


জৈব রসায়নের সূচনা

INTRODUCTION TO ORGANIC CHEMISTRY



ভূমিকা (Introduction)

জীব শব্দটি হতে জৈব শব্দের উৎপত্তি। জীব জগৎ অর্থাৎ উদ্ভিদ ও প্রাণি হতে প্রাপ্ত যৌগসমূহকে জৈব যৌগ হিসেবে অভিহিত করা হত। সুইডিশ বিজ্ঞানী বার্জেলিয়াসের ধারণা ছিল জীব কোষ হতে উদ্ভূত এক প্রকার প্রাণশক্তির প্রভাবে উদ্ভিদ ও প্রাণিদেহে জৈব যৌগ সৃষ্টি হয়। বার্জেলিয়াসের এ মতবাদ প্রাণশক্তির মতবাদ (Vital force theory) নামে পরিচিত। ১৮২৮ খ্রিস্টাব্দে জার্মান বিজ্ঞানী ফ্রেডারিক উহলার (Friedrich Wohler) আকস্মিকভাবে অজৈব অ্যামোনিয়াম সায়ানেট থেকে জৈব যৌগ ইউরিয়া প্রস্তুত করে প্রাণশক্তি মতবাদের অসারতা প্রমাণ করেন। পরবর্তীতে বিজ্ঞানী কোব (Kolbe) পরীক্ষাগারে অ্যাসিটিক অ্যাসিড সংশ্লেষণ করে উহলারের ধারণার সত্যতা প্রমাণ করেন। বিজ্ঞানী উহলারের অজৈব উৎস হতে জৈব যৌগ আবিষ্কার পরীক্ষাগারে জৈব যৌগ প্রস্তুতির ক্ষেত্রে এক বৈপ্লবিক পরিবর্তন আনে। সে জন্য তাকে জৈব রসায়নের জনক বলা হয়। বর্তমানে আবিষ্কৃত মোট প্রায় ৮২ লক্ষ যৌগের মধ্যে প্রায় ৮০ লক্ষ জৈব যৌগ। এ বিপুল সংখ্যক জৈব যৌগের গঠন, প্রস্তুতি, ধর্ম, শনাক্তকরণ প্রভৃতি বিষয়ে আলোচনা জৈব রসায়নের প্রধান উপজীব্য। জৈব রসায়ন অধ্যয়ন করতে গেলে কতিপয় মৌলিক বিষয় সম্পর্কে সুস্পষ্ট ধারণা থাকা প্রয়োজন। এ ইউনিটে জৈব রসায়নের সে সব মৌলিক বিষয়ে আলোচনা করা হলো।

	ইউনিট সমাপ্তির সময়	ইউনিট সমাপ্তির সর্বোচ্চ সময় ৫ সপ্তাহ
---	---------------------	---------------------------------------

এই ইউনিটের পাঠসমূহ

- পাঠ-১.১ : জৈব যৌগের সাধারণ আলোচনা
- পাঠ-১.২ : জৈব যৌগের নামকরণ
- পাঠ-১.৩ : জৈব যৌগের সমাণুতা ও এর প্রকারভেদ
- পাঠ-১.৪ : অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন
- পাঠ-১.৫ : অ্যালিফেটিক যৌগের রাসায়নিক ধর্ম
- পাঠ-১.৬ : অ্যারোমেটিক যৌগের রাসায়নিক ধর্ম

পাঠ-১.১


জৈব যৌগের সাধারণ আলোচনা



উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে শিক্ষার্থীরা-

- জৈব যৌগের শ্রেণিবিভাগ বর্ণনা করতে পারবেন।
- সমগোত্রীয় শ্রেণির সংজ্ঞা ও বৈশিষ্ট্য আলোচনা করতে পারবেন।
- কার্যকরী মূলকের সংজ্ঞা প্রদান করতে পারবেন এবং বিভিন্ন সমগোত্রীয় শ্রেণির কার্যকরী মূলকের নাম ও গাঠনিক সংকেত লিখতে পারবেন।

	মুখ্য শব্দ	জৈব যৌগ, সমগোত্রক ও সমগোত্রীয় শ্রেণি, কার্যকরী মূলক
---	-----------------------	--



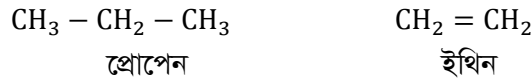
জৈব যৌগ (Organic Compound)

উৎস বা প্রস্তুত পদ্ধতি যাই হোক না কেন সকল জৈব যৌগে কার্বন পরমাণু বিদ্যমান। তাই বলা যায় জৈব যৌগ মূলত কার্বন যৌগ। জৈব যৌগে কার্বনের সাথে এক বা একাধিক বিভিন্ন মৌল যেমন- H, O, N, S, P, X ইত্যাদি যুক্ত থাকে। আবার কার্বনের দ্বারা গঠিত সকল যৌগই জৈব যৌগ নয়। যেমন- CO₂, CO, Na₂CO₃ ইত্যাদি। বর্তমানে জৈব যৌগকে এভাবে সংজ্ঞায়িত করা হয় ‘কার্বন ও হাইড্রোজেন দ্বারা গঠিত যৌগসমূহকে হাইড্রোকার্বন বলা হয় এবং এই হাইড্রোকার্বন ও এদের জাতকসমূহকে জৈব যৌগ বলে।’ যেমন:- মিথেন (CH₄), মিথানল (CH₃OH), অ্যানিলিন (C₆H₅NH₂) ইত্যাদি।

জৈব যৌগের শ্রেণিবিভাগ(Classification of Organic Compounds) : কার্বন শিকলের গঠনের উপর ভিত্তি করে জৈব যৌগসমূহকে প্রধান দুটি শ্রেণিতে বিভক্ত করা যায়। যথা-

- ১। মুক্ত শিকল যৌগ (Open chain compounds)
- ২। বদ্ধ শিকল যৌগ (Closed chain or cyclic compounds)

১। মুক্ত শিকল বা অ্যালিফেটিক যৌগ : যে সব জৈব যৌগের কার্বন শিকলের দুই প্রান্ত পরস্পর যুক্ত হয় না তাদেরকে মুক্ত শিকল বা অ্যালিফেটিক জৈব যৌগ বলা হয়। যেমন-



বন্ধন প্রকৃতি অনুযায়ী অ্যালিফেটিক যৌগসমূহকে দু’ভাগে ভাগ করা হয়, যথা-

- সম্পৃক্ত যৌগ ও
- অসম্পৃক্ত যৌগ।

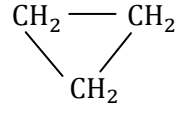
(i) সম্পৃক্ত যৌগ : যে সব যৌগের কার্বন শিকলের কার্বন পরমাণুসমূহ পরস্পর একক বন্ধন দ্বারা যুক্ত থাকে তাদেরকে সম্পৃক্ত যৌগ বলে। যেমন-



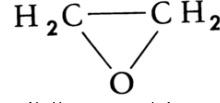
(ii) অসম্পৃক্ত যৌগ : যে সব যৌগের কার্বন শিকলে অন্তত দুটি কার্বন পরমাণু দ্বি-বন্ধন বা ত্রি-বন্ধন দ্বারা পরস্পর যুক্ত থাকে তাদেরকে অসম্পৃক্ত যৌগ বলে। যেমন-



২। বদ্ধ শিকল যৌগ : যে সব জৈব যৌগের অণুর কার্বন শিকলের দু'প্রান্তের কার্বন নিজেদের মধ্যে সরাসরি যুক্ত হয়ে অথবা অপর মৌলের পরমাণু যেমন- N, O, S ইত্যাদির মাধ্যমে যুক্ত হয়ে বলয় বা চক্র গঠন করে তাদেরকে বদ্ধ শিকল যৌগ বলে। যেমন-



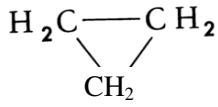
সাইক্লো প্রোপেন



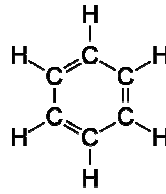
হাথালন অক্সাইড

বদ্ধ শিকল যৌগসমূহকে তাদের বলয় গঠনকারী পরমাণুর প্রকৃতির উপর ভিত্তি করে দু'টি উপশ্রেণিতে ভাগ করা যায়। যথা- (ক) কার্বোসাইক্লিক বা হোমোসাইক্লিক বা সুষমচাক্রিক যৌগ ও (খ) হেটারোসাইক্লিক বা বিষমচাক্রিক যৌগ।

(ক) কার্বোসাইক্লিক বা হোমোসাইক্লিক যৌগ : যে সব বদ্ধ শিকল যৌগের কাঠামো বলয় কেবলমাত্র কার্বন পরমাণু দ্বারা গঠিত তাদেরকে কার্বোসাইক্লিক যৌগ বলে। যেমন-



সাইক্লো প্রোপেন

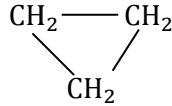


বেনজিন

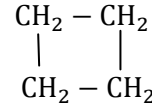
ধর্মের উপর ভিত্তি করে কার্বোসাইক্লিক যৌগসমূহ আবার দু'ভাগে বিভক্ত। যথা-

(i) অ্যালিসাইক্লিক যৌগ ও (ii) অ্যারোমেটিক যৌগ

(i) অ্যালিসাইক্লিক যৌগ : যে সব কার্বোসাইক্লিক যৌগের ধর্ম অ্যালিফেটিক বা মুক্ত শিকল যৌগের ধর্মের ন্যায়, তাদের অ্যালিসাইক্লিক যৌগ বলা হয়। যেমন-

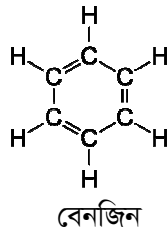


সাইক্লোপ্রোপেন

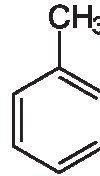


সাইক্লোবিউটেন

(ii) অ্যারোমেটিক যৌগ : বেনজিন, বেনজিন জাতক বা বেনজিনের ধর্ম সদৃশ যে কোন বলায়াকার যৌগকে অ্যারোমেটিক যৌগ বলে। যেমন-

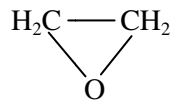


বেনজিন

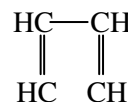


টলুইন

(খ) হেটারোসাইক্লিক যৌগ : যে সব বদ্ধ শিকল যৌগে কার্বন পরমাণুর সাথে ভিন্ন মৌল যেমন-N, O, S ইত্যাদি যুক্ত হয়ে বলয় গঠন করে তাদেরকে হেটারোসাইক্লিক বা বিষমচাক্রিক যৌগ বলে। যেমন-



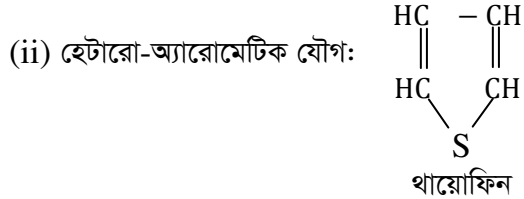
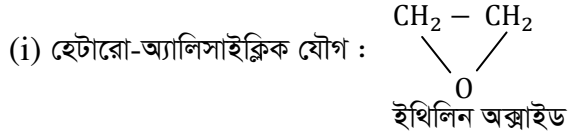
ইথিলিন অক্সাইড



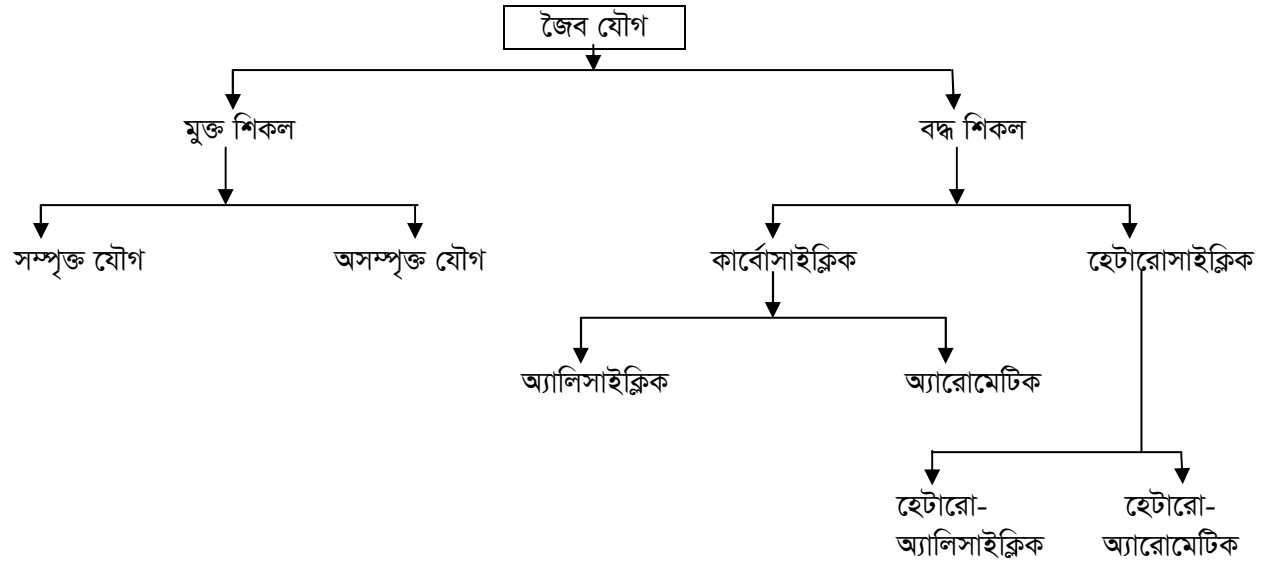
থায়োফিন

কার্বোসাইক্লিক যৌগের ন্যায় ধর্মের ভিত্তিতে হেটারোসাইক্লিক যৌগকে আবার দু'ভাগে ভাগ করা যায়। যথা-

(i) হেটারো-অ্যালিসাইক্লিক যৌগ ও (ii) হেটারো-অ্যারোমেটিক যৌগ।



জৈব যৌগের শ্রেণিবিভাগকে সংক্ষেপে নিচের ছকে দেখানো হলো :-



সমগোত্রীয় শ্রেণি (Homologous Series): কার্বনের ক্যাটেনেশন ধর্মের কারণে কার্বন যৌগ তথা জৈব যৌগের সংখ্যা আট মিলিয়নের অধিক। এ বিপুল সংখ্যক জৈব যৌগ আলাদাভাবে অধ্যয়ন করা কষ্টসাধ্য ব্যাপার। আলোচনার সুবিধার্থে জৈব যৌগসমূহকে গঠন ও ধর্মের সাদৃশ্যের ভিত্তিতে কতিপয় সমধর্মী যৌগ শ্রেণিতে বিভক্ত করা হয়। এ সব সমধর্মী যৌগ শ্রেণির নাম সমগোত্রীয় শ্রেণি। জৈব রসায়ন অধ্যয়ন বলতে সমগোত্রীয় শ্রেণির অধ্যয়ন বুঝায়। অভিন্ন মৌল দ্বারা গঠিত সমধর্মী যৌগসমূহকে ক্রমবর্ধমান আণবিক ভর অনুসারে সাজালে যদি পাশাপাশি দুটি যৌগের মধ্যে মিথিলিন $-\text{CH}_2-$ মূলকের পার্থক্য থাকে এবং এদের সংযুক্তি একটি সাধারণ সংকেত দ্বারা প্রকাশ করা যায়, তবে এরূপ নিকট সম্পর্কযুক্ত যৌগসমূহকে সমগোত্রক বলে এবং এদের শ্রেণিকে সমগোত্রীয় শ্রেণি বলা হয়। যেমন- অ্যালকেন $(\text{C}_n\text{H}_{2n+2})$ একটি সমগোত্রীয় শ্রেণি। মিথেন (CH_4) , ইথেন (C_2H_6) , প্রোপেন (C_3H_8) ইত্যাদি অ্যালকেন শ্রেণির সমগোত্রক।


