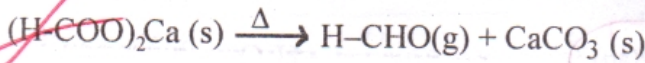
উদাহরণ :



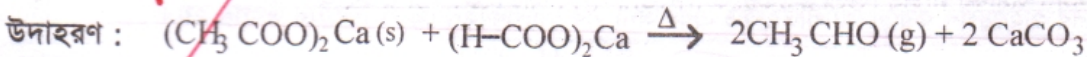
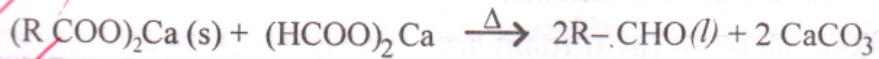
* ওজোনোলাইসিস বিক্রিয়ায় H_2O_2 একটি উৎপাদ হয়; H_2O_2 হলো জারক। তাই উৎপন্ন অ্যালডিহাইডকে H_2O_2 জারিত করে কার্বক্সিলিক এসিডে যেন পরিণত না করতে পারে; সেজন্য H_2O_2 কে বিজারক Zn গুঁড়া দ্বারা ZnO এ পরিণত করা হয়।

(৫) কার্বক্সিলিক এসিডের ক্যালসিয়াম লবণ থেকে : কার্বক্সিলিক এসিডের শুষ্ক ক্যালসিয়াম লবণকে এককভাবে ও ক্যালসিয়াম ফরমেটসহ শুষ্ক পাতন করলে নিম্নমতে (i) ফরম্যালডিহাইড, (ii) অ্যালডিহাইড যেমন অ্যাসিট্যালডিহাইড ও অ্যাসিটোন পাওয়া যায়।

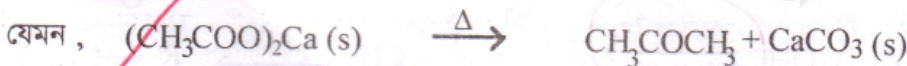
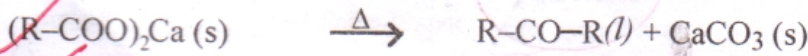
(i) শুষ্ক ক্যালসিয়াম ফরমেটকে এককভাবে শুষ্ক পাতন করলে ফরম্যালডিহাইড ($\text{H}-\text{CHO}$) গ্যাস পাওয়া যায়।



(ii) শুষ্ক ক্যালসিয়াম ফরমেটের সাথে অন্য কার্বক্সিলিক এসিডের ক্যালসিয়াম লবণের মিশ্রণকে শুষ্ক পাতন করলে অ্যালডিহাইড উৎপন্ন হয়। যেমন,



(iii) শুষ্ক বিগলিত ক্যালসিয়াম কার্বক্সিলেট লবণকে এককভাবে পাতন করলে কিটোন উৎপন্ন হয়।

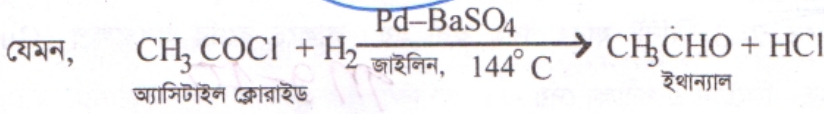
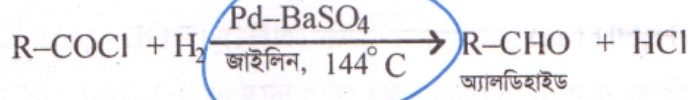


ক্যালসিয়াম অ্যাসিটেট

অ্যাসিটোন

(৬) এসিড ক্লোরাইড থেকে অ্যালডিহাইড : রোজেনমুন্ড বিজারণ দ্বারা : প্রভাবক বিষ বেরিয়াম সালফেট (BaSO₄)—এ আবদ্ধ প্যালাডিয়াম (Pd) প্রভাবকের উপস্থিতিতে ফুটন্ত জাইলিন (144°C) দ্বারকে এসিড ক্লোরাইডকে H₂ গ্যাস দ্বারা আংশিক বিজারিত করলে অ্যালডিহাইড উৎপন্ন হয়।

এক্ষেত্রে আংশিক বিজারণের জন্য Pd প্রভাবকের ক্ষমতা হ্রাসকারী প্রভাবক বিষ ব্যবহৃত হয়েছে। নতুবা পূর্ণ বিজারণে অ্যালকোহল উৎপন্ন হয়।

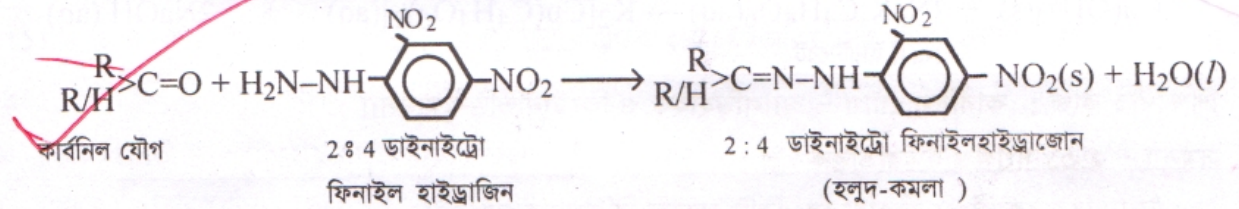


রোজেনমুন্ড বিজারণ (Rosenmund Reduction) পদ্ধতিতে ফরম্যালডিহাইড ও কিটোন প্রস্তুত করা যায় না। ফরম্যালডিহাইড প্রস্তুতির জন্য প্রয়োজনীয় বিক্রিয়ক ফরমাইল ক্লোরাইড (H-COCl) একটি কক্ষ তাপমাত্রায় অস্থায়ী যৌগ।

অ্যালডিহাইড কিটোনের শনাক্তকারী বিক্রিয়া :

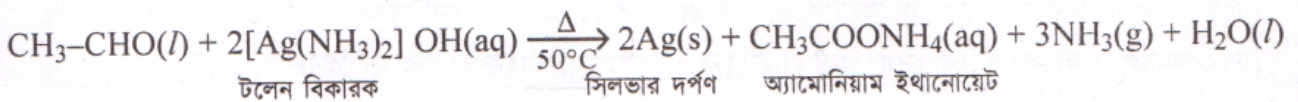
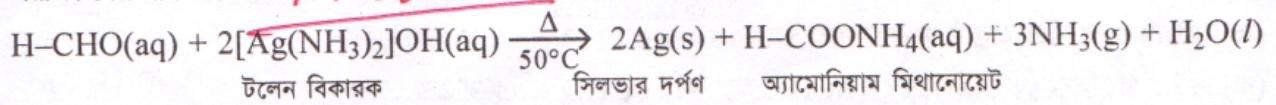
(ক) কার্বনিল মূলক শনাক্তকরণ : 2 : 4-ডাইনাইট্রো ফিনাইল হাইড্রাজিন পরীক্ষা (2 : 4-DNP) :

পরীক্ষা নলে 2-3mL পরিমাণ 2 : 4- ডাইনাইট্রো ফিনাইল হাইড্রাজিন নিয়ে এর মধ্যে প্রায় 5-6 ফোঁটা জৈব যৌগ যোগ করলে যদি হলুদ-কমলা বর্ণের অধঃক্ষেপ সৃষ্টি হয়; তবে অ্যালডিহাইড বা কিটোন বা কার্বনিল মূলক (>C=O) ঐ যৌগে উপস্থিত।



অ্যালডিহাইড ও কিটোনের পার্থক্যকরণ: অ্যালডিহাইড মূলক (-CHO) এর নিশ্চিতকরণ :

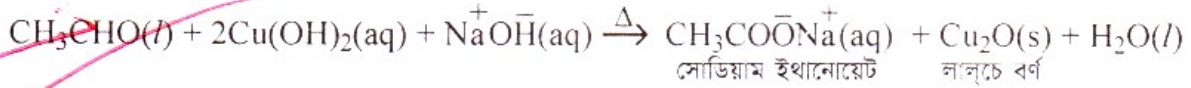
১। টলেন বিকারক পরীক্ষা : অ্যামোনিয়া মিশ্রিত 10% সিলভার নাইট্রেট দ্রবণকে টলেন বিকারক বলে। টলেন বিকারকের মূল উপাদান হলো ডাই অ্যামিন সিলভার (I) হাইড্রক্সাইড [Ag(NH₃)₂]OH। টলেন বিকারকের 2-3mL একটি পরীক্ষা নলে নিয়ে এতে 5-6 ফোঁটা জৈব যৌগ যোগ করে মিশ্রণটিকে 50°-60°C তাপমাত্রার গরম পানিতে 2-3 মিনিট গরম করা হয়। পরীক্ষা নলের ভেতরে চকচকে সিলভার দর্পণ সৃষ্টি হলে অ্যালডিহাইডের উপস্থিতি নিশ্চিত। কিটোন এ পরীক্ষা দেয় না।



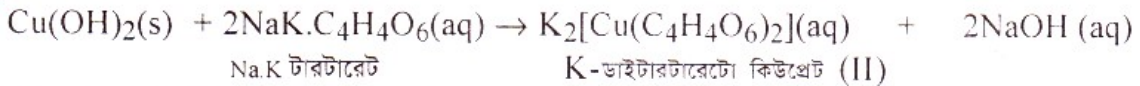
টলেন বিকারক প্রস্তুতি : সমআয়তনের 10% AgNO₃ দ্রবণ ও 10% NaOH দ্রবণ মিশ্রিত করলে অধঃক্ষেপ পড়ে। অতিরিক্ত NH₄OH দ্রবণ যোগ করলে ঐ অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হয়ে বর্ণহীন দ্রবণ উৎপন্ন হয়। অ্যামোনিয়া দ্রবণ মিশ্রিত সিলভার নাইট্রেটের এ বর্ণহীন দ্রবণকে টলেন বিকারক বলে। এতে জটিল ডাই অ্যামিন সিলভার (I) আয়ন [Ag(NH₃)₂]⁺ থাকে। এটি মৃদু জারক রূপে কাজ করে। এটি মৃদু বিজারক অ্যালডিহাইডের সাথে বিক্রিয়া করে থাকে।



২। ফেলিং দ্রবণ পরীক্ষা : পরীক্ষা নলে 5–6 ফোঁটা জৈব যৌগ নিয়ে এতে 2–3mL ফেলিং দ্রবণ মিশ্রণ যোগ করে পরীক্ষা নলটিকে গরম পানিতে 2–3 মিনিট যাবৎ গরম করা হয়। লালচে বর্ণের অধঃক্ষেপ (Cu₂O) সৃষ্টি হলে অ্যালডিহাইডের উপস্থিতি নিশ্চিত। কিটোন এ পরীক্ষা দেয় না।



ফেলিং দ্রবণের পরিচয় : ফেলিং দ্রবণ হলো কপার সালফেট এবং সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড মিশ্রিত সোডিয়াম পটাসিয়াম টারটারেট বা রোচিলি লবণ এর সমআয়তন দ্রবণের মিশ্রণ। ফেলিং দ্রবণ নামক এ মিশ্র দ্রবণটি গাঢ় নীল বর্ণের হয়। ফেলিং দ্রবণে টারটারেট আয়ন জটিল ডাইটারটারেটো কিউপ্রেট (II) আয়নরূপে থাকে। জটিল আয়নরূপে অধিকাংশ কপার (II) হাইড্রক্সাইড দ্রবণীয় হয়। দ্রবণস্থিত অবশিষ্ট কপার (II) আয়ন (Cu²⁺) জারকরূপে কাজ করে।



শিক্ষার্থীর কাজ : কার্বনিল যৌগ – অ্যালডিহাইড ও কিটোনভিত্তিক সমস্যা :

সমস্যা – ২.৩১ সংক্ষিপ্ত উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন :

- (ক) টলেন বিকারক কী? এ বিকারকের একটি ব্যবহার বিক্রিয়াসহ লেখ।
- (খ) ফেলিং দ্রবণ কী? এ বিকারকের ব্যবহার বিক্রিয়া সহ লেখ।
- (গ) ক্রিমেনসেন বিজারণ কী? উদাহরণসহ লেখ।
- (ঘ) হ্যালোফরম বিক্রিয়া উদাহরণসহ লেখ।
- (ঙ) অ্যালডল ঘনীভবন কী? উদাহরণ দাও।
- (চ) ক্যানিজারো বিক্রিয়া কী? উদাহরণ দাও।
- (ছ) ফরমালিন কী? এর দুটি ব্যবহার লেখ।
- (জ) হেব্রামিন কী? এর প্রস্তুতি সমীকরণসহ লেখ।
- (ঝ) নিউক্লিওফিলিক যুত বিক্রিয়ায় CH₃CHO অপেক্ষা H-CHO অধিক সক্রিয় কেন?
- (ঞ) নিউক্লিওফিলিক যুত বিক্রিয়ায় কিটোন অপেক্ষা অ্যালডিহাইড অধিক সক্রিয় কেন?
- (ট) ইথান্যাল অ্যালডল বিক্রিয়া দেয়; কিন্তু H-CHO ও বেনজ্যালডিহাইড তা দেয় না কেন?

(ঠ) C_6H_5CHO এবং CH_3CHO এর মধ্যে কোনটি অ্যালডল বিক্রিয়া দেয় এবং কেন?

(ড) মিথ্যান্যাল ক্যানিজারো বিক্রিয়া দেয়; ইথান্যাল তা দেয় না কেন?

(ঢ) ইথান্যাল হ্যালোফরম বিক্রিয়া দেয়; কিন্তু মিথ্যান্যাল তা দেয় না কেন?

সমস্যা-২.৩২ : ব্যাখ্যা কর সংক্ষেপে :

(ক) ইথানলে H বন্ধন ঘটে; কিন্তু ইথান্যালে H বন্ধন ঘটে না কেন?

(খ) $C=C$ দ্বিবন্ধন ও $C=O$ দ্বিবন্ধনের মধ্যে সাদৃশ্য বৈসাদৃশ্য লেখ।

(গ) অ্যালডিহাইডের বিজারণ ধর্ম আছে; কিটোনের তা নেই; ব্যাখ্যা কর।

সমস্যা-২.৩৩ : জৈব যৌগের শনাক্তকরণ ও পার্থক্যকরণ :

(ক) জৈব যৌগে কার্বনিল মূলক কীরূপে শনাক্ত করা হয়?

(খ) জৈব যৌগে অ্যালডিহাইড মূলক কীরূপে নিশ্চিত করা হয়?

(গ) অ্যালডিহাইড ও কিটোনের পার্থক্যসূচক পরীক্ষা দাও।

(ঘ) ইথান্যাল ও প্রোপানোনের পার্থক্যসূচক পরীক্ষা লেখ।

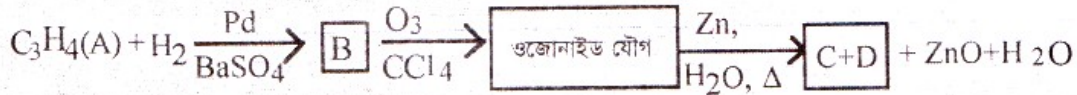
(ঙ) 2:4-DNP বিকারকসহ জৈব যৌগের পরীক্ষা বিক্রিয়াসহ লেখ।

সমস্যা-২.৩৩ : বিক্রিয়াভিত্তিক সমস্যা সমাধান :

(ক) $C_5H_{10}O$ আণবিক সংকেতের A যৌগটি 2:4-DNP এর সাথে ফিনাইল হাইড্রাজোন গঠন করে। কিন্তু টলেন বিকারকের সাথে এবং আয়োডোফরম বিক্রিয়ায় সাড়া দেয় না। যৌগ 'A' এর সাথে বিজারণে n-পেন্টেন গঠন করে। বিক্রিয়ার মাধ্যমে A এর গঠন সংকেত প্রতিষ্ঠা কর। [উ: $C_2H_5COC_2H_5$]

(খ) নিচের উদ্দীপকটি অনুধাবন কর এবং সংশ্লিষ্ট প্রশ্নের উত্তর দাও।

[কু.বো. ২০১৫]



[এক্ষেত্রে C যৌগটি দুই কার্বনবিশিষ্ট]

(১) A ও B যৌগ দুটিকে এদের মিশ্রণ থেকে কীভাবে পৃথক করবে? সমীকরণসহ তা লেখ।

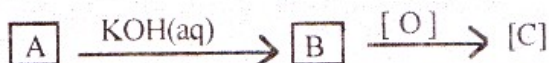
(২) উদ্দীপকের C যৌগটি অ্যালডল বিক্রিয়া প্রদর্শন করে; কিন্তু D যৌগ উক্ত বিক্রিয়া দেয় না; এর কারণ ব্যাখ্যা কর।

(গ) $C_5H_{10}O$ আণবিক সংকেতের যৌগটি 2:4-DNP এর সাথে হলুদ অধঃক্ষেপ দেয় এবং টলেন বিকারককে বিজারিত করে। আবার যৌগটি ক্যানিজারো বিক্রিয়াতেও অংশ নিতে পারে। সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়া ও যুক্তির মাধ্যমে যৌগটি শনাক্ত কর। [উ: $(CH_3)_3C-CHO$]

(ঘ) C_3H_6O আণবিক সংকেত বিশিষ্ট দুটি কার্বনিল যৌগের গঠন ও IUPAC এর নাম লেখ। এমন একটি বিক্রিয়ার উদাহরণ দাও যেটি উভয়ের মূলক শনাক্তকরণে থাকে। আবার একটি করে বিক্রিয়া দেখাও যেটি একটি ক্ষেত্রে প্রযোজ্য; কিন্তু অপরটির ক্ষেত্রে প্রযোজ্য নয়। [উ: প্রোপান্যাল, অ্যাসিটোন; 2:4-DNP, টলেন বিকারক টেস্ট, আয়োডোফরম বিক্রিয়া]

(ঙ) নিচের উদ্দীপকটি অনুধাবন করে সংশ্লিষ্ট প্রশ্নের উত্তর দাও।

[ব. বো. ২০১৬]



এক্ষেত্রে C যৌগ 2 : 4 DNP এর সাথে হলুদ অধঃক্ষেপ দেয়; কিন্তু ফেলিং দ্রবণকে বিজারিত করে না। যৌগ A হলো C_4H_9Br এর একটি সমাণুক।

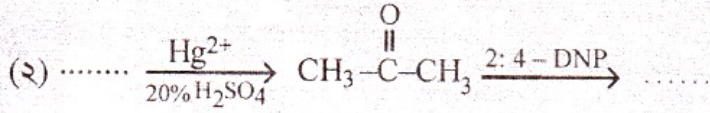
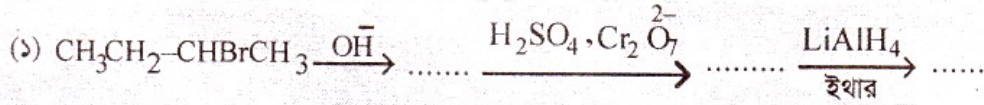
(১) C যৌগটি শনাক্ত কর।

[উ: বিউটানোন-২]

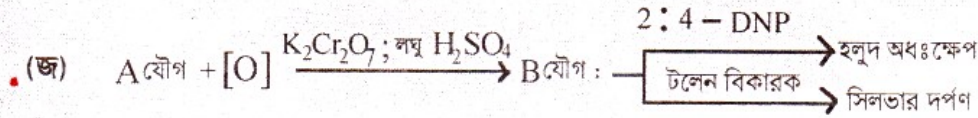
(২) উদ্দীপক মতে, সমীকরণের মাধ্যমে A ও B এর গাঠনিক সংকেত প্রতিষ্ঠা কর।

[উ: A হলো $CH_3CH_2CHBrCH_3$ এবং B হলো $CH_3CH_2CH(OH)CH_3$]

(চ) নিচের বিক্রিয়া অনুক্রমে শূন্যস্থানে উপযুক্ত উৎপাদ বা বিক্রিয়ক ব্যবহার কর :



(ছ) কার্বনিল মূলক শনাক্তকরণে ব্যবহৃত বিকারকটির নাম ও সংকেত লেখ। কোনো জৈব যৌগ ঐ বিকারকের সাথে অধঃক্ষেপ দিলে পরবর্তীতে টলেন বিকারকসহ পরীক্ষা করতে হয় কেন? এর ব্যাখ্যা দাও।



উদ্দীপক মতে সংশ্লিষ্ট রাসায়নিক বিক্রিয়ার সাহায্যে যৌগ (A) ও যৌগ (B) শনাক্ত কর।

২.১১.৮ কার্বক্সিলিক এসিড, এস্টার ও অ্যামাইড Carboxylic acid, Ester and Amide

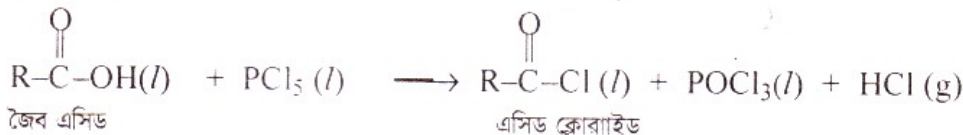
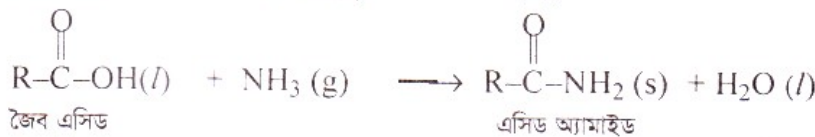
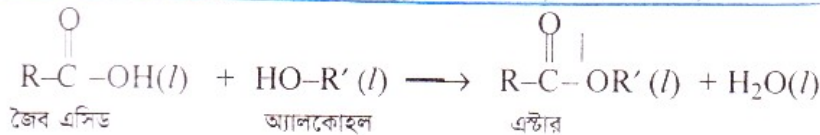
অনুচ্ছেদ ২.১১.৭ এর শুরুতে চিত্র-২.১৯-এ কার্বনিলমূলকযুক্ত বিভিন্ন যৌগশ্রেণির ক্ষেত্রে অ্যালডিহাইড ও কিটোনের কার্যকরী মূলকের সাথে কার্বক্সিলিক এসিড, এস্টার ও অ্যামাইড-এর কার্যকরী মূলকের মিল ও গরমিল দেখানো হয়েছে। শেষের তিনটি যৌগ শ্রেণির কার্যকরী মূলকে কার্বনিল মূলকটি প্রবল তড়িৎ ঋণাত্মক পরমাণু O অথবা N এর সাথে যুক্ত

আছে। এ তিন শ্রেণির মূল কার্যকরী মূলক হলো কার্বক্সিলিক এসিড মূলক বা কার্বক্সিল মূলক $\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C-OH}$ বা, $-\text{COOH}$; এ

কার্বক্সিল মূলকের $-\text{OH}$ অংশকে $-\text{OR}$ দ্বারা প্রতিস্থাপনে এস্টার মূলক $\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C-OR}$ এবং অ্যামিনের $-\text{NH}_2$ দ্বারা প্রতিস্থাপনে

অ্যামাইড মূলক $-\text{CNH}_2$ বা, $-\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C-N-}$ মূলক সৃষ্টি হয়। কার্বনিল যৌগসমূহ নিউক্লিওফিলিক সংযোজন বিক্রিয়া দিলেও এ তিন শ্রেণির যৌগই প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া দেয়; কিন্তু নিউক্লিওফিলিক সংযোজন বিক্রিয়া দেয় না। যেমন,

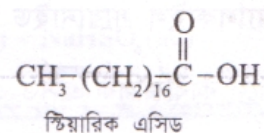
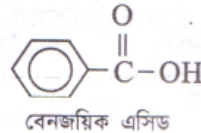
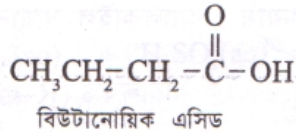
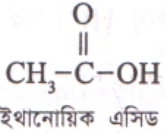
(১) RCO.OH এর সাথে R-OH , NH_3 ও PCl_5 এর প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ায় প্রতিক্ষেত্রে $-\text{CO.OH}$ মূলকের $-\text{OH}$ প্রতিস্থাপিত হয়ে যথাক্রমে এস্টার (RCO.OR), এসিড অ্যামাইড (RCO.NH_2) ও এসিড ক্লোরাইড (RCO.Cl) উৎপন্ন হয়। এদেরকে কার্বক্সিলিক এসিডের জাতক (derivatives) বলে। যেমন,



(২) RCO.OR এর সাথে H₂O ও NH₃ এর প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ায় যথাক্রমে RCO.OH ও RCO.NH₂ উৎপন্ন হয়।

(৩) RCO.NH₂ এর সাথে নাইট্রাস এসিড, HNO₂ (NaNO₂ HCl)-এর প্রতিস্থাপন প্রক্রিয়ায় RCO.OH, N₂ ও H₂O উৎপন্ন হয়।

উদ্ভিদ ও অনেক প্রাণীতে কার্বক্সিলিক এসিড পাওয়া যায়। ভিনেগারে রয়েছে অ্যাসিটিক এসিড বা ইথানোয়িক এসিড; টকগন্ধযুক্ত মাখন বা বাটারে তৈরি হয় বিউটানোয়িক এসিড, লাল পিপড়া ও ভিমরুলের গ্ল্যাভে থাকে ফরমিক এসিড এবং প্রাণিজ চর্বি ও উদ্ভিদের তৈলে থাকে দীর্ঘ কার্বন শিকলযুক্ত স্টিয়ারিক এসিড বা অক্টাডেকানোয়িক এসিড, CH₃(CH₂)₁₆COOH, পাম অয়েলে থাকে পামিটিক এসিড বা হেপ্তাডেকানোয়িক এসিড, CH₃(CH₂)₁₄COOH কার্বক্সিলিক এসিডের সংজ্ঞা : যে সব জৈব যৌগের অণুতে একযোজী কার্বক্সিল মূলক (-COOH) বর্তমান থাকে এবং অম্লধর্ম প্রকাশ পায়, এদেরকে কার্বক্সিলিক এসিড বলে। কার্বক্সিলিক এসিডের অপর নাম জৈব এসিড। জৈব এসিড অ্যালিফেটিক ও অ্যারোমেটিক উভয় প্রকার হতে পারে। যেমন,



ফ্যাটি এসিড (Fatty Acid)

সংজ্ঞা : অ্যালিফেটিক এসিডের অণুতে একটি মাত্র কার্বক্সিল মূলক থাকলে এদেরকে মনোকার্বক্সিল এসিড বলে। অ্যালিফেটিক মনোকার্বক্সিলিক এসিড শ্রেণিকে ফ্যাটি এসিডও বলা হয়। কারণ এ শ্রেণির উচ্চতর সদস্যকে প্রাথমিকভাবে, 'ফ্যাট' বা চর্বি থেকে অম্লীয় অর্দ্র বিশ্লেষণে প্রস্তুত করা হয়। যেমন,

প্যামিটিক এসিড [CH₃(CH₂)₁₄.COOH], স্টিয়ারিক এসিড [CH₃(CH₂)₁₆.COOH] ইত্যাদি;

ফ্যাটি এসিড সম্পৃক্ত ও অসম্পৃক্ত উভয় প্রকার হতে পারে। সম্পৃক্ত ফ্যাটি এসিডের সাধারণ সংকেত হলো

C_nH_{2n+1}-COOH যেমন,

সম্পৃক্ত ফ্যাটি এসিডের উদাহরণ হলো : (১) প্রোপানোয়িক এসিড CH₃CH₂COOH

(২) স্টিয়ারিক এসিড C₁₇H₃₅COOH

(৩) পামিটিক এসিড C₁₅H₃₁COOH

অসম্পৃক্ত ফ্যাটি এসিডের কার্বন শিকলে এক বা একাধিক দ্বিবন্ধন থাকে।

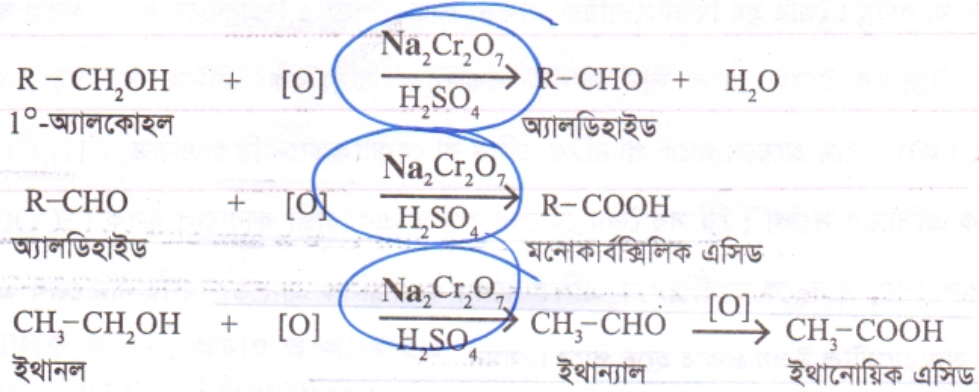
অসম্পৃক্ত ফ্যাটি এসিডের উদাহরণ হলো -

(১) অ্যাক্রালিক এসিড CH₂ = CHCOOH

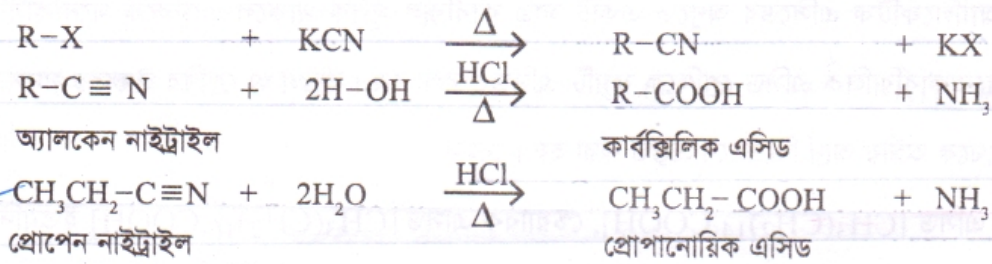
(২) অলিয়িক এসিড C₁₇H₃₃COOH বা, CH₃(CH₂)₇CH=CH(CH₂)₇COOH

(৩) লিনোলিক এসিড $C_{17}H_{31}COOH$ বা $CH_3(CH_2)_4(CH=CHCH_2)_2(CH_2)_6COOH$

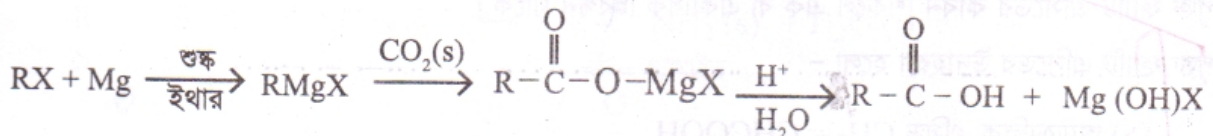
কার্বক্সিলিক এসিডের সাধারণ প্রস্তুতি : (১) প্রাইমারি অ্যালকোহল ও অ্যালডিহাইড থেকে : জারন প্রক্রিয়ায় প্রাইমারি অ্যালকোহল ও অ্যালডিহাইডকে গাঢ় H_2SO_4 মিশ্রিত সোডিয়াম ডাইক্রোমেট বা পারম্যাঙ্গানেট দ্বারা জারিত করে সমসংখ্যক কার্বন পরমাণুবিশিষ্ট কার্বক্সিলিক এসিড উৎপন্ন হয়। যেমন,



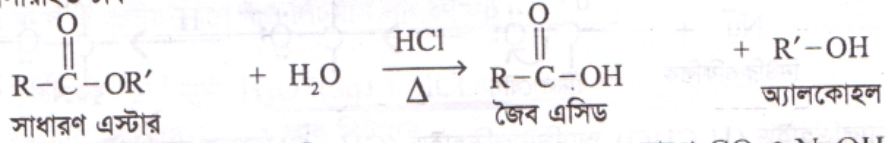
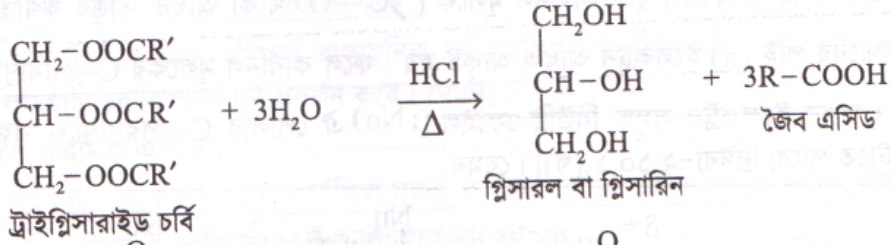
(২) অ্যালকাইল সায়ানাইড থেকে : আর্দ্র বিশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় : অ্যালকাইল সায়ানাইডকে লঘু HCl সহ আর্দ্র বিশ্লেষণ করলে কার্বক্সিলিক এসিড ও অ্যামোনিয়া উৎপন্ন হয়। অ্যালকাইল সায়ানাইড ($R-CN$ বা নাইট্রাইল) অ্যালকাইল হ্যালাইড ও KCN এর বিক্রিয়ায় পাওয়া যায়। এ পদ্ধতিতে কার্বক্সিলিক এসিড উৎপাদন খুবই ভালো হয়। যেমন,



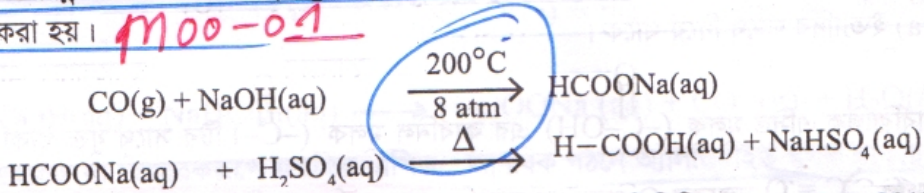
(৩) গ্রিগনার্ড বিকারক থেকে : কার্বনেশন প্রক্রিয়ায় : অ্যালকাইল হ্যালাইড (RX) বা অ্যারাইল হ্যালাইড ArX কে Mg ধাতুর গুঁড়াসহ শুষ্ক ইথারে রিফ্লাক্স করলে অ্যালকাইল বা অ্যারাইল ম্যাগনেসিয়াম হ্যালাইড বা গ্রিগনার্ড বিকারক ($R/ArMgX$) উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন গ্রিগনার্ড বিকারকের সাথে কঠিন CO_2 (শুষ্ক বরফ) যোগ করলে যুত বিক্রিয়ায় কার্বক্সিলিক এসিডের Mg-হ্যালাইড উৎপন্ন হয়। এটিকে অম্লীয় আর্দ্র-বিশ্লেষণ করে কার্বক্সিলিক এসিড পাওয়া যায়।



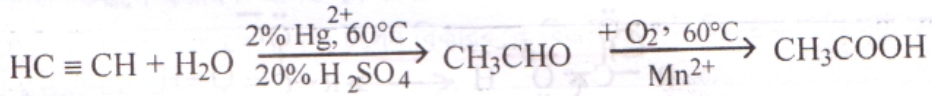
(৪) এস্টার (R-COOR) থেকে : উদ্ভিজ্জ তৈল ও প্রাণিজ চর্বি হলো উচ্চতর ফ্যাটি এসিডের ট্রাইগ্লিসারাইড এস্টার। এ এস্টারকে লঘু HCl এসিডসহ আর্দ্র বিশ্লেষণ করলে উচ্চতর ফ্যাটি এসিড ও গ্লিসারল বা গ্লিসারিন উৎপন্ন হয়। সাধারণ এস্টারও ব্যবহার করা যায়।



ফরমিক এসিড বা মিথানোয়িক এসিড প্রস্তুতি : প্রায় 200°C ও 8 atm চাপে CO ও NaOH বিক্রিয়া করে সোডিয়াম ফরমেট উৎপন্ন করে। এটিকে লঘু H₂SO₄ সহ আর্দ্র বিশ্লেষণের পর উৎপন্ন ফরমিক এসিডকে 101°C-এ পাতিত তরলরূপে সংগ্রহ করা হয়। 100-01

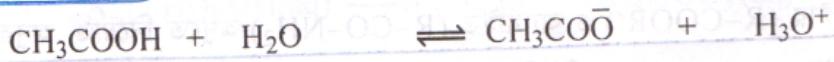


অ্যাসিটিক এসিড প্রস্তুতি : পেট্রোলিয়াম তাপ বিয়োজনে উৎপন্ন অ্যাসিটিলিনকে 60°C এ 2% HgSO₄ ও 20% H₂SO₄ এর মিশ্রণে চালনা করলে ইথান্যাল উৎপন্ন হয়। ইথান্যালকে ম্যাঙ্গানাস অ্যাসিটেট প্রভাবকের উপস্থিতিতে 60°C-এ বায়ুর অক্সিজেন দ্বারা জারিত করে উৎপন্ন অ্যাসিটিক এসিডকে 118°C-এ পাতন করা হয়।

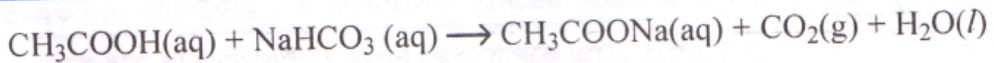


কার্বক্সিলিক এসিডের শনাক্তকারী বিক্রিয়া :

(১) লিটমাস পরীক্ষা : জলীয় দ্রবণে জৈব এসিড আয়নিত হয়ে H⁺ উৎপন্ন করে। তাই জলীয় দ্রবণে জৈব এসিড নীল লিটমাসকে লাল করে।



(২) NaHCO₃ দ্রবণ পরীক্ষা : সোডিয়াম বাইকার্বনেটের 5% দ্রবণের সঙ্গে কার্বক্সিল মূলকযুক্ত জৈব এসিডের বিক্রিয়ায় বুদবুদসহ CO₂ বের হয়। নির্গত CO₂ গ্যাস চুনের পানিকে [Ca(OH)₂] ঘোলাটে করে। যেমন,

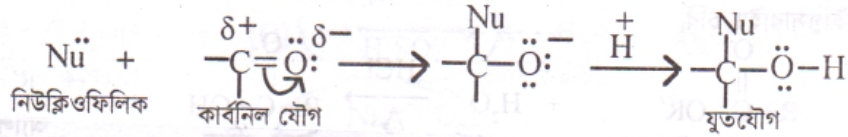


সমাধানকৃত সমস্যা - ২.১৩ : কার্বক্সিলিক এসিড (R-C(=O)-OH), এস্টার (R-C(=O)-OR'), ও এসিড অ্যামাইড

(R-C(=O)-NH₂) ইত্যাদি যৌগের কার্বনিল মূলক (C=O), অ্যালডিহাইড ও কিটোনের মতো নিউক্লিওফিলিক সংযোজন বিক্রিয়া দেয় না কেন? এর বিশ্লেষণমূলক ব্যাখ্যা দাও।

সমাধান : অ্যালডিহাইড-কিটোনের কার্বনিল মূলকের C-পরমাণুটি পোলার থাকে। কার্বক্সিলিক এসিড, এস্টার ও অ্যামাইডের কার্বনিল মূলকের C-পরমাণুটি পোলার থাকে না।

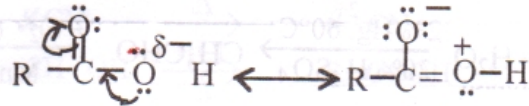
অ্যালডিহাইড ও কিটোনের দ্বিবন্ধন যুক্ত কার্বনিল মূলকে (>C=O) থাকা অধিক তড়িৎ ঋণাত্মক O পরমাণু দ্বারা কার্বন-অক্সিজেন দ্বিবন্ধনের পাই (π) ইলেকট্রন অধিক আকৃষ্ট হয়। ফলে কার্বনিল মূলকের C-পরমাণুটি আংশিক পোলার $\delta^+ = \delta^-$ হয়ে পড়ে। তখন ইলেকট্রন সমৃদ্ধ নিউক্লিওফাইল ($:\text{Nu}$) ঐ পোলার C-পরমাণুকে সহজে আক্রমণ করে সংযোজন বিক্রিয়া ঘটাতে পারে; [দ্রষ্টব্য-২.১০.১ (খ)]। যেমন,



তাই ফরম্যালডিহাইড (H-CHO), অ্যাসিটালডিহাইড (CH₃-CHO) ও অ্যাসিটোন (CH₃COCH₃) ইত্যাদি প্রকৃত কার্বনিল যৌগসমূহের নিউক্লিওফিলিক সংযোজন বিক্রিয়াটি সায়ানাইড মূলক ($:\text{CN}^-$), সোডিয়াম সালফাইট মূলক

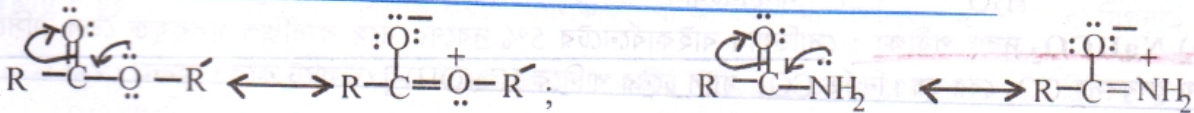
($:\ddot{\text{O}}\text{-SO}_2\text{Na}$) ইত্যাদির সাথে দিয়ে থাকে।

অপরদিকে কার্বক্সিলিক এসিড মূলক (---C(=O)OH) এর কার্বনিল মূলক (---C(=O)) টির সাথে যুক্ত থাকা $\text{---}\ddot{\text{O}}\text{---H}$ মূলকের নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল >C=O মূলকের O পরমাণুর সাথে অনুরণন প্রক্রিয়ায় নিম্নরূপে সঞ্চরণশীল থাকে। তখন ---O---H মূলকের O পরমাণুটি C-পরমাণুর সাথে দুর্বল কার্বন-অক্সিজেন দ্বিবন্ধন সৃষ্টি করে। এ অনুরণন অবস্থায় কার্বনিল কার্বনে কোনো আংশিক ধনাত্মক চার্জ ($+\delta$) ক্ষণিকের জন্যও থাকে না। ফলে নিউক্লিওফাইল ঐ কার্বনিল কার্বনকে আক্রমণ করার সুযোগ পায় না।



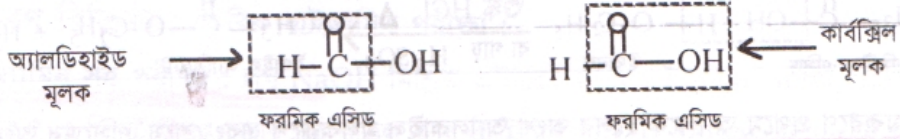
তাই ফরমিক এসিড (H-COOH), অ্যাসিটিক এসিড (CH₃COOH) ইত্যাদি নিউক্লিওফিলিক সংযোজন বিক্রিয়া দেয় না।

অনুরূপভাবে, এস্টার (R-COOR') ও অ্যামাইড (R-CO-NH₂) অণুতে নিম্নোক্ত অনুরণন কাঠামো সহকারে ইলেকট্রনের সঞ্চরণ ঘটায় কারণে এরা কোনো নিউক্লিওফিলিক সংযোজন বিক্রিয়া দেয় না। যেমন,



সমাধানকৃত সমস্যা-২.১৪ : ফরমিক এসিড বা মিথানোয়িক এসিড (H-COOH) অ্যালডিহাইড (বিজারক) ও এসিড উভয়রূপে ক্রিয়া করে। এর বিশ্লেষণ মূলক ব্যাখ্যা দাও।

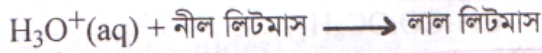
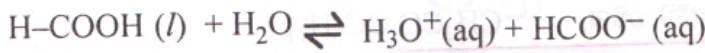
সমাধান : ফরমিক এসিড বা মিথানোয়িক এসিড (H-COOH) এর অণুতে কার্বক্সিল মূলক (---COOH) ও অ্যালডিহাইড মূলক (---CHO) উভয়ের সমন্বয় ঘটেছে; তা নিচের গাঠনিক সংকেত থেকে বোঝা যায়।



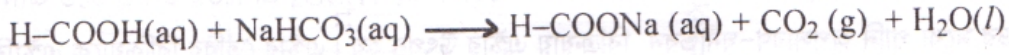
তাই কার্যকরী মূলকভিত্তিক জৈব যৌগের রাসায়নিক ধর্ম অনুসারে ফরমিক এসিড বা মিথানোয়িক এসিড নিম্নরূপ এসিডের ধর্ম ও অ্যালডিহাইডের বিজারণ ধর্ম প্রদর্শন করে। যেমন,

(ক) এসিডরূপে ফরমিক এসিড :

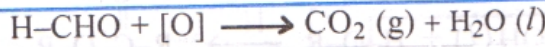
(১) লিটমাস পরীক্ষা : আণবিক গঠনে কার্বক্সিল মূলক থাকায় ফরমিক এসিড জলীয় দ্রবণে আয়নিত হয়ে প্রোটন বা হাইড্রোনিয়াম আয়ন দেয়। ফলে ঐ জলীয় দ্রবণে নীল লিটমাস লালবর্ণ হয়।



(২) NaHCO₃ দ্রবণসহ পরীক্ষা : যে কোনো কার্বক্সিলিক এসিডের মতো ফরমিক এসিড ও NaHCO₃ দ্রবণের বিক্রিয়ার বুদবুদসহ CO₂ গ্যাস, সোডিয়াম ফরমেট (H-COONa) ও পানি উৎপন্ন হয়। এটি কার্বক্সিল মূলকের নিশ্চিত পরীক্ষা।



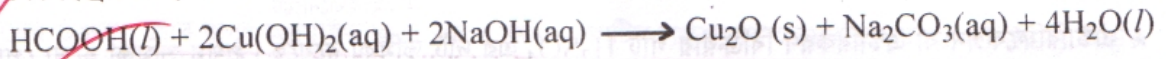
(খ) অ্যালডিহাইড বা বিজারকরূপে ফরমিক এসিড : আণবিক গঠনে অ্যালডিহাইড মূলক থাকায় ফরমিক এসিড মৃদু বিজারকরূপে মৃদু জারককে বিজারিত করে এবং নিজে জারিত হয়ে CO₂ গ্যাস ও H₂O গঠন করে।



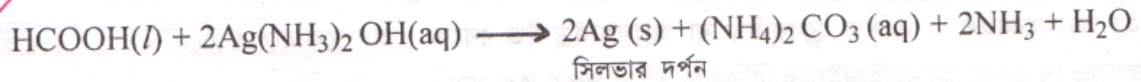
বিজারক জারক

তাই মৃদু বিজারকরূপে ফরমিক এসিড যে কোনো অ্যালডিহাইডের মতো ফেলিং দ্রবণকে বিজারিত করে কিউপ্রাস অক্সাইড (Cu₂O) এর লালচে অধঃক্ষেপ এবং টলেন বিকারককে বিজারিত করে সিলভার দর্পণ সৃষ্টি করে।

(১) ফেলিং দ্রবণসহ বিক্রিয়া :



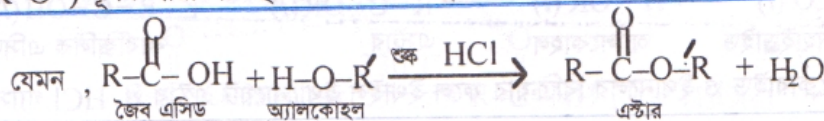
(২) টলেন বিকারকসহ বিক্রিয়া :



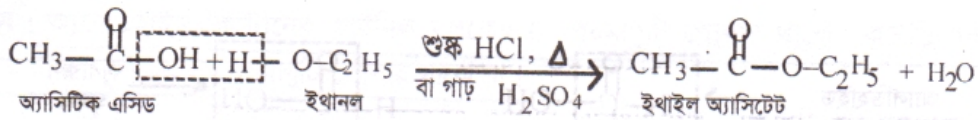
* তবে ফরমিক এসিড 2 : 4-ডাইনাইট্রো ফিনাইল হাইড্রাজিনের সাথে কোনো অধঃক্ষেপ দেয় না।

২.১১.৯ এস্টার (Ester)

এস্টার : এসিড-প্রভাবে অ্যালকোহল ও কার্বক্সিলিক এসিডের বিক্রিয়ায় কার্বক্সিলিক এসিডের -OH মূলকটি অ্যালকোক্সি (R-O-) মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হলে উৎপন্ন জৈব যৌগকে এস্টার বলে।



উদাহরণ : নিরুদক রূপে শুষ্ক HCl গ্যাস অথবা গাঢ় H₂SO₄ এর উপস্থিতিতে সম আয়তনের জৈব এসিড ও অ্যালকোহলের মিশ্রণকে উত্তপ্ত করলে পানি নিরুদনের মাধ্যমে এস্টার উৎপন্ন হয়।



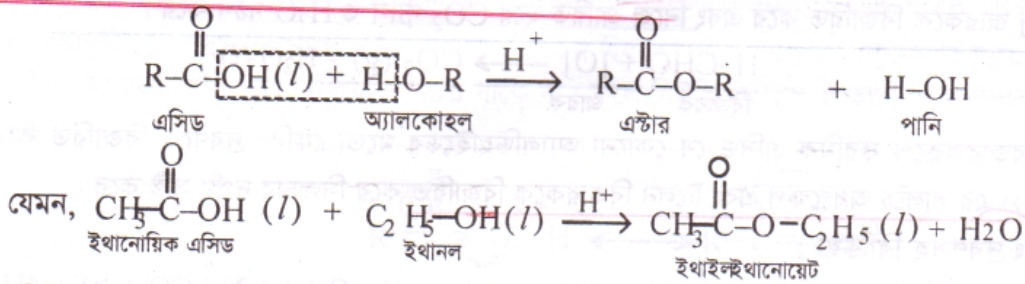
এস্টারের নামকরণে প্রথমে অ্যালকোহলের অংশ অ্যালকাইল মূলকরূপে এবং শেষে এসিডের অংশে 'এট' (-ate) যুক্ত হয় (কার্বক্সিলেট মতো)। যেমন ইথাইল অ্যালকোহল ও ইথানোয়িক এসিড বা অ্যাসিটিক এসিড থেকে উৎপন্ন এস্টারের নাম হবে ইথাইল ইথানোয়েট বা ইথাইল অ্যাসিটেট; যা নেইল পলিশ ও সাধারণ গু-এর উত্তম দ্রাবক।

এস্টারের কার্যকরী মূলক হলো $-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{C}-$

ফল ও ফুলের সুগন্ধের কারণ হলো বিভিন্ন এস্টারের উপস্থিতি। যেমন -

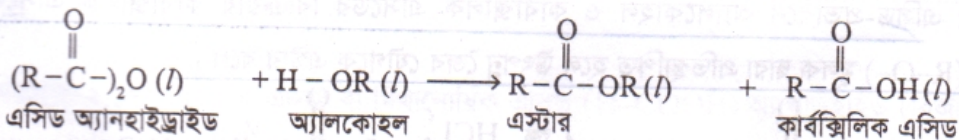
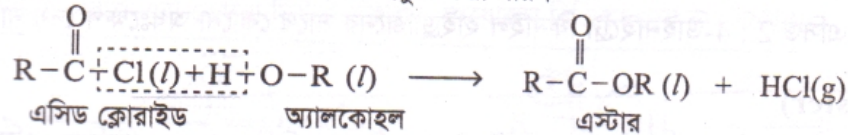
১. পাকা কলায় থাকে : পেন্টাইল অ্যাসিটেট এস্টার, $\text{CH}_3\text{CO}.\text{OC}_5\text{H}_{11}$
২. পাকা কমলায় থাকে : অক্টাইল অ্যাসিটেট এস্টার, $\text{CH}_3\text{CO}.\text{OC}_8\text{H}_{17}$
৩. পাকা আনারসে থাকে : বিউটাইল বিউটারেট এস্টার, $\text{C}_3\text{H}_7\text{CO}.\text{OC}_4\text{H}_9$
৪. জেসমিন ফুলে থাকে : বেনজাইল অ্যাসিটেট এস্টার, $\text{CH}_3\text{CO}.\text{OCH}_2\text{C}_6\text{H}_5$

এস্টারের সাধারণ প্রস্তুতি : (১) এসিড প্রভাবকরূপে কয়েক ফোঁটা গাঢ় H_2SO_4 এসিডের উপস্থিতিতে অ্যালকোহল ও কার্বক্সিলিক এসিডের মধ্যে পানি অপসারণ-ঘনীভবন বিক্রিয়ায় এস্টার উৎপন্ন হয়। এস্টার তৈরির বিক্রিয়াকে এস্টারিফিকেশন (Esterification) বলা হয়। যেমন,

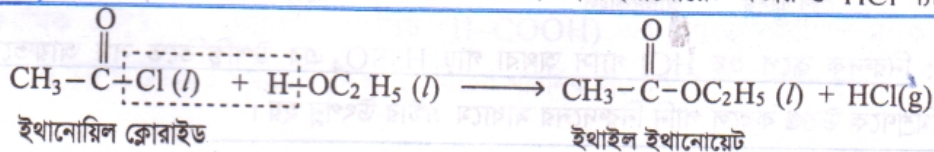


* এস্টারিফিকেশন বা এস্টারিকরণ বিক্রিয়ায় গাঢ় H_2SO_4 এর দুটি ভূমিকা রয়েছে। প্রথম ভূমিকা হলো প্রোটন দাতা রূপে এবং ২য় ভূমিকা হলো নিরুদক রূপে উৎপন্ন পানিকে শোষণ করে উভমুখী বিক্রিয়াকে একমুখী করা।

(২) অ্যালকোহল ও এসিড ক্লোরাইড বা অ্যানহাইড্রাইড থেকে : অ্যালকোহলের সঙ্গে এসিড ক্লোরাইড অথবা সুবিধাজনকভাবে এসিড অ্যানহাইড্রাইডের বিক্রিয়ায় এস্টার প্রস্তুত করা যায়।

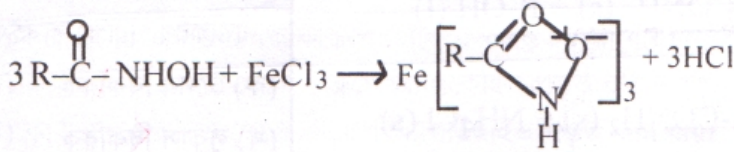
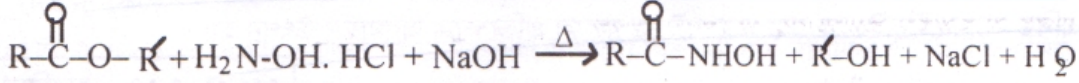


যেমন, ইথানোয়িক ক্লোরাইড ও ইথানলের বিক্রিয়ার ফলে ইথাইল ইথানোয়েট এস্টার ও HCl গ্যাস উৎপন্ন হয়।

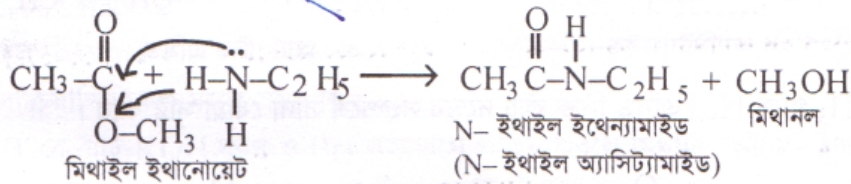
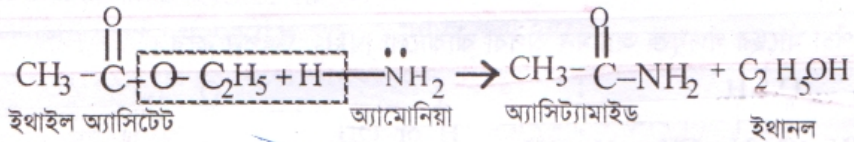


এস্টার শনাক্তকরণ বিক্রিয়া : ফেরিক হাইড্রামিড পরীক্ষা :

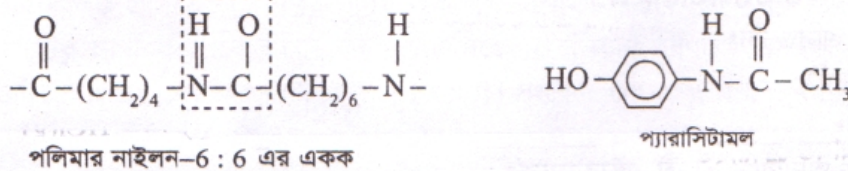
(১) হাইড্রক্সিল অ্যামিন সহ পরীক্ষা : লঘু NaOH মিশ্রিত এস্টারের মধ্যে হাইড্রক্সিল অ্যামিন হাইড্রোক্লোরাইডের কয়েকটি দানা যোগ করে ২-১ মিনিট উত্তপ্ত করার পর শীতল করে ঐ মিশ্রণে ২-১ সি. সি. লঘু HCl যোগ করে মিশ্রণটিকে অম্লীয় করা হয়। শেষে ঐ অম্লীয় দ্রবণে কয়েক ফোঁটা FeCl₃ দ্রবণ যোগ করলে লালচে-বাদামি বর্ণের দ্রবণ উৎপন্ন হয়।



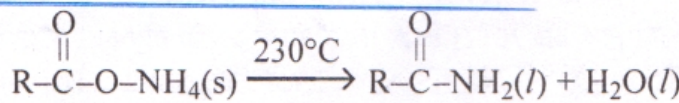
২.১১.১০ অ্যামাইড (Amides) : এস্টার ও অ্যামোনিয়ার অথবা অ্যামিনের মধ্যে প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ায় উৎপন্ন জৈব যৌগকে অ্যামাইড যৌগ বলে। অ্যামিনের আংশিক ঋণাত্মক N-পরমাণু এস্টারের আংশিক ধনাত্মক C-পরমাণু দ্বারা আকৃষ্ট হয়ে অ্যালকোহল অণু অপসারণের মাধ্যমে অ্যামাইড গঠিত হয়।



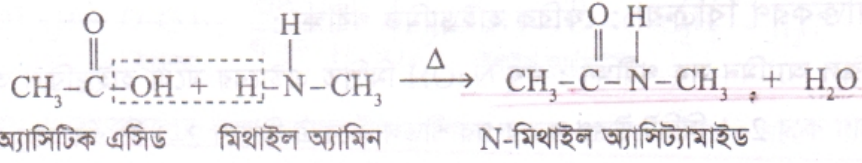
অ্যামাইডের গুরুত্ব : জীব জগৎ অ্যামাইড ছাড়া অচল; কারণ প্রোটিন সংশ্লেষণে অ্যামাইড মূলক (-C-N-) জড়িত। সাংশ্লেষিক পলিমার যেমন নাইলনে রয়েছে অ্যামাইড মূলক; বেদনানাশক ওষুধ অ্যাসপিরিনের বিকল্প প্যারাসিটামল অ্যাসিট্যামিনোফেন হলো অ্যামাইড যৌগ।



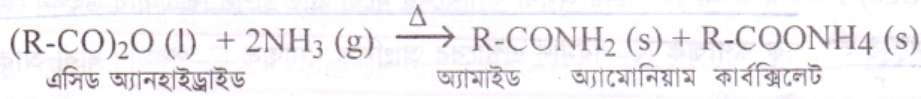
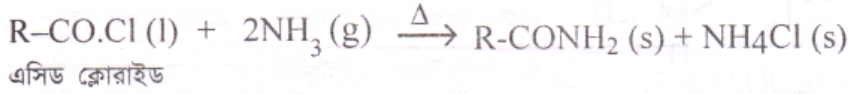
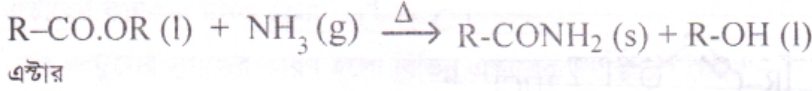
অ্যামাইডের সাধারণ প্রস্তুতি : (১) কার্বক্সিলিক এসিডের অ্যামোনিয়াম লবণকে 230°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে এক অণু পানি অপসারিত হয়ে অ্যামাইড উৎপন্ন হয়। যেমন,



(২) কার্বক্সিলিক এসিড ও অ্যামিন থেকে : কার্বক্সিলিক এসিডকে অ্যামিনসহ উত্তপ্ত করে এসিড অ্যামাইড প্রস্তুত করা যায়। যেমন,



(৩) এস্টার, এসিড ক্লোরাইড ও এসিড অ্যানহাইড্রাইড থেকে : আবদ্ধ পাণ্ডে NH_3 গ্যাসের সাথে এস্টার, এসিড ক্লোরাইড অথবা এসিড অ্যানহাইড্রাইডকে আল্প তাপে উত্তপ্ত করলে প্রতিক্ষেত্রে অ্যামাইড উৎপন্ন হয়।



MCQ. 2.10 : কার্বক্সিল মূলক শনাক্তকরণ পরীক্ষা ব্যবহৃত হয়।

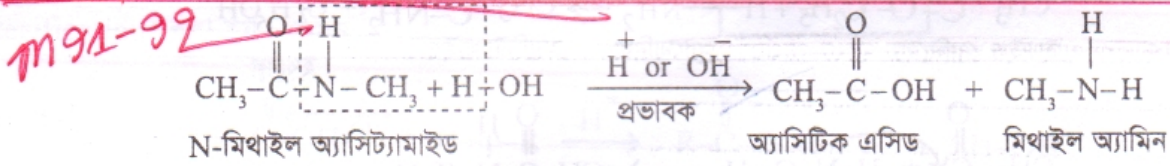
(ক) টলেন বিকারক

(খ) লুকাস বিকারক

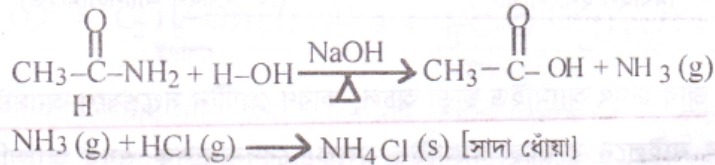
(গ) 5% KMnO_4

(ঘ) 5% NaHCO_3

অ্যামাইডের শনাক্তকারী বিক্রিয়া : অ্যামাইডসমূহ উত্তপ্ত অবস্থায় এসিড অথবা ক্ষার প্রভাবিত আর্দ্রবিশ্লেষণ দ্বারা কার্বক্সিলিক এসিড ও পঁচা মাছের গন্ধযুক্ত অ্যামিন অথবা ঝাঁঝালো NH_3 উৎপন্ন করে।



উৎপন্ন NH_3 গ্যাস HCl এসিড সিঙ্ক কাঁচ দণ্ডের সংস্পর্শে সাদা ধোঁয়া সৃষ্টি করে।



শিক্ষার্থীর কাজ : কার্বক্সিলিক এসিড ও এসিড জাতকভিত্তিক সমস্যা :

সমস্যা - ২.৩৫ : সংক্ষিপ্ত উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন :

- (ক) কার্বক্সিলিক এসিড কী?
- (খ) ফ্যাটি এসিড কী?
- (গ) ভিনেগার কী?
- (ঘ) পাকা কলা ও আনারসে কী কী এস্টার থাকে?
- (ঙ) পাকা কমলায় কোন এস্টার থাকে?
- (চ) পঁচা মাছের গন্ধের কারণ কী?
- (ছ) এস্টার কী?
- (জ) অ্যামাইড কী?
- (ঝ) এস্টারিকরণ কী?

সমস্যা-২.৩৬ : ব্যাখ্যা কর, সংক্ষেপে :

- (ক) কার্বক্সিলিক এসিডের অল্পধর্মিতার ব্যাখ্যা কর।
- (খ) ফরমিক এসিড একটি বিজারক তা ব্যাখ্যা কর।

- (গ) ফরমিক এসিড অ্যালডিহাইড ও এসিড উভয়রূপে ক্রিয়া করে কেন?
- (ঘ) কার্বক্সিলিক এসিড মূলকের কার্বনিল মূলকটি অ্যালডিহাইড ও কিটোনের মতো নিউক্লিওফিলিক সংযোজন বিক্রিয়া দেয় না কেন?
- (ঙ) এসিড অ্যামাইডের কার্বনিল মূলকটি $(\text{C}=\text{O})$ অ্যালডিহাইড ও কিটোনের মতো নিউক্লিওফিলিক সংযোজন বিক্রিয়া দেয় না কেন?
- (চ) অজৈব এসিড যেমন HCl এসিড আমাদের কোনো খাদ্যে মিশানো যায় না; কিন্তু অ্যাসিটিক এসিড ভিনেগাররূপে খাদ্যে ব্যবহৃত হয় কেন?
- (ছ) কার্বক্সিলিক এসিড থেকে কীরূপে অ্যালকেন প্রস্তুত করা যায়?
- (জ) কার্বক্সিলিক এসিড থেকে কীরূপে অ্যালকোহল প্রস্তুত করা যায়?
- (ঝ) কার্বক্সিলিক এসিড থেকে কীরূপে অ্যালডিহাইড প্রস্তুত করা যায়?
- (ঞ) অ্যাসিটিক এসিড থেকে কীরূপে ইথাইল অ্যাসিটেট প্রস্তুত করা যায়?
- (ট) অ্যাসিটিক এসিড থেকে কীরূপে অ্যাসিট্যামাইড প্রস্তুত করা যায়?
- (ঠ) অ্যামাইডের গুরুত্ব উদাহরণ দিয়ে বোঝাও।

সমস্যা-২.৩৭ : মূলক শনাক্তকরণ ও পার্থক্যকরণ :

- (ক) জৈব যৌগে কার্বক্সিল মূলক $(-\text{COOH})$ কীরূপে শনাক্ত করা হয়?
- (খ) $\text{H}-\text{COOH}$ ও CH_3COOH এর মধ্যে পার্থক্যসূচক পরীক্ষা লেখ।
- (গ) কার্বক্সিলিক এসিড ও ফেনলের মধ্যে পার্থক্যসূচক পরীক্ষা সমীকরণসহ লেখ।
- (ঘ) এস্টারের শনাক্তকরণ পরীক্ষাটি সমীকরণসহ লেখ।
- (ঙ) অ্যামাইডের শনাক্তকরণ পরীক্ষাটি সমীকরণ সহ লেখ।

সমস্যা-২.৩৮ : বিক্রিয়াভিত্তিক সমস্যা সমাধান :

(ক) একটি যৌগ 'B' কে গাঢ় KOH দ্রবণ ও Br_2 সহযোগে পাতন করলে মিথাইল অ্যামিন পাওয়া যায়। প্রয়োজনীয় সমীকরণসহ 'B' যৌগটির সংকেত লেখ।

[উ: CH_3CONH_2]

(খ) $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ (A) সংকেতের এস্টারকে জলীয় NaOH সহ অর্ধ-বিশ্লেষণ করলে 'B' ও 'C' দুটি যৌগ উৎপন্ন হয়। পাতন প্রক্রিয়ায় B কে প্রথমে 78°C এ পৃথক করে আয়োডিন ও লঘু NaOH দ্রবণসহ উত্তপ্ত করলে হলুদ বর্ণের অধঃক্ষেপ পড়ে। সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়ার সমীকরণসহ A, B, C এর নাম ও গাঠনিক সংকেত লেখ।

[উ: ইথাইল ইথানোয়েট, ইথানল, সোডিয়াম ইথানোয়েট]

(গ) কোনো মনোকার্বক্সিলিক এসিডের 0.333g পরিমাণকে পূর্ণ-প্রশমিত করতে 22.5 mL 0.2 (M) NaOH দ্রবণ দরকার হয়। সংশ্লিষ্ট এসিডটির আণবিক সংকেত বের কর। ঐ এসিডের সোডিয়াম লবণকে সোডালাইমসহ উত্তপ্ত করলে কী ঘটবে? [সংকেত : এসিডটির আঃ ভর বের কর। $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COOH}$ সংকেত থেকে 'n' এর মান বের করে নিলে আণবিক সংকেত মিলবে।]

(ঘ) একটি এস্টারকে অর্ধ-বিশ্লেষিত করলে B ও C যৌগ পাওয়া যায়। B যৌগটি ফেলিং দ্রবণকে বিজারিত করতে পারে। আবার C যৌগটিকে অধিক জারিত করলে B যৌগটি পাওয়া যায়। A, B, C যৌগকে শনাক্ত কর এবং গাঠনিক সংকেত লেখ।

[উ: A হলো $\text{H}-\text{COOCH}_3$, B হলো $(\text{H}-\text{COOH})$, C হলো (CH_3OH)]

(ঙ) $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ আণবিক সংকেতের দুটি এস্টার সমাণু হলো A ও B। A এর অর্ধ-বিশ্লেষণে C ও D যৌগ উৎপন্ন হয়। D আয়োডোফর্ম বিক্রিয়া দেয়। B এর অর্ধ-বিশ্লেষণে E ও F যৌগ উৎপন্ন হয়। E যৌগ টলেন বিকারককে বিজারিত করতে পারে। A, B, C, D, E, F যৌগগুলো শনাক্ত কর।

[উ: A হলো-ইথাইল অ্যাসিটেট $(\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5)$; B হলো আইসো প্রোপাইল ফরমেট $[\text{HCOO}-\text{CH}(\text{CH}_3)_2]$, C হলো অ্যাসিটিক এসিড; D হলো-ইথানল; E হলো ফরমিক এসিড; F হলো $(\text{CH}_3)_2\text{CHOH}$]

২.১২ বিভিন্ন শ্রেণির জৈব যৌগের কার্যকরীমূলক শনাক্তকরণ

Detection of Functional Groups of Org. Compds

আমরা অনুচ্ছেদ - ২.১১ এ বিভিন্ন শ্রেণির জৈব যৌগের সাধারণ প্রস্তুতি ও শনাক্তকরণ বিক্রিয়া সম্বন্ধে জেনেছি। এখন ল্যাবরেটরিতে নিম্নোক্ত পাঁচ প্রকারের কার্যকরীমূলক যেমন (১) হ্যালাইড ($-X=, -Cl, -Br, -I$) (২) অ্যালকোহলিক মূলক ($-OH$), (৩) অ্যালডিহাইড ($-CHO$), (৪) কিটোন ($-CO-$) ও কার্বক্সিল ($-COOH$) মূলকসমূহকে নির্দিষ্ট বিকারক ব্যবহার করে শনাক্ত করতে পারব। এজন্য ল্যাবরেটরিতে শ্রেণি শিক্ষকের সহায়তায় চারজনের গ্রুপ কর। নিম্নোক্ত পরীক্ষা পদ্ধতি অনুসরণ করে পরীক্ষাসমূহ সম্পন্ন কর এবং তোমার মূল প্রেক্টিক্যাল খাতায় রেকর্ড করে শিক্ষকের দস্তখত নাও।

শিক্ষার্থীর কাজ

ব্যবহারিক (Practical)

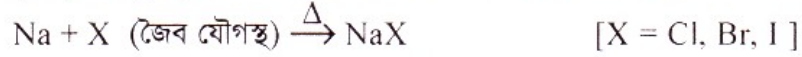
পরীক্ষা নং-১

তারিখ

সময় : ১ পিরিয়ড

পরীক্ষার নাম : জৈবযৌগে Cl, Br, I(-X) শনাক্তকরণ

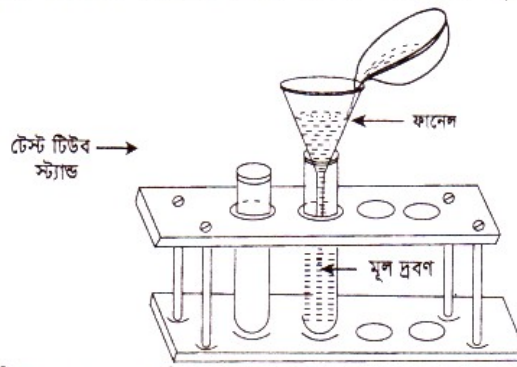
মূলনীতি : জৈব যৌগে হ্যালোজেন (Cl, Br, I) এর উপস্থিতি শনাক্তকরণের জন্য লেসাইন পরীক্ষা (Lassaigne's test) করা হয়। জৈব যৌগকে সক্রিয় ধাতু যেমন, Na ধাতুসহ গলন নলে (fusion tube-এ) উত্তপ্ত করা হয়। তখন সমযোজী বন্ধনে আবদ্ধ হ্যালোজেন Na এর সাথে আয়নিক যৌগ সোডিয়াম হ্যালাইড উৎপন্ন করে। মর্টারে নেয়া পানিতে উত্তপ্ত গলন নল রাখলে গলন নলের নিচের অংশ ভেঙ্গে পানিতে পড়ে থাকে। কাচের ভাঙ্গন অংশ ও উৎপন্ন বস্তুকে পেস্টল দ্বারা গুঁড়া করে ফিল্টার করা হয়। পরিশ্রুত দ্রবণ 'মূল দ্রবণ' রূপে হ্যালোজেন শনাক্তকরণে ব্যবহৃত হয়।



প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি : ১। গলন নল (fusion tube); ২। মর্টার-পেস্টল;

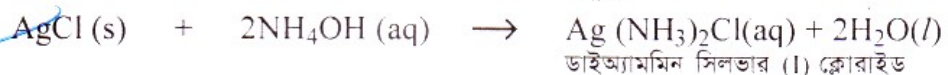
৩। ফানেল, ফিল্টার পেপার; ৪। টেস্ট টিউব; ৫। বার্নার।

প্রয়োজনীয় রাসায়নিক বস্তু : ১। প্রদত্ত জৈব যৌগ; ২। রাসায়নিক বিকারকসমূহ; ৩। পানি।



চিত্র ২.২০ : সোডিয়াম গলন পদ্ধতিতে মূল দ্রবণ প্রস্তুতি।

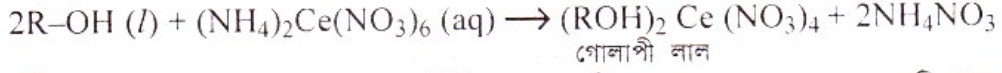
সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ পরীক্ষা : একটি টেস্টটিউবে 2-3mL মূল দ্রবণ নিয়ে এর মধ্যে কয়েক ফোঁটা সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ যোগ করা হয়। (ক) সাদা অধঃক্ষেপ ($AgCl$) পড়লে এবং ঐ অধঃক্ষেপ NH_4OH দ্রবণে সহজে দ্রবণীয় হলে, তবে জৈব যৌগে ক্লোরিনের উপস্থিতি নিশ্চিত।



সমস্যা : লেসাইন পরীক্ষায় Na ধাতু ব্যবহৃত হয় কেন; ব্যাখ্যা কর।

সমস্যা : হ্যালাইড আয়ন শনাক্তকরণে কোন্ বিকারক ব্যবহৃত হয়? সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়াসহ অধঃক্ষেপণ বিক্রিয়া লেখ।

৪. সেরিক অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট পরীক্ষা : একটি শুষ্ক টেস্টটিউবে 1mL নমুনা তরল নাও। এর মধ্যে 4-5 ফোঁটা সেরিক অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট দ্রবণ যোগ কর এবং নেড়ে মিশাও। যদি গোলাপি অথবা লাল বর্ণ সৃষ্টি হয়, তবে নমুনা যৌগে অ্যালকোহলিক (-OH) মূলক আছে নির্দেশ করে।



* দ্রষ্টব্য : সব পরীক্ষা করার প্রয়োজন হবে না। ল্যাবরেটরিতে যে সব বিকারক পাওয়া যাবে, সে সব বিকারকসহ পরীক্ষা করবে। তবে দুটি পরীক্ষা করলে ভালো। সব রাসায়নিক বিক্রিয়া জেনে রাখবে। রসায়ন অর্থ হলো রাসায়নিক বিক্রিয়া সম্বন্ধে জানা।

ব্যবহারিক (Practical)

পরীক্ষার্থীর কাজ :

পরীক্ষা নং - ৩

তারিখ :

সময় : ১ পিরিয়ড

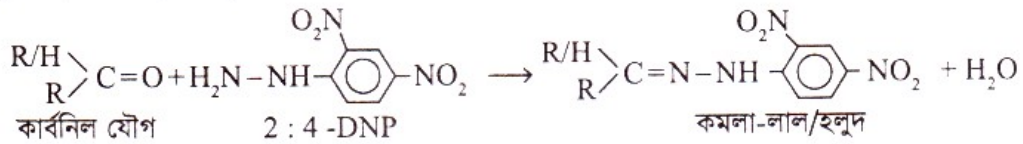
পরীক্ষার নাম : জৈব যৌগে অ্যালডিহাইড ও কিটোন মূলক শনাক্তকরণ

মূলনীতি : নিম্নোক্ত পরীক্ষা দ্বারা অ্যালডিহাইড ও কিটোনমূলক শনাক্ত করা হয়। অ্যালডিহাইড ও কিটোনকে একত্রে কার্বনিল যৌগ বলে। উভয় মূলকের সাধারণ পরীক্ষা হলো 2:4-DNP সহ পরীক্ষা।

(১) 2:4 - ডাইনাইট্রো ফিনাইল হাইড্রাজিন পরীক্ষা (2:4-DNP-test), (২) টলেন বিকারক পরীক্ষা,

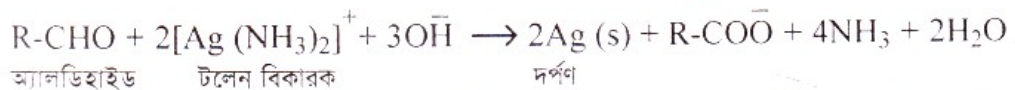
(৩) ফেলিং দ্রবণ পরীক্ষা, (৪) শিফ বিকারক পরীক্ষা,

১. 2:4 - DNP-পরীক্ষা : একটি টেস্ট টিউবে 2-3 mL 2:4-ডাইনাইট্রো ফিনাইল হাইড্রাজিন নাও। এর মধ্যে 4-5 ফোঁটা নমুনা তরল যোগ কর। অধঃক্ষেপ না পড়লে গরম কর। যদি কমলা-লাল বা হলুদ অধঃক্ষেপ পড়ে, তবে নমুনা যৌগে কার্বনিল মূলক (>C=O) উপস্থিত ও নিশ্চিত।

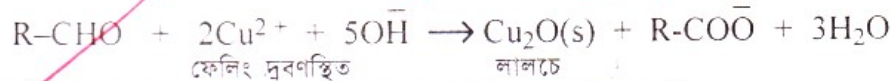


অ্যালডিহাইড ও কিটোনের পার্থক্যসূচক পরীক্ষা :

২. টলেন বিকারক পরীক্ষা : একটি টেস্ট টিউবে 2-1 mL টলেন বিকারক নাও। এর মধ্যে 2-1 ফোঁটা নমুনা জৈব যৌগ যোগ করে টেস্টটিউবটিকে বিকারের পানিতে রেখে (35°-40°C-এ) একটু গরম কর। যদি টেস্টটিউবের ভেতরের প্রান্তে চকচকে সিলভার দর্পণ সৃষ্টি হয়, তবে নমুনা যৌগে অ্যালডিহাইড (-CHO) মূলক উপস্থিত ও নিশ্চিত। [উল্লেখ্য ফরমিক এসিড টলেন বিকারক পরীক্ষা দেয়; কিন্তু 2:4 - DNP পরীক্ষা দেয় না।] ৭৭৯৫-৯৬



৩. ফেলিং দ্রবণ পরীক্ষা : একটি পরিষ্কার টেস্টটিউবে 'ফেলিং দ্রবণ-১' 1mL ও 'ফেলিং দ্রবণ-২' সমপরিমাণে নাও। এর মধ্যে 2-3 ফোঁটা নমুনা জৈব যৌগ যোগ করে ভালো করে ঝাঁকাও। এরপর টেস্ট টিউবটিকে বিকারের গরম পানিতে রেখে 40°C তাপমাত্রায় 4-5 মিনিট গরম কর। যদি Cu₂O এর লালচে অধঃক্ষেপ পড়ে, তবে নমুনা যৌগে অ্যালডিহাইড (-CHO) মূলকের উপস্থিতি ও নিশ্চিত। ৭৭৯-৯০, ৭৭-৯৪, ৭৪-৯৭



দ্রষ্টব্য : ১. বেনজ্যালডিহাইড এ বিক্রিয়া সহজে দেয় না; বিক্রিয়া খুব ধীরে ঘটে।

২. ফরমিক এসিড ও এ বিক্রিয়া দেয়; কিন্তু 2:4 - DNP পরীক্ষা দেয় না।

IR-spectroscopy এর মূলনীতি : জৈব অণুতে একক-বন্ধন, দ্বি-বন্ধন ও ত্রি-বন্ধনে আবদ্ধ কার্যকরী মূলকের পরমাণুগুলো আণবিক অরবিটালে আবর্তনশীল থাকে। ফলে বন্ধনগুলোতে প্রসারণ (stretch), সংকোচন (contract) ও কৌণিক পরিবর্তন (bend) ঘটে। এতে পরমাণুগুলোর শক্তিস্তরে (energy level-এ) প্রয়োজনীয় শক্তির শোষণ বা বিকিরণ ঘটে। জৈব যৌগে ঐ সব বন্ধনের এ প্রয়োজনীয় শক্তি শোষণের সুযোগ মিলে middle-IR অঞ্চল বা IR-এর 2.5–25 μm তরঙ্গদৈর্ঘ্য পরিসরে (তথা $\bar{\nu} = 4000 \text{ cm}^{-1} - 400 \text{ cm}^{-1}$ এর মধ্যে)। ফলে জৈব যৌগ দ্বারা বিশেষ ফ্রিকুয়েন্সির IR-রশ্মি শোষণের কারণে সৃষ্ট একরূপ শোষণ বর্ণালিকে IR-absorption spectrum বা IR-শোষণ বর্ণালি বলে। IR-শোষণ বর্ণালিকে কম্পন বর্ণালিও বলে। **middle-IR অঞ্চলের IR-শোষণ বর্ণালি দ্বারা জৈব যৌগের কার্যকরী মূলক শনাক্ত করা হয়।** এক্ষেত্রে শোষণ ব্যান্ডকে তরঙ্গ-সংখ্যা ($\bar{\nu}$) বা রেসিপ্রোকাল সেন্টিমিটার (cm^{-1}) এককে প্রকাশ করা হয়।

অর্থাৎ জৈব যৌগের কার্যকরী মূলক সমূহের IR বর্ণালীতে শোষণ তরঙ্গ-সংখ্যা হলো (1000–4000) cm^{-1}

প্রায় সব বর্ণালিমিতির ক্ষেত্রে বিশেষণ মাত্রা বা অ্যাবজর্বেস (A, Absorbance) এর বিপরীতে আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্যের লেখচিত্রে প্রকাশ করা হয়। তবে জৈব যৌগের কার্যকরীমূলক ও কাঠামো শনাক্তকরণে প্রাপ্ত IR-বর্ণালির লেখচিত্রে % ট্রান্সমিটেন্স (T, Transmittance) এর বিপরীতে আলোর ফ্রিকুয়েন্সি ব্যবহৃত হয়। বিশেষণ মাত্রা (A) ও ট্রান্সমিটেন্সের (T) মধ্যে সম্পর্কটি হলো, $A = \log_{10} (1/T) = -\log_{10} T$ ।

তাই IR বর্ণালির শোষণ ব্যান্ডের চূড়াগুলোকে (peaks) লেখচিত্রে উল্টোভাবে দেখানো হয়। ত্রিপরমাণুক অণুতে বন্ধনগুলোতে নিম্নরূপ প্রসারণ, সংকোচন ও কৌণিক পরিবর্তন বা বেন্ডিং (bending) ঘটে।



চিত্র ২.২১ : বন্ধনের বিভিন্ন পরিবর্তন।

তরঙ্গ দৈর্ঘ্য $\lambda = 2.5 \mu\text{m}$ হলে,

$$\bar{\nu} = \frac{1}{2.5 \mu\text{m}} = \frac{1}{2.5 \times 10^{-6} \text{m}}$$

$$= \frac{1}{2.5 \times 10^{-4} \text{cm}} = 4000 \text{ cm}^{-1}$$

অনুরূপভাবে $\lambda = 25 \mu\text{m}$ হলে, $\bar{\nu} = 400 \text{ cm}^{-1}$

জৈব যৌগের সৃষ্ট IR-বর্ণালিকে দুটি অংশে ভাগ করা যায় :

(১) আণবিক কাঠামোর কম্পনজনিত শোষণ ব্যান্ড অঞ্চল (**Skeletal region**) : এক্ষেত্রে $\bar{\nu} = (1400 - 650) \text{ cm}^{-1}$ হয়। কাঠামো কম্পন ব্যান্ডকে (একাধিক ব্যান্ড হতে পারে) ফিঙ্গার প্রিন্ট অঞ্চল (Finger print region) বলা হয়। কারণ এ ব্যান্ডটি যৌগের নিজস্ব পরিচয়দায়ক এবং এ ব্যান্ড থেকে যৌগ অণুর গঠন প্রমাণ নমুনা যৌগের IR-বর্ণালির সাথে তুলনা করে শনাক্ত করা হয়। IR বর্ণালিতে সৃষ্ট নির্দিষ্ট ফ্রিকুয়েন্সির সিগন্যালকে ব্যান্ড বলে।

(২) কার্যকরী মূলকের কম্পনজনিত শোষণব্যান্ড অঞ্চল (**Functional groups region**) : এক্ষেত্রে $\bar{\nu} = (1000-4000) \text{ cm}^{-1}$ হয়। প্রতিটি কার্যকরী মূলকের নির্দিষ্ট তরঙ্গ-সংখ্যার পরিসরে শোষণ ব্যান্ড আছে। তাই ঐ সব তরঙ্গ সংখ্যার ব্যান্ড থেকে কার্যকরীমূলক শনাক্ত করা যায়।

MCQ-2.11 : জৈব যৌগের কার্যকরী মূলক সমূহের IR বর্ণালীতে তরঙ্গ-সংখ্যা বা ফ্রিকুয়েন্সি cm^{-1} কত হয়ে থাকে? [চ. বো. ২০১৬]	
(ক) 300–400	(খ) < 1000
(গ) 1000–4000	(ঘ) > 4000

সারণি-২.১০-এ বিভিন্ন বন্ধনের শোষণ শক্তির তরঙ্গ-সংখ্যা বা ফ্রিকুয়েন্সি (cm⁻¹) দেখানো হলো।

সারণি-২.১০ : বিভিন্ন বন্ধন দ্বারা IR শোষণ ফ্রিকুয়েন্সি (cm⁻¹)

বন্ধন	শ্রেণি	ফ্রিকুয়েন্সি (cm ⁻¹)	বন্ধন	শ্রেণি	ফ্রিকুয়েন্সি (cm ⁻¹)
(১) C-O	অ্যালকোহল, ফেনল ইথার, এস্টার, এসিড	1000 - 1220	(৭) C-H	অ্যালকেনে	2800 - 3000
(২) C=O	অ্যামাইডে	1630 - 1690	(৮) C-H	ইথানল ও ফেনলে প্রসারণ	3000
(৩) C=O	অ্যালডিহাইড, কিটোন, এসিড, এস্টারে	1700 - 1750	(৯) O-H	অ্যালকোহল, ফেনলে (H-বন্ধনে)	3200 - 3600
(৪) C=O	অ্যানহাইড্রাইডে	1800 - 1870	(১০) O-H	অ্যালকোহল, ফেনল (একক অণু)	3600 - 3640
(৫) O-H	কার্বক্সিল এসিডের -O-H এর জন্য অ্যালডিহাইডের	2500 - 3000 (broad)			
(৬) C-H	C-H (Stretch)	2700 - 2900			

• (১) কার্যকরী মূলক -OH শনাক্তকরণ : জৈব যৌগে OH কার্যকরী মূলক থাকে অ্যালকোহল ও ফেনলে। তখন O-H গ্রুপের সাথে কার্বন-অক্সিজেন (C-O) বন্ধনটিও থাকবে। সুতরাং অ্যালকোহল ও ফেনলের শনাক্তকরণে IR-বর্ণালিতে O-H ও C-O বন্ধন দুটির শোষণ ব্যান্ড পৃথকভাবে উপস্থিত থাকবেই। অ্যালকোহল ও ফেনলের OH গ্রুপটি পোলার; তাই উভয় ক্ষেত্রে অণুর মধ্যে H-বন্ধন ঘটে।

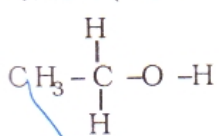
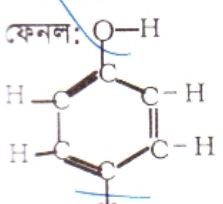
(i) H-বন্ধনযুক্ত অবস্থায় O-H গ্রুপটি IR-বর্ণালিতে 3200-3600 cm⁻¹ তরঙ্গ-সংখ্যার পরিসরে তীব্র ও প্রশস্ত ব্যান্ড সৃষ্টি করে। এ ব্যান্ডটি O-H বন্ধনের প্রসারণের ফলে সৃষ্টি হয়। [চিত্র-২.২২ (ক)]।

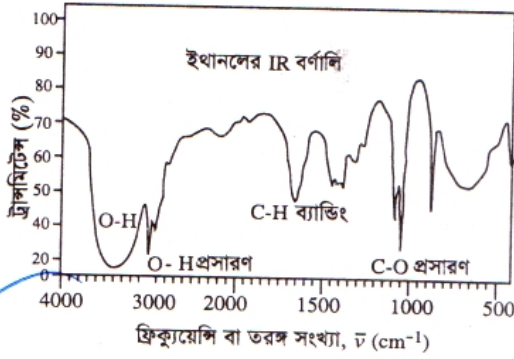
(ii) অপরদিকে H-বন্ধনবিহীন O-H গ্রুপের ব্যান্ডটি 3600-3640 cm⁻¹ তরঙ্গ সংখ্যার পরিসরে তীব্র ও পরিবর্তনশীল ব্যান্ডরূপে সৃষ্টি হয়।

(iii) আবার C-O বন্ধন প্রসারণের ফলে 1000-1200 cm⁻¹ তরঙ্গ সংখ্যার পরিসরে দ্বিতীয় তীব্র ব্যান্ড IR-বর্ণালিতে সৃষ্টি হয়। ফেনলের বেলায় C-O প্রসারণ ব্যান্ড উচ্চতর তরঙ্গ সংখ্যায় 1220 cm⁻¹ থাকে। ইথারের IR-বর্ণালিতে C-O ব্যান্ড থাকলেও এতে O-H প্রসারণ ব্যান্ড অনুপস্থিত থাকে। অনুরূপভাবে কার্বক্সিলিক এসিড ও এস্টারে C-O ব্যান্ড থাকলেও উভয়ের ক্ষেত্রে কার্বনিল গ্রুপ (C=O) এর ব্যান্ড থাকে।

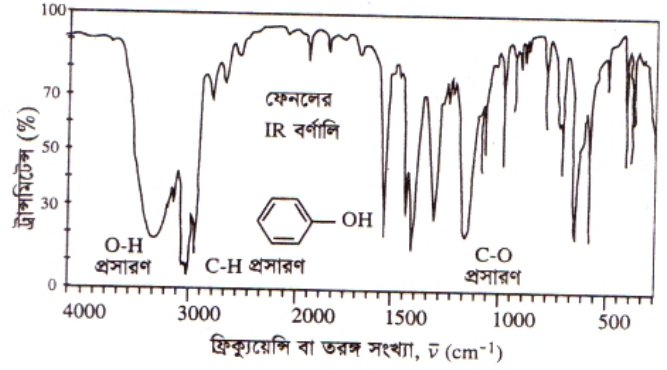
(iv) ইথানল ও ফেনলের বেলায় C-H প্রসারণ ব্যান্ডটি 3000 cm⁻¹ তরঙ্গ-সংখ্যায় দেখা যায়; চিত্র-২.২২ (ক)।

এরূপে অ্যালকোহল ও ফেনলে -OH মূলক IR বর্ণালিতে শনাক্ত ও নিশ্চিতকরণ সম্ভব হয়। সুতরাং অ্যালকোহল ও ফেনলের IR-শোষণ বর্ণালিতে নিম্নোক্ত তিনটি ব্যান্ড শনাক্ত করতে হবে।

যৌগ শ্রেণি	O-H বন্ধন প্রসারণ cm ⁻¹	C-O বন্ধন প্রসারণ cm ⁻¹	C-H বন্ধন cm ⁻¹
অ্যালকোহল : 	3200-3600 (H-বন্ধনযুক্ত অবস্থায়) 3600-3640 (H-বন্ধন বিহীন, একক অণু)	1050	3000
ফেনল: 	3200-3600 (H-বন্ধনযুক্ত অবস্থায়) 3600-3640 (H-বন্ধন বিহীন, একক অণু)	1220	3000



চিত্র ২.২২ (ক) : ইথানলের IR শোষণ বর্ণালি।



চিত্র ২.২২ (খ) : ফেনল-এর IR শোষণ ব্যান্ড।

(২) কার্যকরী মূলক $\text{C}=\text{O}$ শনাক্তকরণ : জৈব যৌগে $\text{C}=\text{O}$ মূলক যুক্ত তিন শ্রেণির যৌগ অ্যালডিহাইড, কিটোন ও কার্বক্সিলিক এসিডের IR বর্ণালিতে; সব ক্ষেত্রে $\text{C}=\text{O}$ মূলকের শোষণ ব্যান্ড $1700 - 1750 \text{ cm}^{-1}$ এর মধ্যে থাকে; [চিত্র ২.২৩ (a, b, c)] এ সব যৌগে কার্যকরী মূলক $\text{C}=\text{O}$ এবং $-\text{OH}$ (stretch) এর শোষণ ব্যান্ড শনাক্ত করা হবে।

(i) কার্বনিল যৌগের ($\text{C}=\text{O}$) শোষণ ব্যান্ড হলো $1700 - 1750 \text{ cm}^{-1}$ (সারণি -২.১০ থেকে)। এর মধ্যে রয়েছে অ্যালডিহাইড, কিটোন, এসিড ও এস্টার।

(ii) এক্ষেত্রে সাহায্যকারীরূপে অ্যালডিহাইড ($\text{C}-\text{H}$) মূলকের জন্য বিবেচনা করতে হবে $\text{C}-\text{H}$ (stretch) ব্যান্ড $2700 - 2900 \text{ cm}^{-1}$ । $\text{C}-\text{H}$ ব্যান্ড অ্যালডিহাইডে থাকে; কিটোন থাকে না। তাই এক্ষেত্রে $\text{C}-\text{H}$ ব্যান্ড দ্বারা অ্যালডিহাইড ও কিটোনের মধ্যে পার্থক্য করা সম্ভব হয়।