সমগোত্রীয় শ্রেণির বৈশিষ্ট্য : সাধারণভাবে সমগোত্রীয় শ্রেণির যৌগসমূহের বৈশিষ্ট্যসমূহ নিম্নরূপ :

- এরা অভিন্ন মৌল দ্বারা গঠিত।
- একটি সাধারণ সংকেত দ্বারা এদেরকে প্রকাশ করা যায়।
- আণবিক ভরের ভিত্তিতে পাশাপাশি দুটি সমগোত্রকের মধ্যে $-\text{CH}_2-$ মূলকের পার্থক্য বিদ্যমান।
- প্রত্যেক সমগোত্রীয় শ্রেণির একটি নির্দিষ্ট কার্যকরীমূলক থাকে।

(v) এদের ভৌত ধর্মে নিয়মিত ক্রম লক্ষ্য করা যায়। আণবিক ভর বৃদ্ধির সাথে এদের ভৌত ধর্ম যেমন- গলনাংক, স্ফুটনাংক ও ঘনত্ব বৃদ্ধি পায় এবং দ্রাব্যতাহ্রাস পায়।

(vi) এদের রাসায়নিক ধর্মে সাদৃশ্য বিদ্যমান।

(vii) একই সাধারণ নিয়মে এদের প্রস্তুত করা যায়।


	শিক্ষার্থীর কাজ	১। টলুইন বেনজিনের সমগোত্রক - ব্যাখ্যা করুন।
---	------------------------	---

কার্যকরী মূলক (Functional group) : জৈব যৌগের ধর্ম ও বিক্রিয়া কার্বন ও হাইড্রোজেন দ্বারা গঠিত কাঠামো অপেক্ষা যৌগের সক্রিয় পরমাণু বা মূলকের উপর অধিকতর নির্ভরশীল। এ সব পরমাণু বা মূলক যৌগের কার্যকরী মূলক হিসেবে অভিহিত। কোন জৈব যৌগের অণুস্থিত যে পরমাণু বা মূলক ঐ যৌগের রাসায়নিক ধর্ম কার্যকরভাবে নিয়ন্ত্রণ করে তাকে ঐ যৌগের তথা যৌগ শ্রেণির কার্যকরী মূলক বলে। যেমন- জৈব এসিডের কার্যকরী মূলক হলো কার্বক্সিল মূলক (-COOH)।

সারণি-১ : বিভিন্ন সমগোত্রীয় শ্রেণির কার্যকরী মূলকের নাম সংকেত ও সমগোত্রকের উদাহরণ।

সমগোত্রীয় শ্রেণির নাম	কার্যকরী মূলকের নাম	কার্যকরী মূলকের সংকেত	কার্যকরী মূলকের গাঠনিক সংকেত	সমগোত্রকের উদাহরণ
অ্যালকেন	কার্বন-কার্বন একক বন্ধন	$\begin{array}{c} & \\ -C & - C - \\ & \end{array}$	$\begin{array}{c} & \\ -C & - C - \\ & \end{array}$	$CH_3 - CH_3$ (ইথেন)
অ্যালকিন	অ্যালকিন মূলক	$\begin{array}{c} \diagdown & / \\ C & = C \\ / & \diagdown \end{array}$	$\begin{array}{c} \diagdown & / \\ C & = C \\ / & \diagdown \end{array}$	$H_2C = CH_2$ (ইথিন)
অ্যালকাইন	অ্যালকাইন মূলক	$-C \equiv C -$	$-C \equiv C -$	$HC \equiv CH$ (ইথাইন)
অ্যালডিহাইড	অ্যালডিহাইড মূলক	$-CHO$	$\begin{array}{c} H \\ \\ -C = O \end{array}$	$CH_3 - CHO$ (ইথান্যাল)
কিটোন	কার্বনিল মূলক	$\begin{array}{c} -CO \\ \end{array}$	$\begin{array}{c} -C = O \\ \end{array}$	$CH_3 - CO - CH_3$ (প্রোপানোন)
প্রাইমারী অ্যালকোহল	1 ⁰ অ্যালকোহল মূলক	$-CH_2 - OH$	$\begin{array}{c} H \\ \\ -C - O - H \\ \\ H \end{array}$	$CH_3 - CH_2OH$ (ইথানল)
সেকেন্ডারী অ্যালকোহল	2 ⁰ অ্যালকোহল	$\begin{array}{c} -CH - OH \\ \end{array}$	$\begin{array}{c} H \\ \\ -C - O - H \\ \end{array}$	$CH_3 - CH - CH_3$ OH (প্রোপানল-2)

সমগোত্রীয় শ্রেণির নাম	কার্বকরী মূলকের নাম	কার্বকরী মূলকের সংকেত	কার্বকরী মূলকের গাঠনিক সংকেত	সমগোত্রকের উদাহরণ
টারসিয়ারী অ্যালকোহল	3 ⁰ অ্যালকোহল	$\begin{array}{c} \\ -C - OH \\ \end{array}$	$\begin{array}{c} \\ -C - O - H \\ \end{array}$	$\begin{array}{c} CH_3 \\ \\ CH_3 - C - OH \\ \\ CH_3 \end{array}$ (1,1-ডাইমিথাইল ইথানল)
কার্বক্সিলিক অ্যাসিড	কার্বক্সিল মূলক	-COOH	$\begin{array}{c} O \\ \\ -C - O - H \end{array}$	CH ₃ - COOH (ইথনয়িক অ্যাসিড)
অ্যামাইড	অ্যামাইডো মূলক	-CONH ₂	$\begin{array}{c} O \\ \\ -C - N - H \\ \\ H \end{array}$	CH ₃ CONH ₂ (ইথান্যামাইড)
এস্টার	এস্টার মূলক	-COOR	$\begin{array}{c} O \\ \\ -C - O - R \end{array}$	CH ₃ COOC ₂ H ₅ (ইথাইল ইথানয়েট)
অ্যাসিড অ্যানহাইড্রাইড	অ্যাসিড অ্যানহাইড্রাইড মূলক	-CO - O - CO -	$\begin{array}{c} O \quad O \\ \quad \\ -C - O - C - \end{array}$	CH ₃ CO-O-CO-CH ₃ (ইথানয়িক অ্যানহাইড্রাইড)
অ্যাসিড ক্লোরাইড	অ্যাসিড ক্লোরাইড মূলক	R - CO Cl	$\begin{array}{c} O \\ \\ -C - Cl \end{array}$	CH ₃ - COCl (ইথানয়িক ক্লোরাইড)
অ্যামিন	অ্যামিনো মূলক	-NH ₂	$\begin{array}{c} H \\ \\ -N - H \end{array}$	CH ₃ - NH ₂ (অ্যামিনো মিথেন)
নাইট্রাইল বা সাইনাইড	সায়ানো মূলক	-CN	-C ≡ N	CH ₃ - CN (সায়ানো মিথেন)
নাইট্রো যৌগ	নাইট্রো মূলক	-NO ₂	$\begin{array}{c} O \\ \\ -N \rightarrow O \end{array}$	CH ₃ - NO ₂ (নাইট্রোমিথেন)

	শিক্ষার্থীর কাজ	১। কার্বক্সিল মূলক, অ্যালডিহাইড মূলক, অ্যামিনো মূলকের গাঠনিক সংকেত উল্লেখপূর্বক এদের সমগোত্রীয় শ্রেণির নাম এবং উদাহরণসহ একটি সারণি প্রস্তুত করুন।
---	------------------------	--



সার-সংক্ষেপ :

- জৈব যৌগ : কার্বন ও হাইড্রোজেন দ্বারা গঠিত যৌগসমূহ হাইড্রোকার্বন নামে অভিহিত। হাইড্রোকার্বন ও এদের জাতকসমূহকে জৈব যৌগ বলে।
- কার্বোসাইক্লিক যৌগ : কেবলমাত্র কার্বন পরমাণু দ্বারা গঠিত বদ্ধ শিকল জৈব যৌগকে কার্বোসাইক্লিক যৌগ বলে।
- অ্যারোমেটিক যৌগ : বেনজিন, বেনজিন জাতক এবং বেনজিনের ধর্ম সদৃশ্য বদ্ধ শিকল যৌগকে অ্যারোমেটিক যৌগ বলে।
- সমগোত্রীয় শ্রেণি : একই প্রকার মৌল দ্বারা গঠিত সমধর্মী যৌগসমূহের শ্রেণিকে সমগোত্রীয় শ্রেণি বলে। কোন সমগোত্রীয় শ্রেণির যৌগসমূহকে একটি সাধারণ সংকেত দ্বারা প্রকাশ করা যায়। এদের কার্যকারী মূলক অভিন্ন এবং পাশাপাশি দুটি সমগোত্রকের মধ্যে $-CH_2-$ মূলকের পার্থক্য থাকে।
- কার্যকারী মূলক : কোন জৈব যৌগের অণুস্থিত পরমাণু বা ঐ যৌগের ধর্ম নিয়ন্ত্রণ করে তাকে কার্যকারী মূলক বলে।



পাঠোত্তর মূল্যায়ন-১.১

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (✓) চিহ্ন দিন

১। কোনটি অ্যালকেনের সদস্য ?

(ক) C_2H_6

(খ) C_2H_4

(গ) C_2H_2

(ঘ) C_3H_7

২। জৈব যৌগে কোন্ মৌলের উপস্থিতি বাধ্যতামূলক ?

(ক) H

(খ) X

(গ) C

(ঘ) O

৩। কোনটি অ্যালকেনের সমগোত্রক নয় ?

(ক) প্রোপেন

(খ) সাইক্লোপ্রোপেন

(গ) বিউটেন

(ঘ) iso -বিউটেন

৪। $-CH_2OH$ সংকেতটি দ্বারা কোন্ যৌগের কার্যকারী মূলক ?

(ক) প্রাইমারী অ্যালকোহল

(খ) ইথ্যান্যাল

(গ) প্রোপানল-২

(ঘ) প্রোপানোন

৫। কোনটি সমগোত্রের বৈশিষ্ট্য নয় ?

(ক) অভিন্ন মৌল দ্বারা গঠিত

(খ) সাধারণ সংকেত দ্বারা প্রকাশ করা যায়

(গ) রাসায়নিক ধর্মে সদৃশ্য বিদ্যমান

(ঘ) আণবিক ভর অভিন্ন

পাঠ-১.২

জৈব যৌগের নামকরণ



উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে শিক্ষার্থীরা-

- জৈব যৌগের নামকরণ করতে পারবেন।
- জৈব যৌগের নামকরণের বিভিন্ন পদ্ধতি বর্ণনা করতে পারবেন।



মুখ্য শব্দ

IUPAC পদ্ধতি, iso-যৌগ, অ্যালকিনাইন, অ্যালকাডাইন



জৈব যৌগের নামকরণ

বিজ্ঞানী ফ্রেডারিক উহলারের বিস্ময়কর আবিষ্কারের পূর্বে জৈব যৌগের সংখ্যা খুবই সীমিত ছিল। সে সময় নামকরণের ক্ষেত্রে জৈব যৌগের উৎস, ধর্ম, ব্যবহার, আবিষ্কারকের নাম ইত্যাদি বিষয় বিবেচনা করা হত। পরবর্তীতে জৈব যৌগের সংখ্যা উল্লেখযোগ্য হারে বৃদ্ধি পাওয়ায় এদের নামকরণের ক্ষেত্রে সার্বজনিনভাবে কিছু বিধি বিধান অনুসরণ করা হয়।

বর্তমানে প্রচলিত তিনটি পদ্ধতিতে জৈব যৌগের নামকরণ করা হয়। যথা—

(ক) সাধারণ বা ট্রিভিয়াল পদ্ধতি (Common or trivial system)

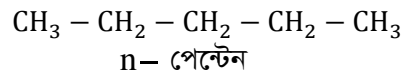
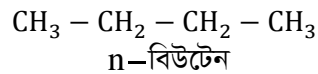
(খ) উদ্ভূত বা জাত পদ্ধতি (Derived system)

(গ) আন্তর্জাতিক পদ্ধতি বা জেনেভা পদ্ধতি বা ইউপ্যাক পদ্ধতি (International system or Geneva system or IUPACsystem)

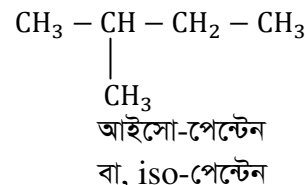
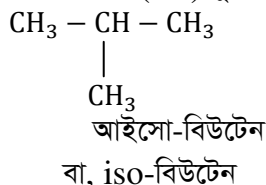
(ক) সাধারণ বা ট্রিভিয়াল পদ্ধতি (Common or trivial system) : এ পদ্ধতিতে সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনের নামের শেষে ‘এন’ (-ane) যুক্ত হয়। এদের প্রথম চারটি যৌগের প্রত্যেকটির নাম সমসংখ্যক কার্বন পরমাণু বিশিষ্ট অ্যালকোহলের নাম হতে উদ্ভূত হয়েছে। যেমন CH_4 এর নাম ‘মিথেন’ মিথাইল অ্যালকোহল (CH_3OH) হতে ; C_2H_6 এর নাম ‘ইথেন’ ইথাইল অ্যালকোহল ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) হতে ; C_3H_8 এর নাম ‘প্রোপেন’ প্রোপাইল অ্যালকোহল হতে এবং C_4H_{10} এর নাম ‘বিউটেন’ বিউটাইল অ্যালকোহল হতে।

পঞ্চম হতে উচ্চতর অ্যালকেনের নাম এদের অণুস্থিত কার্বন পরমাণুর সংখ্যাসূচক গ্রীক শব্দের সাথে ‘এন’ যুক্ত করে গঠন করা হয়। যেমন- গ্রীক শব্দ পেন্টা (Penta= পাঁচ) হতে C_5H_{12} এর নাম পেন্টেন। অনুরূপভাবে $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$ এর নাম ডেকেন, ডেকা (Deca = দশ) হতে।

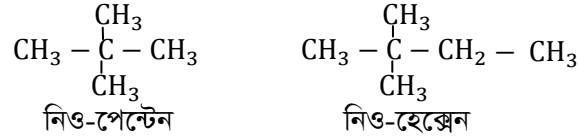
যে সকল মুক্ত শিকল জৈব যৌগের অণু সরল শিকল বিশিষ্ট অর্থাৎ যাদের কোন পার্শ্ব শিকল থাকেনা তাদেরকে নরমাল যৌগ বলা হয়। তাদের নামের প্রথমে n-যুক্ত করা হয়। যেমন-



যে সব অ্যালকেনের অণুতে মূল কার্বন শিকলের দ্বিতীয় কার্বনে একটি একক কার্বন বিশিষ্ট শাখা থাকে তাদেরকে আইসো-যৌগ বলা হয় এবং তাদের নামের প্রথমে আইসো (iso) যুক্ত হয়। যেমন—

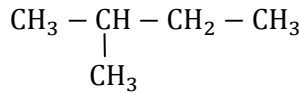
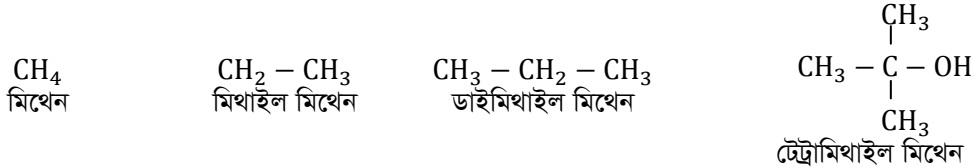


যদি অ্যালকেনের অণুতে কার্বন শিকলের দ্বিতীয় কার্বনে দু'টি একক কার্বন বিশিষ্ট শাখা থাকে তবে তাকে নিও যৌগ বলে এবং তার নামের প্রথমে নিও-(neo) শব্দ যোগ করা হয়। যেমন—



উপরের সকল ক্ষেত্রে যৌগের অণুস্থিত সকল কার্বন পরমাণু একত্রে গণনা করে যৌগের নামকরণ করা হয়।

(খ) উদ্ভূত বা জাত পদ্ধতি : এ পদ্ধতিতে নামকরণে সকল হাইড্রোকার্বনকে মূল মিথেন হতে উদ্ভূত মনে করা হয় এবং সর্বাধিক শাখা বিশিষ্ট কার্বন পরমাণুটিকে মিথেনের কার্বন পরমাণু হিসেবে ধরা হয়। যেমন—



ইথাইল ডাইমিথাইল মিথেন

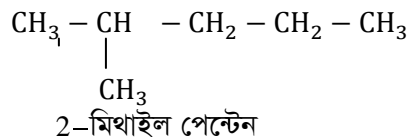
(গ) আন্তর্জাতিক পদ্ধতি বা জেনেভা পদ্ধতি বা ইউপ্যাক পদ্ধতি : সাধারণ বা উদ্ভূত পদ্ধতিতে জৈব যৌগের নামকরণে যথেষ্ট সীমাবদ্ধতা থাকায় এবং দিন দিন জৈব যৌগের সংখ্যা উল্লেখযোগ্য হারে বৃদ্ধি পাওয়ায় এদের নামকরণের সার্বজনীন পদ্ধতি প্রবর্তনের প্রয়োজন দেখা দেয়। ১৮৯২ সালে সুইজারল্যান্ডের জেনেভা শহরে আন্তর্জাতিক খ্যাতিসম্পন্ন রসায়নবিদদের এক সম্মেলনে সর্বপ্রথম জৈব যৌগের নামকরণের একটি সহজ ও কার্যকর নীতিমালা প্রণয়ন করা হয়। জৈব যৌগের নামকরণের এই নীতিমালা আন্তর্জাতিক পদ্ধতি বা জেনেভা পদ্ধতি বা IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) পদ্ধতি নামে পরিচিত। এ পদ্ধতিটি আধুনিক আন্তর্জাতিক ভাবে স্বীকৃত ও শ্রেষ্ঠতম। এ পদ্ধতিতে জৈব যৌগের নামকরণের ক্ষেত্রে বিবেচ্য বিষয়গুলো নিম্নে আলোচনা করা হলো।

অ্যালকেনের নামকরণ

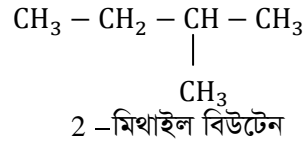
(i) যৌগের অণুতে দীর্ঘতম সরল কার্বন শিকল নির্ণয় করা হয় এবং কার্বন পরমাণুর সংখ্যার ভিত্তিতে যৌগকে n-অ্যালকেন গণ্য করা হয়। যেমন—



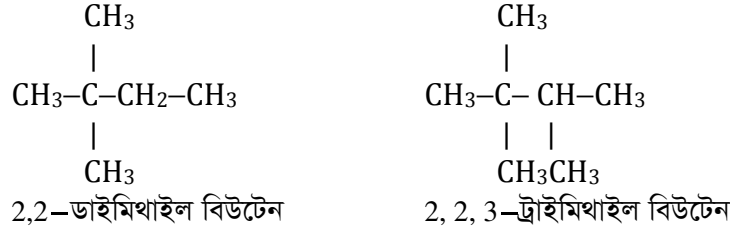
(ii) শাখায়ুক্ত অ্যালকেনের নামকরণের সময় প্রথমে দীর্ঘতম কার্বন শিকলটি নির্ণয় করা হয়। উক্ত শিকলে কার্বন পরমাণুর সংখ্যার ভিত্তিতে মূল হাইড্রোকার্বনের নাম নির্বাচন করা হয়। মূল হাইড্রোকার্বনের নামের পূর্বে পার্শ্ব শিকল বা মূলকের নাম বসিয়ে মূলকটির অবস্থান নির্দেশক সংখ্যাকে নামের পূর্বে হাইফেন যোগে লিখতে হয়। মূলকসহ হাইড্রোকার্বনের নামটি এক শব্দে লিখা হয়। যেমন—



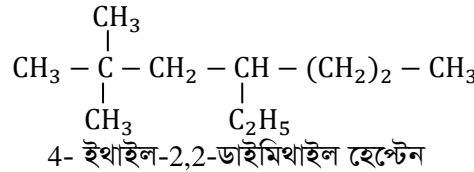
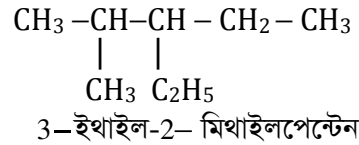
(iii) দীর্ঘতম কার্বন শিকলের কার্বন পরমাণুগুলোকে এক প্রান্ত থেকে অন্য প্রান্ত পর্যন্ত 1,2,3 ইত্যাদি সংখ্যা দ্বারা চিহ্নিত করা হয়। এ রূপ চিহ্নিতকরণের ক্ষেত্রে যে প্রান্ত হতে গণনা করলে পার্শ্ব শিকলের অবস্থান ক্ষুদ্রতম সংখ্যা দ্বারা প্রকাশ করা যায় সে প্রান্ত থেকে গণনা করা হয়। যেমন—



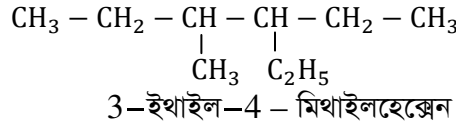
(iv) যখন দীর্ঘতম শিকলে একই প্রকার একাধিক মূলক যুক্ত থাকে, তখন তাদের অবস্থান নির্দেশক সংখ্যার মধ্যে কমা (,) চিহ্ন বসিয়ে মূলকের সংখ্যাকে ডাই, ট্রাই, টেট্রা ইত্যাদি উপসর্গ যোগে নির্দেশ করা হয়। যেমন—



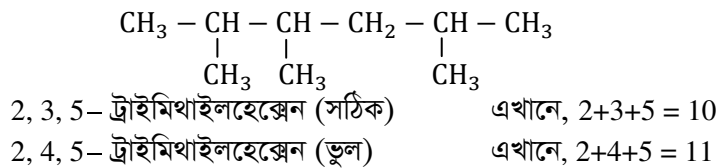
(v) যদি মূল শিকলে বিভিন্ন প্রকার পার্শ্ব শিকল বা মূলক যুক্ত থাকে, সে ক্ষেত্রে মূলকসমূহের নাম ইংরেজি আদ্যক্ষরের ক্রমানুসারে (ethyl, methyl) লিখা হয়। উল্লেখ্য যে, মূলকের অবস্থান সংখ্যা ও নামের মাঝখানে হাইফেন (-) এবং একাধিক সংখ্যা হলে তাদের মাঝে কমা (,) বসাতে হয়। যেমন—



(vi) যদি দুই বা ততোধিক ভিন্ন মূলক মূল শিকলে সমান দূরত্বের অবস্থানে থাকে তবে তাদের নামকরণের ইংরেজি আদ্যক্ষরের ক্রমানুসারে যে প্রতিস্থাপিত মূলকটি আগে আসে, তাকে ছোট সংখ্যা দ্বারা চিহ্নিত করতে হয়। যেমন—

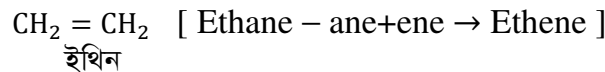


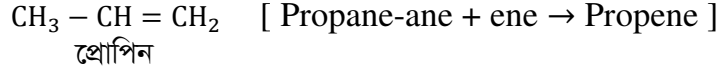
(vii) যদি দুই বা ততোধিক অনুরূপ প্রতিস্থাপক মূলক যৌগে বিদ্যমান থাকে, তবে এদের অবস্থান নির্দেশক সংখ্যার ক্ষুদ্রতর যোগফল সংখ্যাই গ্রহণযোগ্য হবে। যেমন—



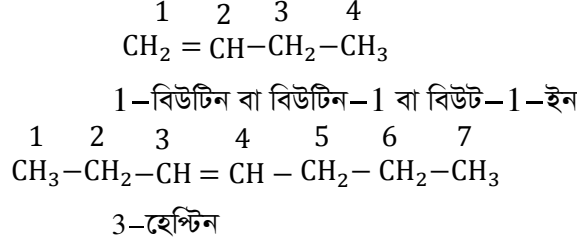
অ্যালকিনের নামকরণ : একটি কার্বন-কার্বন দ্বি-বন্ধনযুক্ত মুক্ত শিকল হাইড্রোকার্বনকে অ্যালকিন বলে। অ্যালকিনের সাধারণ সংকেত C_nH_{2n} । অ্যালকিনের নামকরণের নিয়মাবলি নিম্নরূপ :

(i) সমসংখ্যক কার্বন পরমাণু বিশিষ্ট অ্যালকিনের নামের শেষের অংশ থেকে 'এন' (-ane) বাদ দিয়ে তথায় 'ইন' (-ene) বসিয়ে অ্যালকিনের নামকরণ করা হয়। যেমন—

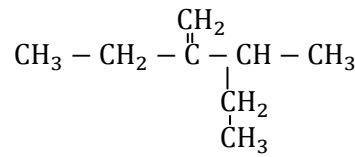




(ii) কার্বন-কার্বন দ্বি-বন্ধনকে অন্তর্ভুক্ত করে দীর্ঘতম কার্বন শিকল গণনা করতে হবে। দ্বি-বন্ধনযুক্ত কার্বন শিকলকে এমনভাবে সংখ্যায়িত করতে হবে যাতে দ্বি-বন্ধনে আবদ্ধ প্রথম কার্বনটি ক্ষুদ্রতম সংখ্যা দ্বারা প্রকাশ পায়। যেমন-

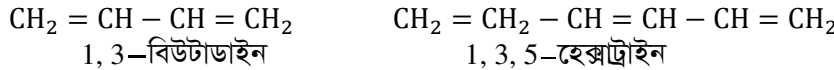


(iii) শাখাযুক্ত অ্যালকিনের ক্ষেত্রে দীর্ঘতম কার্বন শিকলের মধ্যে দ্বি-বন্ধনযুক্ত কার্বন পরমাণুদ্বয় রাখতে হবে। যেমন-

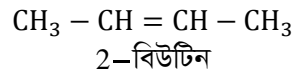
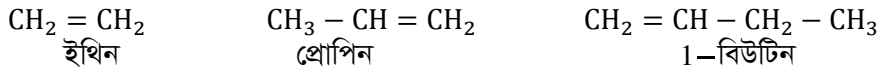


2-ইথাইল-3-মিথাইলপেন্টিন-1

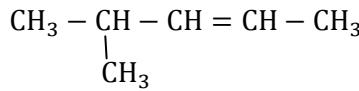
(iv) যদি অ্যালকিনের দীর্ঘতম কার্বন শিকলে দুই বা ততোধিক কার্বন-কার্বন দ্বি-বন্ধন যুক্ত থাকে তখন তাদেরকে যথাক্রমে অ্যালকাডাইন (Alkadiene), অ্যালকট্রাইন (Alkatriene) প্রভৃতি নামে অভিহিত করা হয়। যেমন-



(v) অ্যালকিনের মূল শিকলে 4 বা এর অধিক কার্বন পরমাণু থাকলে দ্বি-বন্ধনের অবস্থান উল্লেখ করতে হয়। যেমন-

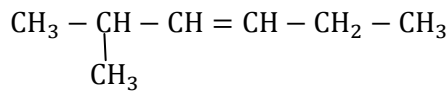


(vi) কোন যৌগে দ্বি-বন্ধন ও অ্যালকাইল শাখা একই সাথে থাকলে, দ্বি-বন্ধনকে প্রাধান্য দিয়ে সংখ্যায়ন করতে হবে। যেমন-



4-মিথাইল পেন্টিন-2 বা, 4-মিথাইল পেন্ট-2-ইন বা, 4-মিথাইল-2-পেন্টিন

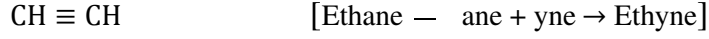
(vii) যদি দীর্ঘতম কার্বন শিকলের উভয় দিক থেকে দ্বি-বন্ধনের অবস্থান সমান হয়, সেক্ষেত্রে শাখা বা প্রতিস্থাপকের নিকটবর্তী অবস্থান বিবেচনা করে কার্বনের সংখ্যায়ন করতে হবে। যেমন-



2-মিথাইল হেক্সিন-3

অ্যালকাইনের নামকরণ : একটি কার্বন-কার্বন দ্বি-বন্ধনযুক্ত মুক্ত শিকল হাইড্রোকার্বনকে অ্যালকাইন বলে। অ্যালকাইনের সাধারণ সংকেত $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ । অ্যালকাইনের নামকরণের নিয়মাবলী নিম্নরূপ :

(i) সমসংখ্যক কার্বন পরমাণু বিশিষ্ট অ্যালকিনের নামের শেষ অংশ থেকে 'এন' (-ane) এর স্থলে আইন (-yne) বসিয়ে সংশ্লিষ্ট অ্যালকাইনের নামকরণ করা হয়। যেমন-

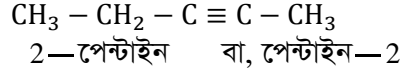


ইথাইন

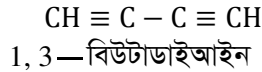


প্রোপাইন

(ii) ত্রি-বন্ধনযুক্ত দীর্ঘতম কার্বন শিকলকে মূল অ্যালকাইন ধরে কার্বন পরমাণুসমূহকে অ্যালকিনের অনুরূপ সংখ্যায়িত করা হয়। যেমন-



(iii) দীর্ঘতম কার্বন শিকলে একাধিক ত্রি-বন্ধন থাকলে এদেরকে অ্যালকাডাইআইন (Alkadiyne), অ্যালকট্রাইআইন (Alkatryne) প্রভৃতি নামে অভিহিত করা হয়। যেমন-



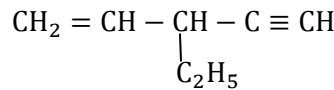
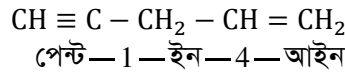
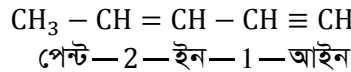
(iv) কোন হাইড্রোকার্বন যৌগে দ্বি-বন্ধন ও ত্রি-বন্ধন একত্রে উপস্থিত থাকলে সংশ্লিষ্ট হাইড্রোকার্বনকে অ্যালকিনাইন যৌগ বলে। এদের নামকরণের নিয়মাবলি হলো :