(iii) কার্বক্সিল মূলক ($-\text{C}-\text{OH}$) এর জন্য বিবেচনা করতে হয় ব্রড $\text{O}-\text{H}$ (stretch) ব্যান্ড $2500 - 3000 \text{ cm}^{-1}$ ।

(iv) অপরদিকে যদি যৌগটির সৃষ্ট ব্যান্ড পরিসরে $\text{C}-\text{H}$ ব্যান্ডের জন্য প্রযোজ্য $2700 - 2900$ অথবা $\text{O}-\text{H}$ ব্যান্ডের জন্য প্রযোজ্য $2500 - 3000 \text{ cm}^{-1}$ না থাকে; তবে তা এস্টার অথবা কিটোন হবে।

(v) এখন p -মিথোক্সি বেনজ্যালডিহাইডের বর্ণালিতে থাকা $\text{C}-\text{H}$ মূলকের $\text{C}-\text{H}$ বন্ধনের 2820 cm^{-1} ব্যান্ডটি অ্যাসিটোফেনোন (b) যৌগের বর্ণালিতে নেই।

(vi) আবার প্রোপানোয়িক এসিড (c) এর বর্ণালিতে $-\text{C}-\text{O}-\text{H}$ মূলকের $\text{O}-\text{H}$ বন্ধনের জন্য $2500 - 3000 \text{ cm}^{-1}$ পরিসরে থাকা ব্রড ব্যান্ডটি অ্যালডিহাইড ও কিটোনে নেই। তাই এ ব্যান্ড দ্বারা অ্যালডিহাইড ও কিটোনকে কার্বক্সিলিক এসিড থেকে পার্থক্য করা যায়।

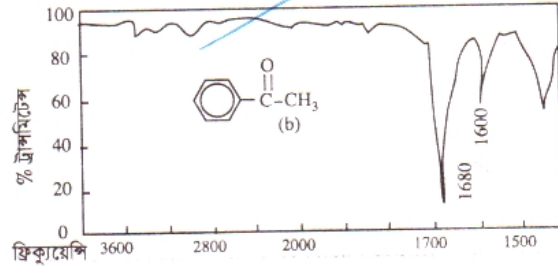
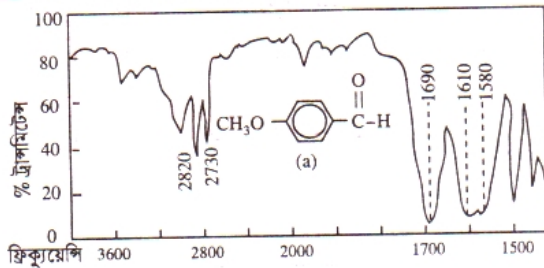
সুতরাং অ্যাসিটোফেনোন (b) এর বর্ণালির 1680 cm^{-1} এর ব্যান্ডটি কিটোনের $\text{C}=\text{O}$ মূলকের জন্য প্রযোজ্য।

এক্ষেত্রে বেনজিন বলয়ের দ্বিবন্ধনের সাথে $\text{C}=\text{O}$ মূলকের কনজুগেশন হওয়ায় $\text{C}=\text{O}$ মূলকের প্রসারণ ব্যান্ডটির মান 1700 cm^{-1} থেকে হ্রাস পেয়ে ডানদিকে সরে গেছে।

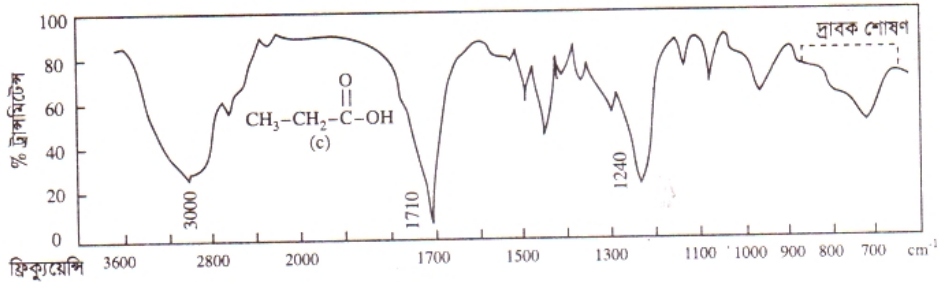
সুতরাং $\text{C}=\text{O}$ মূলকের IR- বর্ণালিতে বৈশিষ্ট্যপূর্ণ নিম্নোক্ত দু'টি ব্যান্ড দ্বারা অ্যালডিহাইড ও কিটোনের মধ্যে পার্থক্য করা যায়। অপরদিকে কার্বক্সিলিক এসিড ও এস্টারের মধ্যে নিম্নোক্ত তিনটি ব্যান্ডের শনাক্ত করে এদের পার্থক্য করা সম্ভব।

যেমন -

যৌগ শ্রেণি	O-H বন্ধন প্রসারণ cm^{-1}	C=O বন্ধন, cm^{-1}	C-H বন্ধন, cm^{-1}	C-O বন্ধন, cm^{-1}
অ্যালডিহাইড : <chem>CC(=O)C</chem>	—	1700-1750 বিশেষত -১ম ব্যান্ড 1720-1740 এর মধ্যে হয়।	2700 - 2900 এ ২য় ব্যান্ড দ্বারা অ্যালডিহাইড নিশ্চিত করা হয়।	—
কিটোন : <chem>CCC(=O)C</chem>	—	1700-1750 বিশেষত - ১ম ব্যাণ্ড 1680-1720 এর মধ্যে হয়।	—	—
জৈব এসিড : <chem>CC(=O)O</chem>	2500-3000 এ ২য় ব্যাণ্ড দ্বারা এসিড নিশ্চিত করা হয়	1700-1750 বিশেষত - ১ম ব্যাণ্ড 1700-1730 এর মধ্যে হয়।	—	৩য় ব্যাণ্ডটি 1000-1200 এর মধ্যে হয়।
এস্টার : <chem>CC(=O)OC</chem>	—	1700-1750 বিশেষত - ১ম ব্যাণ্ড 1735 cm^{-1} হয়।	—	২য় ব্যাণ্ডটি 1000-1200 এর মধ্যে হয়।



চিত্র ২.২৩ : (a) -p-মিথোক্সি বেনজ্যালডিহাইড, (b) অ্যাসিটোফেনোন।



চিত্র ২.২৩ (ক) : (c) প্রোপানোয়িক এসিড-এর IR-শোষণ ব্যান্ড।

শিক্ষার্থীর কাজ :

সমস্যা -২.৩৯ : 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 বর্ণালীর 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 ফ্যাট 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 গু ও থার্মোসেটিং ব্যাকেলাইট প্রস্তুত করা হয়।

অ্যালকোহল অণুতে -OH মূলক বৃদ্ধির সাথে আন্তঃআণবিক H-বন্ধন সংখ্যা বৃদ্ধি পায়। ফলে,

(i) যৌগের স্ফুটনাঙ্কও প্রায় $100^\circ C$ ব্যবধানে বৃদ্ধি পায়।

(ii) অধিক H-বন্ধনের কারণে পলিহাইড্রিক অ্যালকোহল যেমন ডাইহাইড্রিক গ্লাইকল ও ট্রাইহাইড্রিক গ্লিসারিন eye-drop, স্নো, কোল্ড ক্রিম ও লিপস্টিক তৈরিতে ময়শ্চারাইজিং এজেন্টরূপে ব্যবহৃত হয়।

CH_3-CH_2-OH
ইথানল (b.p $78.3^\circ C$)

$HO-CH_2-CH_2-OH$
গ্লাইকল (b.p $197^\circ C$)

$HO-CH_2-CH(OH)-CH_2OH$
গ্লিসারিন (b.p $290^\circ C$)

এক্ষেত্রে b. p মানে স্ফুটনাঙ্ক (boiling point)

গ্লিসারিন এর অপর নাম হলো গ্লিসারল বা প্রোপেন-1, 2, 3- ট্রাইঅল, $HO-CH_2-CH(OH)-CH_2-OH$

২.১৪.১ গ্লিসারিন প্রস্তুতি (Glycerine Preparation) :

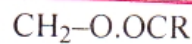
নিম্নোক্ত পদ্ধতিতে গ্লিসারিন উৎপন্ন করা হয়। যেমন,

(১) তৈল বা চর্বির ক্ষারীয় আর্দ্র বিশ্লেষণ : সাবানায়ন প্রক্রিয়া,

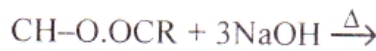
(২) তৈল বা চর্বির অম্লীয় আর্দ্র বিশ্লেষণ : গ্লিসারিন ও ফ্যাট এসিড উৎপাদন,

(৩) প্রোপিন থেকে গ্লিসারিন : আধুনিক সংশ্লেষণ পদ্ধতি।

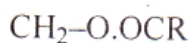
(১) তৈল বা চর্বির ক্ষারীয় আর্দ্র বিশ্লেষণ দ্বারা : তৈল ও চর্বির কাস্টিক সোডা (NaOH) দ্রবন সহ ক্ষারীয় আর্দ্রবিশ্লেষণে সাবান ও গ্লিসারিন উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন পদার্থের মিশ্রণে ব্রাইন (NaCl-এর গাঢ় দ্রবণ) যোগ করলে সাবান ভেসে ওঠে। ওপর থেকে সাবান পৃথক করে নেয়ার পর গ্লিসারিন মিশ্রণ বা স্পেন্ট লাই (spent lye) পাওয়া যায়। এ পদ্ধতিকে সাবানায়ন (saponification) বলে।



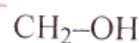
|



|



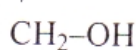
তৈল বা চর্বি



|



|



গ্লিসারিন

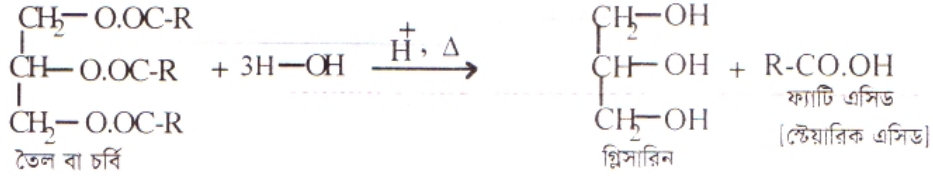
সাবান

[সোডিয়াম স্টেয়ারেট]

১৯৯৭ সালে জাতিসংঘে
বিশ্বব্যাপী গ্লিসারিন
আবিষ্কারের স্মরণ

'স্পেন্ট লাই'-এর মধ্যে 3-5% গ্লিসারিন থাকে। এর মধ্যে অ্যালাম বা ফিটকিরি $[K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O]$ যোগ করে অপদ্রব্য অধঃক্ষিপ্ত ও ফিল্টার করে পরিশ্রুতকে নিম্নচাপে পাতন করলে 80% গ্লিসারিন পাওয়া যায়। এটিকে সক্রিয় প্রাগিজ কমলাসহ নিম্নচাপ পাতন প্রক্রিয়ায় বিশুদ্ধ গ্লিসারিন (আঃ গুরুত্ব 1.26) পাওয়া যায়।

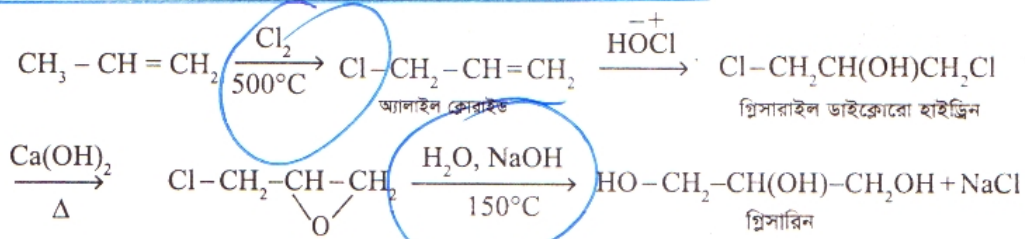
(২) তৈল বা চর্বির অম্লীয় অর্দ বিশ্লেষণ দ্বারা : তৈল বা চর্বি সাথে লঘু H_2SO_4 অথবা লঘু HCl মিশিয়ে উত্তপ্ত করলে তৈল বা চর্বি অর্দ বিশ্লেষিত হয়ে গ্লিসারিন ও অদ্রবনীয় ফ্যাটি এসিড উৎপন্ন হয়।



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 $290^\circ C$ তাপমাত্রায় পাতন করে গ্লিসারিন পাওয়া যায়। ফ্যাটি এসিড যেমন স্টেরিক এসিড আলাদা করা হয়।

মোমবাতি শিল্পে মোমবাতির গলনরোধের জন্যে স্টেরিক এসিড ($C_{17}H_{35}COOH$) মোমের সাথে মিশানো হয়। প্রাগিজ কঠিন চর্বিতে H_2SO_4 এর উপস্থিতিতে অম্লীয় অর্দ বিশ্লেষণ করলে কঠিন স্টেরিক এসিড ও গ্লিসারিন মিশ্রণ উৎপন্ন হয়। স্টেরিক এসিড পৃথক করে সাবানায়ন প্রক্রিয়ার 'স্পেন্ট লাই' এর মতো বিশোধন করে গ্লিসারিন পাওয়া যায়।

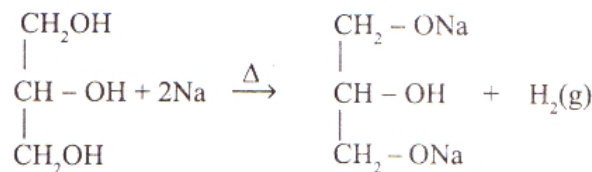
(৩) প্রোপিন থেকে গ্লিসারিন : আধুনিক সংশ্লেষণ পদ্ধতিতে পেট্রোলিয়ামের প্রভাবকীয় বিয়োজনে উৎপন্ন প্রোপিনকে $400^\circ-600^\circ C$ -এ Cl_2 সহ বিক্রিয়ায় অ্যালাইল ক্লোরাইড প্রস্তুত করে এর সাথে $HOCl$ এর সংযোজন দ্বারা গ্লিসারাইল ডাইক্লোরোহাইড্রিন তৈরি করা হয়। ক্লোরোহাইড্রিনকে কলিচুনসহ উত্তপ্ত করলে ইপিক্লোরোহাইড্রিন উৎপন্ন হয়। শেষে উৎপাদকে $150^\circ C$ -এ $NaOH$ সহ অর্দ বিশ্লেষণে গ্লিসারিন পাওয়া যায়।



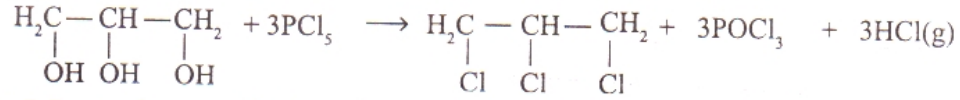
গ্লিসারিনের শনাক্তকারী বিক্রিয়া (Identification Tests of Glycerine) :

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।

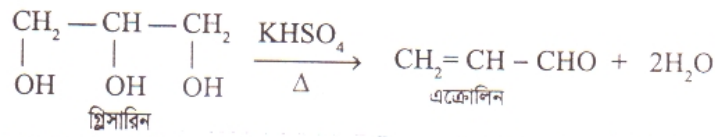
প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া : সাধারণ অ্যালকোহল ইথানলের মতো গ্লিসারিনেও $O-H$ বন্ধনের H পরমাণু Na ধাতু প্রতিস্থাপিত করে বুদবুদসহ H_2 গ্যাস তৈরি করে। 2° -অ্যালকোহল মূলকটি Na সহ বিক্রিয়া করে না।



অপরদিকে PCl_5 এর সাথে বিক্রিয়ায় $-\text{OH}$ 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।



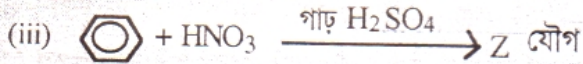
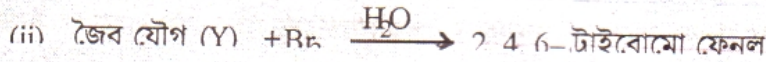
অপসারণ বিক্রিয়া : নিরুদক পটাশিয়াম হাইড্রোজেন সালফেট (KHSO_4) এর উপস্থিতিতে অথবা উচ্চ তাপমাত্রায় গ্লিসারিনকে উত্তপ্ত করলে গ্লিসারিন অণু থেকে দুই অণু পানি অপসারিত হয়ে দুর্গন্ধযুক্ত শ্বাস রোধক ঝাঁঝালো এক্রোলিন উৎপন্ন হয়। এটি গ্লিসারিন শনাক্তকরণের এক্রোলিন টেস্ট। তৈল ও চর্বি আঙুনে পড়লে বিষাক্ত এক্রোলিনের ঝাঁঝালো গন্ধ বের হয়।



শিক্ষার্থীর কাজ :

সমস্যা-২.৪০ : নিচের সমীকরণ ভিত্তিক উদ্দীপকটি অনুধাবন করে সংশ্লিষ্ট প্রশ্নের উত্তর দাও।

[য. বো. ২০১৫]

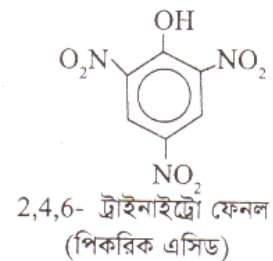
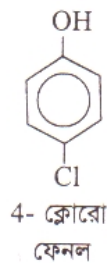
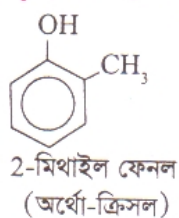


(ক) তৈল বা চর্বি থেকে X যৌগের প্রস্তুতি বিক্রিয়াসহ লেখ।

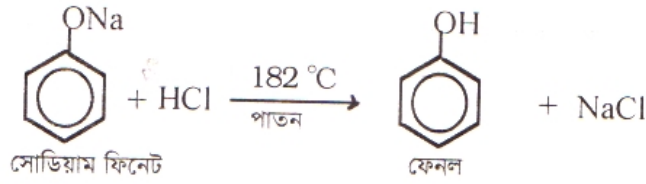
(খ) X ও Y যৌগের সক্রিয়তার তুলনামূলক আলোচনা লেখ।

২.১৪.২ ফেনল,

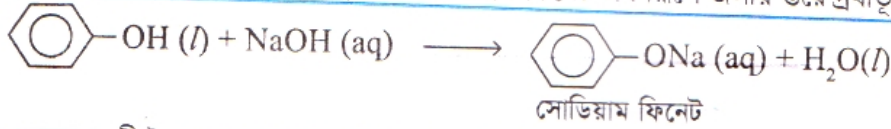
বেনজিন বলয়ের একটি হাইড্রোজেন পরমাণু একটি হাইড্রক্সিল মূলক ($-\text{OH}$) দ্বারা প্রতিস্থাপিত হলে কার্বলিক এসিড নামক ফেনল পাওয়া যায়। এছাড়া বিভিন্ন নামের ফেনল আছে। ফেনল যৌগ মৃদু অম্লধর্মী হওয়ায় disinfectant ও antiseptic অর্থাৎ জীবাণুনাশক ও পচনরোধক হয়। ২, ৪, ৬-ট্রাই নাইট্রোফেনল বা পিকরিক এসিড অ্যান্টি-সেপটিক হিসেবে বার্নল নামে ক্রিমরূপে পোড়া ক্ষতে ব্যবহৃত হয়। যেমন, ৪-ক্লোরো-৩, ৫-ডাইমিথাইল ফেনল ডেটলে থাকে যেমন,



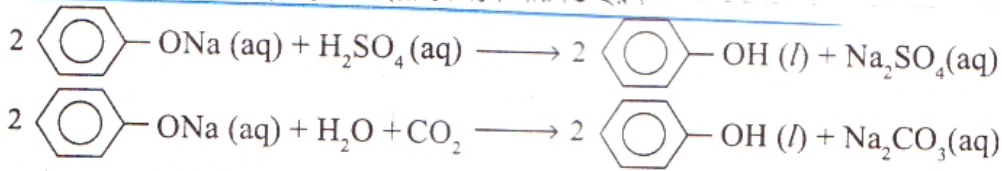
জেলে নাও : ডিসইনফেক্ট্যান্ট ও অ্যান্টিসেপটিক বলতে কী বোঝায়? একই রাসায়নিক পদার্থ উভয় কাজে ব্যবহৃত হতে পারে, তার উদাহরণ দাও।



(৩) মধ্যম তৈল থেকে ফেনল নিষ্কাশন : মধ্যম তৈল ফেনলের অন্যতম উৎস। মধ্যম তৈলে ফেনলের সাথে ক্রিসল ও বেশির ভাগ ন্যাফথালিন (C_{10}H_8) থাকে। মধ্যম তৈলকে শীতল করলে ন্যাফথালিন কেলাসিত হয়। পরিস্রাবণ মেশিনে চাপ ('ফিল্টার প্রেস') প্রয়োগে ছেকে ন্যাফথালিন কেলাস পৃথক করার পর পরিস্রুত তরলকে জলীয় 10% NaOH দ্রবণ সহযোগে ঝাঁকানো হয়। ফলে ফেনল দ্রবণীয় সোডিয়াম ফিনেট লবণরূপে জলীয় স্তরে দ্রবীভূত হয়।



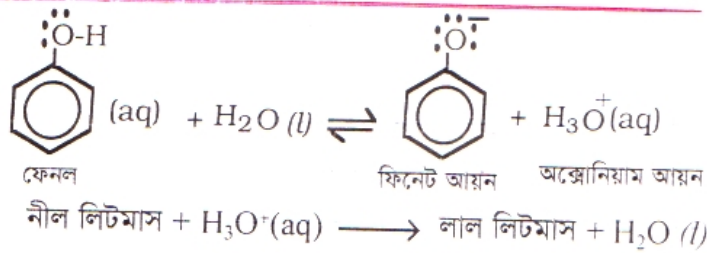
জলীয় স্তরকে ভারী তৈল স্তর থেকে পৃথক করে এর সাথে লঘু H_2SO_4 যোগ করা হয়; অথবা উচ্চ চাপে CO_2 গ্যাস চালনা করা হয়। ফলে ফিনেট লবণ অম্লীয় অর্দ্রবিশ্লেষিত হয়ে ফেনলে পরিণত হয়।



কালো বর্ণের গাঢ় তৈল স্তরকে আস্রাবণ প্রক্রিয়ায় ওপর থেকে টেলে পৃথক করার পর পানি দিয়ে ধৌত করে শুষ্ক করা হয়। পরে একে $180^\circ - 182^\circ\text{C}$ 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)

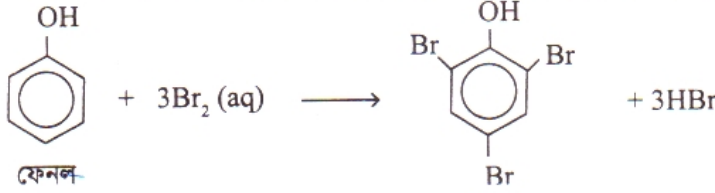
ফেনলের অম্লধর্ম : পানিতে ফেনল সামান্য পরিমাণে বিয়োজিত হয়ে H^+ আয়ন দেয়। তাই ফেনল একটি দুর্বল এসিড ($\text{pK}_a = 10.0$)। ফেনলের জলীয় দ্রবণ নীল লিটমাসকে লাল করতে পারে।



ফেনলের বেনজিন চক্র অনুরনন বা রেজোন্যান্স প্রদর্শন করে (অনুচ্ছেদ-২.১০.১ দেখ)। ফলে ফেনলের -OH মূলকের অক্সিজেন পরমাণুটি আংশিক ধনাত্মক চার্জযুক্ত হয়ে পড়ে। এ অক্সিজেন পরমাণুটি O-H বন্ধনের ইলেকট্রনকে আকর্ষণ করে তখন O-H বন্ধন দুর্বল হয়ে পড়ে। পানির উপস্থিতিতে ঐ -O-H মূলকের H পরমাণুটি প্রোটন (H^+) রূপে পৃথক হয়ে পড়ে। এরূপে প্রোটন প্রদানে সক্ষম হওয়ায় ফেনল অম্লধর্মী হয়।

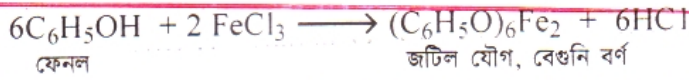
আবার প্রোটন ত্যাগের ফলে সৃষ্ট ফিনক্সাইড বা ফিনেট আয়নটি অনুরণনের মাধ্যমে সুস্থিতি লাভ করে। সুতরাং ফেনল অম্লধর্মী হওয়ার কারণ হলো দুটি। বেনজিন বলয়ে অনুরণনের কারণে -OH মূলকের আয়নিত হওয়ার প্রবণতা সৃষ্টি এবং প্রোটন ত্যাগের পর সৃষ্ট ফিনক্সাইড বা ফিনেট আয়নের মধ্যেও অনুরণনজনিত স্থিতিশীলতা অর্জন।

Br₂ সহ ফেনলের বিক্রিয়া : কক্ষতাপমাত্রায় ও হ্যালোজেন বাহকের অনুপস্থিতিতে ফেনলের মধ্যে লাল বর্ণের ব্রোমিন পানি যোগ করলে 2, 4, 6-ট্রাইব্রোমো ফেনলের হৃদে সাদা অধঃক্ষেপ ও HBr উৎপন্ন হয়। 1192-93

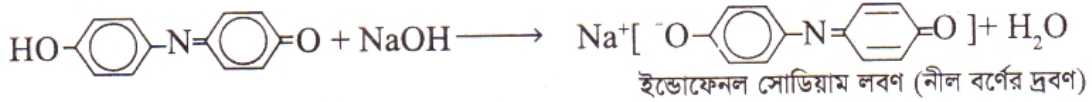
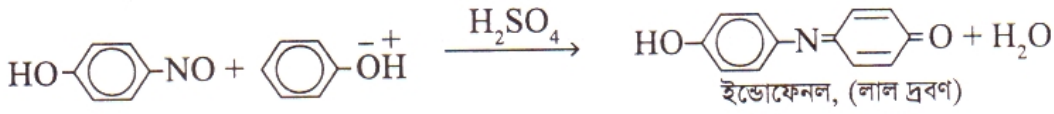
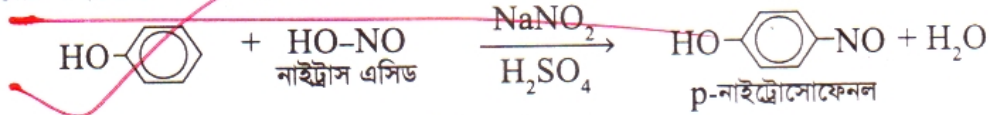


সমস্যা : ইথানল লিটমাস নিরপেক্ষ, কিন্তু ফেনল অম্লধর্মী হয়। এর কারণ ব্যাখ্যা কর। [অনুধাবন ভিত্তিক]

ফেরিক ক্লোরাইড দ্রবণ পরীক্ষা : ফেনলের জলীয় দ্রবণে কয়েক ফোঁটা নিরপেক্ষ ফেরিক ক্লোরাইড (FeCl₃) দ্রবণ যোগ করলে ডাইফেরিক হেক্সাফিনেট জটিল যৌগের বেগুনি বর্ণের দ্রবণ উৎপন্ন হয়।



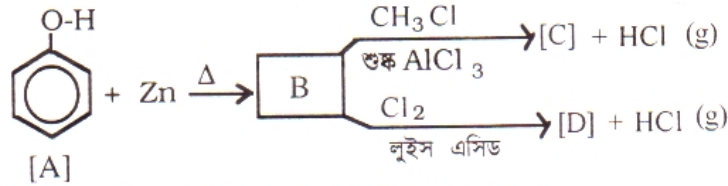
লিবারম্যান পরীক্ষা : ফেনলের সাথে সোডিয়াম নাইট্রাইট (NaNO₂) ও কয়েক ফোঁটা গাঢ় H₂SO₄ মিশ্রিত করে উত্তপ্ত করলে সবুজ অথবা নীল বর্ণের দ্রবণ উৎপন্ন হয়। এ দ্রবণের মধ্যে পানি যোগ করলে সে দ্রবণের বর্ণ হালকা লাল দেখায়। উক্ত লাল দ্রবণের মধ্যে অধিক NaOH দ্রবণ যোগ করলে পুনরায় সবুজ বর্ণ অথবা নীল বর্ণ ফিরে আসে। এ বিক্রিয়ার সাহায্যে ফেনল শনাক্ত করা যায়।



সমাধানকৃত সমস্যা-২.১৫ : 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।

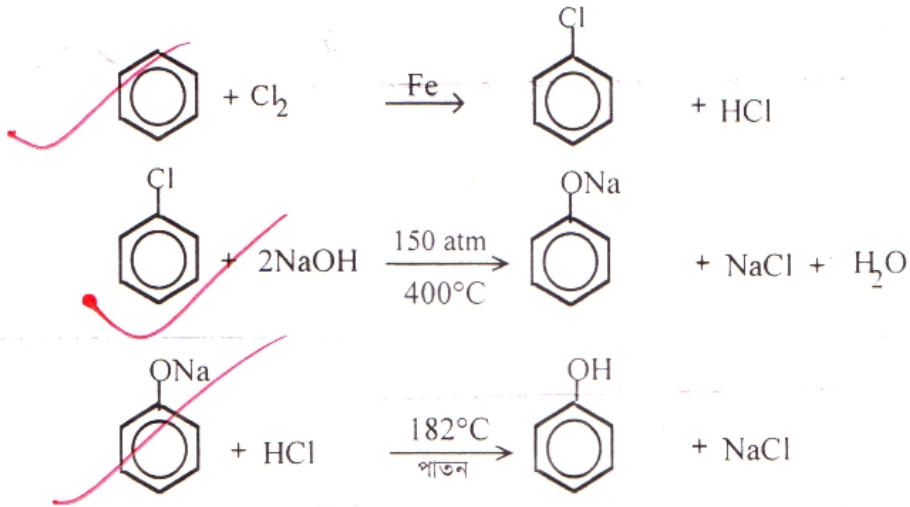
[কু. বো. ২০১৬]

(খ) 'C' যৌগের বলয়ের ওপর এটির প্রতিস্থাপকটি যে প্রভাব বিস্তার করে তা বিশ্লেষণ কর।

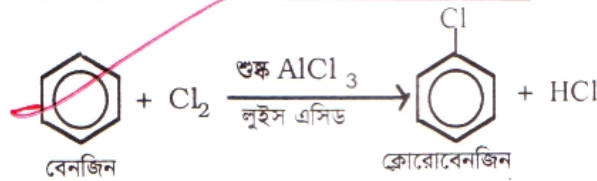
[কু. বো. ২০১৬]

সমাধান : (ক) A- যৌগ বা ফেনল প্রস্তুতি :

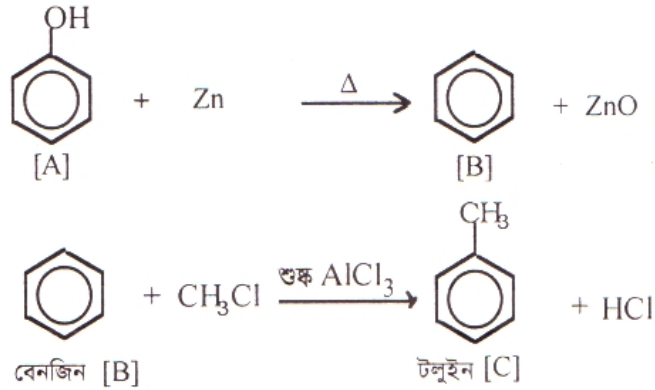
ডাউ পদ্ধতিতে বেনজিন থেকে ফেনল প্রস্তুতি : প্রথমে বেনজিনকে আয়রন গুঁড়া প্রভাবকের উপস্থিতিতে Cl₂ এর সাথে প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া দ্বারা ক্লোরোবেনজিন প্রস্তুত করা হয়। পরে উৎপন্ন ক্লোরোবেনজিনকে 10% NaOH দ্রবণের সাথে 150 atm চাপে ও 400°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে সোডিয়াম ফিনেট লবণ উৎপন্ন হয়। শেষে ঐ সোডিয়াম ফিনেট লবণকে গাঢ় HCl এসিড সহ 182°C তাপমাত্রায় পাতন করলে পাতিত তরলরূপে ফেনল পাওয়া যায়।



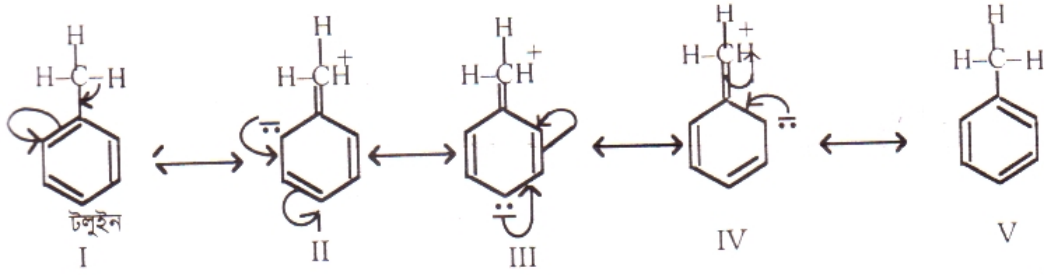
D যৌগ বা ক্লোরোবেনজিন প্রস্তুতি : বেনজিনকে হ্যালোজেন বাহক যেমন শুষ্ক AlCl_3 এর উপস্থিতিতে Cl_2 এর সাথে প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া ঘটিয়ে ক্লোরো বেনজিন প্রস্তুত করা যায়।



সমাধান : (খ) উদ্দীপকের 'C' যৌগটি নিম্নোক্ত বিক্রিয়া মতে টলুইন হয়। এক্ষেত্রে B যৌগটি হলো বেনজিন।

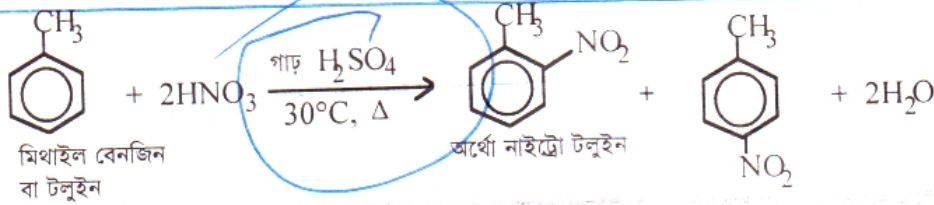


'C' যৌগের অর্থাৎ টলুইনের বলয়ের ওপর যুক্ত প্রতিস্থাপকটি হলো মিথাইল মূলক ($-\text{CH}_3$)। মিথাইল মূলক ($-\text{CH}_3$) এর ধনাত্মক 'আবেশীয় ফল' থাকায় এটি বেনজিন বলয়ে ইলেকট্রন প্রদান করে অনুরণন প্রক্রিয়ার মাধ্যমে বেনজিন বলয়ে CH_3- মূলকের অবস্থানের সাপেক্ষে অর্থাৎ ও প্যারা অবস্থানে ইলেকট্রন ঘনত্ব বৃদ্ধি করে। একে মিথাইল মূলক দ্বারা বেনজিন বলয় সক্রিয়করণ বলা হয়। মিথাইল মূলকে নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল না থাকা সত্ত্বেও বেনজিনের কনজুগেট দ্বিবন্ধনের সাথে যুক্ত $-\text{CH}_3$ মূলকের C-H সিগমা (σ) বন্ধনের ইলেকট্রন বেনজিন বলয়ে হাইপার কনজুগেটিভ বা বন্ধন বিহীন অনুরণন নামে এক বিশেষ অনুরণনে নিম্নরূপে অংশ গ্রহণ করে। যেমন,

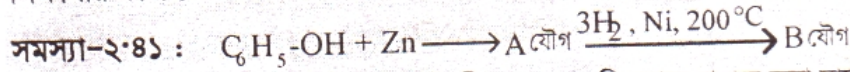


অনুরণনের ফলে হাইব্রিড গঠন, II, III ও IV এ অর্থাৎ দুটি অর্ধো ও একটি প্যারা অবস্থানে ঋণাত্মক চার্জ সৃষ্টি হয়েছে এবং এ সব স্থানে ইলেকট্রোফাইল সহজে আকৃষ্ট হয়।

যেমন : বেনজিনের নাইট্রেশন তাপমাত্রায় (60°C) তুলনায় নিম্ন তাপমাত্রায়, টলুইন বা মিথাইল বেনজিনের নাইট্রেশন করলে অর্ধো নাইট্রো টলুইন এবং প্যারা নাইট্রো টলুইন যৌগ দুটির মিশ্রণ উৎপন্ন হয়।

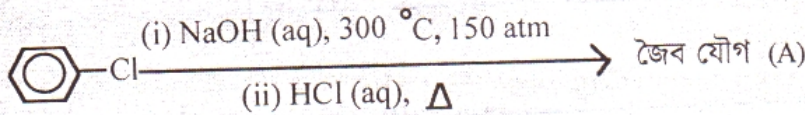


শিক্ষার্থীর কাজ :



- (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-২.৪২ : নিচের উদ্দীপকটি অনুধাবন কর এবং সংশ্লিষ্ট প্রশ্নের উত্তর দাও : [রা. বো. ২০১৫]

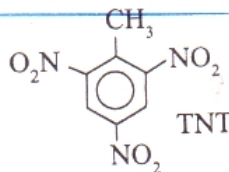
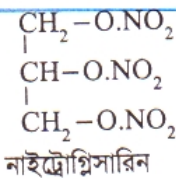


- (ক) আলকাতরা থেকে 'A' যৌগের প্রস্তুতি (বা নিষ্কাশন) বর্ণনা কর।
- (খ) উদ্দীপক মতে, 'A' যৌগটির জলীয় দ্রবণের প্রকৃতি বিশ্লেষণ কর।

২.১৫ নাইট্রো গ্লিসারিন ও টিএনটি
Nitroglycerine and TNT

*২৮৫৫ সালে Alfred Nobel
Nitroglycerine - আবিষ্কার
করেন*

'নাইট্রোগ্লিসারিন' এর শুদ্ধ রাসায়নিক নাম হলো-গ্লিসারাইল ট্রাইনাইট্রেট এবং টিএনটি (TNT) এর পুরো নাম হলো ট্রাইনাইট্রো টলুইন বা ২, ৪, ৬ - ট্রাইনাইট্রো টলুইন। উভয় নাইট্রো জৈব যৌগ বিস্ফোরক পদার্থ; প্রথমটি অ্যালিফেটিক ও দ্বিতীয়টি অ্যারোমেটিক শ্রেণিভুক্ত।



MCQ. 2.12 : ফেনল শনাক্তকরণে কোনটি ব্যবহৃত হয়।

(ক) লুকাস বিকারক	(খ) $FeCl_3$ দ্রবণ
(গ) Na পরীক্ষা	(ঘ) 5% $KMnO_4$

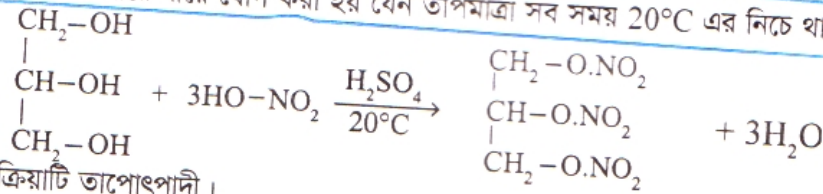
নাইট্রোগ্লিসারিন : নাইট্রোগ্লিসারিন বর্ণহীন তৈল জাতীয় পদার্থ। এটি বিস্ফোরক ডিনামাইট তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।
ব্যবহার :

(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 pectoris** বা হৃদ-ব্যথা নিবারণে ওষুধরূপে নাইট্রোগ্লিসারিন ব্যবহৃত হয়, যা রক্তনালিকে প্রসারিত করে। ফলে রক্ত চাপ হ্রাস পায়।

(৩) এটি **ইঁপানি (asthma)** রোগেও ওষুধরূপে ব্যবহৃত হয়। অধিক নাইট্রোগ্লিসারিন ব্যবহারে প্রবল মাথাধরা ও চেতনাহীন হয়ে পড়ে।

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।



* (১) নাইট্রেশন বিক্রিয়াটি তাপোৎপাদী।

* (২) এক্ষেত্রে গাঢ় H₂SO₄ এর সংস্পর্শে HNO₃ প্রোটনযুক্ত হয়ে থাকে (HNO₃·H⁺), যা গ্লিসারিনের নিউক্লিওফিলিক O-পরমাণু দ্বারা আকৃষ্ট হয়ে পানি অণু অপসারণের ফলে নাইট্রোমূলকযুক্ত এস্টার বন্ধন C-O-NO₂ সৃষ্টি হয়।

* (৩) অ্যারোমেটিক নাইট্রেশনে এসিড মিশ্রণে সৃষ্ট নাইট্রোনিয়াম আয়ন (NO₂⁺) দ্বারা বেনজিন বলয়ে ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন ঘটে।

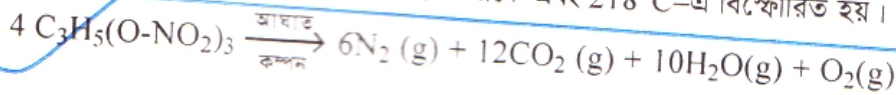
* (৪) গাঢ় H₂SO₄ নিরুদক হিসেবে উৎপন্ন পানিকে শোষণ করে।

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 তাপমাত্রার অভ্যন্তরীণ দহনজনিত অধিক গ্যাস সৃষ্টির ফলে বিস্ফোরণ ঘটে থাকে। তখন সব C ও H পরমাণু যথাক্রমে CO₂ ও H₂O বাষ্পসহ N₂ ও O₂ 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 বিয়োজিত হতে থাকে এবং 218°C-এ বিস্ফোরিত হয়।

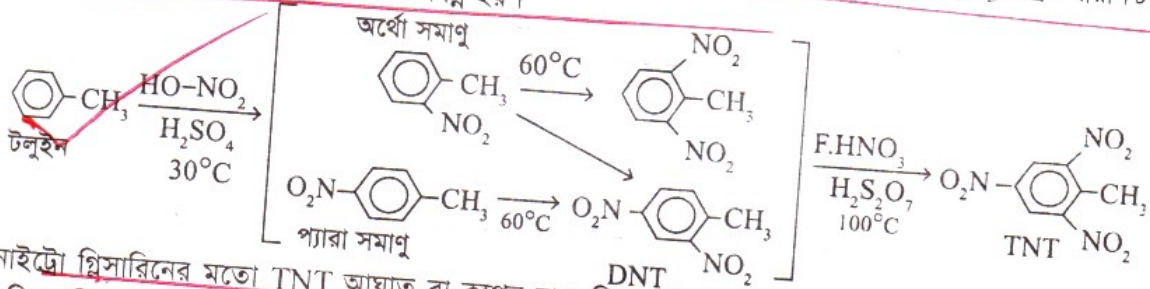


২.১৫.১ টিএনটি বা ২, ৪, ৬ - ট্রাই নাইট্রোটলুইন

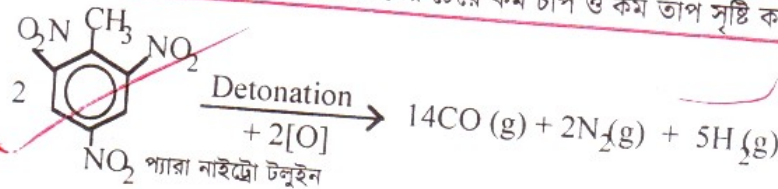
TNT এর আণবিক সংকেত $C_6H_2(NO_2)_3-CH_3$ । হলুদ বর্ণের কঠিন TNT জৈব রাসায়নিক সংশ্লেষণে বিকারকরূপে ব্যবহৃত হয়। তবে পরিবহনে বিপদমুক্ত বিস্ফোরক দব্যরূপে টিএনটি-এর বেশ গুরুত্ব আছে।

বিস্ফোরকরূপে বৈশিষ্ট্য : বিভিন্ন বিস্ফোরক পদার্থের বিস্ফোরণ ক্ষমতা প্রকাশের জন্যে TNT এর বিস্ফোরণ ক্ষমতাকে 'একরূপে' ব্যবহার করা হয়। বিস্ফোরকরূপে এর বৈশিষ্ট্য হলো ট্রাইনাইট্রোগ্লিসারিনের মতো টিএনটি আঘাত বা কম্পন দ্বারা সহজে বিস্ফোরিত হয় না। কঠিন টিএনটি এর গলনাঙ্ক হলো $80^\circ C$ । এটি পানিকে শোষণ করে না এবং পানিতে অদ্রবণীয়।

টিএনটি প্রস্তুতি (Preparation of TNT) : পরীক্ষাগারে ২, ৪, ৬ -ট্রাইনাইট্রো টলুইন দু'ধাপে প্রস্তুত করা হয়। নাইট্রো টলুইন মিশ্রণরূপে ১ : ১ অনুপাতে গাঢ় HNO_3 ও গাঢ় H_2SO_4 এসিড মিশ্রণ ব্যবহার করা হয়। ধীরে ধীরে টলুইনকে এসিড মিশ্রণে যোগ করা হয় এবং তাপমাত্রাকে $60^\circ C$ -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 $100^\circ C$ -এ নাইট্রেশন করলে TNT উৎপন্ন হয়।



নাইট্রো গ্লিসারিনের মতো TNT আঘাত বা কম্পন দ্বারা বিস্ফোরিত হয় না, Detonator সহযোগে স্কুলিঙ্গ ঘটালে TNT বিস্ফোরিত হয়। নাইট্রোগ্লিসারিনের চেয়ে কম চাপ ও কম তাপ সৃষ্টি করে। বিস্ফোরণ বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ :



MCQ.2.13 : 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 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।

সমস্যা-২.৪৩ : $CH_3-C_6H_4-NO_2$ $\xrightarrow{NaOH, \Delta}$ P-যৌগ (b.p. = $290^\circ C$) $\xrightarrow{গাঢ় HNO_3, H_2SO_4}$ 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।

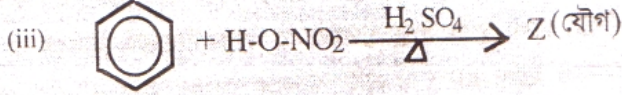
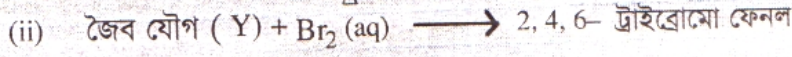
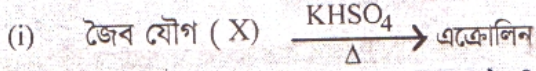
সমস্যা ২.৪৪ : C_6H_6 $\xrightarrow{CH_3Cl, AlCl_3}$ A যৌগ $\xrightarrow{F-HNO_3, H_2S_2O_7, 100^\circ C}$ B যৌগ (m.p = $80^\circ C$)