(a) দ্বি-বন্ধন ও ত্রি-বন্ধনযুক্ত কার্বন পরমাণুসমূহকে মূল শিকলে অন্তর্ভুক্ত করতে হবে।

(b) দীর্ঘতম কার্বন শিকলে দ্বি-বন্ধন বা ত্রি-বন্ধনের যেটি নিকটতম থাকবে সেদিক থেকে কার্বন পরমাণুসমূহকে সংখ্যায়িত করতে হবে।

(c) দ্বি-বন্ধন ও ত্রি-বন্ধন সমদূরবর্তী হলে সংখ্যায়নের ক্ষেত্রে দ্বি-বন্ধন প্রাধান্য পাবে।

(d) নামকরণে প্রথমে অবস্থানসহ শাখার নাম, তারপর কার্বন শিকলের নাম এবং সবশেষে অবস্থানসহ ইন ও আইন লিখতে হয়। যেমন-



3—ইথাইলপেন্ট—1—ইন—4—আইন

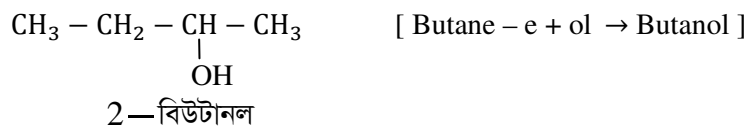
ঘ) কার্যকরী মূলক সংবলিত যৌগের নামকরণ : কার্যকরী মূলক সংবলিত যৌগের নামকরণের নিয়মাবলী নিম্নরূপ:

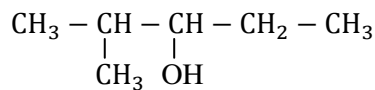
(i) কার্যকরী মূলক অন্তর্ভুক্ত করে যৌগে দীর্ঘতম কার্বন শিকল নির্বাচন করা হয়।

(ii) মূল শিকলের এক পার্শ্ব থেকে কার্বন পরমাণুসমূহকে 1, 2, 3 ইত্যাদি সংখ্যা দ্বারা এমনভাবে চিহ্নিত করা হয়, যাতে কার্যকরী মূলকটি ন্যূনতম সংখ্যা লাভ করে।

(iii) প্রথমে কার্বন পরমাণুর সংখ্যানুযায়ী মূল শিকলকে অ্যালকেন (Alkane) বিবেচনা করা হয়। অতঃপর Alkane এর e কে প্রতিস্থাপক মূলকের অংশ বিশেষ (যেমন- অ্যালডিহাইডের 'al', অ্যালকোহলের 'ol') দ্বারা প্রতিস্থাপিত করে যৌগের নাম নির্ধারণ করা হয়। এক্ষেত্রে প্রতিস্থাপক মূলকের অবস্থান উল্লেখ করতে হয়। যেমন-

অ্যালকোহল :



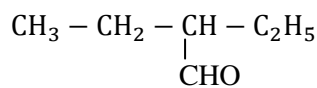


4-মিথাইল-3-পেন্টানল বা 2-মিথাইল পেন্টানল-3

অ্যালডিহাইড :



3-মিথাইল বিউটান্যাল

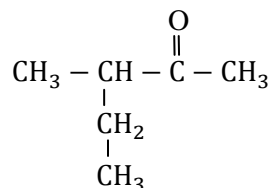


2-ইথাইল বিউটান্যাল

কিটোন :



বিউটানোন-2 বা, 2-বিউটানোন

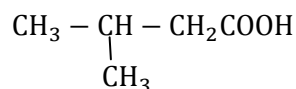


3-মিথাইল পেন্টানোন-2

কার্বক্সিলিক এসিড :



ইথানয়িক এসিড



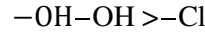
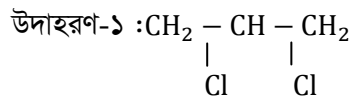
3-মিথাইলবিউটানয়িক এসিড

ঙ) একাধিক কার্যকরী মূলক সংবলিত যৌগের নামকরণ

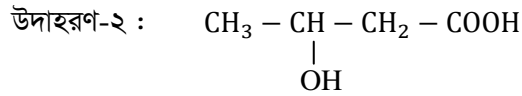
কার্বন শিকলে একাধিক কার্যকরী মূলক উপস্থিত থাকলে অগ্রাধিকার ক্রমানুসারে একটি মূলককে প্রধান ও অপরাপর মূলকসমূহকে প্রতিস্থাপক বিবেচনা করতে হয়। অতঃপর পূর্বে উল্লিখিত নিয়মাবলী অনুসরণ পূর্বক এদের নামকরণ করা হয়।

সারণি: কার্যকরী মূলকের অগ্রাধিকার ক্রম

সমগোত্রীয় শ্রেণির নাম	কার্যকরীমূলক		
	নাম	সংকেত	প্রতিস্থাপক হিসেবে নাম
কার্বক্সিলিক অ্যাসিড	কার্বক্সিলমূলক	—COOH	অয়িক অ্যাসিড(oic acid)
সালফোনিক অ্যাসিড	সালফোনিক অ্যাসিডমূলক	—SO ₃ H	সালফোনিক অ্যাসিড (sulphonic acid)
অ্যাসিড হ্যালাইড	অ্যাসাইল হ্যালাইড মূলক	—COX	অয়িল হ্যালাইড (oyl halide)
অ্যাসিড অ্যামাইড	অ্যামাইডো মূলক	—CONH ₂	অ্যামাইডো(amido)
নাইট্রাইল বা সায়ানাইড	সায়ানো মূলক	—CN	সায়ানো (cyano)
অ্যালডিহাইড	অ্যালডিহাইড মূলক	—CHO	অ্যাল (al)
কিটোন	কিটো মূলক	—CO	ওন (one)
অ্যালকোহল	অ্যালকোহলীয় মূলক	—OH	অল (ol)/হাইড্রক্সি (hydroxy)
অ্যামিন	অ্যামিনো মূলক	—NH ₂	অ্যামিনো(amino)
অ্যালকিন	অ্যালকিন মূলক	> C = C <	ইন (ene)
অ্যালকাইন	অ্যালকাইন মূলক	—C ≡ C —	আইন (yne)
হ্যালাইডস	ফ্লোরা, ক্লোরা, ব্রোমা, আয়োডা মূলক	—F, —Cl, —Br, —I	ফ্লোরো, ক্লোরো ব্রোমো আয়োডো
নাইট্রো যৌগ	নাইট্রো মূলক	—NO ₂	নাইট্রো
অ্যালকাইল	অ্যালকাইল মূলক	—R	অ্যালকাইল



2, 3-ডাইক্লোরো প্রোপানল-1



3-হাইড্রক্সি বিউটানয়িক অ্যাসিড বা বিউট-3-অল-1-অয়িক অ্যাসিড



শিক্ষার্থীর কাজ

১। IUPAC পদ্ধতিতে নিচের যৌগগুলোর নামকরণ করুন।

- i) $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_3 - \text{CH}_3$ ii) $(\text{CH}_3)_3 \text{C} (\text{CH}_2)_2 \text{C} (\text{CH}_3)_3$
 iii) $(\text{CH}_3)_2 \text{C} = \text{CH}_2$ iv) $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{C} \equiv \text{CH}$
 v) $(\text{CH}_3)_3 \text{COOH}$ vi) $\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
 vii) $\text{HOOC} - \text{COOH}$

২। নিচের যৌগগুলোর গাঠনিক সংকেত লিখুন।

- i) 1, 2 -ডাইক্লোরো ইথেন ii) 4 -ক্লোরো বিউটিন
 iii) 2, 3 -ডাইমিথাইল বিউটানল iv) 2 -হাইড্রক্সি-2 -মিথাইল প্রোপানয়িক অ্যাসিড
 v) 2 -অ্যামিনো পেন্টান্যাল vi) গ্যামাক্সিন
 vii) 2, 4 - পেন্টাডাইন



সার-সংক্ষেপ :

- জৈব যৌগের নামকরণের পদ্ধতিসমূহ : জৈব যৌগের নামকরণের প্রচলিত পদ্ধতিসমূহ হলো :
 - ক) সাধারণ বা ট্রিভিয়াল পদ্ধতি (Trival system)
 - খ) উদ্ভূত বা জাত পদ্ধতি (Derived system)
 - গ) IUPAC পদ্ধতি (International Union of Pure and Applied Chemistry system)
- IUPAC পদ্ধতিতে অ্যালকেনের নামকরণ : IUPAC পদ্ধতিতে অ্যালকেনের নামকরণের ক্ষেত্রে বিবেচ্য বিষয়সমূহ হলো:
 - i) দীর্ঘতম কার্বন শিকল গণনা করা হয়।
 - ii) দীর্ঘতম কার্বন শিকলে কার্বন পরমাণুসমূহে 1, 2, 3 ইত্যাদি সংখ্যা দ্বারা চিহ্নিত করতে হয়।
 - iii) মূল কার্বন শিকলে পার্শ্ব শিকল বা মূলকের অবস্থান ক্ষুদ্রতম সংখ্যা দ্বারা নির্দেশ করা হয়।
 - iv) মূল কার্বন শিকলে একই প্রকার একাধিক মূলক উপস্থিত থাকলে তাদের সংখ্যা নির্দেশ করতে মূলকের নামের পূর্বে ডাই, ট্রাই, টেট্রা, প্রভৃতি উপসর্গ যোগ করা হয়।
 - v) মূল কার্বন শিকলে বিভিন্ন প্রকার পার্শ্ব শিকল উপস্থিত থাকলে মূলকসমূহের নাম ইংরেজী অদ্যাঙ্কের ক্রমানুসারে লিখা হয়।
- কার্যকরীমূলক সংবলিত যৌগসমূহের IUPAC পদ্ধতিতে নামকরণ :
 - i) কার্যকরী মূলককে অন্তর্ভুক্ত করে যৌগে দীর্ঘতম কার্বন শিকল গণনা করা হয়।
 - ii) মূল শিকলের কার্বন পরমাণু সমূহকে এমনভাবে সংখ্যায়িত করা হয় যাতে কার্যকরী মূলক নূন্যতম সংখ্যা প্রথমে লাভ করে।
 - iii) কার্বন পরমাণুর সংখ্যানুসারে মূল শিকলকে অ্যালকেন বিবেচনা করা হয়। অতঃপর প্রতিস্থাপক মূলকের অংশ বিশেষ (যেমন- Alcohol এর ol ; aldehyde এর al ; কিটোনের one ইত্যাদি) দ্বারা Alkane থেকে 'e' অপসারণ করে যৌগের নাম নির্ধারণ করা হয়। এক্ষেত্রে প্রতিস্থাপক মূলকের অবস্থান উল্লেখ করতে হবে।



পাঠোত্তর মূল্যায়ন-১.২

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (✓) চিহ্ন দিন

- ১। নিও-পেন্টেন নামকরণটি কোন পদ্ধতির?

(ক) IUPAC পদ্ধতি	(খ) ট্রিভিয়াল পদ্ধতি
(গ) উদ্ভূত পদ্ধতি	(ঘ) কোনটিই না
- ২। $\text{CH}_3 - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3$ যৌগটির কোন্ নামটি সঠিক?

(ক) 4 - মিথাইল পেন্টিন - 2	(খ) 4- মিথাইল পেন্ট -2- ইন
(গ) 4- মিথাইল -2- পেন্টিন	(ঘ) সবগুলোই সঠিক
- ৩। Alkane এর e কে প্রতিস্থাপক মূলকের one দ্বারা প্রতিস্থাপিত করে কোন শ্রেণির যৌগের নামকরণ করা হয়?

(ক) অ্যালডিহাইড	(খ) অ্যালকোহল
(গ) কিটোন	(ঘ) অ্যালকিন
- ৪। আন্তর্জাতিকভাবে স্বীকৃত জৈব যৌগের নামকরণের ক্ষেত্রে সর্ব প্রথম সম্মেলন হয়েছিল কোন শহরে ?

(ক) লন্ডন	(খ) হেগ
(গ) প্যারিস	(ঘ) জেনেভা

পাঠ-১.৩

জৈব যৌগের সমাণুতা ও এর প্রকারভেদ



উদ্দেশ্য

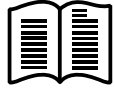
এ পাঠ শেষে শিক্ষার্থীরা-

- জৈব যৌগের বিভিন্ন প্রকার সমাণুতা ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
- জৈব যৌগের আণবিক সংকেত থেকে সম্ভাব্য সমাণুগুলোর নাম ও সংকেত লিখতে পারবেন।



মুখ্য শব্দ

কাইরাল কার্বন, সিস্-ট্রান্স সমাণুতা, এনানসিওমার, রেসিমিক মিশ্রণ, মেটামারিজম
টটোমারিজম, ডায়াস্টেরিওমার, মেসো যৌগ।



সমাণুতা(Isomerism)

আণবিক সংকেত অভিন্ন হওয়া সত্ত্বেও যে সব যৌগের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মে পার্থক্য পরিলক্ষিত হয়, তারা পরস্পর সমাণু এবং এ বিষয়কে সমাণুতা বলে। যেমন- ইথানল($\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH}$) ও ডাইমিথাইল ইথার (CH_3OCH_3) ভিন্ন ধর্মী দুটি যৌগের অভিন্ন আণবিক সংকেত হলো $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ । সুতরাং ইথানল ও ডাইমিথাইল ইথার পরস্পর সমাণু এবং এ বিষয়টি সমাণুতা।

সমাণুতার শ্রেণিবিভাগ (Classification of isomerism) :

সমাণুতাকে প্রধানত দু'শ্রেণিতে ভাগ করা যায়। যথা-

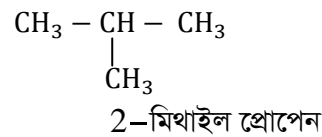
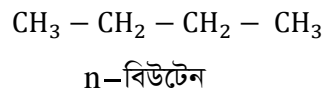
- গাঠনিক সমাণুতা (Structural isomerism)
- ত্রিমাত্রিক বা স্টেরিও সমাণুতা (Stereoisomerism)

ক) গাঠনিক সমাণুতা : যৌগের অণুস্থিত বিভিন্ন পরমাণুর অবস্থান বিন্যাসের পার্থক্যের কারণে যে সমাণুতার উদ্ভব ঘটে, তাকে গাঠনিক সমাণুতা বলে।

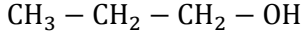
গাঠনিক সমাণুতা আবার পাঁচ প্রকার। যথা-

- ১। চেইন বা শিকল সমাণুতা (Chain isomerism)
- ২। অবস্থান সমাণুতা (Position isomerism)
- ৩। কার্যকরী মূলক সমাণুতা (Functional group isomerism)
- ৪। মেটামারিজম (Metamerism)
- ৫। টটোমারিজম (Tautomerism)

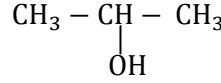
চেইন সমাণুতা : যৌগের অণুস্থিত কার্বন শিকলের পার্থক্যের কারণে সৃষ্ট সমাণুতাকে চেইন সমাণুতা বলে। চেইন সমাণুগুলো একই সমগোত্রীয় শ্রেণির সদস্য এবং এদের কোনটি শাখাবিহীন আবার কোনটি শাখাযুক্ত হয়ে থাকে। যেমন- C_4H_{10} সংকেত দ্বারা দুটি সমাণু পাওয়া যায়। এদের গঠন নিম্নরূপ :



অবস্থান সমাণুতা : যৌগের কার্বন শিকলে কার্যকরী মূলকের অবস্থানের পার্থক্য হেতু সৃষ্ট সমাণুতাকে অবস্থান সমাণুতা বলে। এ প্রকার সমাণুগুলো একই সমগোত্রীয় শ্রেণিভুক্ত। যেমন- $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ সংকেত দ্বারা গঠিত সমাণুগুলো হলো



প্রোপানল-1

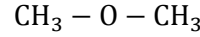


প্রোপানল-2

কার্যকরী মূলক সমাণুতা : যৌগের অণুস্থিত কার্যকরী মূলকের ভিন্নতার কারণে সৃষ্ট সমাণুতাকে কার্যকরী মূলক সমাণুতা বলে। কার্যকরী মূলক সমাণুগুলো ভিন্ন ভিন্ন সমগোত্রীর শ্রেণির সদস্য হয়ে থাকে। যেমন- $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ সংকেত হতে উদ্ভূত দু'টি সমাণু হলো:

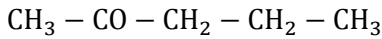


ইথানল

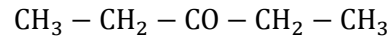


ডাইমিথাইল ইথার

মেটামারিজম : একই সমগোত্রীয় শ্রেণিভুক্ত যৌগের দ্বি-যোজী কার্যকরী মূলকের উভয় পার্শ্বে কার্বন পরমাণু সংখ্যার অসমতার কারণে সৃষ্ট সমাণুতাকে মেটামারিজম বলে এবং এসব সমাণু মেটামার নামে অভিহিত। ইথার, কিটোন, 2° অ্যামিন ইত্যাদি দ্বি-যোজী কার্যকরী মূলকমুক্ত যৌগ মেটামারিজম প্রদর্শন করে। যেমন- $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$ সংকেত হতে সৃষ্ট দু'টি মেটামার হলো:

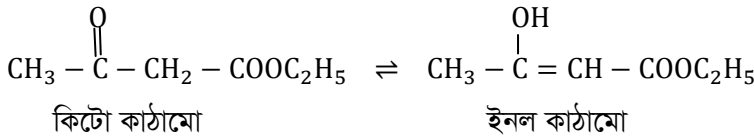


পেন্টানোন-2



পেন্টানোন-3

টটোমারিজম: টটোমারিজম হলো একটি বিশেষ ধরনের কার্যকরী মূলক সমাণুতা যা সহজে পরিবর্তনশীল। এ ধরনের সমাণুগুলো স্বাভাবিক অবস্থায় এক প্রকার কার্যকরী মূলক সংবলিত কাঠামো থেকে স্বতঃস্ফূর্তভাবে বিভিন্ন প্রকার কার্যকরী মূলক সৃষ্টির মাধ্যমে অন্য কাঠামোতে রূপান্তরিত হয় এবং উভয় কাঠামো সাম্যে অবস্থান করে। এ জন্য টটোমারিজমকে গতিশীল কার্যকরী মূলক সমাণুতা বলে এবং এভাবে সৃষ্ট সমাণুগুলোকে পরস্পরের টটোমার বলা হয়। যেমন - ইথাইল অ্যাসিটোঅ্যাসিটেট এস্টার।



কিটো কাঠামো

ইনল কাঠামো

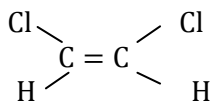
খ) স্টেরিও বা ত্রিমাত্রিক সমাণুতা : যে সব যৌগের আণবিক সংকেত ও গাঠনিক সংকেত একই কিন্তু অণুতে বিভিন্ন পরমাণু বা মূলকের ত্রিমাত্রিক অবস্থান বিন্যাসের ভিন্নতার কারণে এদের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মে পার্থক্য দেখা যায়, সে সব যৌগকে স্টেরিও সমাণু বলে এবং এরূপ ঘটমান বিষয়কে স্টেরিও সমাণুতা বা ত্রিমাত্রিক সমাণুতা বলা হয়। স্টেরিও সমাণুর ত্রিমাত্রিক চিত্রকে কনফিগারেশন (Configuration) বলে। স্টেরিও সমানুতা দু'প্রকার। যথা :

১। জ্যামিতিক সমাণুতা বা সিস্-ট্রান্স সমাণুতা

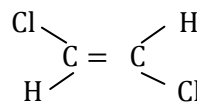
২। আলোক সমাণুতা।

১। জ্যামিতিক সমাণুতা (Geometric isomerism) : যে সব প্রতিস্থাপিত অ্যালকিন বা দ্বি-বন্ধনযুক্ত যৌগের কাঠামোগত সংকেত একই, কিন্তু দ্বি-বন্ধনযুক্ত কার্বনদ্বয়ের সাথে যুক্ত পরমাণু বা মূলকের জ্যামিতিক বিন্যাসের ভিন্নতার কারণে ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মে পার্থক্য পরিলক্ষিত হয় সে সব যৌগকে জ্যামিতিক সমাণু বলে এবং এরূপ ঘটমান বিষয়কে জ্যামিতিক সমাণুতা বা সিস্-ট্রান্স সমাণুতা বলা হয়।

কার্বন-কার্বন দ্বি-বন্ধনের একই পার্শ্বে দু'টি একই জাতীয় পরমাণু বা মূলক উপস্থিত থাকলে তাকে সিস্-সমাণু (cis = same) বলে। আবার কার্বন-কার্বন দ্বি-বন্ধনের পরস্পর বিপরীত পার্শ্বে দু'টি একই জাতীয় পরমাণু বা মূলক উপস্থিত থাকলে তাকে ট্রান্স-সমাণু (trans = across) বলা হয়। যেমন-

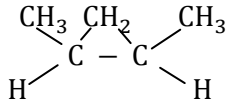


সিস্-1, 2-ডাইক্লোরো ইথিন

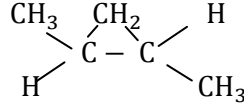


ট্রান্স-1, 2-ডাইক্লোরো ইথিন

চক্রিক যৌগের বেলায় অণুর ত্রিমাত্রিক কাঠামোতে অভিন্ন পরমাণু বা মূলকগুলো এক পার্শ্বে থাকলে সিস্-সমাণু এবং বিপরীত পার্শ্বে থাকলে ট্রান্স সমাণুর সৃষ্টি হয়। যেমন-



সিস্-1, 2-ডাইমিথাইল সাইক্লোপ্রোপেন



ট্রান্স-1, 2-ডাইমিথাইল সাইক্লোপ্রোপেন

জ্যামিতিক সমাণুতার শর্ত :

- যৌগে কার্বন-কার্বন দ্বি-বন্ধন থাকতে হবে।
- যৌগ চক্রিক হতে হবে।

২। আলোক সমাণুতা (Optical isomerism)

যে সব যৌগের আণবিক সংকেত, গাঠনিক সংকেত ও ত্রিমাত্রিক গঠন একই কিন্তু আলোক সক্রিয়তায় ভিন্নতা রয়েছে অর্থাৎ এক সমতলীয় আলোর প্রতি ভিন্নরূপ আচরণ করে তাদেরকে আলোক সমাণু বলে এবং এরূপ বিষয়কে আলোক সমাণুতা বলা হয়। যেমন- ল্যাকটিক অ্যাসিড, $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH}) - \text{COOH}$

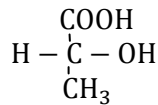
আলোক সমাণু দু'প্রকার। যথা :

- দক্ষিণাবর্ত বা ডানঘূর্ণী (Dextro-rotatory) সমাণু ও
- বামাবর্ত বা বামঘূর্ণী (Laevo-rotatory) সমাণু।

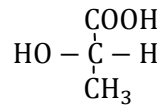
দক্ষিণাবর্ত সমাণু : যে আলোক সমাণুর দ্রবণ এক সমতলীয় আলোর তলকে ডান দিকে ঘুরায় তাকে দক্ষিণাবর্ত সমাণু বলে। একে 'd' বা '+' দ্বারা চিহ্নিত করা হয়।

বামাবর্ত সমাণু : যে আলোক সমাণুর দ্রবণ এক সমতলীয় আলোর তলকে বাম দিকে ঘুরায়, তাকে বামাবর্ত সমাণু বলে। একে 'l' বা '-' দ্বারা চিহ্নিত করা হয়।

ল্যাকটিক এসিডের দু'টি আলোক সমাণু হলো :



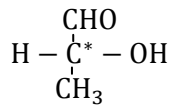
d-ল্যাকটিক এসিড



l-ল্যাকটিক এসিড

অপ্রতিসম কার্বন বা কাইরাল কার্বন (Asymmetric carbon or Chiral carbon)

একটি জৈব যৌগের অণুতে কোন কার্বন পরমাণুর সাথে চারটি ভিন্ন একযোজী পরমাণু বা মূলক যুক্ত থাকলে ঐ কার্বনকে অপ্রতিসম কার্বন বা কাইরাল কার্বন বলে। অপ্রতিসম কার্বনকে তারকা (*) চিহ্ন দ্বারা দেখানো হয়। অপ্রতিসম কার্বনযুক্ত যৌগকে অপ্রতিসম যৌগ বা কাইরাল যৌগ বলে। এরা আলোক সক্রিয় হয়। যেমন-



2- হাইড্রক্সিপ্ৰোপান্যাল

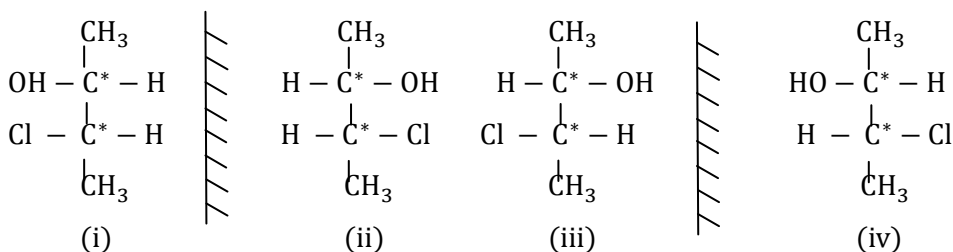
আলোক সমাণুতার শর্ত :

- যৌগকে আলোক সক্রিয় হতে হবে।
- যৌগের অণুতে কাইরাল কার্বন থাকতে হবে।
- আলোক সক্রিয় যৌগের সমাণু দু'টি একে অপরের দর্পন প্রতিবিম্ব কিন্তু এরা পরস্পরের উপর সমাপতিত হয় না।

এনানসিওমার (Enantiomer) : যে আলোক সমাণুদ্বয় সমাবর্তিত আলোর তলকে একই মাত্রায় অর্থাৎ একই আবর্তন কোণে পরস্পর বিপরীত দিকে আবর্তন করে, তাদেরকে পরস্পরের এনানসিওমার বলে। এদেরকে এনানসিওমর্ফ (enantiomorphs), অ্যান্টিপড (antipodes) বা অ্যান্টিমার ও (antimers) বলা হয়। এ ধরনের আলোক সক্রিয়তাকে এনানসিওমারিজম (enantiomerism) বলে। যেমন, d-ল্যাকটিক অ্যাসিড ও l-ল্যাকটিক অ্যাসিড এক-সমতলীয় আলোক তলকে 2.24° কোণে যথাক্রমে ডানে ও বামে আবর্তন করে। অর্থাৎ d-ল্যাকটিক এসিডের আবর্তন মাত্রা $+2.24^{\circ}$ ও l-ল্যাকটিক এসিডের আবর্তন মাত্রা -2.24° । তাই এ দু'টো পরস্পরের এনানসিওমার।

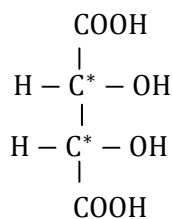
রেসিমিক মিশ্রণ (Racemic mixture) : দু'টি এনানসিওমার এক-সমতলীয় আলোর তলকে সমান কৌণিক দূরত্বে বিপরীত দিকে ঘুরায়। তাই d-সমাণু ও l-সমাণুর সমমোলার মিশ্রণ পরস্পরের বিপরীত ঘূর্ণন ক্রিয়াকে বিনষ্ট করে থাকে। d-ও l-সমাণুর সমমোলার মিশ্রণকে রেসিমিক মিশ্রণ বলে। এ প্রক্রিয়াকে রেসিমিকরণ (racemization) বলে। d-ল্যাকটিক অ্যাসিড ও l-ল্যাকটিক এসিডের সমমোলার মিশ্রণ একটি রেসিমিক মিশ্রণ।

ডায়াস্টেরিওমার (Diastereomer) : দুই বা ততোধিক ক্রিমাত্রিক সমাণু যখন একে অন্যের দর্পণ প্রতিবিম্ব হয় না তখন তাদের ডায়াস্টেরিওমার বলে। যেমন, 3-ক্লোরোবিটানল-2 এর 4 টি আলোক সমাণু আছে।



এদের মধ্যে (i) ও (iii); (ii) ও (iii) এবং (ii) ও (iv) পরস্পর ডায়াস্টেরিওমার। তবে (i) ও (ii) এবং (iii) ও (iv) পরস্পর এনানসিওমার।

মেসো যৌগ (Meso compound) : দু'টি একই অপ্রতিসম কার্বন পরমাণুবিশিষ্ট যৌগের ক্ষেত্রে এমন একটি আলোক নিষ্ক্রিয় সমাণু পাওয়া যায়, যার অণুর মধ্যে প্রতিসম তল বর্তমান। এ প্রতিসম তলের উপরের অর্ধাংশের আলোর আবর্তন বা ঘূর্ণনের মান এবং নিচের অর্ধাংশের আলোর আবর্তন বা ঘূর্ণনের মান এক কিন্তু দিক সম্পূর্ণ বিপরীত। ফলে এক সমতলীয় আলোর সামগ্রিক আবর্তনের মান শূন্য হয়ে যায়। এ জাতীয় যৌগকে মেসো যৌগ বলে। এরূপ যৌগের এক অংশ তার অপর অংশের আবর্তন মাত্রা প্রশমিত করে। ফলে যৌগটির আবর্তনমাত্রা শূন্য হয়। যেমন- টারটারিক অ্যাসিড।



জৈব যৌগের আণবিক সংকেত থেকে সমাণু নির্ণয় (Determination of isomer of organic compounds from chemical formula) : জৈব যৌগের আণবিক সংকেত থেকে গাঠনিক সমাণু ও স্টেরিও সমাণু নির্ণয় করা সম্ভব।

ক) গাঠনিক সমাণু নির্ণয় : গাঠনিক সমাণু নির্ণয়ের জন্য নিম্নোক্ত নিয়মাবলী অনুসরণ করতে হয় -

1. সমগোত্রীয় শ্রেণি নির্ধারণ : প্রদত্ত আণবিক সংকেতের যৌগ কোন সমগোত্রীয় শ্রেণির অন্তর্ভুক্ত তা নির্ধারণ করতে হয়। এ ক্ষেত্রে সারণি-১.৩ লক্ষণীয়।