(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।

সমস্যা-২.৪৫ : নিচের উদ্দীপকের আলোকে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।

[য. বো. ২০১৫]



(ক) তেল বা চর্বি থেকে X যৌগের উৎপাদন সমীকরণসহ লেখ।

(খ) Y ও Z যৌগের সক্রিয়তার তুলনা মূলক আলোচনা 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-xylene)। এছাড়া আইসোথ্রোপাইল অ্যালকোহল, পাইন অয়েল, কান্টর-অয়েল সোপ, সুগন্ধ বস্তু ও পানি ডেটলে থাকে।

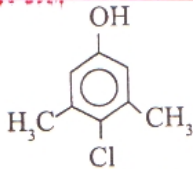
ডেটল-মিশ্রণের সংযুক্তি হলো-

(১) ক্লোরোজাইলিনল (C₈H₉ClO) বা 4-ক্লোরো-3,5-ডাইমিথাইল ফেনল 4.8%(w/v),

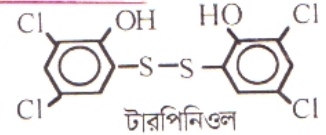
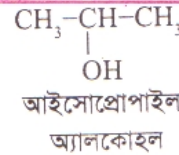
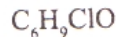
(২) আইসোথ্রোপাইল অ্যালকোহল 13.1% (v/v),

(৩) পাইন তেল বা টারপিনিওল (9.9%v/v)।

(৪) অবশিষ্ট সাবান পানি ও সুগন্ধ মিলে 72.2% v/v।



4-ক্লোরো-3,5-ডাইমিথাইল ফেনল,



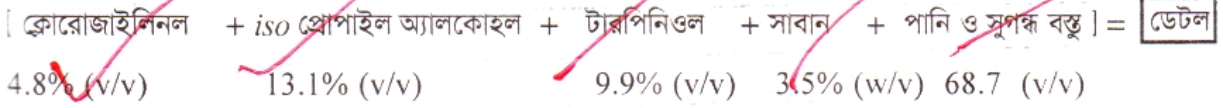
(ক) ক্লোরোজাইলিনল বা 4-ক্লোরো-3,5-ডাইমিথাইল ফেনল : ডেটলের মূল উপাদান ক্লোরোজাইলিনল হলো জীবাণুনাশক; এটি প্রদাহ-হ্রাস করে ও কার্যকর গৃহস্থালী পচনরোধক। ব্যক্তি বিশেষে ক্লোরোজাইলিনল এলার্জি সৃষ্টি করতে পারে। তখন চিকিৎসকের পরামর্শ প্রয়োজন হয়।

(খ) আইসোথ্রোপাইল অ্যালকোহল : আইসোথ্রোপাইল অ্যালকোহল একটি সেকেডারি অ্যালকোহল; এটি বর্ণহীন মিষ্ট গন্ধযুক্ত দ্রব। এটির পচনরোধক ক্রিয়ার ফলে ডেটল ফাংগাস ও জীবাণু মেরে ফেলে। এটি ডেটলকে ভালো গৃহস্থালী ক্লিনিং প্রোডাক্টের গুণসম্পন্ন করেছে।

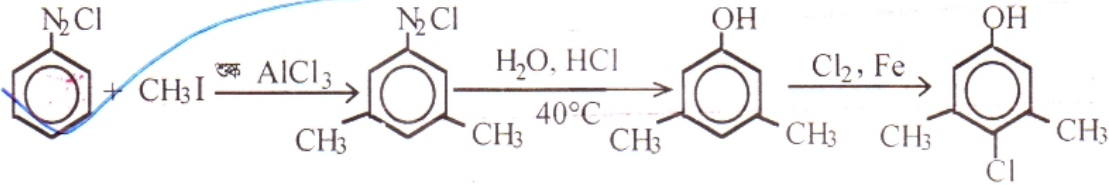
(গ) টারপিনিওল বা পাইন তেল : এটি একটি নন-পোলার দ্রাবক। ডেটলের মূল উপাদান ক্লোরোজাইলিনলের অণুরে -OH মূলক থাকলেও এটি পোলার পানিতে কম দ্রবণীয়; মাত্র 330 mg/L দ্রবীভূত থাকে। তাই নন-পোলার টারপিনিওল ও আইসোথ্রোপাইল অ্যালকোহল উপযুক্ত দ্রাবক হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

(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।

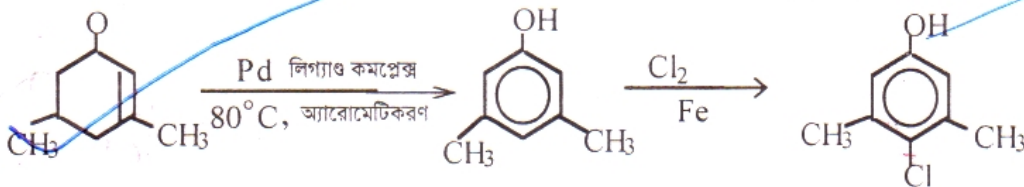
সুতরাং ডেটলের মিশ্রণের সংযুক্তি নিম্নরূপ হয়।



ডেটলের মূল উপাদান ক্লোরোজাইলিনল প্রস্তুতি : বেনজিন-ডায়াজেনিয়াম ক্লোরাইডকে শুষ্ক AlCl₃ এর উপস্থিতিতে CH₃I সহ ফ্রিডেল ক্রাফট অ্যালকাইলেশন ঘটালে 3, 5- ডাই মিথাইল বেনজিন ডায়াজেনিয়াম ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়। পরে উৎপন্ন যৌগকে লঘু HCl দ্রবণসহ 40°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে অর্ধ 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 সাইক্লোহেক্সিনোন নামক অ্যালিফেটিক সাইক্লিক কিটোনকে প্যালাডিয়াম লিগ্যাণ্ড 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 জীবাণু নাশক ও পচকরোধক disinfectant and antiseptic স্বাস্থ্যকর পরিবেশ রক্ষাকারী রাসায়নিক পদার্থের মিশ্রণ। এর লঘু দ্রবণ অ্যান্টি সেপটিক হিসেবে কাটা, ক্ষত ইত্যাদিকে জীবাণু সংক্রমণ থেকে রক্ষা করে। তাই শরীরের ক্ষতস্থান ডেসিং 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।

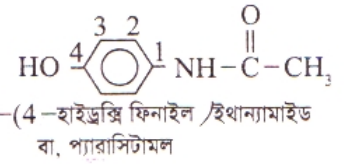
স্যাভলন : স্যাভলন হলো ক্লোরহেক্সিডিন গ্লুকোনেট (0.3% (w/v) ও সেন্টিমাইড (3% (w/v) এর মিশ্র দ্রবণ। শল্য চিকিৎসায়, কাটা ও ক্ষতস্থান এবং মুখ ধোয়ার জন্য স্যাভলন ব্যবহৃত হয়।

স্যালল : রাসায়নিক নাম ফিনাইল স্যালিসাইলেট। অভ্যন্তরীণ অ্যান্টিসেপটিক হিসেবে গলার অসুখে ব্যবহৃত হয়।

২.১৫.৩ প্যারাসিটামল (Paracetamol) বা অ্যাসিট্যামিনোফেন (Acetaminophen) :

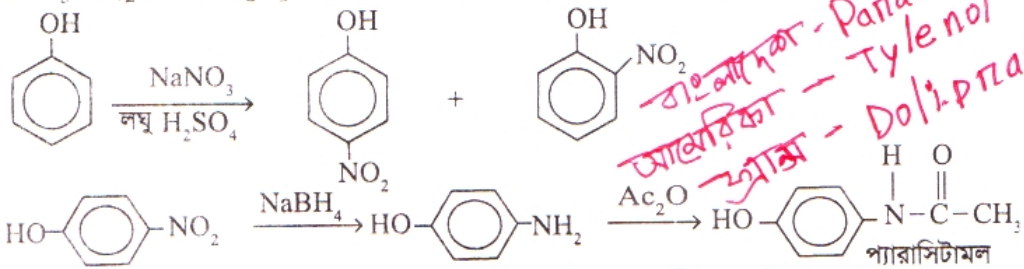
প্যারাসিটামলের পরিচিতি ও ব্যবহার : প্যারাসিটামল হলো ইথানোয়িক অ্যানহাইড্রাইডের ফেনলিক এস্টার। এর রাসায়নিক নাম হলো N-(4-হাইড্রক্সি ফিনাইল) ইথান্যামাইড। এটি জ্বর ও ব্যথা নিবারকরূপে কাজ করে (antipyretic & painkiller)। তবে প্যারাসিটামলের ব্যবহারের ক্ষেত্রগুলোর মধ্যে মাথাব্যথা, মাংসপেশিতে ব্যথা, অস্থিসন্ধিতে 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। 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।

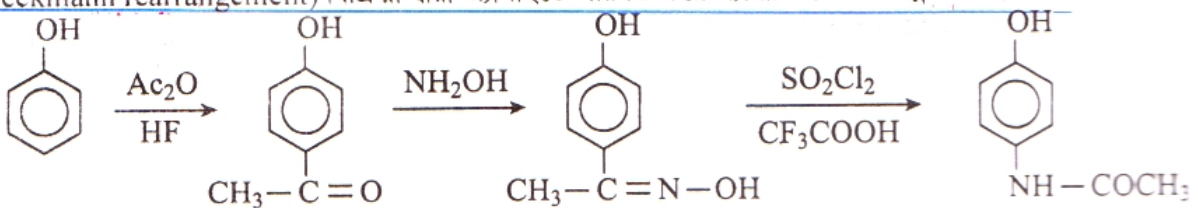


ব্যথা উপশমে প্যারাসিটামল ও অ্যাসপিরিনের তুলনা : বিশ্ব স্বাস্থ্য সংস্থা (WHO) শিশুদের ক্ষেত্রে জ্বরে দেহের তাপমাত্রা 101.3°F (38.5°C) এর বেশি হলে প্যারাসিটামল ব্যবহারের অনুমোদন দিয়েছে। ব্যথা-বেদনা উপশমে প্যারাসিটামলের কার্যক্ষমতা অ্যাসপিরিনের সমতুল্য এবং অধিক গ্যাস্ট্রিক এসিড নিঃসরণে আক্রান্ত রোগীর ক্ষেত্রে ব্যথা-বেদনা উপশমে প্যারাসিটামল ব্যবহার করতে হয়। সেক্ষেত্রে অ্যাসপিরিন ব্যবহার করা যায় না; বিশেষত পাকস্থলির ক্ষত স্থানে রক্তক্ষরণ বৃদ্ধি করে। অস্থি-সন্ধির ব্যথা বেদনা প্যারাসিটামল কমাতে পারে; কিন্তু অস্থি-সন্ধির ফোলা বা প্রদাহ কমাতে পারে না।

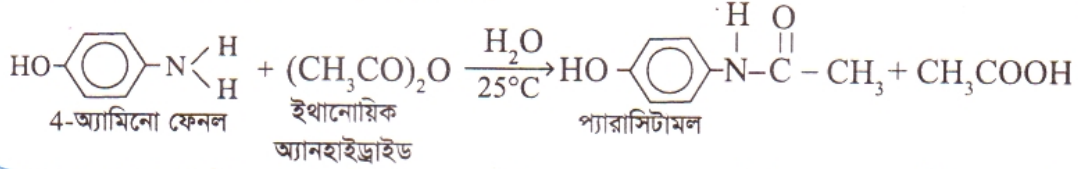
প্যারাসিটামল প্রস্তুতি (Preparation of Paracetamol) : (১) পরীক্ষাগারে প্যারাসিটামল প্রস্তুতিতে প্রথমে ফেনলকে লঘু H_2SO_4 ও সোডিয়াম নাইট্রেট মিশ্রণ দ্বারা কক্ষতাপমাত্রায় নাইট্রেশন করলে অর্থো নাইট্রো ও প্যারানাইট্রো ফেনল উৎপন্ন হয়। প্যারানাইট্রোফেনলকে আংশিক কেলাসনে অর্থো-সমাণু থেকে পৃথক করার পর সোডিয়াম 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) হোস্ট-চেলনিজ (Hoechst-Celanese) ওষুধ কোম্পানির প্যারাসিটামল উৎপাদনে ফেনলকে সরাসরি HF এসিড প্রভাবকের উপস্থিতিতে অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড (Ac_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 কিডনির মারাত্মক ক্ষতির কারণ হয়।

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 স্ফুটনাঙ্কে জৈব যৌগের বিশুদ্ধতার মানদণ্ডরূপে গ্রহণ করা হয়। অশুদ্ধ কঠিন যৌগের গলনাঙ্ক এর প্রকৃত মান থেকে কয়েক ডিগ্রি সেলসিয়াস কম হয় এবং অশুদ্ধ 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 অশুদ্ধ 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) স্তরের চাপে কোনো বিশুদ্ধ তরলের স্ফুটনাঙ্কে তরলটির “সাধারণ স্ফুটনাঙ্ক” বলা হয়। যেমন, মিথানল বা মিথাইল অ্যালকোহলের স্ফুটনাঙ্ক হলো 65.5°C। এ নির্দিষ্ট 65.5°C তাপমাত্রায় যদি তরলটি ফুটে থাকে, তবে তাকে বিশুদ্ধ মিথানল ধরা হয়। অপরদিকে তরলটির স্ফুটনের সময় প্রায় 2°-3°C তাপমাত্রার পরিবর্তন হলে তরলটিকে অশুদ্ধ মিথানল ধরা হয়। উল্লেখ্য স্ফুটনকালে প্রদত্ত তাপ থার্মোমিটারে তাপমাত্রা বৃদ্ধি না করে তা তরলের বাষ্পীভবনের লীনতাপরূপে ব্যয়িত হয়।

২.১৭ জৈব যৌগের গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক নির্ণয়

To Determine M.P & B.P of Organic Compounds

শিক্ষার্থীর কাজ : ব্যবহারিক (Practical)

পরীক্ষা নং – ৫

তারিখ

সময় : ১ পিরিয়ড

পরীক্ষার নাম : কঠিন জৈব যৌগের গলনাঙ্ক নির্ণয়

(ক) মূলনীতি : একটি বিশুদ্ধ জৈব যৌগ 1°C তাপমাত্রার ব্যবধানের মধ্যে সম্পূর্ণরূপে গলে যায়। কিন্তু জৈব যৌগে ভেজাল মিশ্রিত থাকলে তা $2^{\circ}\text{--}3^{\circ}\text{C}$ তাপমাত্রার পরিসরে গলতে থাকে। কোনো কঠিন জৈব যৌগের সঠিক গলনাঙ্ক মূলত পদার্থের গলন প্রক্রিয়া শুরু এবং শেষ হওয়া অবস্থায় তাপমাত্রা এ দুয়ের গড় তাপমাত্রাকে ধরা হয়।

(খ) প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি :

- ১। পার্শ্বনল যুক্ত গোলতলী ফ্লাস্ক; (ওয়াটার বাথ) ৫। কৈশিক নল (ক্যাপিলারি টিউব)
- ২। থার্মোমিটার (100°C অথবা 150°C) ৬। রাবার ব্যান্ড (অথবা সুতা)
- ৩। স্ট্যান্ড ও ক্ল্যাম্প ৭। বুনসেন বার্নার বা স্পিরিট ল্যাম্প

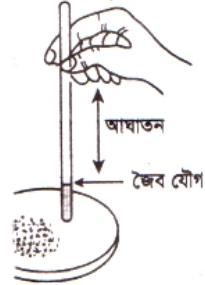
পে-২৩: অ্যালকোহল ও ফেনলের মধ্যে পার্থক্য :

অ্যালকোহল	ফেনল
১. অ্যালকোহল প্রশম বা নিরপেক্ষ	১. ফেনল অম্লধর্মী
২. অ্যালকোহল লুকাস বিকারকের সাথে সাদা অধঃক্ষেপ দেয়	২. ফেনল লুকাস বিকারকের সাথে কোন বিক্রিয়া করে না।

নমুনা।

করে বন্ধ কর।

পর্যন্ত পূর্ণ কর।

লটিকে চিত্র-২.২৪ মতে 100°C

ওয়াটার বাথ ফ্লাস্কের মুখে এমনভাবে গ পানিতে নিমজ্জিত থাকে; কিন্তু

কে সমভাবে ধীরে ধীরে তাপ দাও জ্ব যৌগের গলন শুরু হলো তখন ময় জৈব যৌগের গলন শেষ হলো

Type-07: স্টার্চ ও সেলুলোজের মধ্যে পার্থক্য :

স্টার্চ	সেলুলোজ
স্টার্চ α -D গ্লুকোজের পলিমার ও অতি সহজে পরিপাকযোগ্য	সেলুলোজ β -D গ্লুকোজের পলিমার ও পরিপাকযোগ্য নয়

Type-08: অ্যালডিহাইড ও কিটোনের মধ্যে পার্থক্য :

অ্যালডিহাইড	কিটোন
ফেহলিং দ্রবণ ও টলেন বিকারকের সাথে লাল ও সাদা অধঃক্ষেপ দেয়	ফেহলিং দ্রবণ ও টলেন বিকারকের সাথে কোন বিক্রিয়া করে না

pe-09: অ্যালডল ঘনীভবন বিক্রিয়া ও ক্যানিজারো বিক্রিয়ার মধ্যে পার্থক্য :

অ্যালডল ঘনীভবন বিক্রিয়া	ক্যানিজারো বিক্রিয়া
১. H-যুক্ত অ্যালডিহাইড-এ বিক্রিয়া দেয়া।	১. H-বিহীন অ্যালডিহাইড-এ বিক্রিয়া দেয়া।
২. উদাহরণ : CH_3CHO , $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$	২. উদাহরণ : H-CHO , $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$

তখন থার্মোমিটার থেকে ২য় তাপমাত্রার ($t_2^{\circ}\text{C}$) পাঠ নাও। উভয় তাপমাত্রা ($t_1^{\circ}\text{C}$ ও $t_2^{\circ}\text{C}$) খাতায় রেকর্ড কর।পর্যবেক্ষণ রেকর্ড : মনে করি, প্রদত্ত কঠিন জৈব যৌগের প্রকৃত গলনাঙ্ক হলো $t^{\circ}\text{C}$ ।যে তাপমাত্রায় গলন শুরু হয়, তা হলো $t_1^{\circ}\text{C}$ । যে তাপমাত্রায় গলন শেষ হয়, তা হলো $t_2^{\circ}\text{C}$ । $[(t_2 - t_1)^{\circ}\text{C}$ এরব্যবধান 1°C এর মধ্যে থাকে। \therefore প্রদত্ত কঠিন জৈব যৌগের নির্ণীত গলনাঙ্ক হলো, $t^{\circ}\text{C} = \left(\frac{t_1 + t_2}{2}\right)^{\circ}\text{C}$ ।

নামীয় বিক্রিয়া বা প্রস্তুতি	প্রভাবক বা ব্যবহৃত হয়
01. ডিকার্বিক্লেশন বিক্রিয়া	সোডালাইম (NaOH + CaO)
02. উটজ বিক্রিয়া	শুষ্ক ইথার
03. উটজ-ফিটিগ বিক্রিয়া	শুষ্ক ইথার
04. ফ্রিডেল-ক্রাফটস অ্যালকাইলেশন	অনর্দ্র AlCl ₃
05. কার্বিল অ্যামিন বিক্রিয়া	অ্যালকোহলীয় কস্টিক সোডা বা পটাশ
06. রাইমার টাইম্যান বিক্রিয়া	অ্যালকোহলীয় কস্টিক সোডা বা পটাশ
07. ডাও পদ্ধতি	আয়রন চূর্ণ
08. যুগলায়ন বা কাপলিং বিক্রিয়া	হিম শীতল স্ফার
09. কোব বিক্রিয়া	প্রথমে ও পরে এসিডিয় অর্দ্র বিশ্লেষণ
10. লিবারম্যান পরীক্ষা	কয়েক ফোটা গাঢ় সালফিউরিক এসিড
11. হফম্যান ক্ষুদ্রাংশকরণ বিক্রিয়া	ক্ষারীয় মাধ্যম
12. স্যাভমেয়ার বিক্রিয়া	HCl বিক্রিয়ক + Cu ₂ Cl ₂
13. গ্যাটারম্যান বিক্রিয়া	কপার চূর্ণ
14. যুগলায়ন বিক্রিয়া	হিমশীতল স্ফার
15. ক্যানিজারো বিক্রিয়া	গাঢ় NaOH, K ₂ CO ₃ অথবা KOH দ্রবণ
16. অ্যালডল ঘনীভবন বিক্রিয়া	লঘু K ₂ CO ₃ বা NaOH
17. হ্যালোফরম বিক্রিয়া	NaOH/KOH (তাপ)
18. হেল-ভোলহাট-জেলিনস্কী বিক্রিয়া	সূর্যালোক বা অতি বেগুনী রশ্মি
19. লেসাইন পরীক্ষা	সোডিয়াম ধাতু
20. উইলিয়ামসন বিক্রিয়া	নিরুদক পদার্থ (গাঢ় সালফিউরিক এসিড)

সতর্কত
১। কঠিন
ও কৈশিক নং
সারণি

কঠিন ভৈ

কঠিন ভৈ	সনাক্ত, °C
(১) 4	45
(২) 4	47
(৩) বেনজোফেনোন	48
(৪) মিথাইল অক্সালেট	51
(৫) প্যারা ডাইক্লোরো বেনজিন	53
(৬) 4 - অ্যামিনো অ্যানিসল (প্যারা অ্যানিলিডিন)	57
(৭) প্যারা-ব্রোমো ফেনল	63
(৮) প্যারা ব্রোমো অ্যানিলিন	70
(৯) ন্যাফথ্যালিন	80

শিক্ষার্থীর কাজ :

তারিখ :

পরীক্ষা নং - ৬

পরীক্ষার নাম : তরল জৈব যৌগের স্ফুটনাঙ্ক নির্ণয়

ব্যবহারিক (Practical)

সময় : ১ পিরিয়ড

(ক) মূলনীতি : যে তাপমাত্রায় কোনো তরলের বাষ্প-চাপ বায়ুমণ্ডল চাপের সমান হয়, তাকে ঐ তরলের স্ফুটনাঙ্ক বলে। তখন তরলটি বুদ্ধবুদ্ধসহ ফুটতে গকে। বিশুদ্ধ তরল জৈব যৌগের সুনির্দিষ্ট স্ফুটনাঙ্ক আছে। স্ফুটনাঙ্ক নির্ণয় দ্বারা জৈব যৌগের শনাক্তকরণ ও বিশুদ্ধতার পরীক্ষা করা যায়।

(খ) প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি : ১। পার্শ্বনলযুক্ত গোলতলী ফ্লাস্ক অথবা বিকার (ওয়াটার বাথ), ২। থার্মোমিটার (100°C অথবা 150°C), ৩। স্ট্যান্ড ক্ল্যাম্প, ৪। ছোট কাচনল (গলন নল), ৫। ৪–১০ cm কৈশিক নল, ৬। রাবার ব্যান্ড বা সুতা, ৭। তারজালিসহ ত্রিপদী স্ট্যান্ড, ৮। বুনসেন বার্নার (অথবা স্পিরিট ল্যাম্প)।

(গ) প্রয়োজনীয়

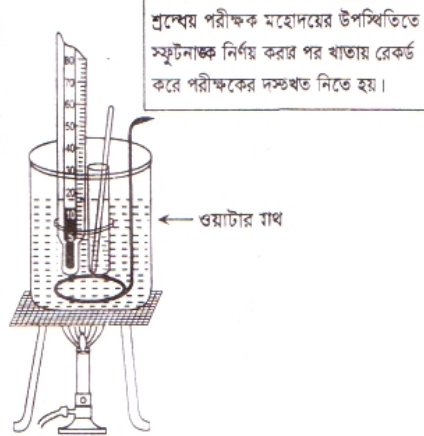
(ঘ) কাজে
ভর্তি, অংশ বাদ
২। এবার
খোলা মুখটি উ-
নলটিকে রাবার
৩। থার্মো
নিচুতে রেখে ন
কাচনলের মুখ
৪। এবার
এবং সাথে থা
যখন তরলের
থার্মোমিটার ঠে

CONCEPT : 15 রাসায়নিক বিক্রিয়ার বিকারক ও তথ্যসমূহ

নাম	সংকেত	ব্যবহার
সোয়েটজার বিকারক	$[\text{Cu}(\text{NH}_3)(\text{OH})_2]_2$ অথবা $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]_2\text{SO}_4$	১। কৃত্রিম সিল্ক তৈরিতে
লুকাস বিকারক	গাঢ় HCl ও অনর্ধ্র ZnCl_2 এর দ্রবণ।	২। কাগজ, তুলা প্রভৃতির দ্রাবক হিসেবে।
বেয়ার বিকারক	ক্ষারীয় KMnO_4 দ্রবন	প্রাইমারী (1°), সেকেন্ডারী (2°) ও টারশিয়ারী (3°) অ্যালকেনের সনাক্তকরণে ব্যবহৃত হয়।
সিফস বিকারক	ম্যাগনেট+ $\text{SO}_2 =$ গোলাপী বর্ণ	অসমপূজ্যতা নির্ণয়ের পরীক্ষা।
নেসলার বিকারক	ক্ষারীয় (KHgI_3)	আলডিহাইড সনাক্তকরণে ব্যবহৃত করা হয়।
ফেনটোন বিকারক	FeSO_4 ও H_2O_2 এর মিশ্রণ	অ্যামোনিয়া ও অ্যামোনিয়া দ্রবণ সনাক্তকরণে ব্যবহৃত হয়।
গ্রিগনার্ড বিকারক	RMgX/ArMgX	জৈব যৌগকে জারিত করার কাজে ব্যবহৃত হয়।
টলেন বিকারক	$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$	অ্যালকেন, অ্যালডিহাইড, কিটোন, কার্বক্সিলিক এসিড সমূহ
ফেলিং দ্রবন	$\text{Cu}^+/\text{Cu}_2\text{O}$	ইহা মৃদুজারক। সাদা অধঃক্ষেপ অ্যালডিহাইড সনাক্তকরণে ব্যবহৃত হয়।

প্রথম বুদবুদ শুরু হওয়ার রেকর্ডকৃত তাপমাত্রা হলো $t_1^{\circ}\text{C}$

শেষ বুদবুদ ওঠার রেকর্ডকৃত তাপমাত্রা হলো $t_2^{\circ}\text{C}$ [($t_2 - t_1$) $^{\circ}\text{C}$ এর ব্যবধান 1°C পর্যন্ত হতে পারে] :



তরল জৈব যৌগের সফটনাঙ্ক নির্ণয়।

গরম তরল জৈব যৌগ থেকে বুদবুদ বের হয়। এবার বের হওয়ার সময় তাপমাত্রা ($t_2^{\circ}\text{C}$) আগের নিয়মে রেকর্ড

নির্ণয়ের প্রথম অংশ কৌশিক নলে জৈব যৌগের গুঁড়ো ক প্রান্তের মুখ বিগলিত করে বন্ধ করতে হবে।

এবং কৌশিক নলটির বন্ধ মুখ ওপর দিকে রেখে থার্মোমিটারের বালবের ওপরে করে কাচনল বা গলন

নলে ঢুকাও এবং ওয়াটার বাথ ফ্লাস্কের মুখে এমনভাবে কাচনলের অর্ধেক অংশ পানিতে নিমজ্জিত থাকে; কিন্তু

ল্যাম্প) দিয়ে চারদিকে সমভাবে ধীরে ধীরে তাপ দাও রাখ তরলের মধ্যে কোনো বুদবুদ বের হচ্ছে কিনা হওয়া শুরু করে [চিত্র-২.২৭] তখন বার্নার সরিয়ে হওয়ার সাথে তাপমাত্রার ২য় পাঠ ($t_2^{\circ}\text{C}$) নাও।

∴ প্রদত্ত তরল জৈব যৌগের নির্ণীত স্ফুটনাঙ্ক হলো, $t^{\circ}\text{C} = \left(\frac{t_1 + t_2}{2}\right)^{\circ}\text{C}$.

সতর্কতা : ১। কৈশিক নলের একমুখ ভালোমতো বদ্ধ হতে হবে যেন লিক বা ছিদ্র না থাকে।

২। ওয়াটার বাথে তাপ প্রয়োগ সুষম এবং ধীরে ধীরে হতে হবে।

৩। তাপমাত্রার পাঠ সঠিকভাবে নিতে হবে।

৪। কমপক্ষে দু'বার স্ফুটনাঙ্ক নির্ণয় করে গড় মান নিতে হবে।

সারণি - ২.১২ : কয়েকটি তরল জৈব যৌগের স্ফুটনাঙ্ক (80°C এর মধ্যে)

তরল জৈব যৌগ	সংকেত	স্ফুটনাঙ্ক, °C
১। ইথাইল ব্রোমাইড	CH ₃ CH ₂ Br	38
২। ডাইক্লোরো মিথেন	CH ₂ Cl ₂	42
৩। অ্যাসিটাইল ক্লোরাইড	CH ₃ COCl	55
৪। অ্যাসিটোন	CH ₃ COCH ₃	56
৫। মিথাইল অ্যালকোহল	CH ₃ OH	65
৬। ইথাইল অ্যালকোহল	CH ₃ CH ₂ OH	78
৭। বেনজিন	C ₆ H ₆	80
৮। বিউটানোন	CH ₃ CH ₂ COCH ₃	80

২.১৮ পলিমার ও প্লাস্টিসিটি (Polymers and Plasticity)

'পলিমার' শব্দ দ্বারা বিভিন্ন শ্রেণির যৌগ যেমন প্রাকৃতিক বায়োঅণু পলিস্যাকারাইড, প্রোটিন ও নিউক্লিক এসিডস ইত্যাদিকে যেমন বোঝায় আবার সাংশ্লেষিক যৌগ যেমন প্রতিদিনের ব্যবহৃত প্লাস্টিক, নাইলন ও পলিএস্টার ইত্যাদি যৌগসমূহকেও বোঝায়। সোজা কথায় পলিমার হলো খুবই বড় অণু বা ম্যাক্রো অণু (macro molecule)। গ্রিক শব্দ 'পলি (poly) অর্থ 'বহু' এবং মেরোস (meros) অর্থ 'অংশ' অর্থাৎ যখন অসংখ্য ছোট জৈব অণু সমযোজী বন্ধনে যুক্ত হয়ে কার্বন শিকল বৃদ্ধি সহকারে খুবই বড় বা ম্যাক্রো অণু সৃষ্টি করে, তখন তাকে পলিমার বলে। পলিমারের ছোট একক অণুকে মনোমার (monomer) বলে। সাংশ্লেষিক পলিমারসমূহ ল্যাবরেটরিতে রাসায়নিক বিক্রিয়ায় উৎপন্ন করা হয়; প্রাকৃতিক পলিমারসমূহ উদ্ভিদ ও প্রাণিদেহে রাসায়নিক বিক্রিয়ায় সৃষ্টি হয়।

বিভিন্ন সাংশ্লেষিক পলিমার আমরা প্রতিদিন ব্যবহার করে চলেছি, যেমন প্লাস্টিক, রাবার, ক্রস-লিংকড গ্লাস আমাদের প্রাত্যহিক জীবনে বৈপ্লবিক ভূমিকা রেখেছে। বাড়ি ঘরে ইলেকট্রনিক সামগ্রীতে; প্যাকেজিং ও আসবাবপত্রে সাংশ্লেষিক পলিমার রয়েছে। এ সব প্লাস্টিকের মধ্যে কিছু প্লাস্টিক যেমন খাদ্যবস্তুর কৌটা বা পাত্র বর্জ্যরূপে মাটিতে দীর্ঘদিন অপরিবর্তিত থাকে ও পরিবেশে সমস্যা সৃষ্টি করে। আবার কিছু সাংশ্লেষিক পলিমার যেমন বৈঠকখানার পুরানো ফার্নিচার, ছাদের টালি রিসাইকেল করা যায়।

পলিমারের শ্রেণি বিভাগ :

(ক) উৎসের ভিত্তিতে পলিমার সমূহকে প্রধানত তিন শ্রেণিতে বিভক্ত করা যায়। যেমন,

(১) প্রাকৃতিক পলিমার : প্রাকৃতিক পলিমারসমূহ প্রকৃতিতে উদ্ভিদ ও প্রাণিদেহে উৎপন্ন হয়। যেমন সেলুলোজ, স্টার্চ, গ্লাইকোজেন, নিউক্লিক এসিড (DNA, RNA), প্রাকৃতিক রাবার [এটি রাবার গাছের ক্ষীর (ল্যাটেক্স) থেকে তৈরি হয়] ইত্যাদি।

(২) কৃত্রিম পলিমার : পরীক্ষাগারে ও শিল্পক্ষেত্রে রাসায়নিক পদার্থ থেকে কৃত্রিম পলিমার তৈরি করা হয়। যেমন নাইলন, টেরিলিন, পলিথিন, পলিস্টারিন, পলিভিনাইল ক্লোরাইড, টেফলন ইত্যাদি।

(৩) অর্ধ-কৃত্রিম পলিমার : প্রকৃতিজাত পলিমার থেকে রাসায়নিক পদ্ধতিতে নতুন পলিমার তৈরি করা হলে তাকে অর্ধ-কৃত্রিম পলিমার বলে। যেমন, সেলুলোজ থেকে সেলুলোজ অ্যাসিটেট, সেলুলোজ নাইট্রেট এবং প্রাকৃতিক রাবার থেকে হ্যালোজেনেটেড প্রাকৃতিক রাবার তৈরি করা হয়।

(খ) মনোমারের কার্যকরী মূলকের ভিত্তিতে পলিমারসমূহকে প্রধানত দু'শ্রেণিতে বিভক্ত করা যায়। যেমন,

(১) সংযোজন বা যুত পলিমার : কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন বা ত্রিবন্ধনযুক্ত অসম্পৃক্ত জৈব যৌগের চেইন পলিমারকরণে যুত পলিমার সৃষ্টি হয়। যুত পলিমারকরণে কোনো প্রকার ক্ষুদ্র অণু অপসারিত হয় না। পলিমারের আণবিক ভর মনোমারের আণবিক ভরের পূর্ণ গুণিতক হয়। যেমন, পলিইথিলিন, পলিপ্রোপিলিন, পলিভিনাইল ক্লোরাইড (PVC) পলিস্টারিন, বেনজিন ইত্যাদি।

(২) ঘনীভবন বা কনডেনসেশন পলিমার : দুই বা দুইয়ের বেশি কার্যকরী মূলক যুক্ত মনোমার অণু বিক্রিয়া কালে পানি অণু অপসারণ করে হেটারো পরমাণু (N ও O) যুক্ত কার্বন শিকল বৃদ্ধি করে সৃষ্ট পলিমারকে ঘনীভবন পলিমার বলে। অনেক ঘনীভবন পলিমার হলো কো-পলিমার (co-polymer) অর্থাৎ এদের শিকলে দুই বা ততোধিক ভিন্ন এককের পুনরাবৃত্তি ঘটে। যেমন, পলি এস্টার (ডেক্রন), পলি-অ্যামাইড (নাইলন) ইত্যাদি।

সংযোজন পলিমারকরণ ও ঘনীভবন পলিমারকরণ প্রক্রিয়ার মধ্যে নিম্নরূপ পার্থক্য আছে।

সংযোজন বা যুত পলিমারকরণ	ঘনীভবন পলিমারকরণ
(১) সংজ্ঞা : কার্বন-কার্বন-দ্বিবন্ধন বা ত্রিবন্ধনযুক্ত অসম্পৃক্ত জৈব যৌগের অসংখ্য অণু পরস্পর যুক্ত হয়ে বৃহৎ অণু তৈরি করার প্রক্রিয়াকে সংযোজন পলিমারকরণ বলে। অধিক চাপ, চাপ্ত ও বিশেষ প্রভাবকের উপস্থিতিতে এটি ঘটে।	(১) সংজ্ঞা : দুই বা দুইয়ের অধিক কার্যকরী মূলক যুক্ত ভিন্ন মনোমার অণু বিক্রিয়া কালে ক্ষুদ্র অণু (H_2O , HCl , NH_3) অপসারণ করে হেটারোপরমাণুযুক্ত কার্বন শিকল বৃদ্ধি করার বিক্রিয়াকে ঘনীভবন পলিমারকরণ বলে।
(২) আঃভর: পলিমারের আণবিক ভর মনোমারের আঃ ভরের সরল গুণিতক হয়। যেমন ইথিলিন থেকে পলিইথিলিন।	(২) আঃভর: পলিমারের আণবিক ভর কখনও মনোমারের আণবিক ভরের সরল গুণিতক হয় না। যেমন নাইলন।
(৩) মনোমার সংখ্যা : সংযোজন পলিমারকরণে একটি মাত্র কার্বন-কার্বন পাই (ন) বন্ধনযুক্ত মনোমার থাকে।	(৩) মনোমার সংখ্যা : ঘনীভবন পলিমারকরণে দুটি ভিন্ন কার্যকরী মূলক যুক্ত মনোমার থাকে।

পলিমারের ধর্ম : আমরা এখন পলিমারের ব্যবহারের ক্ষেত্রে পলিমারের ভৌত গুণাগুণ যেমন পলিমার শিকলের মোল ভর (mass), আকার (size) ও আকৃতি (shape) সম্বন্ধে জানব এবং ইথিলিনকে উদাহরণ হিসেবে নেব।

১। পলিমার মোলার ভর (M_p) নির্ভর করে পলিমার শিকলে 'পুনঃএকক' বা রিপিট ইউনিট (repeat unit) এর মোলার ভর (M_r) ও পলিমারকরণের মাত্রার (n) ওপর। $\therefore M_p = M_r \times n$; ইথিলিনের $M_r = 28 \text{ g mol}^{-1}$ এবং বাজারের পলিথিন ব্যাগে $n = 7100$ ধরে পাই, $M_p = (28 \text{ g/mol}) \times 7.1 \times 10^3 = 2.0 \times 10^5 \text{ g/mol}$ । অবশ্য একই পলিমারে বিভিন্ন দৈর্ঘ্যের পলিমার শিকল থাকে। তাই পলিমার রসায়নবিদেরা number-average molar mass, M_n ব্যবহার করেন। যেমন,

$$M_n = \frac{\text{সব শিকলের মোলার ভর}}{\text{মোট শিকলের মোল সংখ্যা}}; \text{এক্ষেত্রে বাজারের পলিথিন ব্যাগের } M_n = 1.6 \times 10^5 \text{ g mol}^{-1} \text{। উৎস: বিজ্ঞান}$$

পলিথিনের ক্ষেত্রে এ মোলার ভর 7.0×10^4 থেকে $3.0 \times 10^5 \text{ g/mol}$ হতে পারে।

২। পলিমারের আকার ও আকৃতি : পলিমার শিকলের দীর্ঘঅক্ষকে এর মেরুদণ্ড বা ব্যাকবোন (backbone) বলে। প্রসারিত অবস্থায় মেরুদণ্ডের দৈর্ঘ্য হলো রিপিট ইউনিটের দৈর্ঘ্য (l_0) ও পলিমারকরণ মাত্রার (n) গুণফলের সমান।

∴ প্রসারিত মেরুদণ্ডের দৈর্ঘ্য, $l_{\text{exd}} = l_0 \times n$ এবং এক্ষেত্রে ইথিলিনের বেলায় $l_0 = 250 \text{ pm}$ ধরে পাই, $l_{\text{exd}} = 250 \text{ pm} \times 7.1 \times 10^3 = 1.8 \times 10^6 \text{ pm}$ । আবার এ দৈর্ঘ্যের সাথে শিকলের পুরুত্ব (thickness) 40 pm ধরলে পলিমার শিকলের সুতার মতো আয়তন সুস্পষ্ট হয়। আমাদের মনে রাখতে হবে পলিমার শিকলের মেরুদণ্ড কখনও প্রসারিত থাকে না। বরঞ্চ শিকলের এককগুলো একক বন্ধনের অক্ষ বরাবরে আবর্তন ও কৌণিক পরিবর্তন ঘটায় এবং শিকলটি অনবরত দিক পরিবর্তন ও কয়েল বা কুণ্ডলী সৃষ্টি করে। তাই একই শিকলের বিভিন্ন অংশে ও অন্য শিকলের মধ্যে আন্তঃআণবিক আকর্ষণ এবং দ্রাবক অণু ও শিকলের মধ্যে আন্তঃআণবিক আকর্ষণ মিলে পলিমারের আকার ও আকৃতির পরিবর্তন ঘটে থাকে। কুণ্ডলীকৃত পলিমারের আকার কুণ্ডলীর ব্যাসার্ধ (R_g) দ্বারা নিম্নরূপে প্রকাশ করা হয়। বাজারের পলি ইথিলিনের বেলায় –

$$R_g = \sqrt{\frac{n l_0^2}{6}} = \sqrt{\frac{7.1 \times 10^3 \times (2.5 \times 10^2 \text{ pm})^2}{6}} = 8.6 \times 10^3 \text{ pm}$$

তখন কুণ্ডলীর ব্যাস হবে $2 \times 8.6 \times 10^3 \text{ pm} = 1.72 \times 10^4 \text{ pm}$; যা পলিমার শিকলের প্রসারিত মেরুদণ্ড বা অক্ষের এক-শতাংশেরও কম।

৩। পলিমারের কেলাস আকৃতি (Polymer Crystallinity) : পলিমার শিকলে অনবরত বিশৃঙ্খলভাবে কুণ্ডলী সৃষ্টি ঘটলেও পাশাপাশি পলিমার শিকলের বিভিন্ন মূলকের মধ্যে ডাইপোল-ডাইপোল আকর্ষণ, H-বন্ধন ও বিস্তারণ বলের প্রভাবে শিকলের কোনো কোনো অংশ সুবিন্যস্ত হয়ে অংশত কেলাস আকৃতি সৃষ্টি করে। তবে পলিমার শিকলের বৃহৎ অংশে কুণ্ডলীর ভাঙা গড়া চলতে থাকে।

৪। পলিমারের প্রবাহমানতা (Flow Behavior) : অনেক পলিমারের ব্যবহারের গুরুত্ব নির্ভর করে (i) এদের দ্রবণে দ্রাবকের সান্দ্রতা (Viscosity) বা প্রবাহ প্রতিরোধ ক্ষমতা সৃষ্টি এবং (ii) নিজের সান্দ্রতার বা আঠালো ভাব তাপমাত্রা নির্ভর পরিবর্তনের ওপর। পলিমার নিজের কুণ্ডলীর মধ্যে দ্রাবক অণুগুলোকে টেনে রাখে। এর ফলে দ্রাবকের প্রবাহে বাধা বা সান্দ্রতা (বা আঠালো ভাব) বৃদ্ধি পায়। মোটর অয়েল ও পেইন্টের সান্দ্রতা বৃদ্ধির জন্যে পলিমার যৌগ মিশানো হয়। পলিমারের আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বাড়লে সান্দ্রতাও বেড়ে যায়।

জেনে নাও : কোনো জৈব যৌগ সরল শিকল পলিমার কীনা কিরূপে নিশ্চিত হবে? উপযুক্ত দ্রাবকে কোনো জৈব যৌগকে দ্রবীভূত করে প্রাণু দ্রবণের সান্দ্রতা পরিমাপ করে যখন দেখা যায়, উৎপন্ন দ্রবণের সান্দ্রতা বা ভিসকোসিটি (Viscosity) দ্রাবকের সান্দ্রতা থেকে অনেক বেড়ে গেছে; তখন নিশ্চিত হওয়া যাবে ঐ জৈব যৌগটি সরল শিকল পলিমার। তরলের সান্দ্রতা বৃদ্ধির জন্যে সরল শিকল পলিমার ব্যবহার করা হয়।

পলিমার গ্লাস : কঠিন পলিমারের গলনাঙ্কের অনেক উচ্চ তাপমাত্রায় পলিমার সান্দ্রতায়ুক্ত আঠালো তরলে পরিণত হয়। তখন আন্তঃশিকল জট-পাকানো ও আন্ত-আণবিক আকর্ষণের ওপর এদের প্রবাহ নির্ভর করে। তাপমাত্রা হ্রাসের সাথে আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বেড়ে কঠিন হয়। তখন পলিমার শিকল কেলাসিত থাকে না, স্বচ্ছ কঠিন অবস্থায় থাকে, এরূপ পলিমারকে পলিমার গ্লাস বলে। পলিমারের তরল অবস্থা থেকে কঠিন পলিমার গ্লাসে রূপান্তরের তাপমাত্রার পরিসর $10^\circ - 20^\circ \text{C}$ হলেও এর মধ্যবর্তী নির্দিষ্ট তাপমাত্রাকে গ্লাস-অবস্থান্তর তাপমাত্রা, T_g (glass transition temp.) বলা হয়। অনেক স্বচ্ছ পলিমার গ্লাস জানালার কাচরূপে এবং পলিস্টারিন প্লাস্টিক গ্লাস থেকে খাবার পানির গ্লাস ও কাপ তৈরি করা হয়।

২.১৮.১ প্লাস্টিসিটি (Plasticity)

পলিমারসমূহের প্রবাহ ধর্ম সংশ্লিষ্ট প্লাস্টিক বৈশিষ্ট্য বা প্লাস্টিসিটি ধর্ম আছে। 'প্লাস্টিক' শব্দ দ্বারা সে সব কঠিন বস্তুকে বোঝায়, যাদের আকার বল প্রয়োগে বিকৃত করার পর সেই আকারে থাকে, পূর্বের আকারে ফিরে যায় না। তুলনামূলকভাবে ইলাস্টিক (elastic) শব্দ দ্বারা সে সব কঠিন বস্তুকে বোঝায়, যাদের আকার বল প্রয়োগে বিকৃত করার পরও ঐ বিকৃত আকার প্রয়োগকৃত বল অপসারণের পর পূর্বের আকার লাভ করে।

প্লাস্টিক ধর্ম বা প্লাস্টিসিটির কারণে অনেক কঠিন পলিমারকে উত্তপ্ত করে লম্বা করা (stretched) যায়, বাঁকানো যায় (bent), মোছড়ানো যায় (twisted); কিন্তু শীতল করলে সেই বিকৃত অবস্থায় থেকে যায়। একরূপে প্লাস্টিক পলিমার থেকে বিভিন্ন আকৃতির ব্যবহারের জিনিস যেমন শিশুর দুধের বোতল, গাড়ির বিভিন্ন অংশ ইত্যাদি তৈরি করা হয়। সুতরাং প্লাস্টিসিটিকে নিম্নরূপে সংজ্ঞায়িত করা হয়।

প্লাস্টিসিটির সংজ্ঞা : কোনো কঠিন পলিমার যে ধর্মগুণে উচ্চ তাপমাত্রায় তরল অবস্থায় প্রবাহ ধর্ম লাভ করে এবং একে পুনঃ পুনঃ বিগলিত অবস্থায় বিভিন্ন আকার ও আকৃতিতে মোস্ত করা যায়, পলিমারের সে ধর্মকে পলিমারের প্লাস্টিসিটি বলে।

(i) পলিমার শিকলের শাখা-সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে প্লাস্টিসিটি লোপ পায়।

(ii) পলিমার শিকলে শাখা বৃদ্ধি পেলে পলিমার শিকল ঘনিষ্ঠভাবে বিন্যস্ত হতে পারে না এবং কেলাস আকৃতিও ঘটে না; তখন ঘনত্বও হ্রাস পায়।