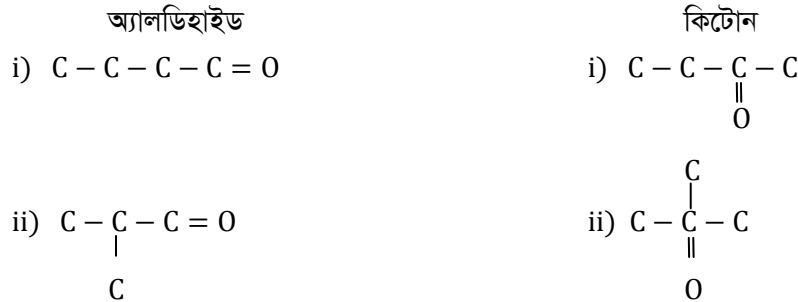
সারণি-১.৩ : আণবিক সংকেতের যৌগসমূহের সমগোত্রীয় শ্রেণি

আণবিক সংকেত	সমগোত্রীয় শ্রেণি
C_nH_{2n+2}	অ্যালকেন
C_nH_{2n}	অ্যালকিন, সাইক্লোঅ্যালকেন
C_nH_{2n-2}	অ্যালকাইন, সাইক্লোঅ্যালকিন ডাই-ইন
$C_nH_{2n+2}O$	অ্যালকোহল, ইথার
$C_nH_{2n+1}OH$	অ্যালকোহল
$C_nH_{2n}O$	অ্যালডিহাইড, কিটোন
$C_nH_{2n}O_2$	কার্বক্সিলিক অ্যাসিড, এস্টার
$C_nH_{2n+3}N$	সম্পৃক্ত অ্যালিফেটিক অ্যামিন

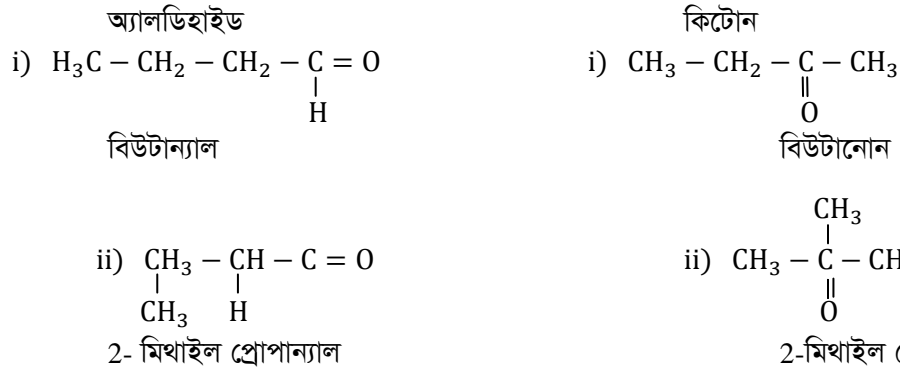
- সংকেতের কার্বন সংখ্যা গণনা করে, তা দিয়ে সম্ভাব্য কার্বন শিকলসমূহ গঠন করা।
- গঠিত কার্বন শিকলসমূহের বিভিন্ন অবস্থানে কার্যকরী মূলক স্থাপন করে বিভিন্ন গঠন রচনা করা।
- কার্বন শিকলে প্রয়োজনীয় সংখ্যক H বসিয়ে কার্বনের যোজনী পূরণ করা।
- এভাবে প্রাপ্ত গঠন স্টেরিও সমাপু হয় কি না তা যাচাই করা।

উদাহরণ : C_4H_8O সংকেত দ্বারা গঠিত সমাপুগুলোর নাম ও সংকেত নির্ণয়।

- C_4H_8O সংকেতটি দু'টো সমগোত্রীয় শ্রেণির সমাপু হতে পারে। যথা- অ্যালডিহাইড ও কিটোন।
- প্রদত্ত সংকেত দ্বারা উভয় শ্রেণির যৌগের দু'টি করে গঠন রচনা করা যায়।



- কার্বন শিকলে প্রয়োজনীয় সংখ্যক H বসিয়ে কার্বনে যোজনী পূরণ করলে নিম্নের সমাপুগুলো পাওয়া যায়।



অতএব C_4H_8O সংকেত দ্বারা অ্যালডিহাইড ও কিটোন উভয় শ্রেণির যৌগের দু'টি করে মোট 4 টি সমাপু পাওয়া যায়।


খ) স্টেরিও সমাণু নির্ণয় : স্টেরিও সমাণু নির্ণয়ের ক্ষেত্রে সংশ্লিষ্ট যৌগের গাঠনিক সংকেত জানা প্রয়োজন। স্টেরিও সমাণু দু'প্রকার। যথা : (i) জ্যামিতিক সমাণু ও (ii) আলোক সমাণু।


জ্যামিতিক সমাণু : দ্বি-বন্ধনযুক্ত বা চক্রিক যৌগসমূহ জ্যামিতিক সমাণুতা প্রদর্শন করে। জ্যামিতিক সমাণু দু'প্রকার। যথা- cis সমাণু ও trans সমাণু। দ্বি-বন্ধনের একই পার্শ্বে অনুরূপ গ্রুপ অবস্থান করলে cis সমাণু এবং বিপরীত পার্শ্বে একই গ্রুপের অবস্থান trans সমাণু সৃষ্টি করে। যেমন- বিউটিন-2



আলোক সমাণু : কাইরাল কার্বনযুক্ত যৌগসমূহ আলোক সমাণুতা প্রদর্শন করে। যেমন- ল্যামটিক এসিড ($\text{CH}_3 - \text{CH}(\text{OH}) - \text{COOH}$)। এর দুটি সমানু যথা- d –ল্যাকটিক এসিড ও l –ল্যাকটিক এসিড পরস্পর প্রতিবিম্ব।



 শিক্ষার্থীর কাজ
<p>১। নিচের আণবিক সংকেত দ্বারা গঠিত সম্ভাব্য সমাণুগুলোর নাম ও গাঠনিক সংকেত লিখুন।</p> <p>(i) C_5H_{12} (ii) $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ (iii) $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ (iv) $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$</p> <p>(v) $\text{C}_4\text{H}_8\text{Cl}_2$ (vi) $\text{CH}_3 - \text{CH}(\text{OH}) - \text{COOH}$ (vii) C_4H_8</p> <p>২। নিচের যৌগগুলোতে কাইরাল কার্বন চিহ্নিত করুন।</p> <p>(i) $\text{HOCH}_2\text{CH} - \text{CHO}$ (ii) $\text{CH}_3 - \text{CHOH} - \text{COOH}$</p> <p>(iii) $\text{H}_2\text{NCH}(\text{CH}_3)\text{COOH}$ (iv) $\text{HOOC} - \text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{COOH}$</p> <p>৩। $\text{CH}_3 - \text{CH}(\text{NH}_2) - \text{COOH}$ যৌগটির সম্ভাব্য সমাণুগুলোর নাম ও কনফিগারেশন লিখুন।</p> <p>৪। 3-ক্লোরোবিউটানল -2 এর ডায়াস্টেরিওমার ও এনানসিওমার চিহ্নিত করুন।</p>

 সার-সংক্ষেপ :
<ul style="list-style-type: none"> • সমাণু : একই আণবিক সংকেত বিশিষ্ট ভিন্ন ধর্মীর একাধিক যৌগের উপস্থিতির ঘটনাকে সমাণুতা বলে। • গাঠনিক সমাণুতা : যৌগের আণবিক সংকেত একই হওয়া সত্ত্বেও গাঠনিক সংকেতের ভিন্নতার কারণে সৃষ্ট সমাণুতাকে গাঠনিক সমাণুতা বলা হয়। • স্টেরিও সমাণুতা : যৌগের আণবিক সংকেত ও গাঠনিক সংকেত একই হওয়া সত্ত্বেও অণুস্থিত বিভিন্ন পরমাণু বা মূলক সমূহের ত্রিমাত্রিক অবস্থান বিন্যাসের ভিন্নতার কারণে সৃষ্ট সমাণুতাকে স্টেরিও সমাণুতা বলে।

- জ্যামিতিক সমাণুতার শর্ত :
 - (i) যৌগে কার্বন কার্বন দ্বি-বন্ধন থাকতে হবে।
 - (ii) যৌগ চক্রিক হতে হবে।
- আলোক সমাণুতার শর্ত :
 - (i) যৌগকে আলোক সক্রিয় হতে হবে।
 - (ii) যৌগের অণুতে কাইরাল কার্বন থাকতে হবে।
 - (iii) সমাণু দুটি একে অপর আলোক প্রতিবিম্ব কিন্তু এরা পরস্পরের উপর সমাপতিত হবে না।
- কাইরাল কার্বন : চারটি ভিন্ন একযোজী পরমাণু বা মূলক যুক্ত কার্বন পরমাণুকে কাইরাল কার্বন বলে।



পাঠোত্তর মূল্যায়ন- ১.৩

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (✓) চিহ্ন দিন

১। পেন্টানোন-২ ও পেন্টানোন-৩ পরস্পর-

(ক) মেটামার

(খ) টটোমার

(গ) এনানসিওমার

(ঘ) ডায়াস্টেরিওমার

২। নিচের কোনটি আলোক সমাণুতার শর্ত নয়?

(ক) যৌগে কাইরাল কার্বন থাকতে হবে

(খ) যৌগকে আলোক সক্রিয় হতে হবে

(গ) দুটি সমাণু একে অপরের আলোক প্রতিবিম্ব হতে হবে

(ঘ) দুটি সমাণু পরস্পরের উপর সমাপতিত হবে।

৩। C_4H_8 সংকেত দ্বারা কোনটি গঠন সম্ভব নয়?

(ক) অ্যালকিন

(খ) সাইক্লো অ্যালকেন

(গ) জ্যামিতিক সমাণু

(ঘ) আলোক সমাণু

৪। C_5H_{12} এর সমাণু সংখ্যা কত?

(ক) 2

(খ) 3

(গ) 4

(ঘ) 5

পাঠ-১.৪ অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন



উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে শিক্ষার্থীরা-

- অ্যারোমেটিক যৌগের অ্যারোমেটিসিটি ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
- অ্যালিফেটিক ও অ্যারোমেটিক যৌগের মধ্যে পার্থক্য নিরূপণ করতে পারবেন।



মুখ্য শব্দ

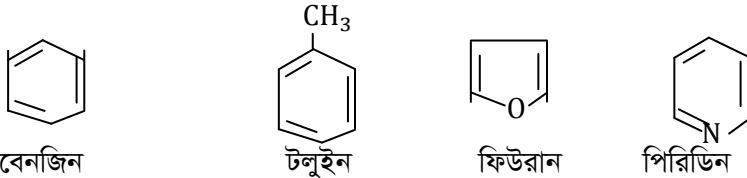
অ্যারোমেটিসিটি, বেনজিন সমগোত্রক, বেনজিন বলয় ও পার্শ্ব শিকল, হাকেল নীতি।



অ্যারোমেটিক যৌগ (Aromatic Compound)

গ্রীক শব্দ অ্যারোমা (Aroma) থেকে অ্যারোমেটিক শব্দের উৎপত্তি। অ্যারোমা শব্দের অর্থ সুগন্ধযুক্ত। প্রাচীনকালে বিজ্ঞানীরা মনে করতেন উদ্ভিদ ও প্রাণী জগত থেকে প্রাপ্ত সুগন্ধযুক্ত যৌগসমূহ অ্যারোমেটিক যৌগ। কালক্রমে জ্ঞান-বিজ্ঞানের প্রসার ঘটায় বিজ্ঞানীরা জৈব যৌগের আণবিক গঠন ব্যাখ্যা করে প্রমাণ করেন অ্যারোমেটিক যৌগ মূলত বেনজিন ও বেনজিন জাতক। অর্থাৎ বেনজিন ও বেনজিনের জাতকের ন্যায় সুগন্ধযুক্ত যৌগসমূহ অ্যারোমেটিক যৌগ। পরবর্তীকালে এমন অনেক যৌগ আবিষ্কৃত হয়েছে যাদের সুগন্ধ নেই এবং এরা গন্ধহীন বা অসহনীয় দুর্গন্ধযুক্ত অথচ বৈশিষ্ট্যগত কারণে এরাও অ্যারোমেটিক যৌগ। এখন অ্যারোমেটিক শব্দটির আভিধানিক অর্থের চেয়ে বৈশিষ্ট্যগত গুরুত্ব মুখ্য বিবেচ্য বিষয়।

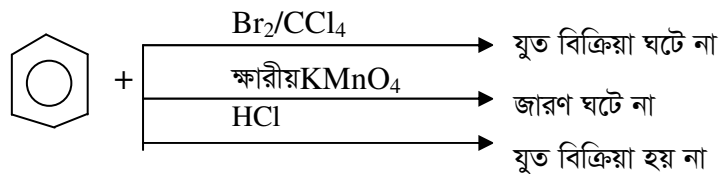
অধুনা অ্যারোমেটিক শব্দটি অনেক ব্যাপক অর্থে ব্যবহৃত হয়। বেনজিন ও বেনজিন জাতক ছাড়াও অনুরূপ কাঠামো এবং বৈশিষ্ট্য সম্পন্ন অনেক যৌগই অ্যারোমেটিক শ্রেণীভুক্ত। ব্যাপক অর্থে অ্যারোমেটিক যৌগকে নিম্নরূপে সংজ্ঞায়িত করা যায়ঃ বলয়াকার যৌগ বেনজিন, বেনজিন জাতক এবং বেনজিনের সমধর্মী যৌগসমূহকে অ্যারোমেটিক যৌগ বলে। যেমন-



অ্যারোমেটিসিটি : অ্যারোমেটিক যৌগের কিছু বিশেষ বৈশিষ্ট্যপূর্ণ ধর্ম রয়েছে। অ্যারোমেটিক যৌগের বৈশিষ্ট্যপূর্ণ ধর্মসমূহকে অ্যারোমেটিসিটি বলে।

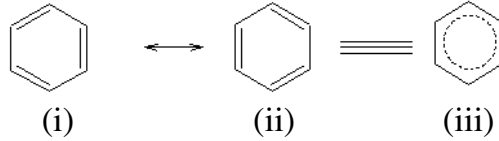
অ্যারোমেটিক যৌগের বৈশিষ্ট্যপূর্ণ ধর্মসমূহ হলো :

১। বিশেষ ধরণের অসম্পৃক্ততা : অ্যারোমেটিক যৌগসমূহের অণু দ্বি-বন্ধন বিশিষ্ট অসম্পৃক্ত ও চাক্রিক। এদের অসম্পৃক্ততা বিশেষ ধরণের। বিশেষ শর্তে এদের অসম্পৃক্ত চক্রে হাইড্রোজেন, হ্যালোজেন ও ওজোনের সংযোজন ঘটলেও ইথিন বা ইথাইনের মত সংযোজন বিক্রিয়া প্রদর্শন করে না। যেমন-



২। **প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া** : অ্যারোমেটিক যৌগ যেমন- বেনজিন সহজেই হ্যালোজেনেশন, নাইট্রেশন, সালফোনেশন, ফ্রিডেল ক্র্যাফট বিক্রিয়াসহ প্রভৃতি ইলেকট্রন আকর্ষী প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া প্রদর্শন করে। এসব বিক্রিয়ায় প্রধান উৎপাদে অ্যারোমেটিক বৈশিষ্ট্য অক্ষুণ্ণ থাকে।