(iii) শাখা শিকলের মাধ্যমে বিভিন্ন শিকল যুক্ত হয়ে ক্রসলিংক (cross-linked) জটিল পলিমার গঠন করে যেমন ব্যাকেলাইট, মেলামাইন পলিমার। একরূপ ক্রস-লিংকের পরিমাণের ওপর নির্ভর করে প্লাস্টিকের ধর্মে পার্থক্য ঘটে।

পলিমারের শ্রেণিবিভাগ : প্লাস্টিসিটি ধর্মের ওপর ভিত্তি করে পলিমারসমূহ দু' শ্রেণিতে বিভক্ত। যেমন, (১) থার্মোপ্লাস্টিক (পলিথিন, পলিস্টারিন প্লাস্টিক) ও (২) থার্মোসেট প্লাস্টিক (ব্যাকেলাইট, মেলামাইন প্লাস্টিক)।

থার্মো-প্লাস্টিক : যে সব পলিমারে ক্রসলিংক কম থাকে সে সব পলিমার থার্মোপ্লাস্টিক (thermoplastic) পলিমার অবস্থা লাভ করে; এ অবস্থায় উচ্চ তাপমাত্রায় গলিত তরলে প্রবাহ ধর্ম থাকে। থার্মো-প্লাস্টিকগুলো তাপ প্রয়োগে নরম ও গলে যায় এবং শীতল করলে পুনরায় পূর্বের মতো কঠিন হয়। এ প্রক্রিয়া পুনঃপুনঃ করা যায়। এরা গঠনে প্রধানত সরল শিকল পলিমার। যেমন, পলিথিন, পলিস্টারিন প্লাস্টিক।

থার্মোসেট-প্লাস্টিক : যে সব পলিমারে ক্রসলিংক বেশি ঘটে; তখন এরা থার্মোসেট-প্লাস্টিক (thermoset) পলিমারে পরিণত হয়। এ অবস্থায় উচ্চ তাপমাত্রায় তরলের প্রবাহ ধর্ম থাকে না, কারণ পলিমারটি একক জালিকা-বিন্যাস (net-work) লাভ করে। থার্মোসেট প্লাস্টিকগুলো প্রস্তুতকালে প্রথমবারের মতো তরল থেকে শীতল করে কঠিন করা যায়। পুনরায় গলানো যায় না। এরা গঠনে ক্রস-লিংক জটিল পলিমার। যেমন, ব্যাকেলাইট, মেলামাইন পলিমার ইত্যাদি।

ব্যবহার : বিদ্যুৎ ও তাপ অপরিবাহী বস্তুরূপে এরা বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতির ফিটিংস্ ও সস্প্যানের হাতল তৈরিতে ব্যবহৃত হয়। আবার অনেক 'থার্মোসেট' গ্লাস-অবস্থান্তর তাপমাত্রা, T_g এর চেয়ে উর্ধ্ব তাপমাত্রায় 'ইলাস্টোমার' (elastomer) প্লাস্টিকে রূপান্তরিত হয়; যা ইলাস্টিকের মতো ধর্ম লাভ করে। যেমন- রাবার ব্যান্ড; সারণি-২.১৩ দেখ। থার্মোসেট-পলিমারগুলো এদের গ্লাস-অবস্থান্তর তাপমাত্রা, T_g এর নিচে অত্যন্ত দৃঢ় (rigid) ও মজবুত (strong) হয়।

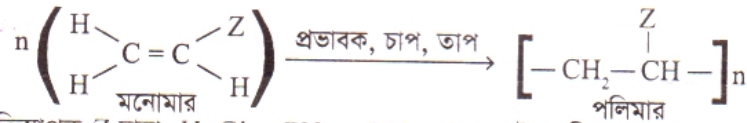
সারণি ২.১৩ : কয়েকটি ইলাস্টোমার, এদের T_g ও ব্যবহার

নাম	T_g (°C)	ব্যবহার
১. পলিবিউটাডাই-ইন	-106	রাবার ব্যান্ডস
২. পলি আইসোপ্রিন	- 65	সার্জিকেল গ্লাভস
৩. পলি ক্লোরোপ্রিন (নিওপ্রিন)	- 43	জুতা, মেডিকেল টিউবিং

সমস্যা : থার্মোপ্লাস্টিক ও থার্মোসেট প্লাস্টিকের মধ্যে তুলনামূলক পার্থক্য ব্যাখ্যা কর।

২.১৯ সংযোজন পলিমারকরণ বিক্রিয়া Addition Polymerisation

একই কার্যকরী মূলক যুক্ত অসংখ্য মনোমার পরস্পর যুক্ত হয়ে শিকল গঠন করলে এরূপ বিক্রিয়াকে সংযোজন পলিমারকরণ বিক্রিয়া বলে। এরূপে উৎপন্ন পলিমারকে চেইন বিক্রিয়া পলিমার বা চেইন বৃদ্ধিকারক পলিমার বলে। (i) অধিকাংশ সংযোজন পলিমারের মনোমার অণুতে অ্যালকিন মূলক $>C=C<$ থাকে। (ii) এদের আণবিক ভর মনোমার এর আণবিক ভরের পূর্ণ গুণিতক হয়। নিচের ২.১৪ নং সারণিতে উল্লেখিত বিভিন্ন পলিমার যেমন এক্রালিক সুতার সুয়েটার, বাজারের প্লাস্টিকের ব্যাগ ও ক্রিকেট খেলার বলে ব্যবহৃত পলিমারগুলোর মূল পার্থক্য হলো এদের প্রত্যেকের মনোমারের দ্বিবন্ধনযুক্ত C- পরমাণুতে সংযুক্ত বিভিন্ন রাসায়নিক মূলক অথবা পরমাণু। সুতরাং (iii) অ্যালকিন ও প্রতিস্থাপিত অ্যালকিন এ সব সংযোজন পলিমার গঠন করে। এ সব (iv) সংযোজন পলিমারকরণ বিক্রিয়া উপযুক্ত তাপমাত্রা ($70^\circ C$) চাপ (5-10 atm) ও প্রভাবকের (Cr_2O_3) উপস্থিতিতে ঘটে। সংযোজন পলিমারকরণ বিক্রিয়াকে নিচের-সাধারণ সমীকরণ দ্বারা প্রকাশ করা হয়।



এখানে প্রতিস্থাপক Z দ্বারা H, Cl, $-CH_3$, $-OH$, $-C_6H_5$ ইত্যাদি পরমাণু বা মূলক বোঝায়।

সারণি ২.১৪ : কিছু সংখ্যক মনোমার অ্যালকিন, সংযোজন পলিমার ও এদের ব্যবহার

প্রতিস্থাপক Z	মনোমার অ্যালকিন	পলিমার	পলিমারের ব্যবহার
Z = H	$H_2C = CH_2$	পলিইথিলিন	প্লাস্টিক ব্যাগ, বোতল, খেলনা।
Z = F (৪টি)	$F_2C = CF_2$	পলিটেট্রাফ্লোরো ইথিলিন	রান্নার সরঞ্জাম যেমন টেফলন।
Z = $-CH_3$	$H_2C = CH-CH_3$	পলিপ্রোপিলিন	ঘরের মেঝের কার্পেটিং, বোতল।
Z = Cl	$H_2C = CHCl$	পলি(ভিনাইল ক্লোরাইড)	প্লাস্টিকের মোড়ক, বাগানের পানির হোজপাইপ, ঘরে ব্যবহৃত রজ্জু ফার্নিচার, প্যাকেজিং, টেলিভিশন ক্যাবিনেট, ইনসুলেশন,
Z = $-C_6H_5$	$H_2C = CH-C_6H_5$	পলিস্টারিন	রজ্জু, ফেব্রিকস, কৃত্রিম চুল (অরলন)
Z = $-CN$	$H_2C = CH-CN$	পলিঅ্যাক্রাইলো নাইট্রাইল	আঠা বা গু, পেইন্টস, কোট তৈরির কাপড়, কম্পিউটার ডিস্ক।
Z = $CH_3-C(=O)-O-$	$H_2C = CH-O-C(=O)-CH_3$	পলি (ভিনাইল অ্যাসিটেট)	

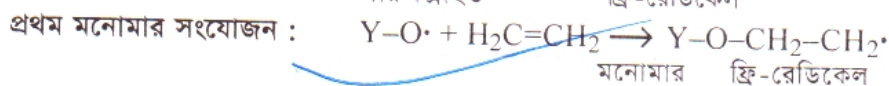
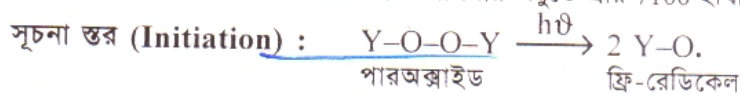
সংযোজন পলিমারকরণ মেকানিজম : ইথিলিন কীরূপে মুক্ত মূলক বা ফ্রি-রেডিকেল পলিমারকরণ-বিক্রিয়ায় পলিইথিলিন গঠন করে তা জানতে চেষ্টা করবো। এটি একটি চেইন বিক্রিয়া, যা তিন ধাপে ঘটে; সূচনা স্তর (initiate), বিস্তারণ স্তর (propagate) ও সমাপ্তি স্তর (terminate)।

(১) প্রথম স্তরে প্রভাবক পারঅক্সাইড ($Y-O-O-Y$) উচ্চ তাপমাত্রায় সিগমা বন্ধন ভেঙ্গে ফ্রি-রেডিকেল সৃষ্টি করে। এটি মনোমার অ্যালকিনের পাই (π) বন্ধনের একটি ইলেকট্রনের সাথে সিগমা বন্ধনে যুক্ত হয়ে নতুন একটি ফ্রি-রেডিকেল গঠন করে।

(২) মনোমার অ্যালকিন থেকে সৃষ্ট এ নতুন ফ্রি-রেডিকেলটি ২য় মনোমারের π বন্ধনের একটি ইলেকট্রনসহ যুক্ত হয়ে দুটি মনোমার সমন্বিত ফ্রি-রেডিকেল গঠন করে।

(৩) এরূপে পলিমারের কার্বন শিকল বৃদ্ধি পেতে থাকে। এ প্রক্রিয়া হলো ২য় স্তরের বিস্তারণ স্তর বা শিকল বৃদ্ধিকরণ প্রক্রিয়া।

(৪) এরূপে সৃষ্ট দীর্ঘ কার্বন শিকলের দু'প্রান্ত সিগমা বন্ধনে যুক্ত হয়ে বিস্তারণ স্তরের সমাপ্তি ঘটে। এরূপে সৃষ্ট ও ব্যবহৃত বাজারের পলিথিন প্লাস্টিক ব্যাগে প্রতি পলিমার অণুতে প্রায় 7100 ইথিলিন অণু যুক্ত থাকে।



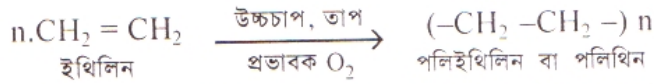
বিস্তারণ স্তর (Propagation) : $YO-CH_2CH_2\cdot + H_2C = CH_2 \longrightarrow YO-CH_2 (CH_2)_2 CH_2\cdot$

ত্রিমনোমার ফ্রি-রেডিকেল গঠন : $YO-CH_2(CH_2)_2 CH_2\cdot + CH_2 = CH_2 \longrightarrow YO-CH_2 (CH_2)_4 CH_2\cdot$

সমাপ্তি স্তর (Termination) : $YO-CH_2(CH_2)_n CH_2\cdot + \cdot CH_2 (CH_2)_m CH_2OY \longrightarrow YO-CH_2 (CH_2)_n CH_2-CH_2(CH_2)_m CH_2-OY$

1963 খ্রিস্টাব্দে নোবেল বিজয়ী K.Ziegler ও G. Natta জৈব-Al- যৌগ যেমন $Al (C_2H_5)_3$ ও টাইটেনিয়াম অথবা স্ত্যানাডিয়াম টেট্রাক্লোরাইড ব্যবহার করে সহজ পদ্ধতিতে (5–10 atm ও $70^\circ C$) পলিথিন উৎপাদন করেন। বর্তমানে রসায়নবিদেরা stereoselective জৈব ধাতব প্রভাবক ব্যবহার করে মনোমার অণুকে কার্বন-শিকলে বিভিন্ন ত্রিমাত্রিক সূঁঠ বিন্যাসে ঘনিষ্ঠ (packing) বিভিন্ন ভৌত ধর্মবিশিষ্ট পলিমার সৃষ্টিতে সফল হয়েছে। এসব পলিমারে বিভিন্ন ভৌত ধর্ম যেমন ঘনত্ব (density), দৃঢ়তা (rigidity) ও ইলাস্টিসিটি (elasticity) বিভিন্ন হয়ে থাকে। যেমন নিম্ন ঘনত্বের পলিথিন (LDPE) হলো নরম ও মোম সদৃশ কঠিন হওয়ায় প্লাস্টিক ব্যাগ ও ফিল্মের মোড়ক তৈরিতে ব্যবহৃত হয়। কিন্তু উচ্চ ঘনত্বের পলিথিন (HDPE) হলো দৃঢ় ও কিছুটা স্বচ্ছ কঠিন হওয়ায় বৈদ্যুতিক রোধক, শক্ত বোতল ও খেলনা তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।

(১) ইথিলিনের পলিমারকরণ : উচ্চচাপে (1000~1200 atm-এ) ও তাপমাত্রা $200^\circ C$ এ সামান্য অক্সিজেন প্রভাবকের উপস্থিতিতে তরলীভূত ইথিলিনের অসংখ্য অণু পরস্পর যুক্ত হয়ে পলিইথিলিন বা পলিথিন নামক সাদা অস্বচ্ছ কঠিন প্লাস্টিক পদার্থ উৎপন্ন হয়।

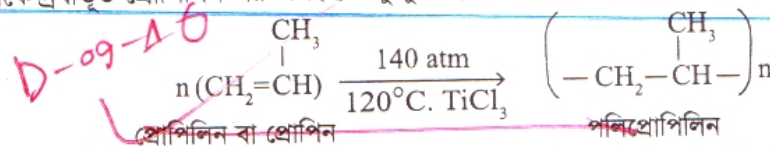


ইথিলিন থেকে পলিথিন প্রস্তুতিতে বিভিন্ন প্রভাবক ব্যবহার করে স্বল্পচাপ ও অধিক চাপ প্রয়োগ করা হয়। অধিক চাপ পদ্ধতিতে প্রভাবকরূপে অক্সিজেন অথবা জৈব পারঅক্সাইড যেমন, বেনজোয়িল পারঅক্সাইড $(C_6H_5CO)_2O_2$ ব্যবহৃত হয়। অধিক চাপ পদ্ধতিতে তাপমাত্রা $200^\circ C$ ও চাপমাত্রা 1000~1200 atm রাখা হয়। স্বল্প চাপ পদ্ধতিতে ধাতব প্রভাবকরূপে Cr_2O_3 গুঁড়াকে সিলিকা অ্যালুমিনা ধারকের ওপর রাখা হয়। তখন তাপমাত্রা $70^\circ C$ এবং 5–10 atm চাপ প্রয়োগ করা হয়।

পলিথিনের বৈশিষ্ট্য : পলিথিন নমনীয় কিন্তু শক্ত প্রকৃতির প্লাস্টিক পদার্থ। এটা এসিড, ক্ষার ও বিভিন্ন দ্রাবক দ্বারা আক্রান্ত হয় না। এটা উত্তম তড়িৎ অন্তরক।

পলিথিনের ব্যবহার : পলিথিন প্রদানত ওষুধ পত্রাদির প্যাকেট করার কাজে ব্যবহৃত হয়। এছাড়া গৃহস্থালী কাজে ব্যবহৃত মগ, বালতি, টেবিল ক্লথ, ডাস্টবিন, পানির ট্যাংক প্রভৃতি তৈরিতে ব্যবহৃত হয়। বৈদ্যুতিক তারের অন্তরকরূপে ও বিভিন্ন প্রকারের বোতল তৈরিতে পলিথিনের ব্যবহার আছে।

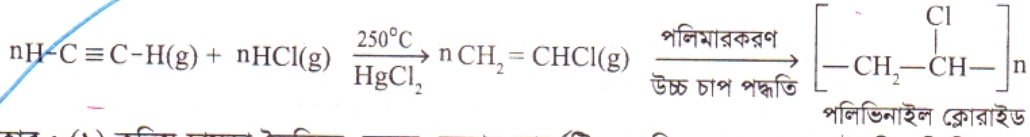
(২) পলিপ্রোপিলিন প্রস্তুতি : প্রায় $120^\circ C$ এ উত্তম টাইটেনিয়াম টেট্রাক্লোরাইড ($TiCl_3$) প্রভাবক ও 140 atm চাপে হেক্টেন দ্রাবকে দ্রবীভূত প্রোপিলিন এর অসংখ্য অণু যুক্ত হয়ে পলিপ্রোপিলিন পলিমার গঠন করে।



বৈশিষ্ট্য : পলিপ্রোপিলিন হলো সবচেয়ে হালকা পলিমার প্লাস্টিক। অপরদিকে পলিইথিলিন নিম্ন, মাধ্যম ও উচ্চ অণুরত্বের তিন শ্রেণির পলিমান আছে। তাদের আপেক্ষিক গুরুত্ব হলো যথাক্রমে 0.925, 0.926 ও 0.94।

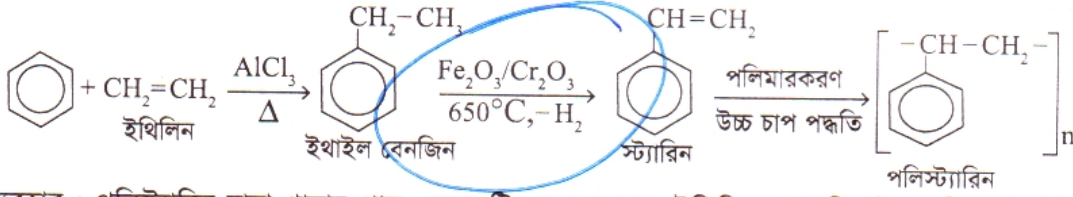
ব্যবহার : পলিপ্রোপিলিনের বিশেষ প্রকারের ব্যবহারের মধ্যে মোটা রজ্জু বা রোপ, কার্পেট প্রভৃতি প্রস্তুতির জন্য কৃত্রিম দূতা তৈরি উল্লেখযোগ্য।

(৩) পলিভিনাইল ক্লোরাইড (PVC) প্রস্তুতি : প্রায় $160^{\circ}-250^{\circ}\text{C}$ তাপমাত্রায় উত্তপ্ত মারকিউরিক ক্লোরাইড (HgCl_2) প্রভাবকের ওপর দিয়ে অ্যাসিটিলিন ও শুষ্ক HCl গ্যাসের সংযোজনে ভিনাইল ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়। এটি বেনজোয়িল পারঅক্সাইড প্রভাবকের উপস্থিতিতে অধিক চাপ ও উচ্চ তাপমাত্রায় পলিভিনাইল ক্লোরাইড (PVC) উৎপন্ন করে। উৎপন্ন PVC কে 52°C তাপমাত্রায় ও 9 atm চাপে হেপ্টেন দ্রাবকে রাখা হয়।



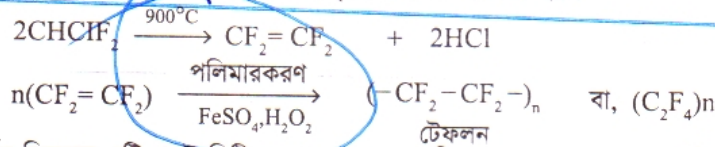
ব্যবহার : (১) কৃত্রিম চামড়া তৈরিতে, ঘরের মেঝের কার্পেটিং প্রস্তুতিতে, ঘরের ছাদ তৈরির জিনিসপত্র তৈরিতে, প্লাস্টিক সিরিজ, রেইনকোট, গ্রামোফোন রেকর্ড তৈরির জন্য পলিভিনাইল ক্লোরাইড ব্যবহৃত হয়।

(৪) পলিস্ট্যারিন (Polystyrene) প্রস্তুতি : শুষ্ক AlCl_3 প্রভাবকের উপস্থিতিতে বেনজিনের সাথে ইথিলিনের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন ইথাইল বেনজিনকে 650°C তাপমাত্রায় ফেরিক অক্সাইড বা ক্রোমিয়াম অক্সাইড প্রভাবকের ওপর দিয়ে চালনা করলে H_2 অপসারিত হয়ে স্ট্যারিন উৎপন্ন হয়। স্ট্যারিন থেকে উচ্চ চাপ সংযোজন পলিমারকরণ প্রক্রিয়ায় পলিস্ট্যারিন প্রস্তুত করা হয়।



ব্যবহার : পলিস্ট্যারিন দ্বারা খাবার পাত্র, কসমেটিকের বোতল, টেলিভিশন ক্যাবিনেট, প্লাস্টিক কাপ, শিশুদের খেলনার জিনিস ও প্যাকেজিং এর জিনিস তৈরি করা হয়।

(৫) টেফলন (Teflon) : ক্লোরো ডাইফ্লোরো মিথেন থেকে 900°C এ উৎপন্ন টেট্রাফ্লোরো ইথিলিন এর যুত পলিমারকরণ প্রক্রিয়ায় টেফলন বা পলিটেট্রাফ্লোরো ইথিলিন (PTFE) প্রস্তুত করা হয়। প্রভাবকরূপে ফেরাস সালফেট ও হাইড্রোজেন পারঅক্সাইড ব্যবহৃত হয়। রান্নার প্যান-প্যানে টেফলনের কোটিং দেয়া হয়।



বৈশিষ্ট্য : ফ্লোরো কার্বন হিসেবে এটি খুবই নিষ্ক্রিয়, অদাহ্য এবং এসিড ক্ষার ও জারক পদার্থের সাথে ক্রিয়াহীন। বিদ্যুৎ ও তাপ অপরিবাহী এবং অত্যন্ত শক্ত।

ব্যবহার : রান্নার প্যান (Pan)-এর ওপর টেফলন এর নন-স্টিকিং আবরণী বা কোটিং দেয়া হয়। এছাড়া বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতিতে অন্তরক বা ইনসুলেটররূপে, জাহাজের রজ্জু, ভালভ প্রভৃতি তৈরিতে টেফলন ব্যবহৃত হয়।

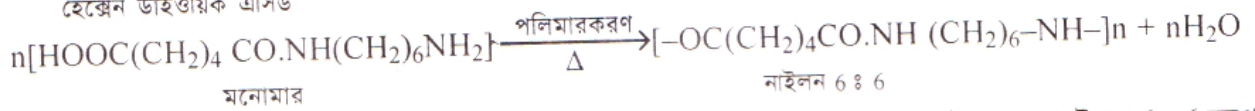
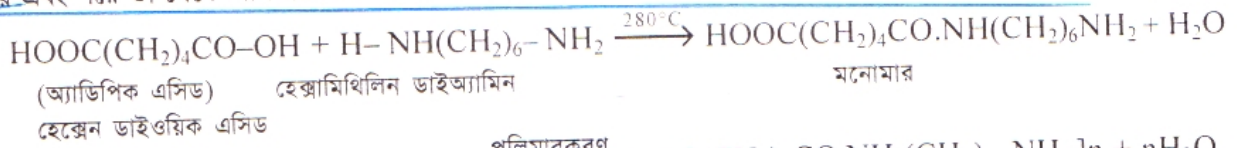
২.১৯.১ ঘনীভবন পলিমারকরণ (Condensation Polymerisation)

ঘনীভবন পলিমারকরণের ক্ষেত্রে দুটি ভিন্ন কার্যকরী মূলক যুক্ত মনোমার বিক্রিয়া কালে পানি অণু অপসারণ করে হেটারো পরমাণু (N or O) যুক্ত কার্বন শিকল বৃদ্ধি করে থাকে। এজন্য এক্ষেত্রে পলিমারকরণকে নিরুদন-ঘনীভবন (dehydration-condensation) বলা হয়। অনেক ঘনীভবন পলিমার হলো কো-পলিমার (copolymers) অর্থাৎ এদের শিকলে দুই বা

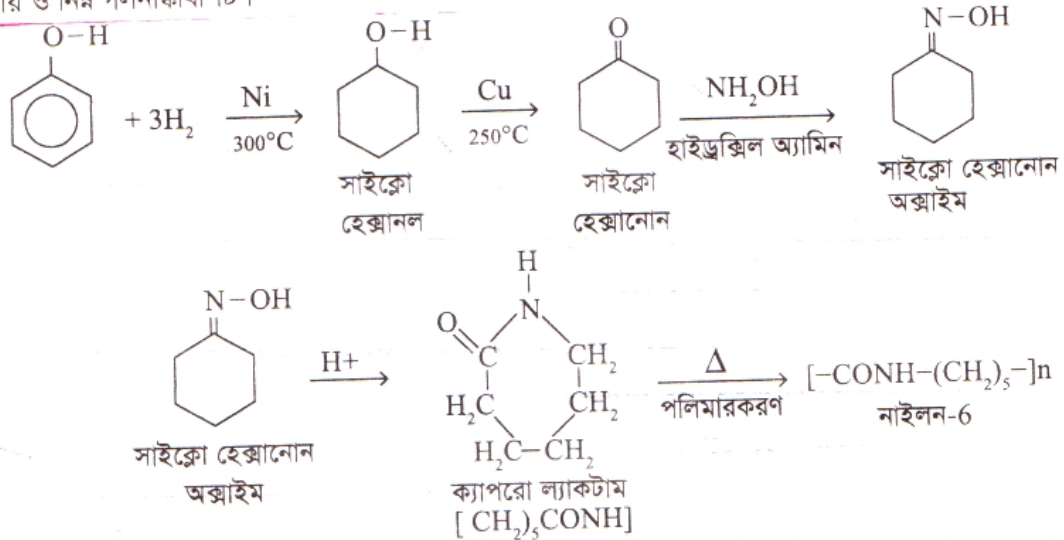
ততোধিক ভিন্ন এককের পুনরাবৃত্তি ঘটে। যেমন মনোমার ডাইকার্বক্সিলিক এসিড ও মনোমার ডাই অ্যামিনের মধ্যে বিক্রিয়ায় পলি অ্যামাইড (নাইলন) গঠিত হয়। অপরদিকে ডাইকার্বক্সিলিক এসিড মনোমার ও ডাইহাইড্রক্সি অ্যালকোহল মনোমারের মধ্যে বিক্রিয়ায় পলিএস্টার (ডেক্রন) গঠিত হয়। যেমন,

নাইলন : ঘনীভবন পলিমারকরণ প্রক্রিয়ায় সৃষ্ট পৌনঃপৌনিক অ্যামাইড বন্ধন (-CONH-) যুক্ত সাংশ্লেষিক পলি অ্যামাইড পলিমারকে নাইলন বলে। যেমন, দাঁতের ব্রাশ তৈরিতে ব্যবহৃত নাইলন ৬ : ৬, নাইলন ৬ : ১০ ইত্যাদি।

নাইলন-৬ : ৬; হেক্সামিথিলিন ডাইঅ্যামিনের জলীয় দ্রবণের সাথে ক্লোরোফরমে দ্রবীভূত অ্যাডিপিক এসিডকে (ছয় কার্বনের ডাই কার্বক্সিলিক এসিড) উত্তপ্ত করলে প্রথমে ঘনীভবন বিক্রিয়ায় নাইলন ৬ : ৬ এর মনোমার বা কোপলিমার উৎপন্ন হয় এবং পরে তা থেকে পলিমারকরণ প্রক্রিয়ায় নাইলন - ৬ : ৬ উৎপন্ন হয়।

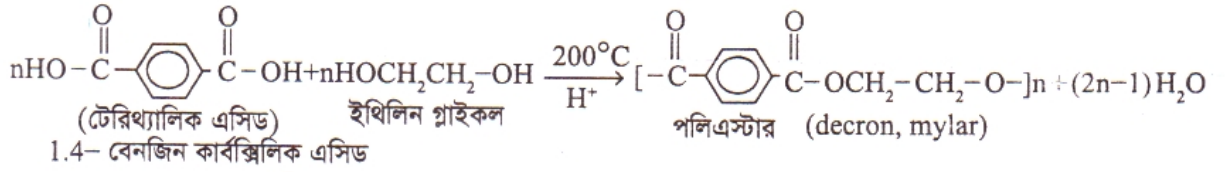


এছাড়া নাইলন-৬ পলিঅ্যামাইড ফেনল থেকে নিম্ন সমীকরণ মতে প্রস্তুত করা হয়। নাইলন-৬, নাইলন-৬ : ৬ অপেক্ষা বেশি নমনীয় ও নিম্ন গলনাঙ্কবিশিষ্ট।



ব্যবহার : নাইলনের শিকলে সমযোজী বন্ধন নাইলনকে মজবুত রাখে এবং ভিন্ন শিকলের মধ্যে N পরমাণুর মুক্ত জোড় ইলেকট্রনসহকারে সৃষ্ট H- বন্ধন নাইলনকে ফ্লেক্সিবল বা নমনীয় করে। এজন্যে উৎপাদিত নাইলনের অর্ধেকেরও বেশি অটোমোবাইল টায়ার রজ্জু উৎপাদনে ব্যবহৃত হয়। এছাড়া অবশিষ্ট নাইলন মোটা কঞ্চল, কাপড়, দাঁতের ব্রাশ ও মাছধরব জালের সুতা তৈরিতে ব্যবহৃত হয়। আকৃষ্ণিত নাইলন সুতা দ্বারা ইলাস্টিক গেঞ্জি, মোজা তৈরি করা হয়।

ডেক্রন (Dacron) : জনপ্রিয় পলিএস্টার সুতার ডেক্রন (যুক্তরাষ্ট্রে) বা টেরিলিন (Terylene) ডাইকার্বক্সিলিক টেরিথ্যালিক এসিড ও ইথিলিন গ্লাইকল এসিড প্রভাবকের উপস্থিতিতে প্রস্তুত করা হয়। এ পলিএস্টার থেকে মাইলার নামে প্রাস্টিক ফিল্ম ও রেকর্ডিং টেপ তৈরি করা হয়।



এক্ষেত্রে এস্টার বন্ধন ($-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{C}-$) দ্বারা এককগুলো আবদ্ধ হয়ে পলিএস্টার গঠিত হয়। অনুরূপভাবে নাইলন গঠনে অ্যামাইড বন্ধন ($-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NH}-$) দ্বারা এককগুলো আবদ্ধ হয়ে থাকে।

ডেক্রন বা টেরিলিনের ব্যবহার : ডেক্রন বা টেরিলিনের কৃত্রিম সুতাকে প্রাকৃতিক সুতা যেমন, কার্পাস তুলার সুতার সাথে (80 : 20 অনুপাত, 60 : 40 অনুপাতে) মিশিয়ে কাপড় উৎপাদন করা হয়। এভাবে প্রস্তুত করা ব্লেডিং সুতার কাপড় 100% কার্পাস তুলার সুতার কাপড়ের মতো আরামদায়ক হয়।

টেরিলিন থেকে সোয়েটার, মোজা, সাটিং কাপড়, শাড়ি ইত্যাদি বিভিন্ন প্রকারের কাপড় প্রস্তুত করা হয়। এছাড়া প্লাস্টিক ফিল্ম ও রেকডিং টেপ টেরিলিন থেকে তৈরি করা হয়।

২.২০ পলিমার অণুতে গ্লাইকোসাইড ও পেপটাইড বন্ধন

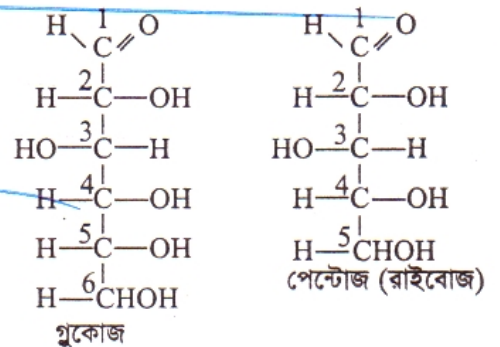
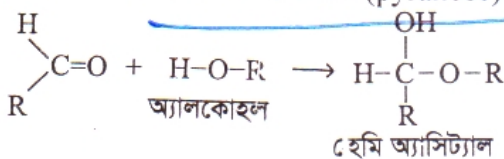
Glycoside and Peptide Bonds in Polymer molecules

উদ্ভিদ ও প্রাণী কোষে গ্লুকোজ একক থেকে গ্লাইকোসাইড বন্ধন দ্বারা পলিস্যাকারাইড সংশ্লেষণ এবং অ্যামাইনো এসিড থেকে পেপটাইড বন্ধন দ্বারা প্রোটিন সংশ্লেষণ ঘটে। পলিস্যাকারাইড বলতে সেলুলোজ, গ্লুকোজ ও গ্লাইকোজেনকে বোঝায়; এরা প্রাকৃতিক পলিমার বা বায়ো-অণু (biomolecules)। সেলুলোজ উদ্ভিদদেহের গঠন এবং স্টার্চ (শর্করা) উদ্ভিদ ও প্রাণীর খাদ্যরূপে জীবদেহে শক্তি যোগান দেয়। গ্লাইকোজেন হলো প্রাণিজ শর্করা; রক্তশ্রোতে থাকা অতিরিক্ত গ্লুকোজ ঘনীভবন বিক্রিয়ায় গ্লাইকোজেন পলিস্যাকারাইডরূপে লিভারে অল্প সময়ের জন্য জমা হয়। এ তিনটি পলিস্যাকারাইডের একক হলো গ্লুকোজ। কিন্তু এদের মধ্যে পার্থক্যের মূলে রয়েছে বলয় সংযোগে স্থানগত ভিন্নতা, নির্দিষ্ট বন্ধনের ওরিয়েন্টেশন (স্থানিক বিন্যাস) এবং ক্রস-লিংকের মাত্রার ভিন্নতা। কিছু পলিস্যাকারাইড N- পরমাণুর মাধ্যমে অন্য গ্রুপ যেমন পিরিমিডিন অথবা পিউরিনের সাথে যুক্ত হয়ে নিউক্লিক এসিড গঠন করেছে।

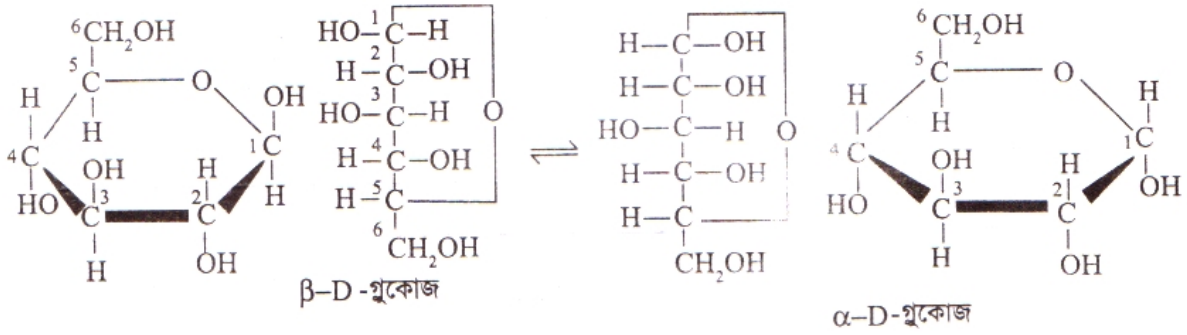
প্রাকৃতিক পলিস্যাকারাইডসমূহে ছয় C-পরমাণুযুক্ত গ্লুকোজ ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) অথবা পাঁচ C-পরমাণুযুক্ত পেটোজ ($\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5$) সুগার থাকে। সরল শিকল গ্লুকোজের কাঠামোতে চারটি অপ্রতিসম কার্বন বা কাইরাল-কেন্দ্র (C_2^* , C_3^* , C_4^* , C_5^*) আছে। তাই গ্লুকোজের $2^4 = (2 \times 2 \times 2 \times 2) = 16$ টি স্টেরিও সমাগু সম্ভব। অনুরূপভাবে পেটোজ সুগারে তিনটি কাইরাল কেন্দ্র আছে। তাই পেটোজের $2^3 = (2 \times 2 \times 2) = 8$ (আটটি) স্টেরিও সমাগু সম্ভব।

জলীয় দ্রবণে গ্লুকোজ ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) অণুর শিকল কাঠামোর C_1 এর অ্যালডিহাইড মূলক

($-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$) এর সাথে C_5 এর অ্যালকোহল মূলক ($-\text{OH}$) এর মধ্যে অন্তঃআণবিক হেমি অ্যাসিট্যাল গঠনের মাধ্যমে গ্লুকোজের সমতলীয় ষড়ভুজাকার বিষম চাক্রিক পাইরানোজ (pyranose) গঠন চক্র সৃষ্টি হয়।



গ্লুকোজের এরূপ চাক্রিক গঠনের ফলে ১ নং কার্বন (C₁) অপ্রতিসমতা প্রাপ্ত হয়; অর্থাৎ কাইরাল-C হয়। ফলে গ্লুকোজের আরো দুটি স্টেরিও সমাণু সৃষ্টি হয়। এদের একটিকে α-D গ্লুকোজ ও অপরটিকে β-D-গ্লুকোজ বলা হয়। α-D-গ্লুকোজের চাক্রিক গঠনে ১নং কার্বন (C₁) এর হাইড্রক্সিল (-OH) মূলকটি ডানদিকে এবং β-D-গ্লুকোজের ১ নং কার্বন-এর হাইড্রক্সিল (-OH) মূলকটি বাম দিকে থাকে।



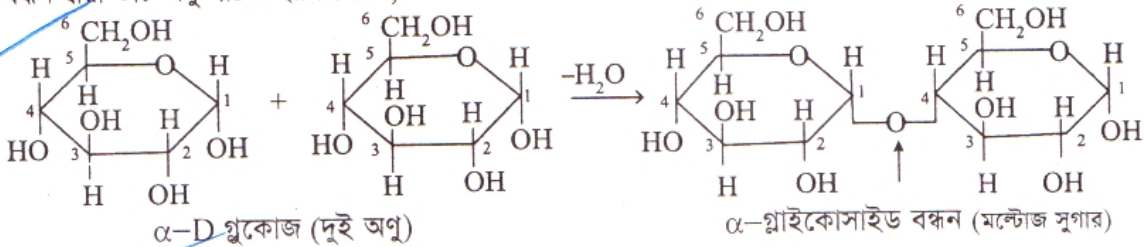
চিত্র ২.২৮ : গ্লুকোজের পাইরানোজ চক্র

[কার্বহাইড্রেট রসায়নে কার্বনিল মূলক শীর্ষে রেখে সবচেয়ে দূরবর্তী 'অপ্রতিসম কার্বনে' সংযুক্ত [-OH] মূলক যখন ডানদিকে থাকে তখন একে D-শ্রেণি যৌগ; আর বামদিকে থাকলে একে L-শ্রেণি যৌগ বলে। D-ও L-শ্রেণি সমাণুগুলো পরস্পর দর্পণ প্রতিবিম্ব হয়।]

২.২০.১ গ্লাইকোসাইড বন্ধন (Glycoside Bond)

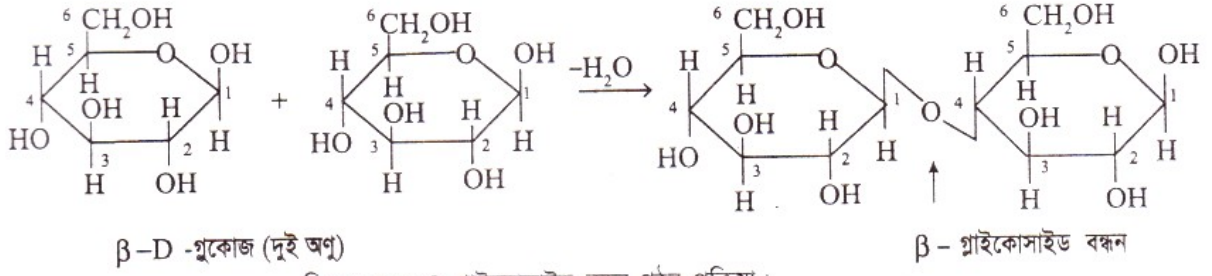
যখন মনোস্যাকারাইড গ্লুকোজের দুটি অণুর একটির C₁ এর এবং অপরটির C₄ এর দুটি -OH মূলক থেকে এক অণু পানি অপসারণের মাধ্যমে ঘনীভবন বিক্রিয়ায় C-O-C বন্ধন সৃষ্টি হয়, তখন ঐ বন্ধনকে গ্লাইকোসাইড বন্ধন বলে। একটি গ্লাইকোসাইড বন্ধন দ্বারা ডাইস্যাকারাইড সৃষ্টি হয়; যেমন চিনি বা সুগার হলো গ্লুকোজের ডাইস্যাকারাইড। গ্লাইকোসাইড বন্ধন দু'প্রকার। যেমন, (১) α-গ্লাইকোসাইড বন্ধন ও (২) β-গ্লাইকোসাইড বন্ধন।

α-গ্লাইকোসাইড বন্ধন : দুই অণু α-D-গ্লুকোজের একটির C₁ এবং অপরটির C₄ এর দুটি -OH মূলক থেকে এক অণু পানি অপসারণের মাধ্যমে ঘনীভবন বিক্রিয়ায় C-O-C নতুন বন্ধন সৃষ্টি হয়, তাকে α-গ্লাইকোসাইড বন্ধন বলে। এরূপ বন্ধন দ্বারা স্টার্চ অণু গঠিত হয়। যেমন,



চিত্র ২.২৯ : α-গ্লাইকোসাইড বন্ধন গঠন প্রক্রিয়া।

β-গ্লাইকোসাইড বন্ধন : দুই অণু β-D-গ্লুকোজের একটির C₁ এবং অপরটির C₄ এর দুটি -OH মূলক থেকে এক অণু পানি অপসারণের মাধ্যমে ঘনীভবন বিক্রিয়ায় C-O-C নতুন বন্ধন সৃষ্টি হয়, তাকে β-গ্লাইকোসাইড বন্ধন বলে। এরূপ বন্ধন দ্বারা সেলুলোজ অণু গঠিত হয়। যেমন,



চিত্র ২.৩০ : β -গ্লাইকোসাইড বন্ধন গঠন প্রক্রিয়া।

সেলুলোজ : পৃথিবীতে জৈব রাসায়নিক যৌগরূপে সেলুলোজের পরিমাণ সর্বাধিক। উদ্ভিদের 50% এর অধিক হলো সেলুলোজ, কটন হলো 90% সেলুলোজ। সেলুলোজের গঠন সরল শিকল পলিমার; এতে প্রায় 3000 β -D গ্লুকোজ অণু β -গ্লাইকোসাইড বন্ধনে আবদ্ধ থাকে। সেলুলোজের দৃঢ়তার মূলে রয়েছে পাশাপাশি সেলুলোজ শিকলের H-বন্ধন। সেলুলোজের β -গ্লাইকোসাইড বন্ধন ভাঙার প্রয়োজনীয় এনজাইম মানুষের পরিপাকতন্ত্রে নিঃসৃত হয় না; তাই মানুষ সেলুলোজ খাদ্যরূপে হজম করতে পারে না। কিন্তু গরু, ছাগল, ভেড়া ইত্যাদি তৃণভোজী প্রাণীর পরিপাকতন্ত্রে থাকা মাইক্রো অর্গানিজম দ্বারা সেলুলোজের β -গ্লাইকোসাইড বন্ধন সহজে অর্দ্র বিশ্লেষিত হয়।

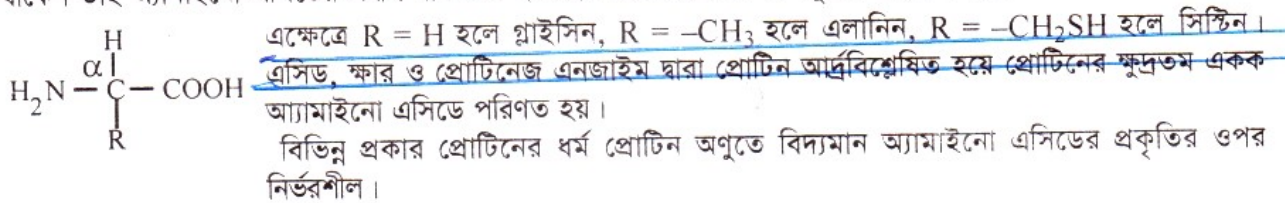
স্টার্চ : দেহে শক্তি যোগানকারীরূপে স্টার্চ উদ্ভিদ ও প্রাণীর খাদ্য। উদ্ভিদ কোষে স্টার্চ অ্যামাইলোজ ও অ্যামাইনো পেকটিনের মিশ্র পলিমাররূপে থাকে। অ্যামাইলোজ শিকল কুণ্ডলীকৃত (helical); এতে কয়েক হাজার গ্লুকোজ একক থাকে। অ্যামাইলোজ গরম পানিতে দ্রবণীয় এবং এতে আয়োডিন শোষিত হয়ে নীল বর্ণ সৃষ্টি করে। অপরদিকে অ্যামাইলো পেকটিন হলো অধিক শাখান্বিত; এতে দশ লক্ষের মতো গ্লুকোজ অণু যুক্ত থাকে। এক্ষেত্রে প্রতি 24 টি থেকে 30টি গ্লুকোজ অণুর পলিমার শিকলের প্রান্তীয় C_1 এর সাথে অপর শিকলের C_6 এর ক্রস-লিংক ঘটে। স্টার্চের α -গ্লাইকোসাইড বন্ধন মানুষের পরিপাকতন্ত্রের এনজাইমের দ্বারা অর্দ্র বিশ্লেষিত হয়ে গ্লুকোজরূপে শোষিত হয়।

গ্লাইকোজেন প্রাণীর খাদ্যের প্রয়োজনে ব্যবহৃত সঞ্চিত-খাদ্য হিসেবে লিভারে ও মাংসপেশিতে অদ্রবণীয় কণারূপে থাকে। এতে 1000 থেকে 500,000 গ্লুকোজ অণু C_1 এবং C_4 এর মধ্যে α -গ্লাইকোসাইড বন্ধন দ্বারা আবদ্ধ থাকে; কিন্তু স্টার্চের চেয়েও বেশি শাখান্বিত অবস্থায় প্রতি 8টি থেকে 12 টি গ্লুকোজ অণুর পলিমার শিকলের প্রান্তীয় C_1 এর সাথে অপর শিকলের C_6 এর ক্রস-লিংক ঘটে।

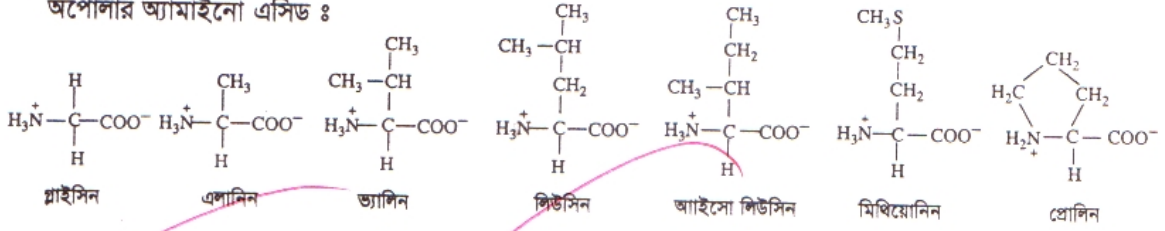
সমস্যা ২.৪৬ : (১) স্টার্চ যেমন আলু, গম, চাউল হলো α -D গ্লুকোজের পলিমার; এর সমর্থনে ব্যাখ্যা দাও।
 (২) সেলুলোজ যেমন কাঠ, ঘাস হলো β -D গ্লুকোজের পলিমার; এর সমর্থনে ব্যাখ্যা দাও।