৩। **রেজোন্যান্স বা অনুরণন** : আধুনিক এক্স-রে বর্ণালী বিশ্লেষণে দেখা যায় অ্যারোমেটিক যৌগের বেনজিন চক্রের কার্বন-কার্বন দ্বি-বন্ধন দৈর্ঘ্য সাধারণ একক বা দ্বি-বন্ধনের বন্ধন দৈর্ঘ্যের মাঝামাঝি। এ থেকে প্রতীয়মান হয় যে, বেনজিনের সঠিক কাঠামো দু'টি রেজোন্যান্স কাঠামো (i, ii) এর সংকর কাঠামো (iii)।



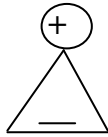
এ সংকর কাঠামোতে π ইলেকট্রনসমূহ সঞ্চরণশীল থাকে। ফলে বেনজিন চক্র সুস্থিত হয় এবং সংযোজন বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে না।

৪। **হাকেল তত্ত্ব অনুসরণ** : জৈব যৌগের অ্যারোমেটিসিটি ব্যাখ্যার জন্য বিজ্ঞানী হাকেল (Huckel) একটি তত্ত্ব উপস্থাপন করেন যা হাকেল তত্ত্ব নামে পরিচিত। অ্যারোমেটিক যৌগসমূহ হাকেল তত্ত্ব অনুসরণ করে। হাকেল তত্ত্বের বক্তব্য হলো :

১। সকল অ্যারোমেটিক যৌগের অণুতে একটি সমতলীয় চাক্রিক কাঠামো থাকে যার উপরে ও নিচে সঞ্চরণশীল π -আণবিক অরবিটাল থাকে।

২। π -আণবিক অরবিটালে $(4n+2)$ সংখ্যক π ইলেকট্রন থাকে। এখানে n একটি পূর্ণ সংখ্যা, যার মান 0, 1, 2, 3 ইত্যাদি।

হাকেল তত্ত্বের আলোকে অ্যারোমেটিক যৌগ সনাক্তকরণ :



সাইক্লোপ্রোপিন ক্যাটায়ন

এখানে,

$$4n+2 = 2$$

$$\text{বা, } n = 0$$

∴ সাইক্লোপ্রোপিন ক্যাটায়ন অ্যারোমেটিক যৌগ



বেনজিন

এখানে,

$$4n+2 = 6$$

$$\text{বা, } n = 1$$

∴ বেনজিন অ্যারোমেটিক যৌগ



ফিউরান

এখানে,

$$4n+2 = 6$$

$$\text{বা, } n = 1$$

∴ ফিউরান অ্যারোমেটিক যৌগ



1,3-সাইক্লোবিউটাডাইন

এখানে,

$$4n+2 = 4$$

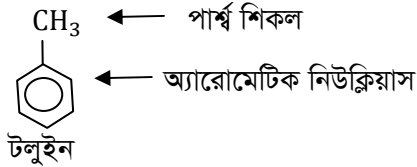
$$\text{বা, } n = \frac{1}{2}$$

∴ 1, 3-সাইক্লোবিউটাডাইন অ্যারোমেটিক যৌগ নয়।

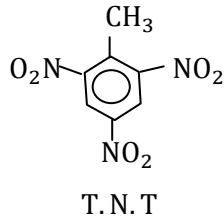
বেনজিন নিউক্লিয়াস : অধিকাংশ অ্যারোমেটিক যৌগ প্রত্যক্ষ বা পরোক্ষ ভাবে বেনজিন হতে উৎপন্ন সে জন্য অ্যারোমেটিক যৌগে মূলত বেনজিন বলয় বিদ্যমান। বেনজিন বলয়ের H পরমাণু প্রতিস্থাপিত হয়ে যেসব বেনজিন জাতক তৈরী হয় তাদের গঠনে দু'টি অংশ থাকে।

(i) **অ্যারোমেটিক নিউক্লিয়াস :** অ্যারোমেটিক যৌগের অণুতে উপস্থিত ৬টি কার্বন পরমাণু বিশিষ্ট বেনজিন বলয়কে অ্যারোমেটিক নিউক্লিয়াস বলে।

(ii) **পার্শ্ব শিকল :** বেনজিন বলয়ের এক বা একাধিক H পরমাণু সমতুল্য সংখ্যক কার্বন পরমাণু বিশিষ্ট মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হলে সেই মূলকসমূহকে পার্শ্ব শিকল বলে। যেমন-

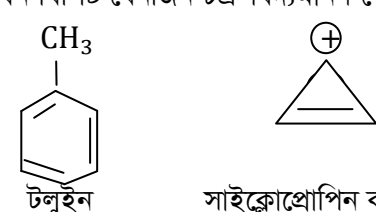


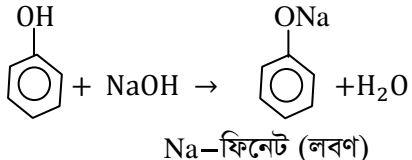
উল্লেখ্য যে, বেনজিন বলয়ের সাথে সংযুক্ত -OH, -Cl, -NO₂, -NH₂ ইত্যাদি পার্শ্ব শিকল নয়। পার্শ্ব শিকল হতে হলে তাকে কার্বন ঘটিত মূলক হতে হবে। যেমন-



T. N. T অণুতে উপস্থিত -CH₃
মূলক পার্শ্ব শিকল, কিন্তু -NO₂
মূলক পার্শ্ব শিকল নয়।


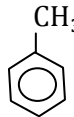
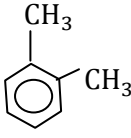
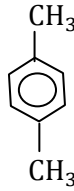
অ্যালিফেটিক ও অ্যারোমেটিক যৌগের পার্থক্য (Distinction between aliphatic and aromatic compounds) :

নিরূপনকারী বিষয়	অ্যালিফেটিক যৌগ	অ্যারোমেটিক যৌগ
১। গঠন	প্রধানত মুক্ত শিকল বিশিষ্ট। এক বা একাধিক কার্বন পরমাণু থাকতে পারে। যেমন- CH ₃ - CH ₂ - CH ₃ (প্রোপেন), CH ₄ মিথেন। তবে বদ্ধ শিকল বিশিষ্ট অ্যালিফেটিক যৌগ আছে। যেমন- $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C} - \text{CH}_2 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{CH}_2 \\ \text{সাইক্লো প্রোপেন} \end{array}$	অ্যারোমেটিক সকল যৌগই চাক্রিক গঠন সম্পন্ন। অ্যারোমেটিক চক্রে অন্ততপক্ষে তিনটি কার্বন পরমাণু উপস্থিত থাকে। তবে অধিকাংশ ক্ষেত্রে ছয় কার্বন বিশিষ্ট বেনজিন চক্রে বিদ্যমান। যেমন- 
২। অসম্পৃক্ততা	সম্পৃক্ত বা অসম্পৃক্ত যে কোন প্রকার হতে পারে। অসম্পৃক্ত অ্যালিফেটিক যৌগ বেয়ার পরীক্ষা ও ব্রোমিন দ্রবণ পরীক্ষা প্রদর্শন করে।	সকল অ্যারোমেটিক যৌগ অসম্পৃক্ত। অসম্পৃক্ত হওয়া সত্ত্বেও অ্যারোমেটিক যৌগসমূহ অসম্পৃক্ততার পরীক্ষা যথা- বেয়ার পরীক্ষা ও ব্রোমিন দ্রবণ পরীক্ষা প্রদর্শন করে না।
৩। সংযুক্তি	কার্বনের আণুপাতিক পরিমাণ তুলনামূলকভাবে কম। যেমন- ইথেন(C ₂ H ₆) C : H = 1:3	কার্বনের আণুপাতিক পরিমাণ তুলনামূলকভাবে বেশি। যেমন- বেনজিন(C ₆ H ₆)-এ C : H = 6:6

৪। বিক্রিয়া	অসম্পৃক্ত অ্যালিফেটিক যৌগে নাইট্রেশন, সালফোনেশন, অ্যালকাইলেশন প্রভৃতি ইলেকট্রন আকর্ষী প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া সহজে ঘটে না।	অ্যারোমেটিক যৌগ অসম্পৃক্ত হওয়া সত্ত্বেও অতিসহজে নাইট্রেশন, সালফোনেশন, অ্যালকাইলেশন প্রভৃতি প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া প্রদর্শন করে। এ সব ইলেকট্রন আকর্ষী প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া অ্যারোমেটিক যৌগের বৈশিষ্ট্য সূচক ধর্ম।
৫। সক্রিয়তা	অ্যালিফেটিক হ্যালাইডসমূহ অত্যন্ত সক্রিয়। অতি সহজে এরা আর্দ্র-বিশ্লেষিত হয়। যেমন- $\text{CH}_3\text{Cl} + \text{NaOH}(\text{জলীয়}) \rightarrow \text{CH}_3\text{OH} + \text{NaCl}$	অ্যারোমেটিক হ্যালাইড সহজে আর্দ্র-বিশ্লেষিত হয় না।
৬। হাইড্রক্সি যৌগের প্রকৃতি	অ্যালিফেটিক হাইড্রক্সি যৌগ তথা অ্যালকোহল সমূহ নিরপেক্ষ প্রকৃতির। এরা ক্ষারের সাথে বিক্রিয়া করে না।	অ্যারোমেটিক হাইড্রক্সি যৌগ, যেমন- ফিনল অম্লধর্মী। এরা ক্ষারের সাথে বিক্রিয়া করে লবণ ও পানি উৎপন্ন করে।  Na-ফিনেট (লবণ)

অ্যারিন : বেনজিন ও বেনজিন সমগোত্রকসমূহের সমগোত্রীয় শ্রেণিকে অ্যারিন বলে। অ্যারিন সমগোত্রী শ্রেণির সাধারণ সংকেত $\text{C}_n\text{H}_{2n-6}$ । এখানে $n = 6, 7, 8 \dots \dots$ ইত্যাদি।

সারণি-১.৪ : কতিপয় অ্যারিনের নাম ও সংকেত

n এর মান	অ্যারিন যৌগ		
	আণবিক সংকেত	গাঠনিক সংকেত	নাম
n = 6	C_6H_6		বেনজিন
n = 7	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$		টলুইন
n = 8	$\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2$		o-জাইলিন
			p-জাইলিন

পাঠ-১.৫

অ্যালিফেটিক যৌগের রাসায়নিক ধর্ম



উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে শিক্ষার্থীরা-

- জৈব যৌগের বিক্রিয়া সংঘটনের বিভিন্ন দিক ও গুরুত্বপূর্ণ বিষয় সম্পর্কে বর্ণনা করতে পারবেন।
- অ্যালিফেটিক যৌগে সংঘটিত বিভিন্ন বিক্রিয়া ও এদের কৌশল ব্যাখ্যা করতে পারবেন।



মুখ্য শব্দ

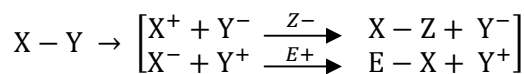
ফ্রি-রেডিক্যাল, কার্বোক্যাটায়ন, কার্বানায়ন, ইলেকট্রোফাইল, নিউক্লিওফাইল, অপ্রতিসম অ্যালকিন



জৈব বিক্রিয়ার কৌশল(Mechanism of organic reaction)

উপযুক্ত পরিবেশে জৈব বিক্রিয়কসমূহের (Substrate) সাথে আক্রমণকারী বিক্রিয়কের (Attacking agent) সংঘর্ষের সময় জৈব অণুর কার্বন-কার্বন বন্ধন ভেঙ্গে মধ্যবর্তী সক্রিয় প্রজাতি গঠিত হয়। এ প্রজাতির সাথে

আক্রমণকারী বিক্রিয়ক যুক্ত হয়ে নতুন যৌগ বা উৎপাদ গঠন করে।



সাবস্ট্রেট মধ্যবর্তী আক্রমণকারী উৎপাদ
প্রজাতি বিকারক

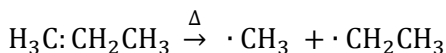
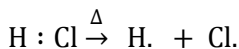
আক্রমণকারী বিকারক তিন প্রকারের হতে পারে। যথা-

- ফ্রি-রেডিক্যাল (Free-radical)
- ইলেকট্রোফাইল (Electrophile)
- নিউক্লিওফাইল(Nucleophile)

সমযোজী বন্ধনে বিভাজনের মাধ্যমে উপরোক্ত আক্রমণকারী বিকারক সমূহের উদ্ভব ঘটে।

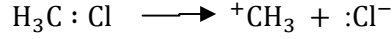
জৈব বিক্রিয়া সংঘটনের বন্ধন বিভাজন : জৈব যৌগে কার্বনের বন্ধন প্রকৃতি সমযোজী। প্রতিটি সমযোজী বন্ধনে দুটি ইলেকট্রন শেয়ার করে সংশ্লিষ্ট পরমাণুদ্বয় যৌগ গঠন করে। শেয়ারকৃত ইলেকট্রন যুগল বিচ্ছিন্ন করলে বন্ধনের বিভাজন ঘটে। এরূপ বন্ধন বিভাজন দু'প্রকার। যথা-(i) সুষম বিভাজন ও (ii) বিষম বিভাজন।

সুষম বিভাজন (Homolytic fission) : বন্ধন বিভাজন কালে যদি বন্ধনযুক্ত উভয় পরমাণু নিজ নিজ ইলেকট্রনটি সাথে নিয়ে দুটি অংশে পৃথক হয়ে পড়ে, তখন এরূপ প্রতিসম বিভাজনকে সুষম বিভাজন বলে। যেমন-



ফ্রি-রেডিক্যাল (Free-radical) : সমযোজী বন্ধনের সুষম বিভাজনের ফলে সৃষ্ট বিজোড় ইলেকট্রনযুক্ত পরমাণু বা মূলককে ফ্রি-রেডিক্যাল বলে। যেমন- $\cdot CH_3$, মিথাইল ফ্রি-রেডিক্যাল।

বিষম বিভাজন (Heterolytic fission) : সমযোজী বন্ধন ভাঙ্গনের সময় যদি শেয়ারকৃত উভয় ইলেকট্রন বন্ধনে অংশগ্রহণকারী একটি পরমাণুর সাথে যুক্ত থাকে তখন এরূপ অপ্রতিসম বন্ধন ভাঙ্গনকে বিষম বিভাজন বলে। এ ক্ষেত্রে বন্ধনের ইলেকট্রন জোড় যে পরমাণুর সাথে যুক্ত থাকে সেটি ঋণাত্মক আধানযুক্ত এবং অপরটি ধনাত্মক আধানযুক্ত হয়। যেমন-



মিথাইলকার্বোনিয়াম আয়ন

কার্বোক্যাটায়ন বা কার্বোনিয়াম আয়ন (Carbocation or Carbonium ion) : জৈব অণুর সমযোজী বন্ধনের বিষম বিভাজনের ফলে সৃষ্ট ধনাত্মক আধানযুক্ত কার্বন পরমাণু সংবলিত আয়নকে কার্বোক্যাটায়ন বা কার্বোনিয়াম আয়ন বলে।