২.২০.২ পেপটাইড বন্ধন ও প্রোটিন (Peptide Bond and Protein)

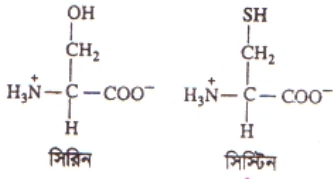
আমরা ২.১৯.১ অনুচ্ছেদে পলিঅ্যামাইডরূপে নাইলন-৬ : ৬ গঠনে জেনেছি, দুটি মনোমারের মধ্যে একটির $-\text{COOH}$ মূলকের সাথে অপরটি $-\text{NH}_2$ মূলকের বিক্রিয়ায় H_2O অণু অপসারিত হয়ে অ্যামাইড বন্ধন সৃষ্টি হয়েছে। প্রোটিন হলো প্রাকৃতিক সরল শিকল পলিঅ্যামাইড এবং এদের একক হলো বিশ-প্রকারের অ্যামাইনো এসিড। প্রত্যেক অ্যামাইনো এসিডের প্রান্তীয় কার্বনটি কার্বক্সিল মূলক ($-\text{COOH}$) এবং α -কার্বনে (শিকলের ২য় কার্বনে) অ্যামিনো মূলক ($-\text{NH}_2$) থাকে। তাই অ্যামাইনো এসিডের এরূপ নামকরণ হয়েছে। অ্যামাইনো এসিডসমূহের সাধারণ সংকেত নিম্নরূপ :



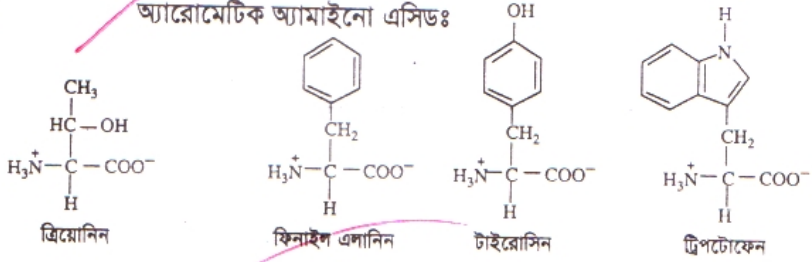
অপোলার অ্যামাইনো এসিড :



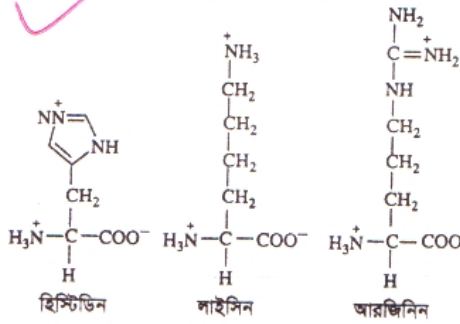
পোলার অ্যামাইনো এসিড :



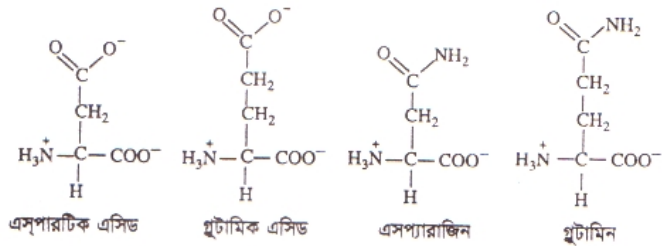
অ্যারোমেটিক অ্যামাইনো এসিড :



ক্ষারীয় অ্যামাইনো এসিড :

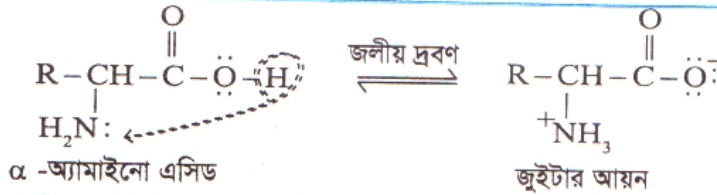


অম্লীয় অ্যামাইনো এসিড ও অ্যামাইডজাতক



চিত্র ২.৩১ : ২০টি অ্যামাইনো এসিডের গাঠনিক সংকেত।

জুইটার আয়ন : প্রাণি কোষের জলীয় কোষ তরলে (cell-fluid-এ) অ্যামাইনো এসিডের -COOH মূলক থেকে একটি H⁺ আয়ন পানিতে H₃O⁺ আয়ন সৃষ্টি করে এবং তা ঐ একই অণুর -NH₂ মূলকে স্থানান্তরিত হলে ধনাত্মক আয়ন (-NH₃⁺) সৃষ্টি হয়। এটি হলো অন্তঃআণবিক অম্ল-ক্ষার বিক্রিয়া। একরূপ অ্যামাইনো এসিড অণুর দু'প্রান্তে ধনাত্মক ও ঋণাত্মক চার্জ সৃষ্টি হওয়ায় একে জুইটার -আয়ন (zwitter ion) বলে। বিক্রিয়াটিকে নিম্নরূপে প্রকাশ করা যায়।



পেপটাইড বন্ধন গঠন : উদ্ভিদ ও প্রাণিদেহে এনজাইমের প্রভাবে অ্যামাইনো এসিডসমূহ পলিমারকরণ প্রক্রিয়ায় প্রথমে বিভিন্ন পেপটাইড গঠন করে এবং পরে বিভিন্ন পেপটাইড পুনরায় পলিমারকরণের মাধ্যমে প্রোটিনে পরিণত হয়।

পেপটাইড বন্ধন ও ডাইপেপটাইড : একটি অ্যামাইনো এসিডের কার্বক্সিল মূলক ও অপর একটি অ্যামাইনো এসিডের α-অ্যামাইনো মূলকের সাথে বিক্রিয়ায় পানি অণু অপসারণের পর যুক্ত হয়ে যে অ্যামাইড বন্ধন গঠিত হয়, তাকে পেপটাইড বন্ধন বলে। দুটি ভিন্ন অ্যামাইনো এসিড একটি পেপটাইড বন্ধন দ্বারা একটি ডাইপেপটাইড গঠন করে। পেপটাইড বন্ধন হলো দ্বিযোজী অ্যামাইড বন্ধন (-CONH-)

যেমন ডিমের সাদা অংশ অ্যালবুমিন, রক্তের RBC এর হিমোগ্লোবিন, অস্থির উপরিস্থিত মায়েোগ্লোবিন, দুধের কেসিন, এনজাইমসমূহ ইত্যাদি টারসিয়ারি প্রোটিন।

প্রোটিনের স্বভাবচ্যুতি : সব টারসিয়ারি বা গ্লোবিউলার প্রোটিন পানিতে কলয়েড দ্রবণ তৈরি করে। কিন্তু তাপের প্রভাবে অথবা এসিড ও ক্ষার দ্রবণে তাদের টারসিয়ারি ত্রিমাত্রিক আণবিক গঠন হারায় এবং জমাটবদ্ধ হয়ে অদ্রবণীয় তত্ত্বমত সরলরৈখিক প্রাইমারি প্রোটিনে পরিণত হয়। একে প্রোটিনের স্বভাবচ্যুতি (denaturation) বলে। স্বভাবচ্যুত প্রোটিন অণুর অন্তঃপেপটাইড শিকলের সল্ট বন্ধনও হাইড্রোজেন বন্ধনগুলোর পরিবর্তন অথবা আংশিক বিভাজন ঘটে। ফলে প্রোটিনের ভৌত ধর্মে পরিবর্তন ঘটে; যেমন, স্বভাবচ্যুত প্রোটিন পানিতে অদ্রবণীয় ও জমাটবদ্ধ হয়। ডিমের অ্যালবুমিন তাপের প্রভাবে এর টারসিয়ারি ত্রিমাত্রিক আণবিক গঠন হারিয়ে সরলরৈখিক প্রাইমারি প্রোটিনে পরিণত হয়। ফলে এটি জমাট বাঁধে এবং শক্ত ও অদ্রবণীয় হয়।

৪। কোয়াটারনারি (4°) গঠন, এটি হলো প্রোটিন গঠনের সবচেয়ে জটিল রূপ। এরূপ গঠনের প্রোটিনে সব ইউনিটরূপে বিভিন্ন পেপটাইড শিকল জড়িত থাকে। সামগ্রিক প্রোটিনে ঐ সব শিকলের বিন্যাস প্রোটিনের গঠন নির্ধারণ করে।

২.২১ দৈনন্দিন জীবনে জৈব যৌগের গুরুত্ব

Organic Compounds in Our Everyday Life

আমরা এ অধ্যায়ে জৈব রসায়ন সম্বন্ধে বিভিন্ন সমগোত্রীয় শ্রেণির যৌগের প্রস্তুতি ও ধর্ম আলোচনায় এ সব যৌগের মানব জীবনে ব্যবহার সম্বন্ধে অনেক জেনেছি। মানুষের জীবনের প্রাথমিক সমস্যা অন্ন (খাদ্যবস্তু), বস্ত্র, বাসস্থান, শিক্ষা ও চিকিৎসা ইত্যাদির ক্ষেত্রে জৈব যৌগের অবদান ও গুরুত্ব অপরিসীম।

শিক্ষার্থীর বাড়ির কাজ :

প্রত্যেক শিক্ষার্থী দৈনন্দিন জীবনে পরিধেয় বস্ত্র, ভোগ্যপণ্য, গৃহসামগ্রী, শিক্ষা উপকরণ ও ওষুধ ইত্যাদির ক্ষেত্রে জৈব যৌগের গুরুত্ব আলোচনা করে প্রতিবেদন তৈরি কর। প্রয়োজনে জৈব রসায়ন ও ইন্টারনেটের তথ্যভাণ্ডারের সহায়তা নিতে পার। প্রত্যেকের প্রতিবেদন শিক্ষকের নিকট জমা দাও।

২.২২ পরিবেশ ও সামাজিক ক্ষেত্রে জৈব যৌগের গুরুত্ব

Importance of Organic compounds in Environment and Social Concerns

প্রত্যেক মানুষ পরিবেশ ও সমাজেরই অংশ। মানুষই জৈব যৌগ ব্যবহার করে। জৈব যৌগের সে সব ব্যবহার ব্যক্তিজীবনে ও সামাজিক জীবনে হয়ে থাকে। আবার জৈব যৌগ ব্যবহারের পর পারিপার্শ্বিক পরিবেশে বর্জ্যরূপেও ফেলা হয়। অনেক জৈব যৌগের বর্জ্য পরিবেশ দূষণের কারণ হতে পারে। প্রথমে পরিবেশের ওপর এবং পরে সামাজিক ক্ষেত্রে জৈব যৌগের গুরুত্ব আলোচনা করা হলো।

পরিবেশের ওপর জৈব যৌগের প্রভাব

প্রাত্যহিক জীবনে আমরা বিভিন্ন জৈব যৌগ খাদ্য, বস্ত্র, ওষুধ ও বিভিন্ন বস্তু-সামগ্রী রূপে ব্যবহার করি। ব্যবহার শেষে ঐ সব পদার্থের কিছু আশেপাশের পরিবেশে ফেলা হয়। সেসব জৈব পদার্থ পচনশীল হলে তা ছত্রাক ও ব্যাকটেরিয়া দ্বারা বিয়োজিত হয়ে মাটির 'হিউমাস' বৃদ্ধি করে। হিউমাস মাটির পানি, বাতাস ও পৃষ্টি পদার্থের ধারণ ক্ষমতা বৃদ্ধি করে মাটির গঠন সংযুক্তিতে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখে। এসব পচনশীল বস্তু হলো নিত্যদিনের ব্যবহৃত প্রাকৃতিক পলিমার শাকসজির বর্জ্য অংশ। এসব প্রাকৃতিক জৈব পদার্থকে নির্দিষ্ট স্থানে মাটির গর্তে জমা করে সময়মতো মাটি চাপা দিতে হবে।

আবার বিভিন্ন সাংশ্লেষিক পলিমার যেমন, বাজারের পলিথিন ব্যাগ, বিভিন্ন বস্ত্রসামগ্রীর প্যাকেজিং পলিমার যৌগ হলে ব্যাকটেরিয়া দ্বারা অবিয়োজ্য (non-degradable) পদার্থ। এসব প্লাস্টিক পদার্থ ব্যাকটেরিয়া-অবিয়োজ্য অবিকৃত অবস্থায় মাটিতে ও পানির তলদেশে জমা থাকে। এর ফলে মাটির যেমন ক্ষতি করে, একইভাবে জলজ প্রাণীও ক্ষতিগ্রস্ত হয়।

কাপড় চোপড় পরিষ্কার করার জন্য ব্যবহৃত ডিটারজেন্ট হলো জৈব যৌগ। এর সাথে ফসফেট লবণ ফিলাররূপে মিশ্রিত থাকে। কাপড় ধোয়ার বর্জ্য পুকুরের পানিতে মিশে পানিকে দূষিত করে। দূষিত পানিতে ব্যাকটেরিয়া বৃদ্ধির কারণে পানির DO হ্রাস পায়। এতে পুকুরের মাছ মরে যায়। তাই কাপড় ধোয়া পানি পুকুরের পানিতে যেন না মিশে এর ব্যবস্থা থাকতে হবে। কৃষি কাজে কীটনাশক, আগাছা রোধকরূপে বিভিন্ন জৈব যৌগ ব্যবহৃত হয়। এর ফলে পরিবেশের দূষণ ঘটে। শিল্প ক্ষেত্রে বিভিন্ন জৈব যৌগ দ্রাবক হিসেবে ব্যবহৃত হয় এবং শিল্প বর্জ্যরূপে ঐ সব যৌগ বাতাসে, মাটিতে ও পানিতে মিশে পরিবেশের দূষণ ঘটায়।

পরিবহনের পেট্রোল ও ডিজেল ইঞ্জিনের হাইড্রোকার্বন জ্বালানি দহনে নির্গত CO_2 , CO , N_2O ইত্যাদি গ্যাস পরিবেশকে দূষিত করে। তাই এসব জৈব যৌগ ব্যবহারে পরিবেশ দূষণ রোধের ব্যবস্থার কথা ভাবতে হবে।

সামাজিক ক্ষেত্রে জৈব যৌগের গুরুত্ব : সমাজ কাঠামোয় আচারানুষ্ঠান সংক্রান্ত ব্যবস্থার গুরুত্ব অপরিসীম। সামাজিক যোগসূত্র নিয়ন্ত্রণে বা সামাজিক বন্ধন বৃদ্ধি করতে আচারানুষ্ঠান সাহায্য করে। ধর্মীয় অনুষ্ঠানে মোমবাতি ও আতর বা সুগন্ধ বস্তু হড়ানো মানসিক প্রশান্তিদায়ক। উভয় বস্তু জৈব যৌগ। সামাজিক অনুষ্ঠানে খাওয়া-দাওয়া আনন্দের ব্যাপার। এক্ষেত্রে স্বাদরূপে কার্বোহাইড্রেট, প্রোটিন, ফ্যাট বা তেল সব হলো প্রাকৃতিক পলিমার বায়ো অণু। ঈদ-পূজো পার্বণে আমরা সবাইকে নতুন কাপড়ে ভূষিত দেখতে আনন্দ পাই। নতুন কাপড়টি কটন সুতার হতে পারে; যার উৎস হলো প্রাকৃতিক সেলুলোজ। আবার সেই পোশাকটি পলিএস্টার সুতার তৈরি ডেক্রন বা টেরিলিন কাপড়ের তৈরি হতে পারে; অথবা হতে পারে সিল্ক অথবা শিফন। যা হোক না কেন সব পোশাকের কাপড়ের সুতা প্রাকৃতিক পলিমার জৈব যৌগ অথবা সাংশ্লেষিক পলিমার যৌগ থেকে তৈরি। এছাড়া বিভিন্ন সামাজিক অনুষ্ঠানে উপহার হিসেবে যা দেখা যায়, এ সব বস্তুর অধিকাংশই জৈব যৌগ থেকে তৈরি। এ সব গেল সামাজিক বন্ধন দৃঢ় করার আচার-অনুষ্ঠানের কথা। কিন্তু সামাজিক কিছু অনাচারও মাঝে মাঝে দেখা যায়; যাতে জৈব যৌগ পরোক্ষ ভূমিকা রেখেছে। ঐ সব জৈব যৌগ ধূমপান, পানীয় অথবা ট্যাবলেটরূপে সেবনের ফলে মানুষের স্নায়ুতন্ত্রে অস্বাভাবিক পরিবর্তন ঘটায়; তখন মানুষটি নেশাগ্রস্ত হয়েছে বলা হয়। নেশাগ্রস্ত ব্যক্তির সমাজের সন্ত্রাস করে; সামাজিক শান্তি বিনষ্ট করে। এদের পরিবারে সামাজিক সুনাম নষ্ট হয়। ব্যক্তি ও পারিবারিক জীবনে অশান্তি নামে। তাই রসায়ন বিজ্ঞানের শিক্ষার্থী হিসেবে নেশা সৃষ্টিকারী জৈব যৌগসমূহকে চিনে নিয়ে, এদের থেকে নিজেদেরকে রক্ষা করতে হবে। বিজ্ঞান পড়া মানে জ্ঞানকে বিশেষিত করা, উন্নত, চিন্তাশীল মানুষ হওয়া।

শিক্ষার্থীর বাড়ির কাজ :

- (১) প্রত্যেক শিক্ষার্থী প্রাত্যহিক কাজে পলিথিনের ব্যবহার এর সুবিধা ও অসুবিধা ব্যাখ্যা করে প্রতিবেদন তৈরি কর। প্রয়োজনে ইন্টারনেটের তথ্যভাণ্ডার বা e-বুকের সাহায্য নাও। প্রতিবেদনটি শিক্ষকের নিকট জমা দাও।
- (২) ফরমালিন একটি জৈব যৌগ; বিভিন্ন ক্ষেত্রে এটির ব্যবহার আছে। তোমার মতে এটির সুবিধা ও অসুবিধাসমূহ উল্লেখ করে একটি প্রতিবেদন তৈরি কর। প্রতিবেদনটি শিক্ষককে দেখাও।

এ অধ্যায়ের সার-সংক্ষেপ (Recapitulation)

- ★ **সমগোত্রীয় শ্রেণি** : একই প্রকার মৌল দ্বারা গঠিত এবং $-CH_2-$ মূলককে ব্যবধানযুক্ত একই সাধারণ সংকেতের জৈব যৌগসমূহের সারিকে সমগোত্রীয় শ্রেণি বলা হয়।
- ★ **কার্যকরীমূলক** : সমগোত্রীয় শ্রেণিভুক্ত জৈব যৌগসমূহের ধর্ম নির্ধারক মূলককে কার্যকরী মূলক বলে।
- ★ **সমাণুতা** : একই আণবিক সংকেতযুক্ত জৈব যৌগসমূহ কিন্তু গাঠনিক সংকেতে ভিন্ন হলে এদেরকে সমাণু এবং এদের ধর্মকে সমাণুতা বলে।

- ⊛ কাইরাল যৌগ : একই কার্বনে চারটি ভিন্ন পরমাণু ও মূলকযুক্ত থাকলে ঐ যৌগকে কাইরাল যৌগ বলে।
- ⊛ রেসিমিক মিশ্রণ : একই যৌগের দুই আলোক সক্রিয় সমাণুকে এনানসিওমার বলে। সম-মোলার এরূপ যৌগের মিশ্রণকে রেসিমিক মিশ্রণ বলে। এ মিশ্রণ আলোক নিষ্ক্রিয় হয়ে পড়ে।
- ⊛ অ্যারোমেটিসিটি : বদ্ধশিকল যৌগের কাঠামোতে সঞ্চরণশীল $(4n + 2)$ ইলেকট্রনের আণবিক অরবিটাল থাকার কারণে অধিকতর স্থায়িত্ব ও ইলেকট্রোফিলিক সংযোজন ও প্রতিস্থাপন ইত্যাদি বিশেষ বিক্রিয়াকে অ্যারোমেটিসিটি বলে।
- ⊛ অ্যালকেন : সম্পৃক্ত কার্বন শিকলযুক্ত হাইড্রোকার্বনসমূহের C_nH_{2n+2} সংকেতের সমগোত্রীয় শ্রেণিকে অ্যালকেন বলে। অ্যালকেনকে জৈব যৌগের মূল যৌগ ধরা হয়। অ্যালকেন কম সক্রিয়; তাই এদেরকে প্যারাফিন বলে।
- ⊛ অ্যালকিন : একটি দ্বিবন্ধনযুক্ত C_nH_{2n} সংকেতের সমগোত্রীয় শ্রেণিকে অ্যালকিন বলে।
- ⊛ অ্যালকাইন : একটি ত্রিবন্ধন যুক্ত C_nH_{2n-2} সংকেতের সমগোত্রীয় শ্রেণিকে অ্যালকাইন বলে।
- ⊛ অ্যালকোহল : অ্যালকেনের হাইড্রক্সিজাতককে অ্যালকোহল বলে।
- ⊛ ইথার : দুই অণু অ্যালকোহল থেকে এক অণু পানি অপসারণে সৃষ্ট যৌগকে ইথার বলে।
- ⊛ অ্যামিন : অ্যামোনিয়ার এক বা একাধিক H-পরমাণু অ্যালকাইল বা অ্যারাইল মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপনে সৃষ্ট যৌগকে অ্যামিন বলে।
- ⊛ কার্বনিল যৌগ : দ্বিযোজী কার্বনিল মূলকযুক্ত অ্যালডিহাইড ও কিটোনকে একত্রে কার্বনিল যৌগ বলে।
- ⊛ কার্বক্সিলিক এসিড : কার্বক্সিল মূলক $(-COOH)$ যুক্ত জৈব যৌগকে কার্বক্সিলিক এসিড বলে।
- ⊛ অ্যামাইড : কার্বক্সিলিক এসিড ও অ্যামোনিয়ার বিক্রিয়ায় পানি অপসারণে সৃষ্ট যৌগকে অ্যামাইড বলে।
- ⊛ IR-স্পেকট্রোস্কোপ : জৈব যৌগের বিভিন্ন সমযোজী বন্ধনের সংকোচন, প্রসারণ ও কৌণিক পরিবর্তনজনিত IR রশ্মির পরিসরে শক্তি শোষণজনিত সৃষ্ট বর্ণালি বা স্পেকট্রামকে IR- স্পেকট্রাম বা বর্ণালি বলে। যে যন্ত্রে এরূপ স্পেকট্রাম বা বর্ণালি পরীক্ষা করা হয়, একে IR- স্পেকট্রোস্কোপ বলে।
- ⊛ পলিমার : অ্যালকিন ও প্রতিস্থাপিত অ্যালকিনের অসংখ্য ছোট অণু বা মনোমার থেকে প্রয়োজনীয় তাপমাত্রা, চাপ ও প্রভাবকের উপস্থিতিতে সৃষ্ট দীর্ঘ কার্বন শিকলযুক্ত ম্যাক্রোঅণুকে পলিমার বলে।
- ⊛ প্রাস্টিক পদার্থ : যে পদার্থকে বল প্রয়োগে বিকৃত করার পর বলকে অপসারণের পরও বিকৃত আকৃতিতে থেকে যায়, সে পদার্থকে প্রাস্টিক পদার্থ বলে। প্রাস্টিসিটি হলো প্রাস্টিক পদার্থের ধর্ম।
- ⊛ প্রাস্টিসিটি : কোনো কঠিন পরিমার যে ধর্মগুণে উচ্চতাপমাত্রায় তরল অবস্থায় প্রবাহ ধর্ম লাভ করে এবং একে পুনঃপুনঃ বিগলিত অবস্থায় বিভিন্ন আকার ও আকৃতিতে মোড় করা যায়, পলিমারের সে ধর্মকে পলিমারের প্রাস্টিসিটি বলে।
- ⊛ পলিমার অণুতে গ্লাইকোসাইড ও পেপটাইড বন্ধন : প্রকৃতিতে গ্লুকোজ অণুসমূহের মধ্যে ঘনীভবন বিক্রিয়াকালে সৃষ্ট $-C-O-C-$ বন্ধনকে গ্লাইকোসাইড বন্ধন বলে। আবার প্রোটিন সংশ্লেষণে অ্যামাইনো এসিডসমূহের মধ্যে ঘনীভবন বিক্রিয়ায় সৃষ্ট $-CONH-$ বন্ধনকে পেপটাইড বন্ধন বলে।

অনুশীলনী- ২

দ্বিতীয় অধ্যায় : জৈব রসায়ন

(ক) জ্ঞানস্তরভিত্তিক প্রশ্নাবলি (এক নজরে) :

(১) জৈব যৌগের শ্রেণিবিভাগভিত্তিক :

- ১। জৈব যৌগ কী?
- ২। ক্যাটেনেশন কী? [দি. বো. ২০১৫]
- ৩। সমাণুতা কী?
- ৪। পলিমারকরণ কী?
- ৫। হেটারো পরমাণু কী?
- ৬। বিষম চাক্রিক যৌগ বা হেটারো সাইক্লিক যৌগ কী?
- ৭। হোমো সাইক্লিক যৌগ কী?
- ৮। হেটারো অ্যালিসাইক্লিক যৌগের উদাহরণ দাও। [দি. বো. ২০১৫]
- ৯। সমগোত্রীয় শ্রেণি কী? [য. বো. ২০১৫]
- ১০। হোমোলগ বা সমগোত্রক কী?
- ১১। কার্যকরী মূলক কী? [চ. বো. ২০১৫; রা. বো. ২০১৫, কু. বো. ২০১৬]
- ১২। IUPAC পদ্ধতি কী?
- ১৩। জৈব যৌগের কার্বন স্কেলেটন ফর্মুলা কী?
- ১৪। অ্যালকাইনের সাধারণ সংকেত লেখ।
- ১৫। অ্যালকোহল ও ইথারের সাধারণ সংকেত লেখ।
- ১৬। অ্যালডিহাইড ও কিটোনের সাধারণ সংকেত লেখ।

(২) জৈব যৌগের সমাণুতাভিত্তিক :

- ১। সমাণুতা কী?
- ২। মেটামারিজম কী?
- ৩। টটোমারিজম কী?
- ৪। স্টেরিও সমাণুতা কী?
- ৫। যৌগের কনফিগারেশন কী?
- ৬। জ্যামিতিক সমাণুতা কী? [চ. বো. ২০১৫]
- ৭। আলোক সক্রিয় যৌগ কী?
- ৮। কাইরাল কেন্দ্র কী? [রা. বো. ২০১৫, দি. বো. ২০১৬, রা. বো. ২০১৬]
- ৯। কাইরাল যৌগ কী?
- ১০। অ্যান্টিপড, এনানসিওমার কী? [চা. বো. ২০১৫]
- ১১। এক সমতলীয় আলো কী? [চা. বো. ২০১৫]
- ১২। আলোক সক্রিয়তা পরীক্ষা করার যন্ত্রের নাম কী?
- ১৩। রেসিমিক মিশ্রণ কী? [কু. বো. ২০১৫; ব. বো. ২০১৫, য. বো. ২০১৬]
- ১৪। রেসিমিকরণ কী?
- ১৫। C_5H_{12} এর সমাণু সংখ্যা কয়টি?
- ১৬। C_6H_{14} এর সমাণু সংখ্যা কয়টি?

(৩) অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বনভিত্তিক :

- ১। অ্যারিন কাকে বলে?
- ২। বেনজিনয়েড বলয় কী?
- ৩। বেনজিনের সমগোত্রক কী?
- ৪। লঘু তৈলে কী উপাদান থাকে?
- ৫। মধ্যম তৈলে কী উপাদান থাকে?
- ৬। ৯০% বেনজল কী?
- ৭। ৫০% বেনজল কী?
- ৮। ফেনলকে জিংক গুঁড়াসহ উত্তপ্ত করলে কী উৎপন্ন হয়?
- ৯। সোডালাইম কী?
- ১০। C_6H_5COONa ও সোডালাইমের মিশ্রণকে উত্তপ্ত করলে কী উৎপন্ন হয়?
- ১১। বেনজিনে $C=C$ দূরত্ব কত?
- ১২। গ্যামেজিন পাউডারের গঠন সংকেত লেখ।
- ১৩। নাইট্রেশন কাকে বলে?
- ১৪। সালফোনেশন কাকে বলে?
- ১৫। ফ্রিডেল ক্রাফট বিক্রিয়া কী?
- ১৬। অ্যারোমেটিসিটি কাকে বলে?

(৪) অ্যালিফেটিক ও অ্যারোমেটিক যৌগে শ্রেণিগত বিক্রিয়াসমূহ :

- ১। জৈব যৌগে মূল ৪ শ্রেণির বিক্রিয়া কী কী?
- ২। জৈব বিক্রিয়ার 'সাবস্ট্রট' কী?
- ৩। জৈব বিক্রিয়ার আক্রমণকারী বিকারক কী?
- ৪। আক্রমণকারী বিকারকসমূহের শ্রেণিগত নাম কী কী?
- ৫। ফ্রি রেডিকেল বা মুক্তমূলক কী?
- ৬। ইলেকট্রোফাইল কী?
- ৭। কার্বোক্যাটায়ন কী?
- ৮। কার্বানায়ন কী?
- ৯। নিউক্লিওফাইল কী?
- ১০। জৈব যৌগে অসম্পৃক্ততা কী?
- ১১। মারকনিকভের নিয়ম কী?
- ১২। অপ্রতিসম অ্যালকিন কী?
- ১৩। প্রতিসম অ্যালকিন কী?
- ১৪। ওজোনোলাইসিস কী?
- ১৫। S_N1 বিক্রিয়া কী?
- ১৬। S_N2 বিক্রিয়া কী?
- ১৭। আবেশীয় ফল কী?
- ১৮। মেসোমারিক ফল কী?

[ঢা. বো. ২০১৫]

[ব. বো. ২০১৬]

(৫) অ্যালকেন, অ্যালকিন, অ্যালকাইনভিত্তিক :

- ১। প্যারারফিন কী?
- ২। অ্যালকিনের C-পরমাণুর সংকরিত অবস্থা কোনটি?
- ৩। ডিকার্বক্সিলেশন কী?
- ৪। পলিমার শিল্পে অ্যালকিন থেকে কী তৈরি হয়?
- ৫। অ্যালুমিনার উপস্থিতিতে অ্যালকোহল নিরুদনে প্রয়োজনীয় তাপমাত্রা কত?
- ৬। গাঢ় H_2SO_4 দ্বারা ইথানলের নিরুদনে তাপমাত্রা কত রাখা হয়?
- ৭। ভিসিন্যাল ডাইহ্যালাইড কী?
- ৮। জেমিন্যাল ডাইহ্যালাইড কী?
- ৯। অ্যালকাইনাইড কী?

(৬) অ্যালকাইল হ্যালাইড ও অ্যারাইল হ্যালাইডভিত্তিক :

- ১। ২°-অ্যালকাইল হ্যালাইড কী?
- ২। ৩°-অ্যালকাইল হ্যালাইড কী?
- ৩। অ্যালকাইল হ্যালাইডের সংকেত কী?
- ৪। অ্যারাইল হ্যালাইডের সংকেত কী?
- ৫। ক্লোরো বেনজিন প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হ্যালোজেন বাহক কী?

(৭) অ্যালকোহল, ইথার, অ্যামিনভিত্তিক :

- ১। ওয়াটার গ্যাস কী?
- ২। রেকটিফাইড স্পিরিট কী?
- ৩। লুকাস বিকারক কী?
- ৪। গ্রিগনার্ড বিকারক কী?
- ৫। 1°- অ্যামিন শনাক্তকরণ পরীক্ষার নাম কী?
- ৬। ক্লোরোফরমের সংকেত কী?
- ৭। আইসো সায়ানাইড কী?
- ৮। অ্যালকেন নাইট্রাইল কী?
- ৯। কার্বিল অ্যামিন কী?
- ১০। পঁচা মাছের গন্ধের কারণ কী?
- ১১। ডায়াজোমের বিক্রিয়া কী?

[ঢা. বো. ২০১৬, ঢ. বো. ২০১৬]

[ব. বো. ২০১৬]

(৮) অ্যালডিহাইড ও কিটোনভিত্তিক :

- ১। কার্বনিল যৌগ কী?
- ২। ফরমালিন কী?
- ৩। সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত জৈব দ্রাবক কোনটি?
- ৪। ২: 4-DNP এর পুরো নাম কী?
- ৫। ২ : 4-DNP এর সংকেত লেখ।
- ৬। ২ : 4-DNP এর ব্যবহার কী?
- ৭। টলেন বিকারক কী?
- ৮। ফেলিং দ্রবণ কী?

[ব. বো. ২০১৫, সি. বো. ২০১৬]

(৯) কার্বক্সিলিক এসিড, এস্টার ও অ্যামাইডভিত্তিক :

- ১। কার্বক্সিলিক এসিড কী?
- ২। এস্টার কী?
- ৩। অ্যামাইড কী?
- ৪। কার্বক্সিলিক এসিডের কার্যকরী মূলকের গাঠনিক সংকেত লেখ।
- ৫। এস্টারের কার্যকরী মূলকের গাঠনিক সংকেত লেখ।
- ৬। অ্যামাইডের কার্যকরী মূলকের গাঠনিক সংকেত লেখ।
- ৭। ভিনেগার কী?
- ৮। লাল পিপড়ার গ্লাভে কোন জৈব যৌগ থাকে?
- ৯। গ্রিগনার্ড বিকারক কী?
- ১০। তৈল ও চর্বি কী?
- ১১। গ্লিসারলের সংকেত লেখ।
- ১২। পাকা কলায় কোন সুগন্ধ বস্তু থাকে?
- ১৩। পাকা কমলায় কোন এস্টার থাকে?
- ১৪। পাকা আনারসের সুগন্ধ বস্তুর নাম কী?
- ১৫। প্যারাসিটামলের সংকেত লেখ।

(১০) বিভিন্ন মূলক শনাক্তকরণভিত্তিক :

- ১। লেসাইন পরীক্ষা কীসের জন্য করা হয়?
- ২। ডাইঅ্যামমিন সিলভার (I) ক্লোরাইডের সংকেত লেখ।
- ৩। অ্যালকোহল মূলক ($\pm\text{OH}$) কীরূপে শনাক্ত করবে?
- ৪। সোডিয়াম টেস্ট দ্বারা কোন মূলক শনাক্ত করা হয়?
- ৫। ২ : ৪-DNP বিকারক কোন্ মূলক শনাক্তকরণে ব্যবহৃত হয়?
- ৬। কিটোন মূলক কীরূপে শনাক্ত করবে?
- ৭। অ্যালডিহাইড মূলক কীরূপে শনাক্ত করবে?
- ৮। কার্বক্সিল মূলক শনাক্তকরণের বিকারক কী?
- ৯। জৈব যৌগের কার্যকরীমূলকসমূহের IR- বর্ণালীতে ফ্রিকুয়েন্সি কত?
- ১০। ফিজ্জার প্রিন্ট অঞ্চল কী?
- ১১। ফেনল ও অ্যালকোহলের-OH মূলকের IR শোষণ ফ্রিকুয়েন্সি কত?
- ১২। একক অণু অবস্থায় -OH মূলকের IR শোষণ ফ্রিকুয়েন্সি কত?
- ১৩। কার্বনিল মূলকের IR শোষণ ফ্রিকুয়েন্সি কত?

[চ. বো. ২০১৬]

(১১) গ্লিসারিন, ফেনল, নাইট্রোগ্লিসারিন ও টিএনটিভিত্তিক :

- ১। সাবানায়ন কী?
- ২। স্পেন্ট লাই কী?
- ৩। মোম বাতিতে কোন জৈব এসিড ব্যবহৃত হয়?
- ৪। এক্রোলিনের সংকেত কী?
- ৫। কার্বলিক এসিডের সংকেত কী?
- ৬। পিকরিক এসিডের সংকেত কী?
- ৭। টিএনটি এর সংকেত কী?
- ৮। নাইট্রোগ্লিসারিনের সংকেত কী?
- ৯। নাইট্রোগ্লিসারিনের বিস্ফোরণ সমীকরণ লেখ।
- ১০। TNT এর বিস্ফোরণ সমীকরণ লেখ।
- ১১। ব্লাস্টিং জেলাটিন কী?
- ১২। ডিনামাইটে কোন্ বিস্ফোরক ব্যবহৃত হয়?
- ১৩। বোম শেল ও হাত বোমায় কোন্ বিস্ফোরক ব্যবহৃত হয়?

[কু. বো. ২০১৫]

[ব. বো. ২০১৬]

(১২) ডেটল ও প্যারাসিটামলভিত্তিক :

- ১। 'অ্যান্টিসেপটিক ক্লিনিং প্রোডাক্ট' কাকে বলে?
- ২। ডেটলের রাসায়নিক সক্রিয় উপাদান কোন্ যৌগকে বোঝায়?
- ৩। ক্লোরোজাইলিনল এর সংকেত লেখ।
- ৪। ফাংগাস ও জীবাণুনাশকরূপে ডেটলে কী থাকে?
- ৫। প্যারাসিটামলের রাসায়নিক নাম কী?
- ৬। প্যারাসিটামলের সংকেত লেখ।
- ৭। পূর্ণবয়স্ক লোকের ক্ষেত্রে প্রতি ডোজ প্যারাসিটামলের সর্বাধিক সেবনমাত্রা কত?
- ৮। দিনে কত গ্রাম প্যারাসিটামল সেবন করলে কিডনি নষ্ট হতে পারে?
- ৯। WHO শিশুদের জ্বরে দেহের তাপমাত্রা কত হলে প্যারাসিটামল ব্যবহারের অনুমোদন দিয়েছে?

[ব. বো. ২০১৫]

(১৩) জৈব যৌগের বিশুদ্ধতার মানদণ্ড, পলিমার ও প্লাস্টিসিটিভিত্তিক

- ১। জৈব যৌগের বিশুদ্ধতার মানদণ্ড বলতে কী বোঝ?
- ২। জৈব যৌগের গলনাঙ্ক কী?
- ৩। জৈব যৌগের স্ফুটনাঙ্ক কী?
- ৪। পলিমার কী?
- ৫। প্রাকৃতিক পলিমার কী কী?
- ৬। সাংশ্লেষিক পলিমার কী?
- ৭। পলিমার মেরুদণ্ড বলতে কী বোঝায়?
- ৮। পাশাপাশি পলিমার শিকলে কী কী বল কার্যকর থাকে?
- ৯। পলিমার গ্লাস কী?
- ১০। প্লাস্টিসিটি কী?
- ১১। থার্মো-প্লাস্টিক পলিমার কী?
- ১২। থার্মোসেট-প্লাস্টিক পলিমার কী?
- ১৩। সংযোজন পলিমারকরণ কী?
- ১৪। ঘনীভবন পলিমারকরণ কী?
- ১৫। PVC ও টেফলন কোন্ শ্রেণির পলিমার?
- ১৬। নাইলন কী?
- ১৭। নাইলন ও ডেক্রন কোন্ শ্রেণির পলিমার?
- ১৮। এস্টার বন্ধন কোন পলিমারে থাকে?
- ১৯। অ্যামাইড বন্ধন কোন পলিমারে থাকে?
- ২০। গ্লাইকোসাইড বন্ধন কী?
- ২১। α -গ্লাইকোসাইড বন্ধন কী?
- ২২। β -গ্লাইকোসাইড বন্ধন কী?
- ২৩। পেপটাইড বন্ধন কী?
- ২৪। ডাইপেপটাইড কী?
- ২৫। পলিপেপটাইড কী?
- ২৬। প্রাইমারি বা 1° প্রোটিন কী?
- ২৭। সেকেন্ডারি বা 2° প্রোটিন কী?
- ২৮। টারসিয়ারি বা 3° প্রোটিন কী?
- ২৯। প্রোটিনের স্বভাব চ্যুতি কী?

[ঢা. বো. ২০১৫; কু. বো. ২০১৫; সি. বো. ২০১৫; য. বো. ২০১৫]

[সি. বো. ২০১৫]

[ঢা. বো. ২০১৫, দি. বো. ২০১৫]

(খ) অনুধাবনস্তরভিত্তিক প্রশ্নাবলি (এক নজরে)

(১) জৈব যৌগের শ্রেণিবিভাগভিত্তিক :

- ১। জৈব যৌগের সংখ্যা আশি লক্ষেরও বেশি, এর কারণ ব্যাখ্যা কর।
- ২। হেটারো সাইক্লিক যৌগ শ্রেণির বৈশিষ্ট্য আলোচনা কর।
- ৩। সমগোত্রীয় শ্রেণির বৈশিষ্ট্য উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর। [য. বো. ২০১৫]
- ৪। কার্যকরী মূলকই জৈব প্রক্রিয়াকে শ্রেণিবদ্ধকরণে ভূমিকা রেখেছে, ব্যাখ্যা কর।
- ৫। জৈব যৌগের C-শিকলে এক সাথে দ্বিবন্ধন ও ত্রিবন্ধন থাকলে এদের নামকরণের নিয়ম উদাহরণসহ লেখ।
- ৬। জৈব যৌগের গঠনে দ্বিবন্ধন ও -OH মূলক থাকলে এদের নামকরণের নিয়ম উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর।
- ৭। জৈব যৌগের অণুতে -CO-মূলক ও -CHO মূলক এক সাথে থাকলে এদের নামকরণের নিয়ম উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর।

(২) জৈব যৌগের সমাণুতাভিত্তিক :

- ১। টটোমারিজমকে গতিশীল কার্যকরীমূলক সমাণুতা বলে। এর পক্ষে প্রোপানোনে কীরূপ রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটতে পারে, তা ব্যাখ্যা কর।
- ২। ম্যালিক এসিড ও ফিউমারিক এসিড পরস্পরের সমাণু। ম্যালিক অ্যানহাইড্রাইড গঠিত হয়, কিন্তু ফিউমারিক এসিডের অ্যানহাইড্রাইড গঠিত হয় না কেন, ব্যাখ্যা কর।
- ৩। জ্যামিতিক সমাণুতার শর্ত ব্যাখ্যা কর। [রা. বো. ২০১৫]
- ৪। জৈব যৌগের আলোক সক্রিয়তা প্রদর্শনের প্রয়োজনীয় শর্তাবলি উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর।
- ৫। দুটি আলোক সক্রিয় সমাণু কখন আলোক নিষ্ক্রিয় হয়, তা উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর।
- ৬। C_4H_8 জ্যামিতিক সমাণুতা প্রদর্শন করে; ব্যাখ্যা কর। [দি. বো. ২০১৬]
- ৭। C_3H_6O কার্যকরীমূলক সমাণুতা প্রদর্শন করে; ব্যাখ্যা কর। [দি. বো. ২০১৬]
- ৮। C_3H_6O কার্যকরী মূলক সমাণুতা প্রদর্শন করে; ব্যাখ্যা কর।
- ৯। C_3H_6O টটোমারিজম প্রদর্শন করে; ব্যাখ্যা কর। [রা. বো. ২০১৬]

(৩) অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বনভিত্তিক :

- ১। বেনজিনের আণবিক অরবিটাল ব্যাখ্যা কর।
- ২। আণবিক অরবিটাল গঠন মতে বেনজিনে কী প্রকার বিক্রিয়া ঘটে, তা ব্যাখ্যা কর।
- ৩। বেনজিন অণুতে তিনটি পাই (π) বন্ধন আছে; তা বিক্রিয়ার উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর।
- ৪। ফ্রিডেল ক্রাফট বিক্রিয়া দ্বারা বেনজিনের সমগোত্রক প্রস্তুত করা সম্ভব; তা ব্যাখ্যা কর।
- ৫। হাকেল নিয়মটি ব্যাখ্যা কর। [ঢা. বো. ২০১৫]
- ৬। অ্যারোমেটিসিটি ব্যাখ্যার জন্য হাকেল তত্ত্ব সফল; এর যথার্থতা ব্যাখ্যা কর।
- ৭। বেনজিন একটি অ্যারোমেটিক যৌগ; ব্যাখ্যা কর। [ব. বো. ২০১৫; দি. বো. ২০১৫, চ. বো. ২০১৬, য. বো. ২০১৬]
- ৮। ফিউরানে বেনজিনয়েড বলয় না থাকা সত্ত্বেও এটি একটি অ্যারোমেটিক যৌগ; ব্যাখ্যা কর।
- ৯। পিরিডিন একটি অ্যারোমেটিক যৌগ, ব্যাখ্যা কর। [ব. বো. ২০১৬]

(৪) অ্যালিফেটিক ও অ্যারোমেটিক যৌগে শ্রেণিগত বিক্রিয়াসমূহ ভিত্তিক :

- ১। ফ্রি-রেডিকেল কীরূপে সৃষ্টি হয় এবং এদের স্থায়িত্ব ক্রম ব্যাখ্যা কর।
- ২। ইলেকট্রোফাইল কীরূপে সৃষ্টি হয় এবং এদের শ্রেণিবিভাগ লেখ।
- ৩। নিউক্লিওফাইল কীরূপে সৃষ্টি হয় এবং এদের শ্রেণিবিভাগ লেখ।
- ৪। কার্বোনিয়াম আয়ন কীরূপে সৃষ্টি হয় এবং এদের সক্রিয়তা ও স্থায়িত্ব ক্রম লেখ।

- ৫। কার্বনায়ন কীরূপে সৃষ্টি হয় এবং সক্রিয়তা ও স্থায়িত্ব ক্রম লেখ।
- ৬। সংযোজন বিক্রিয়ায় একটি পাই (π) বন্ধন ভেঙে দুটি সিগমা বন্ধন সৃষ্টি হয়; তা উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর।
- ৭। জৈব যৌগে পাই (π) বন্ধন ভেঙে দুটি সিগমা বন্ধন সৃষ্টি হয়; তা উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর।
- ৮। জৈব যৌগে অসম্পৃক্ততা বলতে কী বোঝায়? তা কীভাবে তুমি পরীক্ষাগারে প্রমাণ করবে?
- ৯। অসম্পৃক্ততা পরীক্ষা সংক্রান্ত বিক্রিয়া দুটি বর্ণ পরিবর্তনসহ সমীকরণ লেখ।
- ১০। মারকনিকভের নিয়মটি উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর। [চ. বো. ২০১৫]
- ১১। বিপরীত মারকনিকভের নিয়মটি উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর।
- ১২। মারকনিকভের নিয়ম ও খারাসের নিয়ম-এর সংযোজন বিক্রিয়ার মেকানিজম ভিন্ন; তা ব্যাখ্যা কর।
- ১৩। দ্বিবন্ধনের অবস্থান নির্ণয়ের জন্য ওজোনোলাইসিস প্রক্রিয়া সফল; তা উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর।
- ১৪। লঘু H_2SO_4 ও ২% $HgSO_4$ এর উপস্থিতিতে অ্যালকাইন থেকে কার্বনিল যৌগ প্রস্তুত করা সম্ভব; তা উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর।
- ১৫। কার্বনিল যৌগে নিউক্লিওফিলিক সংযোজন বিক্রিয়া ঘটে; উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর।
- ১৬। অ্যালকাইল হ্যালাইডে নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া ঘটে; তা উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর।
- ১৭। S_N1 বিক্রিয়ার বৈশিষ্ট্য বা শর্ত ও বিক্রিয়ার কৌশল ব্যাখ্যা কর।
- ১৮। S_N2 বিক্রিয়ার বৈশিষ্ট্য বা শর্ত ও বিক্রিয়ার কৌশল ব্যাখ্যা কর।
- ১৯। অপসারণ বিক্রিয়া হলো সংযোজন বিক্রিয়ার বিপরীত, তা কার্বন শিকলে থাকা বন্ধন প্রকৃতি অনুসারে ব্যাখ্যা কর।
- ২০। জৈব যৌগের অপসারণ বিক্রিয়াটি দুটি সমগোত্রীয় শ্রেণির বেলায় ঘটে; তা উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর।
- ২১। জৈব যৌগে ইলেকট্রোফিলিক অপসারণ ও নিউক্লিওফিলিক অপসারণ উভয়ই ঘটে; তা উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর।
- ২২। সাইজের সূত্রটি উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর।
- ২৩। পারমাণবিক পুনর্বিন্যাস বা সমাণুকরণ বিক্রিয়াকে ১, ২-শিফট পুনর্বিন্যাস বিক্রিয়া বলা হয় কেন?
- ২৪। পারমাণবিক পুনর্বিন্যাস বিক্রিয়াটি ইলেকট্রোফিলিক, নিউক্লিওফিলিক অথবা ফ্রি-রেডিকেল দ্বারা ঘটতে পারে, তা ব্যাখ্যা কর।
- ২৫। বেনজিন বলয় সক্রিয়কারী মূলক বলতে কী বোঝায়, তা ব্যাখ্যা কর।
- ২৬। বেনজিন বলয় নিষ্ক্রিয়কারী মূলক বলতে কী বোঝায়, তা ব্যাখ্যা কর।
- ২৭। CH_3 -মূলক একটি বেনজিন বলয় সক্রিয়কারী ও অর্থো-প্যারা নির্দেশক মূলক, তা ব্যাখ্যা কর।
- ২৮। NO_2 -মূলক একটি বেনজিন বলয় নিষ্ক্রিয়কারী ও মেটা-নির্দেশক মূলক, তা ব্যাখ্যা কর।
- ২৯। টলুইনের ফ্রিডেল-ক্রাফট বিক্রিয়ায় কম বেশি তিনটি সমাণু উৎপন্ন হতে পারে। এদের গঠন সংকেতসহ তা ব্যাখ্যা কর।
- ৩০। বেনজিনের দ্বি-প্রতিস্থাপিত যৌগের তিনটি সমাণু সম্ভব, তা উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর।
- ৩১। $C_6H_4(CH_3)_2$ এর সংকেতযুক্ত সম্ভাব্য সমাণুগুলোর নাম ও গাঠনিক সংকেত লেখ।
- ৩২। $C_6H_4(NO_2)_2$ সংকেত যুক্ত সম্ভাব্য সমাণুগুলোর নাম ও গাঠনিক সংকেত লেখ।
- ৩৩। $C_6H_4(OH)Cl$ এ সংকেত যুক্ত সম্ভাব্য সমাণুগুলোর নাম ও গাঠনিক সংকেত লেখ।

(৫) অ্যালকেন, অ্যালকিন, অ্যালকাইনভিত্তিক :

- ১। ডিকার্বিক্লেশন বিক্রিয়াটি হলো একটি অবরোহ পদ্ধতি; ব্যাখ্যা কর।
- ২। উর্টজ বিক্রিয়া হলো কার্বন শিকলের জন্য আরোহ পদ্ধতি; তা ব্যাখ্যা কর।
- ৩। উর্টজ বিক্রিয়ায় শূক্ষ ইথার ব্যবহৃত হয় কেন?
- ৪। ক্রিমেনসেন বিজারণ দ্বারা কার্যকরীমূলক লুপ্ত হয় তা ব্যাখ্যা কর।
অথবা, কার্বনিল মূলককে কীরূপে মিথিলিন মূলকে পরিণত করা যায়?
- ৫। অ্যালকেনে চেইন সমাণুতা ও আলোক সমাণুতা সম্ভব; তা উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর।
- ৬। অ্যালকিনে চেইন সমাণুতা ও জ্যামিতিক সমাণুতা সম্ভব; তা উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর।
- ৭। অ্যালকিন প্রস্তুতিতে কঠিন নিরুদক ও তরল নিরুদকের ব্যবহারসহ দুটি উদাহরণ দাও।
- ৮। জৈব রসায়নে দ্বিবন্ধনভিত্তিক দুটি কার্যকরীমূলক আছে। একটিতে ইলেকট্রোফিলিক সংযোজন ও অপরটিতে নিউক্লিওফিলিক সংযোজন ঘটে; তা উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর।
- ৯। জৈব রসায়নে ত্রিবন্ধনভিত্তিক দুটি কার্যকরীমূলক আছে। একটিতে পানি সংযোজনে কার্বনিল যৌগ এবং অপরটিতে আর্দ্র বিশ্লেষণে কার্বিক্লিক এসিড উৎপন্ন হয়; তা উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর।
- ১০। অ্যালকাইন-I অল্পধর্ম প্রকাশ করে, তা উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর।
- ১১। ইথাইন বা, অ্যাসিটিলিন অল্পধর্মী কেন, ব্যাখ্যা কর।
- ১২। ইথিন ও ইথাইনের মিশ্রণকে কীরূপে পৃথক করা যাবে, তা বিক্রিয়াসহ ব্যাখ্যা কর।
- ১৩। প্যারাইফিন কী?

[য. বো. ২০১৬]

[ঢা. বো. ২০১৬]

(৬) অ্যালকাইল হ্যালাইড ও অ্যারাইল হ্যালাইডভিত্তিক :

- ১। অ্যালকাইল হ্যালাইডের শ্রেণিবিভাগ উদাহরণসহ লেখ।
- ২। অ্যালকোহল ও SOCl_2 এর বিক্রিয়ায় R-Cl প্রস্তুতকরণ অধিক সুবিধাজনক; এর কারণ ব্যাখ্যা কর।
- ৩। অ্যালকাইল ক্লোরাইড শনাক্তকরণ বিক্রিয়াটি সমীকরণসহ লেখ।
- ৪। অ্যালকাইল হ্যালাইড থেকে NaOH ক্ষার ব্যবহার করে কোন শর্তে অ্যালকিন ও অ্যালকানল প্রস্তুত করা যায়,
তা উদাহরণসহ লেখ।
- ৫। অ্যালকাইল ক্লোরাইডে প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া হলো নিউক্লিওফিলিক; এর কারণ ব্যাখ্যা কর।
- ৬। ক্লোরোফর্ম (CHCl_3) কে বাদামি বোতলে রাখা হয় কেন?

[ঢা. বো. ২০১৬]

(৭) অ্যালকোহল, ইথার ও অ্যামিনভিত্তিক :

- ১। অ্যালকোহল (ইথানল) পানিতে দ্রবণীয় কেন, তা ব্যাখ্যা কর।
- ২। গ্লুকোজ পানিতে দ্রবণীয় কেন; ব্যাখ্যা কর।
- ৩। কার্বনিল মূলক যুক্ত যৌগ থেকে 1° -অ্যালকোহল প্রস্তুতির ২টি সমীকরণ লেখ।
- ৪। অ্যালকোহল শনাক্তকরণের ২টি বিক্রিয়ার সমীকরণ লেখ।
- ৫। আয়োডোফর্ম পরীক্ষা সমীকরণসহ লেখ।
- ৬। 1° , 2° , 3° - অ্যালকোহলের কীরূপে পার্থক্য করা যায়?
- ৭। উইলিয়ামসন ইথার সংশ্লেষণ সমীকরণসহ লেখ।
- ৮। অ্যালকোহল ও ইথারের মধ্যে কীরূপে পার্থক্য করা যায়?
- ৯। CH_3CN থেকে কীরূপে ইথাইল অ্যামিন ও ইথানোয়িক এসিড প্রস্তুত করা যায়?
- ১০। হফম্যান ক্ষুদ্রাংশকরণ বিক্রিয়াটি সমীকরণসহ ব্যাখ্যা কর।
- ১১। কার্বিল অ্যামিন পরীক্ষাটি উদাহরণসহ লেখ।

[য. বো. ২০১৬]

[ঢা. বো. ২০১৬]

১২। পঁচা মাছে দুর্গন্ধ সৃষ্টিকারী জৈব যৌগে কী কার্যকরীমূলক আছে, তা কীরূপে নিশ্চিত করা যায়?

১৩। মিথাইল অ্যামিন অ্যানিলিনের চেয়ে বেশি ক্ষারধর্মী; ব্যাখ্যা কর।

[ব. বো. ২০১৬]

৮) অ্যালডিহাইড ও কিটোনভিত্তিক :

১। অ্যালকাইনে পানিযোজন দ্বারা উভয় প্রকার কার্বনিল যৌগ তৈরি করা যায়, তা উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর।

২। অ্যালকোহলের মৃদু জারণে অ্যালডিহাইড ও কিটোন প্রস্তুতির সমীকরণ লেখ।

৩। অ্যালডিহাইড ও কিটোনের পার্থক্যসূচক পরীক্ষার সমীকরণ লেখ।

[রা. বো. ২০১৫]

৪। টলেন বিকারক কী? পরীক্ষাগারে এ বিকারকের ব্যবহার উদাহরণসহ লেখ।

৫। ফেলিং দ্রবণ কী? পরীক্ষাগারে এ বিকারকের ব্যবহার উদাহরণসহ লেখ।

৬। কার্বনিল মূলক শনাক্তকরণ কীরূপে করা হয়?

(৯) কার্বঞ্জিলিক এসিড, এস্টার ও অ্যামাইডভিত্তিক :

১। কার্বঞ্জিলিক এসিডে কার্বনিল মূলক ($-CO-$) থাকা সত্ত্বেও এটি অ্যালডিহাইড ও কিটোনের মতো যুত বিক্রিয়া দেয় না কেন?

২। এসিড অ্যামাইড কার্বনিল মূলক ($-CO-$) থাকা সত্ত্বেও এটি অ্যালডিহাইড ও কিটোনের মতো নিউক্লিওউফিলিক সংযোজন বিক্রিয়া দেয় না কেন?

৩। এস্টার পরীক্ষা দ্বারা CH_3OH ও CH_3COOH এর নিশ্চিত করা যায়, তা ব্যাখ্যা কর।

৪। জৈব যৌগের কার্বঞ্জিলমূলক ($-COOH$) কীভাবে শনাক্ত করবে?

[ব. বো. ২০১৫, দি. বো. ২০১৬]

(১০) IR-spectroscopy, গ্লিসারিন ও ফেনলভিত্তিক :

১। IR-spectroscopy-এর মূলনীতি ব্যাখ্যা কর।

২। জৈব যৌগে সৃষ্ট IR বর্ণালিতে আণবিক কাঠামো শোষণ ব্যান্ড অঞ্চল ও কার্যকরী মূলক ব্যান্ডের মধ্যে পার্থক্য কী?

৩। পলিহাইড্রিক অ্যালকোহল ময়স্চারিং এজেন্টরূপে ব্যবহৃত হয়, এর কারণ উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর।

৪। ফেনল অম্লধর্মী কেন, ব্যাখ্যা কর।

[সি. বো. ২০১৬]

৫। গ্লিসারিন ও ফেনল উভয় যৌগে একই $-OH$ মূলক থাকা সত্ত্বেও গ্লিসারিন নিরপেক্ষ, ফেনল অম্লধর্মী কেন ব্যাখ্যা কর।

৬। গ্লিসারিন অণুতে অধিক সক্রিয় 1° -অ্যালকোহল মূলক ও কম সক্রিয় 2° অ্যালকোহল মূলক আছে, তা কীরূপে প্রমাণ করবে?

৭। গ্লিসারিন শনাক্তকরণের এক্রোলিন টেস্ট বর্ণনা কর।

৮। কিউমিন থেকে ফেনল প্রস্তুতির বিক্রিয়া সমীকরণসহ লেখ।

৯। ফেনল শনাক্তকরণের ২টি বিক্রিয়া লেখ।

১০। লিবারম্যান পরীক্ষার বর্ণনা দাও।

(১১) নাইট্রোগ্লিসারিন ও টিএনটি; ডেটল ও প্যারাসিটামলভিত্তিক :

১। নাইট্রোগ্লিসারিন ও টিএনটি-এর বিস্ফোরকরূপে ব্যবহারের সুবিধা ও অসুবিধার ক্ষেত্র আলোচনা কর।

২। নাইট্রোগ্লিসারিন ও TNT এর বিস্ফোরণের সমতায়ুক্ত সমীকরণ থেকে ব্যাখ্যা কর কোনটির বেলায় বিস্ফোরণের ফলে চাপ বেশি হবে?

৩। 'ডেটল হলো স্বাস্থ্যকর পরিবেশ রক্ষাকারী একটি পারিবারিক উপাদান।' -এর যথার্থ ব্যাখ্যা কর।

৪। প্যারাসিটামল প্রস্তুতির সমীকরণ লেখ।

(১২) জৈব যৌগের বিশুদ্ধতাভিত্তিক মানদণ্ড, পলিমার ও প্লাস্টিসিটি :

- ১। কোনো জৈব যৌগ বিশুদ্ধ কীনা তা তুমি কীভাবে নিশ্চিত হবে, তা ব্যাখ্যা কর।
- ২। থার্মোপ্লাস্টিক ও থার্মোসেট পলিমারের মধ্যে পার্থক্য কী?
- ৩। পলিমারের মোলার ভর বলতে কী বোঝায়, তা আলোচনা কর।
- ৪। পলিমারের ব্যবহার নির্ভর করে এর প্রবাহমানতা ধর্মের উপর, এর যথার্থতা ব্যাখ্যা কর।
- ৫। সংযোজন পলিমারকরণ এর মেকানিজম আলোচনা কর।
- ৬। সংযোজন পলিমারকরণ ও ঘনীভবন পলিমারকরণের মধ্যে পার্থক্য আলোচনা কর।
- ৭। গ্লাইকোসাইড বন্ধন কী? α -গ্লাইকোসাইড ও β -গ্লাইকোসাইড বন্ধনের পার্থক্য লেখ।
- ৮। সেলুলোজ হলো β -D গ্লুকোজের পলিমার; ব্যাখ্যা কর।
- ৯। গ্লোবিউলার প্রোটিন কী? এর বৈশিষ্ট্য আলোচনা কর।
- ১০। পরিবেশের উপর জৈব যৌগের প্রভাব আলোচনা কর।

[কু. বো. ২০১৫]

(গ) - বিভাগ : বহুনির্বাচনি প্রশ্ন (MCQ)**□ সাধারণ বহুনির্বাচনি প্রশ্ন :**

- ১। হ্যালোজেনো অ্যালকেন (R-X) এ প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার কৌশল বা মেকানিজম হলো-
(ক) নিউক্লিওফিলিক (খ) ইলেকট্রোফিলিক (গ) জারণ-বিজারণ (ঘ) ফ্রি-রেডিকেল
- ২। কাইরাল কেন্দ্রবিশিষ্ট 1° অ্যালকোহল হলো -
(ক) 2-মিথাইল-2-বিউটানল (খ) 2-মিথাইল-1-বিউটানল (গ) বিউটানল-2 (ঘ) 3-মিথাইল বিউটানল-1
- ৩। কাইরাল কেন্দ্র বিশিষ্ট 2°-অ্যালকোহল হলো-
(ক) 2-মিথাইল-2-বিউটানল (খ) 2-মিথাইল -1-বিউটানল (গ) বিউটানল-2 (ঘ) 3-মিথাইল বিউটানল-1
- ৪। CH_3CHO এবং CH_3COCH_3 এর মধ্যে পার্থক্যসূচক পরীক্ষায় ব্যবহৃত হয় -
(ক) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7/\text{H}^+$ (খ) 2:4-DNP (গ) $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ (ঘ) PCl_3
- ৫। অতিরিক্ত খাদ্য থেকে লিভারে সঞ্চিত সুগার হলো-
(ক) গ্লুকোজ (খ) ফ্রুক্টোজ (গ) গ্লাইকোজেন (ঘ) সুক্রোজ
- ৬। গ্লোবিউলার বা বর্তুলাকার প্রোটিন হলো-
(ক) প্রাইমারি গঠন (খ) সেকেন্ডারি গঠন (গ) টারসিয়ারি গঠন (ঘ) সরল শিকল
- ৭। কোনটি অপ্রতিসম অ্যালকিন?
(ক) $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$ (খ) $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3$
(গ) $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_3$ (ঘ) $\text{ClCH} = \text{CHCl}$
- ৮। বেনজিনে কার্বন-কার্বন দৈর্ঘ্য কত?
(ক) 1.30Å (খ) 1.33Å (গ) 1.39Å (ঘ) 1.54Å
- ৯। টটোমারিতা প্রদর্শন করে কোন যৌগটি?
(ক) প্রোপানোন (খ) প্রোপিন (গ) প্রোপানল (ঘ) প্রোপানয়িক এসিড
- ১০। দুটি পেপটাইড বন্ধন কোন বন্ধন দ্বারা যুক্ত?
(ক) গ্লাইকোসাইড (খ) হাইড্রোজেন (গ) পেপটাইড (ঘ) সমযোজী
- ১১। কোনটিতে দুটি কাইরাল কার্বন আছে?
(ক) 2-হাইড্রক্সি প্রোপানয়িক এসিড (খ) বিউটেন-2, 3-ডাই-অল
(গ) 2-মিথাইল প্রোপানল-2 (ঘ) বিউটানল-2





[ঢা. বো. '১৬]

[ঢা. বো. '১৬]


[রা. বো. দি. বো. '১৬]

[ঢা. বো. '১৬]





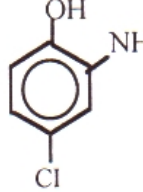
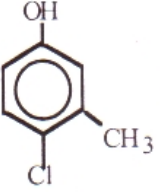
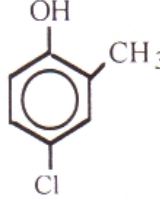
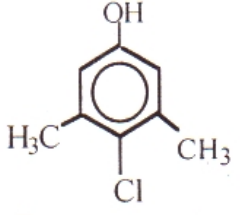
[ঢা. বো. '১৬]

- ১২। অ্যাক্রোলিন পরীক্ষা দ্বারা কোনটি শনাক্ত করা যায়? [চ. বো. '১৬]
 (ক) ইথানল (খ) ইথানয়িক এসিড (গ) গ্লিসারিন (ঘ) গ্লুকোজ
- ১৩। কার্বনিল মূলকে কার্বন পরমাণুতে কোন হাইব্রিডাইজেশন আছে? [চ. বো. '১৬]
 (ক) sp (খ) sp^2 (গ) sp^3 (ঘ) sp^3d
- ১৪। $CH_3-CH_2-CH(Cl)-CHO$ যৌগটির নাম কী? [চ. বো. '১৬]
 (ক) ২-ক্লোরো-বিউটান্যাল (খ) ৩-ক্লোরো-বিউটান্যাল
 (গ) ২-ক্লোরো-বিউটানোন (ঘ) ৩-ক্লোরো-বিউটানল
- ১৫। $CH_3-CH_2-CH_2Br + Na \xrightarrow{\text{শুষ্ক ইথার}} M; (M)$ যৌগটির নাম কী? [চ. বো. '১৬]
 (ক) হেক্সিন (খ) প্রপেন (গ) প্রপিন (ঘ) হেক্সেন
- ১৬। DNA কী? [চ. বো. '১৬]
 (ক) একটি পরমাণু (খ) বৃহৎ পলিমার (গ) একটি অণু (ঘ) ন্যানো পার্টিকেল
- ১৭। কার্বানায়ন কোনটি? [চ. বো. '১৬]
 (ক) $CH_3^+CH_2$ (খ) $^-CH_3$ (গ) CO (ঘ) NO^+
- ১৮। ফরমালিন কী? [চ. বো. '১৬]
 (ক) ৪০% পানি এবং ৬০% ইথানলের মিশ্রণ (খ) ৬০% পানি এবং ৪০% মিথান্যালের মিশ্রণ
 (গ) ৬০% মিথান্যাল এবং ৪০% পানির মিশ্রণ (ঘ) ৯৫.৬% ইথানল এবং ৪.৪% পানির মিশ্রণ
- ১৯। $CH_3CH=CH_2 + HBr \longrightarrow (A)$; A যৌগটির নাম কী? [চ. বো. '১৬]
 (ক) ১-ব্রোমো প্রোপেন (খ) প্রোপিন (গ) ২-ব্রোমো প্রোপেন (ঘ) প্রোপানোন
- ২০। $CH_3CH_2CH_2Cl + KOH (alc) \longrightarrow B$; B যৌগটির নাম কী? [চ. বো. '১৬]
 (ক) প্রপান্যাল (খ) প্রপানল (গ) প্রপেন (ঘ) প্রপিন-১
- ২১। IR বর্ণালিতে কার্যকরী মূলক অঞ্চলের তরঙ্গ সংখ্যা কত? [চ. বো. '১৬]
 (ক) $300-400\text{ cm}^{-1}$ (খ) $<1000\text{ cm}^{-1}$ (গ) $1000-4000\text{ cm}^{-1}$ (ঘ) $>4000\text{ cm}^{-1}$
- ২২। জৈব এসিডের ডিকার্বক্সিলেশন বিক্রিয়ায় প্রধান উৎপন্ন পদার্থ কোনটি? [চ. বো. '১৬]
 (ক) অ্যালকিন (খ) অ্যালকাইন (গ) অ্যালকেন (ঘ) অ্যালকোহল
- ২৩। নিচের কোনটি বিষম চক্রিক যৌগ? [চ. বো. '১৬]
 (ক)  (খ)  (গ)  (ঘ) 
- ২৪। C_2H_2 যৌগে কেন্দ্রীয় মৌলের জারণ মান কত? [সি. বো. '১৬]
 (ক) +2 (খ) -2 (গ) 0 (ঘ) -1
- ২৫। $H_3C-C(=O)-CH_3$ এর টটোমার নিচের কোনটি? [সি. বো. '১৬]
 (ক) $H_2C=CH(OH)-CH_3$ (খ) $CH_3-CH=CHOH$
 (গ) $CH_3-C(OH)=CH_2$ (ঘ) $H_2C=CH_2-CHO$
- ২৬। কোন মূলকটি মেটা নির্দেশক? [সি. বো. '১৬]
 (ক) $-NHCH_3$ (খ) $-SO_3H$ (গ) $-OCH_3$ (ঘ) $-CH_3$

- ২৭। মিথাইল কার্বিনলের সংকেত কোনটি? [কু. বো. '১৬]
 (ক) CH_3OH (খ) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ (গ) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$ (ঘ) $(\text{CH}_3)_3\text{COH}$
- ২৮। নিচের কোন যৌগটি আলোক সক্রিয়? [কু. বো. '১৬]
 (ক) ২-মিথাইল প্রোপানল-২ (খ) প্রোপানল-২ (গ) বিউটানল-১ (ঘ) বিউটানল-২
- ২৯। ন্যাফথালিন যৌগে π (পাই) ইলেকট্রনের সংখ্যা কয়টি? [কু. বো. '১৬]
 (ক) ২ (খ) ৬ (গ) ১০ (ঘ) ১৪
- ৩০। আমোনিয়াক্ট AgNO_3 দ্রবণ দ্বারা নিচের কোনটি শনাক্ত করা যায়? [কু. বো. '১৬]
 (ক) অ্যালকিন (খ) অ্যালকোহলীয় হাইড্রক্সিল মূলক (গ) অ্যালডিহাইড (ঘ) অ্যালকাইন
- ৩১। ডিনামাইট তৈরির ক্ষেত্রে নিচের কোনটি ব্যবহৃত হয়? [কু. বো. '১৬]
 (ক) নাইট্রোগ্লিসারিন (খ) নাইট্রো টলুইন (গ) নাইট্রো বেনজিন (ঘ) নাইট্রো ফেনল
- ৩২। নিচের কোনটি ইলেকট্রোফাইল? [কু. বো. '১৬]
 (ক) AlCl_3 (খ) NH_3 (গ) ROH (ঘ) H_2O
- ৩৩। $\text{C}_3\text{H}_7\text{COONa} + \text{NaOH} \xrightarrow[\Delta]{\text{CaO}}$ উৎপাদ; বিক্রিয়ায় উৎপাদ হলো - [কু. বো. '১৬]
 (ক) ইথেন (খ) প্রোপেন (গ) বিউটেন (ঘ) পেটেন
- ৩৪। নাইট্রাইল কার্যকরী মূলকের সংকেত কোনটি? [কু. বো. '১৬]
 (ক) $-\text{CNS}$ (খ) $-\text{NO}_2$ (গ) $-\text{CN}$ (ঘ) $-\text{SCN}$
- ৩৫। নিচের কোনটি বিষমচাক্রিক যৌগ? [য. বো. '১৬]
 (ক) সাইক্লোহেক্সেন (খ) ফিউরান (গ) চাক্রিক প্রোপেন (ঘ) ন্যাপথালিন
- ৩৬। নিচের কোনটি জ্যামিতিক সমাণুতা প্রদর্শন করে? [য. বো. '১৬]
 (ক) $\text{ClCH}=\text{CHCl}$ (খ) $\text{CH}_2=\text{CHCl}$ (গ) $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ (ঘ) $\text{Cl}_2\text{C}=\text{CH}_2$
- ৩৭। গ্লুকোজ অণুতে কয়টি কাইরাল কার্বন আছে? [য. বো. '১৬]
 (ক) ৩ (খ) ৪ (গ) ৫ (ঘ) ৬
- ৩৮। কোন যৌগ অ্যালডল ঘনীভবন বিক্রিয়া প্রদর্শন করে? [য. বো. '১৬]
 (ক) $\text{Cl}_3\text{C}-\text{CHO}$ (খ) HCHO (গ) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$ (ঘ) $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$
- ৩৯। কোন যৌগটি কার্বিল অ্যামিন পরীক্ষা দ্বারা শনাক্ত করা যায়? [য. বো. '১৬]
 (ক) অ্যামাইড (খ) 1° অ্যামিন (গ) 2° অ্যামিন (ঘ) 3° অ্যামিন
- ৪০। কোনটি বলয় সক্রিয়কারী? [কু. বো. '১৬]
 (ক) $-\text{Cl}$ (খ) $-\text{CN}$ (গ) $-\text{CH}_3$ (ঘ) $-\text{CHO}$
- ৪১। কোনটি ইলেকট্রোফাইল হিসেবে কাজ করে? [য. বো. '১৬]
 (ক) NH_3 (খ) H_2O (গ) OH^- (ঘ) AlCl_3
- ৪২। জৈব এসিড এবং অ্যালকোহলের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন যৌগটিতে কোন কার্যকরীমূলক রয়েছে? [কু. বো. '১৬]
 (ক) $-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{C}(=\text{O})-$ (খ) $-\text{C}(=\text{O})-\text{H}$ (গ) $-\text{C}(=\text{O})-$ (ঘ) $-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{R}$
- ৪৩। ডিনামাইট তৈরিতে নিচের কোনটি ব্যবহৃত হয়? [য. বো. '১৬]
 (ক) নাইট্রোগ্লিসারিন (খ) নাইট্রো টলুইন (গ) নাইট্রো বেনজিন (ঘ) নাইট্রো ফেনল
- ৪৪। বিউটিন-২ প্রদর্শন করে - [যা. বো. '১৬]
 (ক) আলোক সমাণুতা (খ) কার্যকরী মূলক সমাণুতা (গ) জ্যামিতিক সমাণুতা (ঘ) টটোমারিজম

- ৪৫। $\text{NH}_4\text{CNO} \xrightarrow{\Delta} \text{H}_2\text{N}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NH}_2$ উদ্দীপকের বিক্রিয়াটি কোন ধরনের বিক্রিয়া? [ব. বো. '১৬]
- (ক) সংযোজন (খ) সমাণুকরণ (গ) অপসারণ (ঘ) প্রতিস্থাপন
- ৪৬। নিচের কোনটি অর্থো-প্যারা নির্দেশক মূলক? [ব. বো. '১৬]
- (ক) $-\text{COOH}$ (খ) $-\text{CHO}$ (গ) $-\text{NO}_2$ (ঘ) $-\text{NHCOCH}_3$
- ৪৭। নিম্নের কোন অঞ্চলের IR বর্ণালির সাহায্যে কার্বনিল মূলক শনাক্তকরণ করা যায়? [ব. বো. '১৬]
- (ক) $3600\text{cm}^{-1} - 3300\text{cm}^{-1}$ (খ) $1860\text{cm}^{-1} - 1660\text{cm}^{-1}$
(গ) $3000\text{cm}^{-1} - 2800\text{cm}^{-1}$ (ঘ) $1400\text{cm}^{-1} - 1100\text{cm}^{-1}$
- ৪৮। $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3$ যৌগটি কোন ধরনের সমাণুতা প্রদর্শন করে? [দি. বো. '১৬]
- (ক) আলোক (খ) কার্যকরী মূলক (গ) চেইন (ঘ) জ্যামিতিক
- ৪৯। $\text{RCOONa} + \text{NaOH} (\text{CaO}) \xrightarrow{\Delta} \text{A} + \text{Na}_2\text{CO}_3$; A যৌগটি কী? [দি. বো. '১৬]
- (ক) অ্যালকিন (খ) কার্বোক্সিলিক এসিড (গ) অ্যালকেন (ঘ) অ্যালডিহাইড
- ৫০। $-\text{CONH}-$ মূলকে বিদ্যমান C-N বন্ধনটি কী? [দি. বো. '১৬]
- (ক) পেপটাইড (খ) α -গ্লাইকোসাইডিক (গ) β -গ্লাইকোসাইডিক (ঘ) এন্টারিক
- ৫১। কোন যৌগটি কার্বিল অ্যামিন বিক্রিয়া দেয়? [দি. বো. '১৬]
- (ক) $(\text{R})_2-\text{NH}$ (খ) $(\text{R})_3-\text{N}$ (গ) $\text{R}-\text{NH}_2$ (ঘ)  [দি. বো. '১৬]
- ৫২। ডেটলের মূল উপাদান কোনটি? [দি. বো. '১৬]
- (ক) ক্লোরোজাইলিনল (খ) ক্লোরোবেনজিন (গ) ক্লোরাল (ঘ) বেনজিনহেক্সাক্লোরাইড
- ৫৩। $\text{R}-\text{X} + \text{RONa} \xrightarrow{\Delta} \text{ROR} + \text{NaX}$; এই বিক্রিয়ার নাম- [রা. বো. '১৬]
- (ক) উর্টজ বিক্রিয়া (খ) গ্রীগনার্ড বিক্রিয়া (গ) উইলিয়ামসন বিক্রিয়া (ঘ) ফ্রিডেল-ক্রাফট বিক্রিয়া
- ৫৪। ইথাইন + $\text{H}_2 \xrightarrow[\text{BaSO}_4]{\text{Pd}} \boxed{\text{X}}$; 'X' কী? [রা. বো. '১৬]
- (ক) $\text{CH}_3\text{CH}_2-\text{SO}_2\text{H}$ (খ) $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ (গ) CH_3-CH_3 (ঘ) C_6H_6
- ৫৫। নিচের কোন যৌগটি সিলভার দর্পণ পরীক্ষা দেয়? [রা. বো. '১৬]
- (ক) প্রোপানোন (খ) প্রোপ্যান্যাল (গ) প্রোপানল (ঘ) প্রোপাইন
- ৫৬। বেনজিন চক্রে $-\text{NO}_2$ মূলক থাকলে কোন কার্বনে ইলেকট্রন ঘনত্ব বেশি থাকে? [টা. বো. '১৫]
- (ক) ২ (খ) ৩ (গ) ৪ (ঘ) ৬
- ৫৭। জৈব যৌগে $-\text{OH}$ মূলক শনাক্তকরণে নিম্নের কোন বিকারকটি ব্যবহৃত হয়? [টা. বো. '১৫]
- (ক) NaOH (খ) Na (গ) Na_2CO_3 (ঘ) HCl
- ৫৮। ব্রোমো অ্যালকেনের সাথে জলীয় NaOH -এর বিক্রিয়াটি নিম্নের কোন কৌশলে হয়? [রা. বো. '১৫]
- (ক) ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন (খ) কেন্দ্রাকর্ষ প্রতিস্থাপন
(গ) অপসারণ বিক্রিয়া (ঘ) সংযোজন বিক্রিয়া
- ৫৯। এন্টারের অম্লীয় অর্দ্র বিশ্লেষণে কী উৎপন্ন হয়? [রা. বো. '১৬]
- (ক) জৈব এসিড (খ) অ্যালডিহাইড (গ) অ্যানহাইড্রাইড (ঘ) অ্যামাইড

- ৬০। নিচের কোন বিকারকটি ইথানল ও ইথানয়িক এসিড উভয়ের সাথেই বিক্রিয়া করবে? [রা. বো. '১৫]
 (ক) NaOH (খ) Na (গ) Na₂CO₃ (ঘ) H⁺, K₂Cr₂O₇
- ৬১। কোন অ্যালকোহলটি নিরুদিত হয়ে অ্যালকিন গঠন করতে পারে না? [রা. বো. '১৫]
 (ক) CH₃OH (খ) CH₃CH₂OH
 (গ) CH₃CH(OH)CH₃ (ঘ) CH₃CH₂C(OH)(CH₃)₂
- ৬২। নাইলন ৬ : ৬ এর ক্ষেত্রে ৬ ও ৬ সংখ্যা দুইটি নির্দেশ করে- [য. বো. '১৫]
 (ক) নাইট্রোজেন সংখ্যা (খ) পলিমার সংখ্যা (গ) কার্বন সংখ্যা (ঘ) নাইলনের সংখ্যা
- ৬৩। বেনজিন বলয়ে ২টি প্রতিস্থাপক যুক্ত থাকলে, যৌগটির কয়টি সমাণু সম্ভব? [স.বো. '১৬]
 (ক) ১ (খ) ২ (গ) ৩ (ঘ) ৪
- ৬৪। কোন যৌগটি অম্লধর্মী? [য. বো. '১৫]
 (ক) R-CH₂CH₂CH=CH₂ (খ) RCH₂=CH₂ (গ) R-CH₂C≡CH (ঘ) R-CH₂CH₂-CH₃
- ৬৫। C₃H₆O₂ যৌগের সম্ভাব্য সমাণু কয়টি? [য.বো. '১৫]
 (ক) ১ (খ) ২ (গ) ৩ (ঘ) ৪
- ৬৬। হেক্সিন -৩ দেখায়- [দি.বো. '১৬]
 (ক) cis-trans সমাণুতা (খ) আলোক সমাণুতা (গ) কার্যকরীমূলক সমাণুতা (ঘ) এনানসিওমার
- ৬৭। গ্লিসারিন শনাক্তকারী পরীক্ষায় যে যৌগ উৎপন্ন হয় তার নাম হলো- [কু. বো. '১৫]
 (ক) ২-প্রোপিন-১ অ্যাল (খ) ২-প্রোপাইন-১ অ্যাল (গ) ২-হাইড্রোক্সি প্রোপিন-১ (ঘ) ২-প্রোপিন
- ৬৮। প্রোপানোন সাধারণত কোন ধরনের সমাণুতা প্রদর্শন করে? [কু. বো. '১৫]
 (ক) শিকল সমাণুতা (খ) মেটামারিতা (গ) টটোমারিতা (ঘ) আলোক সমাণুতা
- ৬৯। অ্যারোমেটিক বলয় সক্রিয়কারী মূলক কোনটি? [কু. বো. '১৫]
 (ক) -CHO (খ) -COOH (গ) -NO₂ (ঘ) -NH₂
- ৭০। সর্বনিম্ন কত কার্বনবিশিষ্ট অ্যালকেন আলোক সক্রিয়তা প্রদর্শন করে? [চ. বো. '১৫]
 (ক) ৪ (খ) ৫ (গ) ৬ (ঘ) ৭
- ৭১। প্রাকৃতিক গ্যাসের প্রধান উপাদান কোনটি? [চ. বো. '১৫]
 (ক) C₂H₆ (খ) CH₄ (গ) C₃H₈ (ঘ) C₄H₁₀
- ৭২। কোনটি ইলেকট্রোফাইল? [চ. বো. '১৫]
 (ক) PH₃ (খ) H₂O (গ) BF₃ (ঘ) NH₃
- ৭৩। S_N1 বিক্রিয়া কত ধাপে সম্পন্ন হয়? [চ. বো. '১৫]
 (ক) ১ (খ) ২ (গ) ৩ (ঘ) ৪
- ৭৪। বেনজিন চক্র-NO₂ মূলক থাকলে কত নং কার্বনে ইলেকট্রন ঘনত্ব তুলনামূলকভাবে বেশি থাকে? [চ. বো. '১৫]
 (ক) ৪ (খ) ৩ (গ) ২ (ঘ) ১
- ৭৫। C₆H₄(CH₃)(Cl) যৌগটির কতটি সমাণু সম্ভব? [সি. বো. '১৫]
 (ক) ২ (খ) ৩ (গ) ৪ (ঘ) ৬

- ৭৬। নিচের কোনটি অ্যারোমেটিক যৌগ নয়? [ঢা. বো. '১৫]
- (ক)  (খ)  (গ)  (ঘ) 
- ৭৭। হাকেল নীতি অনুসারে অ্যানথ্রাসিনে সঞ্চারশীল (π)-ইলেকট্রনের সংখ্যা কত? [সি. বো. ১৫]
- (ক) ৬ (খ) ৮ (গ) ১০ (ঘ) ১৪
- ৭৮। জৈব যৌগের কার্যকরী মূলক শনাক্তকরণে বর্ণালিমিতির সর্বোত্তম পদ্ধতি কোনটি? [সি. বো. '১৫]
- (ক) UV (খ) IR (গ) NMR (ঘ) MASS
- ৭৯। নিচের কোনটি ক্যানিজারো বিক্রিয়া দেয় না? [সি. বো. ১৫]
- (ক) $\text{CH}_3\text{-CHO}$ (খ) $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CHO}$ (গ) $\text{CH}_3\text{CCl}_2\text{CHO}$ (ঘ) $(\text{CH}_3)_3\text{C-CHO}$
- ৮০। রান্নার জন্য সিলিঙারে কোন গ্যাস ব্যবহৃত হয়? [সি. বো. ১৫]
- (ক) পেট্রোল (খ) কেরোসিন (গ) মিথেন ও প্রোপেন (ঘ) বিউটেন ও প্রোপেন
- ৮১। কোন যৌগটিতে π ইলেকট্রন আছে? [দি. বো. ১৫]
- (ক) বেনজিন (খ) ক্লোরোফরম (গ) মিথানল (ঘ) ইথেন
- ৮২। 1° 2° ও 3° অ্যামিনের মধ্যে পার্থক্য নির্ণয় করতে ব্যবহৃত হয় -- [দি. বো. ১৫]
- (ক) HNO_3 (খ) Zn ও HCl (গ) HNO_2 (ঘ) CHCl_3
- ৮৩। $\text{CH}_2 = \text{CHBr} + \text{HBr} \rightarrow \text{A}$
A কোনটি? [দি. বো. ১৫]
- (ক) $\text{CH}_3\text{-CHBr}_2$ (খ) $\text{CH}(\text{Br})\text{-CH}(\text{Br})$ (গ) $\text{CHBr} = \text{CH}_2$ (ঘ) $\text{CH}_2\text{Br-CH}_2\text{Br}$
- ৮৪। সেলুলোজে কোন বন্ধনটি বিদ্যমান? [দি. বো. ১৫]
- (ক) হাইড্রোজেন (খ) α -গ্লাইকোসাইডিক (গ) β -গ্লাইকোসাইডিক (ঘ) পেপটাইড
- ৮৫। গ্রিগনার্ড বিকারক $+\text{RCHO} \rightarrow \text{X}$. X কী? [দি. বো. ১৫]
- (ক) 1° অ্যালকোহল (খ) 1° অ্যালকোহল (গ) 3° -অ্যালকোহল (ঘ) জৈব এসিড
- ৮৬। ডাইমিথাইল ইথার ও ইথানল পরস্পরের কী ধরনের সমাণু? [ব. বো. ১৫]
- (ক) জ্যামিতিক সমাণু (খ) অবস্থান সমাণু (গ) কার্যকরী মূলক সমাণু (ঘ) টটোমারিজম
- ৮৭। ক্লোরোজাইলিনল এর সংকেত নিম্নের কোনটি? [ব. বো. ১৫]
- (ক)  (খ)  (গ)  (ঘ) 
- ৮৮। IR বর্ণালিমিতিতে শোষণ বা নিঃসরণ ব্যাণ্ডিটি 1715 cm^{-1} কম্পন সংখ্যায় নিম্নের কোন মূলকটি শনাক্ত করা যায়? [ব. বো. '১৬]
- (ক) $-\text{O}-\text{H}$ (খ) $-\text{N}-\text{H}$ (গ) $-\text{C} \equiv \text{C}-$ (ঘ) $> \text{C} = \text{O}$
- ৮৯। অ্যালকাইল হ্যালাইডের $\text{S}_{\text{N}}1$ বিক্রিয়ার সক্রিয়তার ক্রম নিম্নের কোনটি? [ব. বো. '১৬]
- (ক) $\text{CH}_3\text{-X} > 1^\circ > 2^\circ > 3^\circ$ (খ) $2^\circ > 3^\circ > 1^\circ > \text{CH}_3\text{-X}$
(গ) $1^\circ > 2^\circ > 3^\circ > \text{CH}_3\text{-X}$ (ঘ) $3^\circ > 2^\circ > 1^\circ > \text{CH}_3\text{-X}$

- ৯০। নিম্নের কোনটি নাইট্রোসো মূলকের সংকেত? [র. বো. '১৬]
 (ক) $-CN$ (খ) $-NO_2$ (গ) $-NO$ (ঘ) $-NC$
- ৯১। নিম্নের কোন মূলকটি বেনজিন বলয়ে অর্থো-প্যারা নির্দেশক? [ব. বো. '১৫]
 (ক) $-CHO$ (খ) $-CN$ (গ) $-Br$ (ঘ) $-NO_2$
- ৯২। $H_2C = C(CH_3)-CH_2OH$; যৌগটির নাম নিম্নের কোনটি? [ব. বো. '১৫]
 (ক) ২-মিথাইল-২ প্রোপিন-১-অল (খ) অ্যালাইল অ্যালকোহল
 (গ) মিথাইল ভিনাইল প্রোপানল (ঘ) ২-মিথাইল-১-প্রোপিন-৩-অল

□ বহুপদি সমাপ্তিসূচক বহুনির্বাচনি প্রশ্ন :

- ৯৩। নিম্নোক্ত ধাতব কার্বাইড থেকে অর্ধ বিশ্লেষণে ইথাইন প্রস্তুত করা যায় -
 (i) Na_2C_2 (ii) Al_4C_3 (iii) CaC_2
 কোনটি সঠিক হবে?
 (ক) i ও ii (খ) ii ও iii (গ) i ও iii (ঘ) i, ii ও iii
- ৯৪। মনোহাইড্রিক অ্যালকোহল শনাক্তকরণে ব্যবহৃত হয় —
 (i) Na ধাতু (ii) PCl_5 (iii) স্যালিসাইলিক এসিড
 কোনটি সঠিক হবে?
 (ক) i ও ii (খ) ii ও iii (গ) i ও iii (ঘ) i, ii ও iii
- ৯৫। কার্বিল-অ্যামিন পরীক্ষা দ্বারা শনাক্ত করা সম্ভব হয় কোনটি?
 (i) অ্যানিলিন (ii) ক্লোরোফরম (iii) 1° -অ্যামিন
 কোনটি সঠিক হবে?
 (ক) i ও ii (খ) ii ও iii (গ) i ও iii (ঘ) i, ii ও iii
- ৯৬। জ্যামিতিক সমাপ্ততার ক্ষেত্রে -
 (i) দ্বি-বন্ধনযুক্ত যৌগ হতে হবে (ii) পরস্পর এনানসিওমার (iii) উভয়ই টক দধিতে পাওয়া যায়
 নিচের কোনটি সঠিক? [চ. বো. '১৬]
 (ক) i (খ) iii (গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii
- ৯৭। কোনটি আলোক সক্রিয় যৌগের বৈশিষ্ট্য?
 (i) কাইরাল কার্বনের উপস্থিতি (ii) সমতল প্রতিসাম্য না হওয়া (iii) যৌগে দ্বিবন্ধনী থাকা
 নিচের কোনটি সঠিক? [চ. বো. '১৬]
 (ক) i ও ii (খ) ii, ও iii (গ) i, ও iii (ঘ) i, ii ও iii
- ৯৮। নাইট্রেশন বিক্রিয়ায় গাঢ় H_2SO_4 এর ভূমিকা কী?
 (i) বিক্রিয়ায় উৎপন্ন পানি শোষণ করা (ii) বিক্রিয়াকে সম্মুখবর্তী করা (iii) বিক্রিয়ার গতি হ্রাস করা
 নিচের কোনটি সঠিক? [চ. বো. '১৬]
 (ক) i ও ii (খ) ii ও iii (গ) i ও iii (ঘ) i, ii ও iii
- ৯৯। $H-COOH$ বিক্রিয়া দেয় —
 (i) ফেহলিং দ্রবণের সাথে (ii) ২, ৪-DNP এর সাথে (iii) Na_2CO_3 এর সাথে
 নিচের কোনটি সঠিক? [চ. বো. '১৬]
 (ক) i ও ii (খ) i ও iii (গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

- ১০০। (+) ল্যাকটিক এসিডের ক্ষেত্রে সঠিক তথ্য হলো - [সি. বো. '১৬]
- (i) এক সমতলীয় আলোর তলকে ঘড়ির কাঁটার দিকে ঘুরায়
(ii) $[\alpha] = + 2.24^\circ$
(iii) $[\alpha] = + 22.4^\circ$
নিচের কোনটি সঠিক?
(ক) i (খ) ii (গ) i ও ii (ঘ) i ও iii
- ১০১। কোনটির শনাক্তকরণে Cu_2O এর লাল অধঃক্ষেপ পাওয়া যায় - [সি. বো. '১৬]
- (i) অ্যালডিহাইড (ii) ফরমিক এসিড (iii) গ্লুকোজ
নিচের কোনটি সঠিক?
(ক) i, ii ও iii (খ) i ও ii (গ) i (ঘ) ii
- ১০২। টলেন বিকারক ও ফেলিং দ্রবণকে বিজারিত করে - [সি. বো. '১৬]
- (i) R-CHO (ii) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (iii) $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ (সুক্রোজ)
নিচের কোনটি সঠিক?
(ক) i ও ii (খ) i ও iii (গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii
- ১০৩। ইলেকট্রোফাইল হলো - [কু. বো. '১৫]
- (i) AlCl_3 (ii) BF_3 (iii) BeCl_2
নিচের কোনটি সঠিক?
(ক) i ও ii (খ) ii ও iii (গ) i ও iii (ঘ) i, ii ও iii
- ১০৪। $\text{C}_n\text{H}_{2n}(n=3)$ যৌগটিকে প্রথমে ওজোনীকরণ ও পরে জিংকসহ অর্ধ বিশ্লেষণের ফলে A ও B যৌগ উৎপন্ন হলো। B এর জলীয় দ্রবণ জীবাণুনাশক। উক্ত যৌগদ্বয়ের ক্ষেত্রে - [ব. বো. '১৫]
- (i) উৎপন্ন যৌগদ্বয় 2, 4 ডাইনাইট্রোফিনাইল হাইড্রাজিনের সাথে হলুদ অধঃক্ষেপ দেয়
(ii) A যৌগটি আয়োডোফরম বিক্রিয়া দেয়
(iii) B যৌগটি ক্যানিজারো বিক্রিয়া প্রদর্শন করে
নিচের কোনটি সঠিক?
(ক) i ও ii (খ) ii ও iii (গ) i ও iii (ঘ) i, ii ও iii
- ১০৫। 2, 4-DNPH বিক্রিয়া করে -- [ব. বো. '১৬]
- (i) RCOR এর সাথে (ii) ROR এর সাথে (iii) ROH এর সাথে
নিচের কোনটি সঠিক?
(ক) i ও ii (খ) ii ও iii (গ) iii (ঘ) i
- ১০৬। $\text{S}_{\text{N}}2$ বিক্রিয়া --
- (i) দ্বিআণবিক কেন্দ্রাকর্ষী প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া
(ii) বিক্রিয়াটি এক ধাপে ঘটে
(iii) বিক্রিয়াটির ক্ষেত্রে সক্রিয়তার ক্রম $3^\circ\text{RX} > 2^\circ\text{RX} > 1^\circ\text{RX}$
নিচের কোনটি সঠিক? [চ. বো. '১৬]
- (ক) i ও ii (খ) ii ও iii (গ) i ও iii (ঘ) i, ii ও iii

১০৭। তেল + 3NaOH → A + সাবান

A যৌগটি -

- (i) একটি ট্রাইহাইড্রিক অ্যালকোহল (ii) P₂O₅ এর সাথে বিক্রিয়া করে অ্যাক্রোলিন তৈরি করে।
(iii) প্রাণিজ চর্বিতে পাওয়া যায়

নিচের কোনটি সঠিক?

[দি. বো. '১৬]

- (ক) i ও ii (খ) ii ও iii (গ) i ও iii (ঘ) i, ii ও iii

১০৮। C₄H₁₀O অণবিক সংকেতবিশিষ্ট আলোক সক্রিয় যৌগটি -

- (i) একটি 2° অ্যালকোহল (ii) একটি 3° অ্যালকোহল (iii) এর একটি কাইরাল কার্বন আছে

নিচের কোনটি সঠিক?

[রা. বো. '১৫]

- (ক) i ও ii (খ) i ও iii (গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

১০৯। CH₃-I + KCN(alc) $\xrightarrow{\Delta}$ 'A'; A কে অর্ধ বিশ্লেষণ করলে পাওয়া যায়-

- (i) CH₃OH (ii) CH₃COOH (iii) NH₃

নিচের কোনটি সঠিক?

[রা. বো. '১৫]

- (ক) i ও ii (খ) i ও iii (গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

১১০। S_NI- বিক্রিয়ার জন্য প্রযোজ্য -

- (i) ১ ধাপে ঘটে (ii) সক্রিয়তার ক্রম 3° > 2° > 1° > CH₃X (iii) অবস্থান্তর অবস্থা সৃষ্টি হয় না

নিচের কোনটি সঠিক?

[রা. বো. '১৬]

- (ক) i ও ii (খ) i ও iii (গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

১১১। কার্বিল অ্যামিন বিক্রিয়া দ্বারা শনাক্ত করা হয়-

- (i) প্রাইমারি অ্যালিফ্যাটিক অ্যামিন (ii) প্রাইমারি অ্যারোমেটিক অ্যামিন (iii) ফেনল

নিচের কোনটি সঠিক?

[রা. বো. '১৬]

- (ক) ii (খ) ii, ও iii (গ) i, ও iii (ঘ) i, ii ও iii

১১২। CH₃-CH₂-O-CH₂-CH₃; যৌগটির নাম -

- (i) ইথার (ii) ডাইইথাইল ইথার (iii) ইথক্সি ইথেন

নিচের কোনটি সঠিক?

[রা. বো. '১৬]

- (ক) i ও ii (খ) i ও iii (গ) i ও iii (ঘ) i, ii ও iii

১১৩। S_N2 বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে নিম্নের তথ্যগুলো লক্ষ কর :

(i) এ বিক্রিয়া ২ ধাপে সম্পন্ন হয়

(ii) এ জাতীয় বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে সক্রিয়তা ক্রম CH₃-X > 1°RX > 2°RX > 3°RX

(iii) এ বিক্রিয়ার গতিবেগ শুধুমাত্র হ্যালোজেনো অ্যালকেনের ঘনমাত্রার উপর নির্ভরশীল নয়

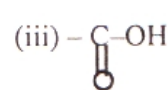
নিচের কোনটি সঠিক?

[য. বো. '১৫]

- (ক) i ও ii (খ) ii (গ) ii ও ii (ঘ) i, ii ও iii

১১৪। নিউক্লিওফিলিক যুত বিক্রিয়া দেয় -

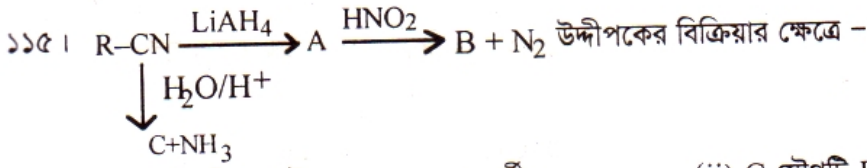
- (i) >CO (ii) -CHO



নিচের কোনটি সঠিক?

[য. বো. '১৫]

- (ক) i ও iii (খ) i ও iii (গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii



- (i) B যৌগটি A যৌগ হতে কম ক্ষারধর্মী (ii) C যৌগটি B যৌগ হতে কম অম্লধর্মী
 (iii) C যৌগটি A এবং B উভয়ের সাথেই বিক্রিয়া করে
 নিচের কোনটি সঠিক?

[ব. বো. '১৫]

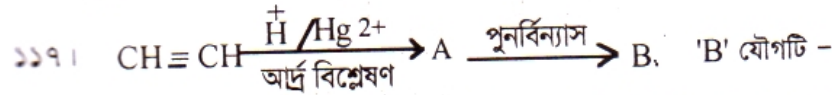
- (ক) i ও ii (খ) ii ও iii (গ) i ও iii (ঘ) i, ii ও iii

১১৬। অপ্রতিসম যৌগ -

- (i) বিউটিন-1 (ii) বিউটিন-2 (iii) পেন্টিন-2
 নিচের কোনটি সঠিক?

[দি. বো. '১৫]

- (ক) i (খ) i ও iii (গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii



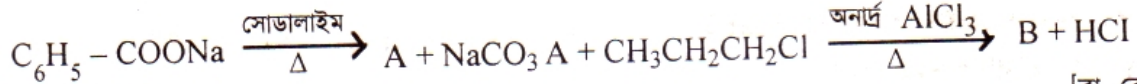
[ব. বো. '১৫]

- (i) ফেহলিং দ্রবণকে বিজারিত করে (ii) অ্যালডল বিক্রিয়া দেয় (iii) জারিত হয়ে এসিড উৎপন্ন করে
 নিচের কোনটি সঠিক?

- (ক) i ও ii (খ) i ও iii (গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

** অভিন্ন তথ্যভিত্তিক বহুনির্বাচনি প্রশ্ন :

নিচের উদ্দীপক হতে ১১৮ ও ১১৯ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :



[রা. বো. '১৬]

১১৮। A-যৌগটি হলো -

- (ক) C_6H_5-COOH (খ) $C_6H_5-CH_3$ (গ) C_6H_6 (ঘ) C_6H_5-OH

[য. বো. '১৬]

১১৯। নিচের কোনটি উৎপাদ B-এর নাম?

- (ক) n-প্রোপাইল বেনজিন (খ) iso-প্রোপাইল বেনজিন (গ) ইথাইল বেনজিন (ঘ) মিথাইল বেনজিন

** নিচের উদ্দীপকের আলোকে ১২০ এবং ১২১ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :



[য. বো. '১৬]

১২০। A এবং B হলো -

- (i) সমগোত্রক (ii) অ্যামিন (iii) ক্ষারক

নিচের কোনটি সঠিক?

[য. বো. '১৬]

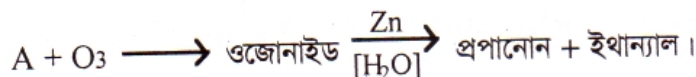
- (ক) i ও ii (খ) i ও iii (গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

১২১। B যৌগটি HNO_2 এর সাথে বিক্রিয়া করলে কী উৎপন্ন হবে?

[য. বো. '১৬]

- (ক) অ্যালকোহল (খ) অ্যালডিহাইড (গ) কিটোন (ঘ) হাইড্রোকার্বন

** উদ্দীপক হতে ১২২ এবং ১২৩ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :



[চ. বো. '১৬]

১২২। A যৌগ কোনটি

[য. বো. '১৬]

(ক) হেক্সাইন

(খ) হেক্সিন

(গ) 2-মিথাইল পেন্টিন (ঘ) 2-মিথাইল বিউটিন-2

১২৩। A যৌগটির গাঠনিক সংকেত কোনটি?

(ক) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$

(খ) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_3$

(গ) $\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}=\text{CH}-\text{CH}_3$

(ঘ) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$



উদ্দীপক হতে ১২৪ ও ১২৫ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :

[চ. বো. '১৬]

১২৪। নিচের কোনটি Q যৌগ?

(ক) CH_3COOH

(খ) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$

(গ) HCOOH

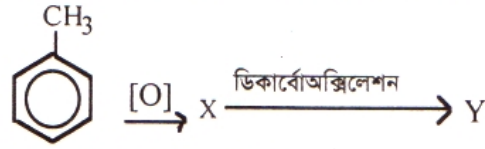
(ঘ) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$

১২৫। উৎপাদটির নাম কী?

[য. বো. '১৬]

(ক) মিথাইল মিথানয়েট (খ) ইথাইল মিথানয়েট

(গ) মিথাইল ইথানয়েট (ঘ) ইথাইল ইথানয়েট



উপরের উদ্দীপক হতে ১২৬ ও ১২৭ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :

[কু. বো. '১৬]

১২৬। উদ্দীপক বিক্রিয়ায় 'X' যৌগটি হলো -

[য. বো. '১৬]

(ক) বেনজালডিহাইড (খ) স্যালিসালডিহাইড

(গ) বেনজয়িক এসিড (ঘ) বেনজাইল অ্যালকোহল

১২৭। Y যৌগের বৈশিষ্ট্যসমূহ হলো -

(i) পাই (π) ইলেকট্রনের সংখ্যা ৬ (ছয়)

(ii) অ্যারোমেটিকত্ব প্রদর্শনের জন্য n এর মান ১ (এক)

(iii) সংযোজন ও প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া দেখায়

নিচের কোনটি সঠিক?

[য. বো. '১৬]

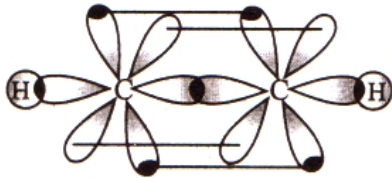
(ক) i ও ii

(খ) ii ও iii

(গ) i ও iii

(ঘ) i, ii ও iii

★ ★



উদ্দীপক অনুসারে ১২৮ ও ১২৯ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :

[কু. বো. '১৬, ব. বো. '১৬]

১২৮। উদ্দীপকের যৌগটির বৈশিষ্ট্য হলো -

(i) যৌগটিতে sp সংকরণ বিদ্যমান

(ii) যৌগটির পলিমার যৌগ হলো বেনজিন

(iii) এটা ইলেকট্রনকর্ষী যুত বিক্রিয়া দেয়

নিচের কোনটি সঠিক?

[য. বো. '১৬]

(ক) i ও ii

(খ) ii, ও iii

(গ) i, ও iii

(ঘ) i, ii ও iii

১২৯। 60° সে. তাপমাত্রায় 2% HgSO₄ এবং 20% H₂SO₄ এর উপস্থিতিতে উদ্দীপকের যৌগটি পানির সাথে বিক্রিয়া করে কী উৎপন্ন করে?

- (ক) মিথান্যাল (খ) মিথানল (গ) ইথান্যাল (ঘ) ইথানল

★★ উদ্দীপকের আলোকে ১৩০ এবং ১৩১ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :

3° অ্যালকোহল $\xleftarrow{B} \text{RMgX} \xrightarrow{\Delta} 2^\circ$ অ্যালকোহল ; A টলেন বিকারকের সাথে বিক্রিয়া দেখালেও B উক্ত বিকারকের সাথে বিক্রিয়া দেখায় না। [ব. বো. '১৬]

১৩০। RMgX এর সাথে বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণকারী যৌগ দুটির মধ্যে -

- (i) A যৌগটি ফরম্যালডিহাইড ব্যতীত যে কোনো অ্যালডিহাইড
(ii) B যৌগটি অ্যালডল ঘনীভবন বিক্রিয়া দেখায়
(iii) A ও B কার্বনিল যৌগ

নিচের কোনটি সঠিক?

- (ক) i ও ii (খ) ii ও iii (গ) i ও iii (ঘ) i, ii ও iii

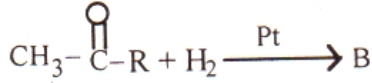
[ব. বো. '১৬]

১৩১। উদ্দীপকের অ্যালকোহলদ্বয় শনাক্তকরণে ব্যবহৃত বিকারক হলো --

- (ক) জিঙ্ক অ্যামালগাম ও গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক এসিডের মিশ্রণ
(খ) সোডিয়াম নাইট্রাইট ও গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক এসিডের মিশ্রণ
(গ) জিঙ্ক ক্লোরাইড ও লঘু হাইড্রোক্লোরিক এসিডের মিশ্রণ
(ঘ) অনর্দ্র জিঙ্ক ক্লোরাইড ও গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক এসিডের মিশ্রণ

[ব. বো. '১৬]

★★ উদ্দীপক অনুসারে ১৩২ ও ১৩৩ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :



[দি. বো. '১৬]

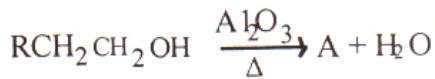
১৩২। B যৌগটি কী?

- (ক) অ্যালকিন (খ) কার্বক্সিলিক এসিড (গ) অ্যালকোহল (ঘ) অ্যালডিহাইড

১৩৩। B যৌগটি কোন বিক্রিয়া প্রদর্শন করে?

- (ক) হ্যালোফরম (খ) ক্যানিজারো (গ) ক্রিমেনসন (ঘ) অ্যালডল ঘনীভবন

★★ উদ্দীপক অনুসারে ১৩৪ ও ১৩৫ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :



[দি. বো. '১৬]

১৩৪। A যৌগটি কী?

- (ক) অ্যালকোহল (খ) অ্যালকেন (গ) অ্যালকাইন (ঘ) অ্যালকিন

১৩৫। A যৌগটি -

- (i) CCl₄ -এ দ্রবীভূত ব্রোমিন দ্রবণকে বর্ণহীন করে
(ii) ইলেকট্রোফিলিক সংযোজন বিক্রিয়া দিয়ে থাকে
(iii) হাইড্রোজেনের সাথে সংযোজন বিক্রিয়ায় অ্যালকেন উৎপন্ন করে

নিচের কোনটি সঠিক?

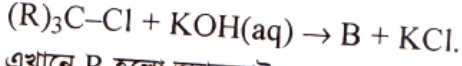
(ক) i ও ii

(খ) i ও iii

(গ) ii ও iii

(ঘ) i, ii ও iii

★★ উদ্দীপক অনুসারে ১৩৬ ও ১৩৭ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :



এখানে R হলো অ্যালকাইল মূলক

১৩৬। B যৌগটি -

(i) 3° অ্যালকোহল

(ii) 2° অ্যালকোহল

(iii) লুকাস বিকারকের সাথে তাৎক্ষণিকভাবে অধঃক্ষেপ উৎপন্ন করে

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i ও ii

(খ) ii ও iii

(গ) i ও iii

(ঘ) i, ii ও iii

১৩৭। বিক্রিয়াটি কোন ধরনের?

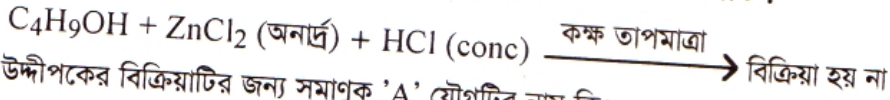
(ক) নিউক্লিওফিলিক সংযোজন

(খ) নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন

(গ) ইলেকট্রোফিলিক সংযোজন

(ঘ) ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন

★★ নিচের বিক্রিয়াটি লক্ষ্য কর এবং ১৩৮ ও ১৩৯ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :



১৩৮। উদ্দীপকের বিক্রিয়াটির জন্য সমাণুক 'A' যৌগটির নাম কি?

(ক) বিউটানল-১

(খ) বিউটানল -২

(গ) ২-মিথাইল প্রোপান্যাল

(ঘ) ২-মিথাইল প্রোপানল -২

১৩৯। উদ্দীপকের বিক্রিয়ক যৌগ 'A' এর সাথে অতিরিক্ত পরিমাণ গাঢ় H₂SO₄ যোগ করা হলে উৎপন্ন যৌগটি কী হবে?

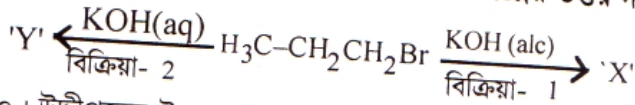
(ক) বিউটিন-১

(খ) ডাই-ইথাইল ইথার

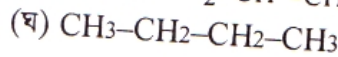
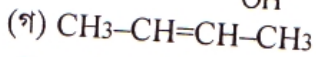
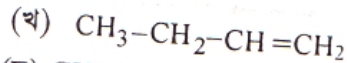
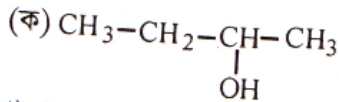
(গ) বিউটিন-২

(ঘ) মিথাইল প্রোপাইল ইথার

নিচের বিক্রিয়াটি দেখ এবং ১৪০ ও ১৪১ প্রশ্নের উত্তর দাও :



১৪০। উদ্দীপকের উৎপাদ 'X' যৌগটি হলো -



১৪১। বিক্রিয়া-২ কোন ধরনের?

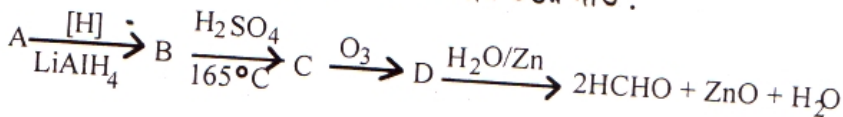
(ক) প্রতিস্থাপন

(খ) যুত

(গ) অপসারণ

(ঘ) পুনর্বিন্যাস

★★ উদ্দীপকের আলোকে ১৪২ ও ১৪৩ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :



১৮২ কোনটি A যৌগের সংকেত?

- (ক) CH_3COOH (খ) CH_3CONH_2 (গ) $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$ (ঘ) $\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$

১৮৩ উৎকীর্ণক অনুসারে -

- (i) 'B' লুকাস বিকারকের সাথে সাধারণ তাপমাত্রায় অধঃক্ষেপ দেয় না।
 (ii) HCHO কে জারিত করে 'A' তৈরি করা যাবে না
 (iii) 'C' ব্রোমিন দ্রবণকে বর্ণহীন করে

নিচের কোনটি সঠিক?

- (ক) i ও ii (খ) i, ও iii (গ) ii, ও iii (ঘ) i, ii ও iii

১৮৪ নিচের উদ্দীপকের আলোকে ১৪৪ ও ১৪৫ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :



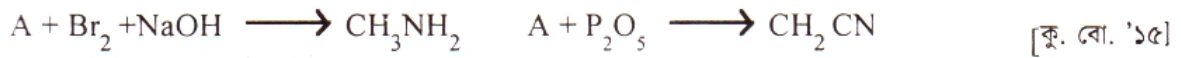
১৪৪ 'X' হলো -

- (ক) ইথানল (খ) প্রোপানল-২ (গ) প্রোপান্যাল (ঘ) ইথান্যাল

১৪৫ 'Y' এর ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক?

- (ক) মিষ্টি স্বাদযুক্ত (খ) ডাইমার গঠন করে (গ) পানিতে অদ্রবণীয় (ঘ) এস্টার শ্রেণির যৌগ

১৮৬ নিচের তথ্যটি পড় এবং ১৪৬ ও ১৪৭ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :



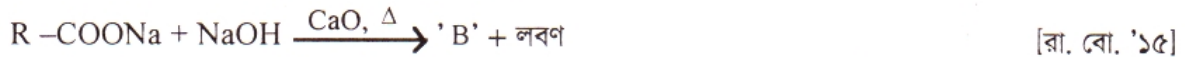
১৪৬ A যৌগের সংকেত কোনটি?

- (ক) CH_3CONH_2 (খ) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$
 (গ) CH_3COCl (ঘ) CH_3CN

১৪৭ A যৌগ হতে CH_3CN উৎপাদ তৈরির বিক্রিয়াটি হলো -

- (ক) সংযোজন বিক্রিয়া (খ) প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া (গ) অপসারণ বিক্রিয়া (ঘ) প্রশমন বিক্রিয়া

১৪৮ নিচের বিক্রিয়াটি দেখ এবং ১৪৮ ও ১৪৯ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :



১৪৮ 'B' যৌগটি কোন সমগোত্রীয় শ্রেণির অন্তর্ভুক্ত?

- (ক) কার্বক্সিলিক এসিড (খ) অ্যালকেন (গ) অ্যালকোহল (ঘ) অ্যালডিহাইড

১৪৯ 'B' যৌগটি -

- (ক) ব্রোমিনের লাল দ্রবণকে বর্ণহীন করে (খ) সংযোজন বিক্রিয়া দেয়
 (গ) পলিমারকরণ বিক্রিয়া দেয় (ঘ) এর সক্রিয়তা কম

১৪৯ নিচের ছকটি লক্ষ কর এবং ১৫০ ও ১৫১ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :

[রা. বো. '১৫]

নমুনা	অম্ল	ক্ষারক
I	CH_3COOH	NH_4OH
II	CH_3COOH	NaOH
III	HCl	NH_4OH

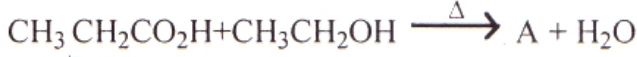
১৫০। II নং নমুনার টাইট্রেশনে ব্যবহৃত নির্দেশক কোনটি?

- (ক) মিথাইল অরেঞ্জ (খ) লিটমাস (গ) মিথাইল রেড (ঘ) ফেনলথ্যালিন

১৫১। কোন নমুনার প্রশমন তাপ স্থির মানের চেয়ে কম?

- (ক) i ও ii (খ) i ও iii (গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

✱✱ নিচের সমীকরণটি লক্ষ কর এবং ১৫২ ও ১৫৩ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :



[য. বো. '১৫]

১৫২। 'A' যৌগের সংকেত -

- (ক) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ (খ) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}(=\text{O})\text{OCH}_2\text{CH}_3$
 (গ) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}(=\text{O})\text{O}\text{C}(=\text{O})\text{CH}_3$ (ঘ) $\text{CH}_3\text{C}(=\text{O})\text{O}\text{C}(=\text{O})\text{CH}_3$

১৫৩। 'A' যৌগটি -

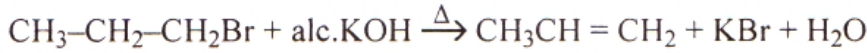
- (i) এসিড (ii) এস্টার (iii) অ্যানহাইড্রাইড

নিচের কোনটি সঠিক?

[য. বো. '১৬]

- (ক) i (খ) ii (গ) iii (ঘ) i ও ii

✱✱ 1- ব্রোমো প্রোপেন ও alc. KOH দ্রবণের বিক্রিয়ার সমীকরণটি নিম্নরূপ :



এ বিক্রিয়াভিত্তিক নিম্নোক্ত ১৫৪ নং ও ১৫৫ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :

১৫৪। উৎপন্ন হাইড্রোকার্বনের বেলায় কোন তথ্যটি সঠিক হবে ?

- (ক) অপ্রতিসম অ্যালকিন (খ) চেইন সমাণুতা দেখায় (গ) জ্বালানি গ্যাস (ঘ) অ্যালকাইন সদস্য

১৫৫। উৎপন্ন হাইড্রোকার্বন যৌগটির বেলায় প্রযোজ্য হবে-

- (ক) HBr সহ ইলেকট্রোফিলিক সংযোজন (খ) জ্যামিতিক সমাণুতা প্রদর্শন করে
 (গ) নিউক্লিওফিলিক যুত বিক্রিয়া দেয় (ঘ) PVC পলিমার তৈরি করা সম্ভব

✱✱ নিচের তথ্যের আলোকে ১৫৬, ১৫৭ ও ১৫৮ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :

60% কার্বন, 13.33% হাইড্রোজেন বিশিষ্ট একটি জৈব যৌগ X, যার আণবিক ভর 60। যৌগটির একটি সমন্বয় Y গাঢ় সালফিউরিক এসিড সহযোগে উত্তপ্ত করলে জৈব যৌগ Z উৎপন্ন হয়।

১৫৬। X এর আণবিক সংকেত কোনটি?

- (ক) $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ (খ) $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ (গ) $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ (ঘ) $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$

১৫৭। Y যৌগটির বৈশিষ্ট্য হলো-

- i. এটি ইথার সমাণুতা প্রদর্শন করে
 ii. যৌগটির প্রতি মোল দহনে 132g CO_2 উৎপন্ন হয়
 iii. এটির শনাক্তকরণে PCl_3 ব্যবহার করা হয়

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i ও ii

(খ) ii ও iii

(গ) i ও iii

(ঘ) i, ii ও iii

১৫৮। Z যোগটির বৈশিষ্ট্য হলো --

i. যৌগটির প্রতি মোল দহনে 132g CO₂ পাওয়া যায়

ii. Br₂ দ্রবণসহ পরীক্ষায় বর্ণ পরিবর্তন করে না--

iii. সংযোজন বিক্রিয়ায় অংশ নেয়

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i ও ii

(খ) ii ও iii

(গ) i ও iii

(ঘ) i, ii ও iii

উত্তরমালা

১. ক	২. খ	৩. গ	৪. গ	৫. গ	৬. গ	৭. গ	৮. গ	৯. ক	১০. খ
১১. খ	১২. গ	১৩. খ	১৪. ক	১৫. ঘ	১৬. ক	১৭. খ	১৮. খ	১৯. গ	২০. ঘ
২১. গ	২২. গ	২৩. ক	২৪. ঘ	২৫. গ	২৬. খ	২৭. খ	২৮. ঘ	২৯. গ	৩০. ঘ
৩১. ক	৩২. ক	৩৩. খ	৩৪. গ	৩৫. খ	৩৬. ক	৩৭. খ	৩৮. গ	৩৯. খ	৪০. গ
৪১. ঘ	৪২. ঘ	৪৩. ক	৪৪. গ	৪৫. খ	৪৬. ঘ	৪৭. খ	৪৮. ঘ	৪৯. গ	৫০. ক
৫১. গ	৫২. ক	৫৩. গ	৫৪. খ	৫৫. খ	৫৬. খ	৫৭. খ	৫৮. খ	৫৯. ক	৬০. খ
৬১. ক	৬২. গ	৬৩. গ	৬৪. গ	৬৫. গ	৬৬. ক	৬৭. ক	৬৮. গ	৬৯. ঘ	৭০. ঘ
৭১. খ	৭২. গ	৭৩. খ	৭৪. খ	৭৫. খ	৭৬. ঘ	৭৭. ঘ	৭৮. খ	৭৯. ক	৮০. ঘ
৮১. ক	৮২. গ	৮৩. ক	৮৪. গ	৮৫. খ	৮৬. গ	৮৭. ঘ	৮৮. ঘ	৮৯. ঘ	৯০. গ
৯১. গ	৯২. ক	৯৩. গ	৯৪. ক	৯৫. ঘ	৯৬. ক	৯৭. ক	৯৮. ক	৯৯. খ	১০০. গ
১০১. ক	১০২. ক	১০৩. ঘ	১০৪. ঘ	১০৫. ঘ	১০৬. ক	১০৭. ঘ	১০৮. খ	১০৯. গ	১১০. গ
১১১. ক	১১২. ঘ	১১৩. গ	১১৪. খ	১১৫. গ	১১৬. ক	১১৭. ঘ	১১৮. গ	১১৯. ক	১২০. ঘ
১২১. ক	১২২. ঘ	১২৩. গ	১২৪. ক	১২৫. ঘ	১২৬. গ	১২৭. ঘ	১২৮. ঘ	১২৯. গ	১৩০. ঘ
১৩১. ঘ	১৩২. গ	১৩৩. ক	১৩৪. ঘ	১৩৫. ঘ	১৩৬. গ	১৩৭. ঘ	১৩৮. ক	১৩৯. ক	১৪০. খ
১৪১. ক	১৪২. ক	১৪৩. ঘ	১৪৪. খ	১৪৫. খ	১৪৬. ক	১৪৭. গ	১৪৮. খ	১৪৯. ঘ	১৫০. ঘ
১৫১. ঘ	১৫২. খ	১৫৩. খ	১৫৪. ক	১৫৫. ক	১৫৬. ঘ	১৫৭. ঘ	১৫৮. ক		

(ঘ) - বিভাগ : সৃজনশীল প্রশ্ন (CQ)

১। মিসেস লক্ষ্মী রাণী কাপড় চোপড় রাখার জন্য একটি কাঠের আলমিরার জন্য বাজারে গেলেন; তিনি দেখলেন কাঠের আলমিরার মূল্য অপেক্ষাকৃত বেশি, তিনি কাঠের আসবাবপত্রের দোকান পরিবর্তন করে প্লাস্টিক বোর্ডের দোকানে গিয়ে একটি প্লাস্টিকের আলমিরা প্রস্তুতির অনুরোধ করে চলে এলেন। মিসেস লক্ষ্মী রাণীর পুত্র রসায়নবিদ ড. টমাস তার মাকে জানালেন প্লাস্টিক বোর্ড মূলত পলিভিনাইল ক্লোরাইড যা একটি পুনঃপ্রক্রিয়াকরণযোগ্য কৃত্রিম পলিমার।

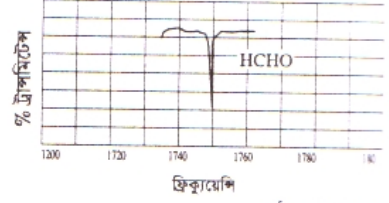
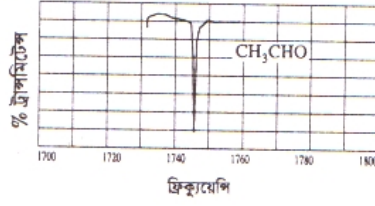
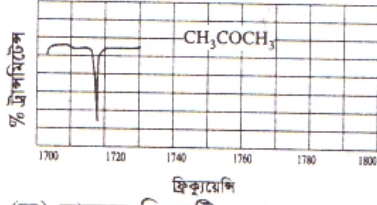
(ক) গ্লাইকোসাইড বন্ধন কী? ১

(খ) n-পেন্টেন যৌগের সমাপ্ততা ব্যাখ্যা কর। ২

(গ) উদ্দীপকের লক্ষ্মী রাণীর নির্বাচিত আলমিরার উপাদানটি প্রস্তুতি সমীকরণসহ লেখ।

(ঘ) মিসেস লক্ষ্মী রাণীর গৃহীত পদক্ষেপ কতখানি পরিবেশ বান্ধব বলে তুমি মনে কর? যুক্তিসহ বিশ্লেষণ কর।

২। নিচে তিনটি যৌগের IR spectroscopic শোষণ ফ্রিকুয়েন্সি প্রদর্শিত হলো -



(ক) হাকেল নিয়মটি লেখ। ১

[টা.বো. ২০১৫]

(খ) নাইট্রোবেনজিনের নাইট্রেশনে উচ্চ তাপের প্রয়োজন হয় কেন? ২

(গ) উদ্দীপকে যৌগ তিনটির কোনটি টলেন বিকারকের সাথে বিক্রিয়া করে? -কারণসহ বিক্রিয়া দেখাও। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের যৌগ তিনটির কার্যকরী মূলক একই হওয়া সত্ত্বেও ভিন্ন অঞ্চলে শোষণ ফ্রিকুয়েন্সি দেখানোর যৌক্তিক কারণ ব্যাখ্যা কর। ৪

৩। রসায়নবিদ ড. টমাস পরীক্ষাগারে পাশাপাশি রাখা কয়েকটি সিলিডারে লেবেলে নামবিহীন বিভিন্ন গ্যাসের প্রতিটির ১.৬ গ্রামকে বাতাসে পূর্ণদহন করে ১৭.৬ গ্রাম CO₂ ও ৭.২ গ্রাম জলীয় বাষ্প সংগ্রহ করেন। প্রতিটি সিলিডারের লেবেলে গ্যাসের আণবিক ভর ১৬ লেখা ছিল। তিনি পরীক্ষা করে দেখলেন, ঐ সব সিলিডারে রাখা গ্যাসসমূহের মধ্যে একটি বাদে অন্য সব গ্যাস CCl₄ এ দ্রবীভূত ব্রোমিনের গোলাপি বর্ণকে দূরীভূত করে।

(ক) কাইরাল কেন্দ্র কী? ১

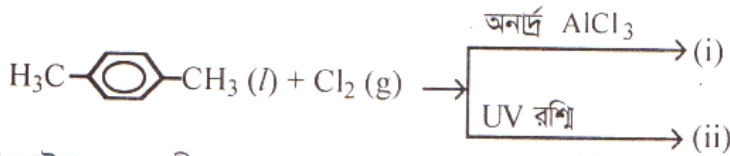
[রা.বো. ২০১৫]

(খ) অ্যারোমেটিসিটি বলতে কী বোঝায়? তা ব্যাখ্যা কর। ২

(গ) উদ্দীপক সংশ্লিষ্ট গ্যাসের আণবিক সংকেত নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) গাঠনিক সংকেত উল্লেখপূর্বক যুক্তি দিয়ে দেখাও উদ্দীপক যৌগটির চারটি সমাণু সম্ভব। ৪

৪। নিচের উদ্দীপক সংশ্লিষ্ট প্রশ্নসমূহের উত্তর দাও।



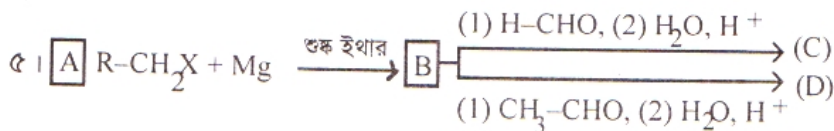
(ক) কাইরাল কেন্দ্র কী? ১

[রা.বো. ২০১৫]

(খ) মারকনিকভের নিয়মটি উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর। ২

(গ) উদ্দীপক (i) নং বিক্রিয়ার কৌশল ব্যাখ্যা কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপক বিক্রিয়ায় প্রভাবক পরিবর্তনে উৎপাদের পরিবর্তনের যৌক্তিকতা বিশ্লেষণ কর। ৪



[ব.বো. ২০১৫]

(ক) ক্যাটেনেশন কী? ১

[দি.বো. ২০১৫]

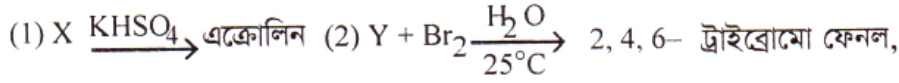
(খ) জ্যামিতিক সমাণুতার শর্ত ব্যাখ্যা কর। ২

[রা. বো. ২০১৫]

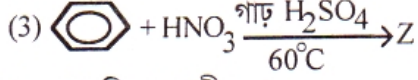
(গ) উদ্দীপকের (A) যৌগ থেকে চার কার্বন বিশিষ্ট অ্যালকেন তৈরি কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের (C) যৌগ ও (D) যৌগ শনাক্ত কর এবং এদের পার্থক্যসূচক পরীক্ষাটি সমীকরণসহ ব্যাখ্যা কর। ৪

৬। নিচের সমীকরণভিত্তিক উদ্দীপকটি অনুধাবন কর এবং সংশ্লিষ্ট প্রশ্নের উত্তর দাও।



[য. বো. ২০১৫]



(ক) এনানসিওমার কী? ১

[ঢা. বো. ২০১৫]

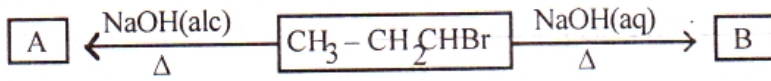
(খ) সেলুলোজ হলো β - D গ্লুকোজ পলিমার; ব্যাখ্যা কর। ২

[চ. বো. ২০১৫]

(গ) তেল বা চর্বি থেকে X যৌগের সংশ্লেষণ বিক্রিয়াসহ লেখ। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের Y যৌগ ও Z যৌগের সক্রিয়তার তুলনামূলক আলোচনা কর। ৪

৭। নিচের সমীকরণ ভিত্তিক উদ্দীপকটি অনুধাবন কর এবং সংশ্লিষ্ট প্রশ্নের উত্তর দাও।



[চ. বো. ২০১৫]

(ক) হোমোলগ বা সমগোত্রক কী? ১

[য. বো. ২০১৫]

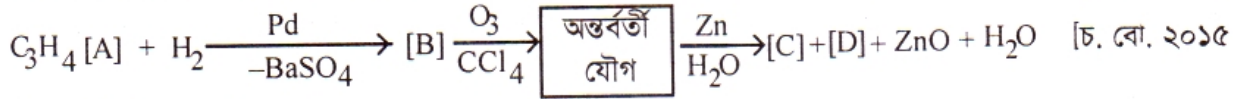
(খ) ক্রিমেনসন বিজারণ দ্বারা কার্যকরীমূলক লুপ্ত হয়, তা ব্যাখ্যা কর। ২

(গ) উদ্দীপকের A ও B যৌগের পারস্পরিক রূপান্তর সমীকরণসহ লেখ। ৩

(ঘ) A যৌগ ও HBr এর সংযোজন বিক্রিয়ায় কোন্টি প্রধান উৎপাদ হবে সংশ্লিষ্ট সূত্রসহ ব্যাখ্যা কর। ৪

৮। নিচের রাসায়নিক সমীকরণভিত্তিক উদ্দীপক সংশ্লিষ্ট প্রশ্নের উত্তর দাও।

[চ. বো. ২০১৫]



(ক) কার্যকরী মূলক কী? ১

(খ) বেনজিন একটি অ্যারোমেটিক যৌগ- ব্যাখ্যা কর। ২

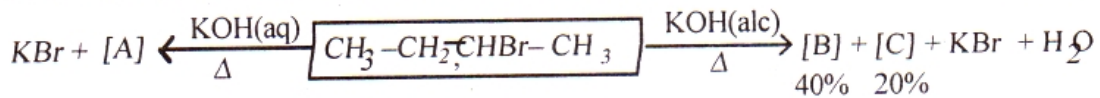
[চ. বো. ২০১৫]

(গ) উদ্দীপকের A ও B যৌগ দুটিকে এদের মিশ্রণ থেকে কীরূপে পৃথক করা যাবে? ৩

(ঘ) উদ্দীপকের দুটি C পরমাণু বিশিষ্ট C যৌগটি অ্যালডল ঘনীভবন বিক্রিয়া দেয়; কিন্তু D যৌগটি উক্ত বিক্রিয়া দেয় না; এর ব্যাখ্যা কর। ৪

৯। নিচের রাসায়নিক সমীকরণভিত্তিক উদ্দীপক সংশ্লিষ্ট প্রশ্নের উত্তর দাও।

[দি. বো. ২০১৫]



(ক) ইলেকট্রোফাইল কী? ১

[ঢা. বো. ২০১৫]

(খ) অ্যালডিহাইড ও কিটোনের পার্থক্যসূচক পরীক্ষা সমীকরণসহ লেখ। ২

(গ) উদ্দীপকের A যৌগটি প্রস্তুতির প্রক্রিয়া সংশ্লিষ্ট SN1 কৌশল দেখাও। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের A ও B যৌগ দুটির ভিন্ন স্টেরিও সমাণুতা দেখায়; ব্যাখ্যা কর। ৪

১০। উদ্দীপক সংশ্লিষ্ট প্রশ্নের উত্তর দাও।

[রা. বো. ২০১৫]



(ক) লুকাস বিকারক কী? ১

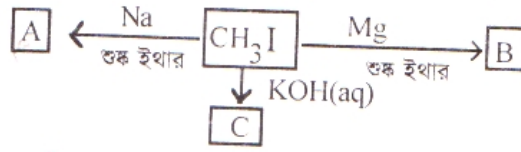
(খ) আলোক সমাণুতার শর্ত আলোচনা কর। ২

(গ) উদ্দীপকের A যৌগ থেকে একটি পলিমার প্রস্তুতি সমীকরণসহ লেখ। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের বিক্রিয়াটির কৌশল ব্যাখ্যা কর। ৪

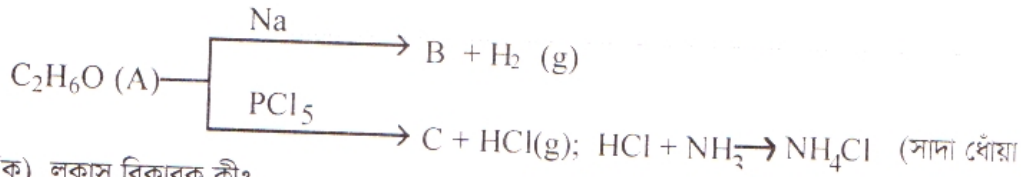
- ১১। নিচের সমীকরণভিত্তিক উদ্দীপকটি অনুধাবন কর এবং সংশ্লিষ্ট প্রশ্নের উত্তর দাও।

[ঢা. বো., ২০১৫]



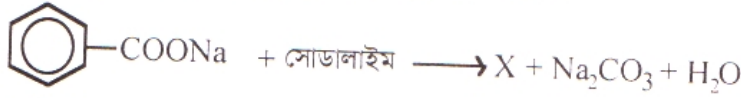
- (ক) রেসিমিক মিশ্রণ কী?
 (খ) সমগোত্রীয় শ্রেণির বৈশিষ্ট্য উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর।
 (গ) উদ্দীপকের C যৌগে বিদ্যমান কার্যকরীমূলক শনাক্তকরণ সমীকরণসহ লেখ।
 (ঘ) উদ্দীপকের B যৌগের অর্ধ বিশ্লেষণে প্রাপ্ত যৌগটি A যৌগের সমগোত্রক কীনা ব্যাখ্যা কর।
- ১২। নিচের সমীকরণভিত্তিক উদ্দীপকটি অনুধাবন কর এবং সংশ্লিষ্ট প্রশ্নের উত্তর দাও।

[ঢা. বো., ২০১৬]

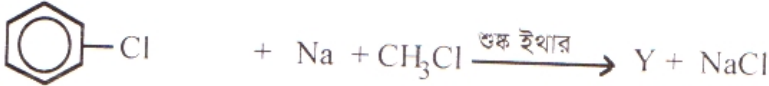


- (ক) লুকাস বিকারক কী?
 (খ) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ যৌগে Cr এর জারণ সংখ্যা নির্ণয় কর।
 (গ) B ও C যৌগকে চিহ্নিত কর এবং C যৌগ থেকে কীভাবে অ্যালকিন পাওয়া যায় তা সমীকরণসহ উল্লেখ কর।
 (ঘ) A যৌগের সমাপুঙ্জয়ের মধ্যে কোনটির পোলারিটি কম হবে তা যুক্তিসহকারে প্রতিষ্ঠিত কর।
- ১৩। নিচের উদ্দীপক সমীকরণ মতে সংশ্লিষ্ট প্রশ্নের উত্তর দাও।

[ঢা. বো., ২০১৬]

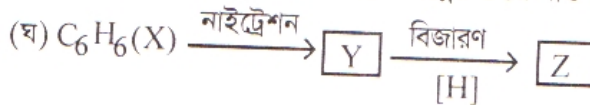


[রা. বো., ২০১৬]



- (ক) রেসিমিক মিশ্রণ কী?
 (খ) AlCl_3 একটি অম্ল; তা ব্যাখ্যা কর।
 (গ) উদ্দীপকের X যৌগ থেকে গ্রাইঅক্সাল প্রস্তুত কর।
 (ঘ) ফ্রিডেল ক্রাফট অ্যালকাইলেশন বিক্রিয়ায় X ও Y এর মধ্যে কোনটি বেশি সক্রিয়; তা ব্যাখ্যা কর।
- ১৪। নিচের সমীকরণভিত্তিক উদ্দীপক মতে সংশ্লিষ্ট প্রশ্নের উত্তর দাও।

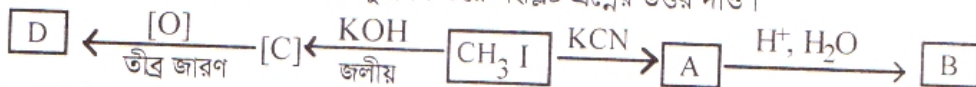
[সি. বো., ২০১৬]



[সি. বো., ২০১৬]

- (ক) ফরমালিন কী?
 (খ) পানির BOD এবং মিথাইল মান 50 ppm বলতে কী বোঝায়?
 (গ) উদ্দীপকের Z যৌগ এবং অ্যামিনের মধ্যে কোনটির ক্ষারধর্ম বেশি; তা ব্যাখ্যা কর।
 (ঘ) ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে X, Y এবং Z এর সক্রিয়তার ক্রম বিশ্লেষণ কর।
- ১৫। নিচের সমীকরণভিত্তিক উদ্দীপকটি অনুধাবন করে সংশ্লিষ্ট প্রশ্নের উত্তর দাও।

[য. বো., ২০১৬]



- (ক) রেসিমিক মিশ্রণ কী?
 (খ) অ্যালকোহল পানিতে দ্রবণীয় কেন; তা ব্যাখ্যা কর।
 (গ) গ্রিগনাদ বিকারক থেকে উদ্দীপকের B যৌগটির সংশ্লেষণ দেখাও।
 (ঘ) উদ্দীপকের D যৌগটির অম্লধর্ম ও বিজারণ ধর্ম আছে; বিশ্লেষণ দাও।