যেমন- $\text{}^+\text{CH}_3$, মিথাইল কার্বোনিয়াম আয়ন।

কার্বানায়ন(Carbanion) : জৈব অণুর সমযোজী বন্ধনের বিষম বিভাজনের ফলে সৃষ্ট ঋণাত্মক আধানযুক্ত কার্বন পরমাণু সংবলিত আয়নকে কার্বানায়ন বলে। যেমন- $\text{}^-\text{CH}_3$, মিথাইল কার্বানায়ন।

ইলেকট্রোফাইল (Electrophile) বা ইলেকট্রন আকর্ষী বিকারক(Electrophilic reagent) : যে সকল বিকারকের ইলেকট্রনের প্রতি প্রবল আকর্ষণ থাকে, তাদেরকে ইলেকট্রোফাইল বা ইলেকট্রন আকর্ষী বিকারক বলে। ইলেকট্রোফাইল দু'প্রকার। যথা-(i) ধনাত্মক ইলেকট্রোফাইল ও (ii) প্রশম ইলেকট্রোফাইল।

(i) ধনাত্মক ইলেকট্রোফাইল : এরা ধনাত্মক আধানযুক্ত, এদের E^+ দ্বারা সূচিত করা হয়। যেমন- কার্বোনিয়াম আয়ন (R^+), হাইড্রোনিয়াম আয়ন (H_3O^+), নাইট্রোনিয়াম আয়ন (NO_2^+), হ্যালোজেনিয়াম আয়ন (X^+), প্রোটন (H^+) ইত্যাদি।

(ii) প্রশম ইলেকট্রোফাইল: এরা আধানযুক্ত নয়, কিন্তু এদের কেন্দ্রীয় পরমাণু ইলেকট্রন-স্বল্প তথা অষ্টক অপূর্ণ থাকে। এদেরকে E দ্বারা প্রকাশ করা হয়। যেমন- বোরন ট্রাইফ্লোরাইড (BF_3), অ্যালুমিনিয়াম ট্রাইক্লোরাইড (AlCl_3), ফেরিক ক্লোরাইড (FeCl_3), সালফার ট্রাইঅক্সাইড (SO_3) ইত্যাদি।

নিউক্লিওফাইল বা কেন্দ্রাকর্ষী বিকারক (Nucleophile or Nucleophilic reagent)

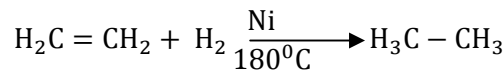
যে সকল বিকারক নিউক্লিয়াস বা ধনাত্মক আধানযুক্ত কেন্দ্রের প্রতি আকৃষ্ট হয় তাদেরকে নিউক্লিওফাইল বা কেন্দ্রাকর্ষী বিকারক বলে। নিউক্লিওফাইল দু'প্রকার, যথা- (i) ঋণাত্মক নিউক্লিওফাইল ও (ii) প্রশম নিউক্লিওফাইল।

(i) ঋণাত্মক নিউক্লিওফাইল: এ জাতীয় নিউক্লিওফাইলের কেন্দ্রীয় পরমাণুতে ঋণাত্মক আধান থাকে। এদের Nu^- দ্বারা সূচিত করা হয়। যেমন- কার্বানায়ন ($\text{R} - \text{C}^-\text{H}_2$), হ্যালাইড (X^-) আয়ন, সায়ানাইড আয়ন ($\text{}^-\text{CN}$), অ্যালকক্সাইড (RO^-) আয়ন ইত্যাদি।

(ii) প্রশম নিউক্লিওফাইল : এ জাতীয় নিউক্লিওফাইল ইলেকট্রন সমৃদ্ধ নিরপেক্ষ অণু। এদের কেন্দ্রীয় পরমাণুতে নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন জোড় বিদ্যমান। এদের Nu দ্বারা সূচিত করা হয়। যেমন- অ্যামোনিয়া ($\text{}^-\text{NH}_3$), পানি ($\text{H} - \text{O} - \text{H}$), অ্যালকোহল ($\text{R} - \text{O} - \text{H}$) ইত্যাদি।

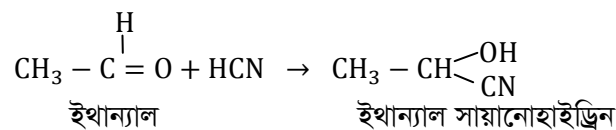
অ্যালিফেটিক যৌগের বিক্রিয়া (Reaction of aliphatic compounds)

সংযোজন বিক্রিয়া (Addition reaction) : যে বিক্রিয়ায় একাধিক পদার্থের সরাসরি সংযোগে একটি মাত্র নতুন যৌগ গঠিত হয় তাকে সংযোজন বিক্রিয়া বলে। সংযোজন বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণকারী জৈব যৌগে অবশ্যই অসম্পৃক্ততা অর্থাৎ দ্বি-বন্ধন বা ত্রি-বন্ধন থাকতে হবে। যেমন-



ইথিন

ইথেন



ইথান্যাল

ইথান্যাল সায়ানোহাইড্রিন

আক্রমণকারী বিকারকের প্রকৃতি অনুসারে সংযোজন বিক্রিয়া দু' প্রকার। যথা-

- ক) ইলেকট্রোফিলিক সংযোজন বিক্রিয়া
- খ) নিউক্লিওফিলিক সংযোজন বিক্রিয়া

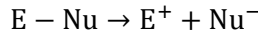
ক) ইলেকট্রোফিলিক সংযোজন বিক্রিয়া (Electrophilic addition reaction)

যে সব সংযোজন বিক্রিয়ায় জৈব বিকারকের কার্যকরী মূলকের সাথে প্রথমে ইলেকট্রোফাইল যুক্ত হয় তাকে ইলেকট্রোফিলিক সংযোজন বিক্রিয়া বলে। ইলেকট্রোফিলিক সংযোজন বিক্রিয়া প্রধানত অ্যালকিন ও অ্যালকাইনের বৈশিষ্ট্যপূর্ণ বিক্রিয়া। এসব অসম্পৃক্ত যৌগের দ্বি-বন্ধন বা ত্রি-বন্ধনে হালকাভাবে সংযুক্ত পাই (π) ইলেকট্রন কর্তৃক ইলেকট্রোফাইল অতি সহজেই আকৃষ্ট হয় বলে অসম্পৃক্ত যৌগে ইলেকট্রোফিলিক সংযোজন বিক্রিয়া ঘটে।

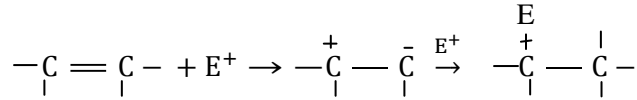
খ) ইলেকট্রোফিলিক সংযোজন বিক্রিয়ার কৌশল (Mechanism of Electrophilic addition reaction)

আক্রমণকারী বিকারক (E-Nu) অ্যালকিনের কার্বন-কার্বন দ্বি-বন্ধনে (C=C) কিভাবে যুক্ত হয় তা আলোচনা করা হলো।

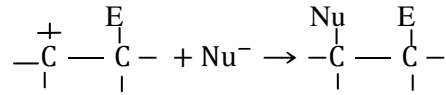
ধাপ-১ : অ্যালকিনের কার্বন-কার্বন দ্বি-বন্ধনে বিদ্যমান সঞ্চরণশীল π -ইলেকট্রনের প্রভাবে E-Nu বিকারকটির ধীরে ধীরে বিভাজন ঘটে। ফলে ইলেকট্রোফাইল E⁺ উৎপন্ন হয়।



ধাপ-২ : উৎপন্ন ইলেকট্রোফাইলের প্রভাবে অ্যালকিনের π ইলেকট্রনদ্বয় যে কোন একটি কার্বনে স্থানান্তরিত হয়। ফলে অ্যালকিন অণুতে ধনাত্মক ও ঋণাত্মক চার্জের সৃষ্টি হয় এবং ইলেকট্রোফাইলটি ঋণাত্মক অংশের সাথে যুক্ত হয়ে কার্বোক্যাটায়ন উৎপন্ন করে।

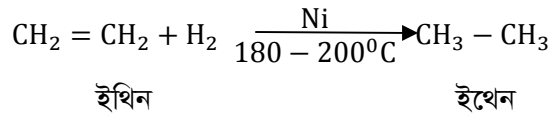


ধাপ-৩ : অবশেষে বিকারকের ঋণাত্মক অংশটি দ্রুত গতিতে কার্বোক্যাটায়নের সাথে যুক্ত হয়ে যুগ্ম যৌগ গঠন করে এবং বিক্রিয়ার পরিসমাপ্তি ঘটায়।

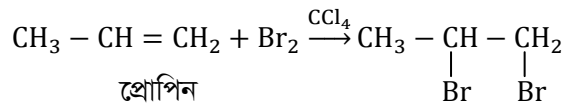


অ্যালকিনের কতিপয় ইলেকট্রোফিলিক সংযোজন বিক্রিয়া (Some electrophilic addition reaction of alkene)

1. হাইড্রোজেন সংযোজন : 180 – 200°C তাপমাত্রায় নিকেল প্রভাবকের উপস্থিতিতে অ্যালকিন ও হাইড্রোজেনের বিক্রিয়ায় অ্যালকেন উৎপন্ন হয়। যেমন-

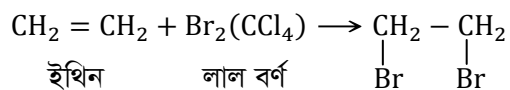


2. হ্যালোজেন সংযোজন : অ্যালকিন অতি সহজে Cl₂ ও Br₂ সাথে বিক্রিয়া করে ডাইহ্যালাইড যৌগ উৎপন্ন করে। যেমন-



1, 2- ডাইব্রোমো প্রোপেন

ব্রোমিন দ্রবণ পরীক্ষা : এটি জৈব যৌগের অসম্পৃক্ততা নিরূপের একটি পরীক্ষা। নিষ্ক্রিয় দ্রাবক কার্বন টেট্রাক্লোরাইডে দ্রবীভূত ব্রোমিনের লাল বর্ণের দ্রবণের সাথে কোন জৈব যৌগ মিশিয়ে ভালভাবে ঝাঁকালে যদি ব্রোমিন দ্রবণের লাল বর্ণ বিবর্ণ হয়, তবে যৌগটি অসম্পৃক্ত বলে প্রমাণিত হয়। যেমন-



ইথিন

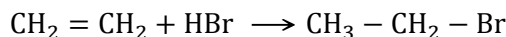
লাল বর্ণ

Br

Br

1, 2- ডাইব্রোমো ইথেন (বর্ণহীন)

3. হাইড্রোজেন হ্যালাইড সংযোজন : কক্ষ তাপমাত্রায় হাইড্রোজেন হ্যালাইডের সাথে অ্যালকিনের সংযোজন বিক্রিয়ায় অ্যালকাইল হ্যালাইড উৎপন্ন হয়। যেমন-

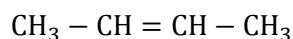


ইথিন

ইথাইল ব্রোমাইড

এ ক্ষেত্রে হাইড্রোজেন হ্যালাইডের সক্রিয়তার ক্রম হলো : $\text{HI} > \text{HBr} > \text{HCl} > \text{HF}$

প্রতিসম অ্যালকিন ও অপ্রতিসম অ্যালকিন : যে সব অ্যালকিনের দ্বি-বন্ধন যুক্ত কার্বন পরমাণুদ্বয়ে সমান সংখ্যক হাইড্রোজেন পরমাণু বিদ্যমান তাদের প্রতিসম অ্যালকিন বলে। যেমন-



2-বিউটিন

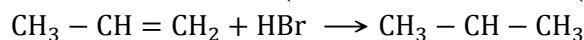
যে সব অ্যালকিনের দ্বি-বন্ধন যুক্ত কার্বন পরমাণুদ্বয়ের সাথে অসম সংখ্যক হাইড্রোজেন পরমাণু যুক্ত থাকে তাদের অপ্রতিসম অ্যালকিন বলে। যেমন-



প্রোপিন

মার্কনিকভের নীতি (Markownik's rule)

অপ্রতিসম অ্যালকিনের সাথে অপ্রতিসম বিকারক অণুর সংযোজন বিক্রিয়ার সময় বিকারক অণুর ঋণাত্মক অংশটি দ্বি-বন্ধনের যে কার্বনটিতে কম সংখ্যক হাইড্রোজেন পরমাণু থাকে সেই কার্বনের সাথে যুক্ত হবে। যেমন-

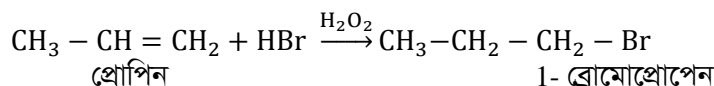


প্রোপিন

Br

2- ব্রোমোপ্রোপেন

বিপরীত মার্কনিকভ নীতি বা পারঅক্সাইড প্রভাব (Antimarkownik's rule or peroxide effect) : অ্যামেরিকান বিজ্ঞানী এম. এস. খারাস(M. S. Kharasch) দেখান যে, পারঅক্সাইডের উপস্থিতিতে মার্কনিকভ নীতির বিপরীত ক্রমে সংযোজন ঘটে। অর্থাৎ পারঅক্সাইডের উপস্থিতিতে অপ্রতিসম অ্যালকিনের সাথে অপ্রতিসম বিকারকের বিক্রিয়ার সময় অ্যালকিনের দ্বি-বন্ধনের যে কার্বনে হাইড্রোজেন পরমাণু অধিক সংখ্যক থাকে সে কার্বনে বিকারকের ঋণাত্মক অংশ সংযোজিত হয়। যেমন-



প্রোপিন

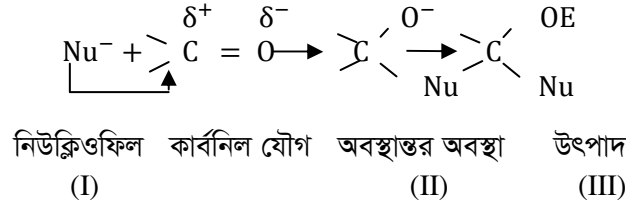
1- ব্রোমোপ্রোপেন

নিউক্লিওফিলিক সংযোজন বিক্রিয়া (Nucleophilic addition reaction) : যে সব সংযোজন বিক্রিয়ায় জৈব বিক্রিয়কের কার্যকরী মূলকের সাথে প্রথমে নিউক্লিওফাইল যুক্ত হয় তাকে নিউক্লিওফিলিক সংযোজন বিক্রিয়া বলে। কার্বনিল যৌগসমূহ নিউক্লিওফিলিক সংযোজন বিক্রিয়া প্রদর্শন করে। কার্বনিল যৌগ যথা- অ্যালডিহাইড ও কিটোনের কার্যকরী মূলক হলো কার্বনিল মূলক ($-\text{C} = \text{O}$)। কার্বনিল মূলকের অক্সিজেন পরমাণু কার্বন পরমাণু অপেক্ষা অধিক তড়িৎ ঋণাত্মক। কার্বন-অক্সিজেন দ্বি-বন্ধনের পাই ইলেকট্রন অক্সিজেনের দিকে আংশিক স্থানান্তরিত হয়। ফলে অক্সিজেন পরমাণু আংশিক ঋণাত্মক চার্জযুক্ত (δ^-) ও কার্বন পরমাণু আংশিক ধনাত্মক চার্জযুক্ত (δ^+) হয়। এভাবে কার্বনিল মূলক পোলার প্রকৃতি লাভ করে। বিক্রিয়াকালে পোলার কার্বনিল মূলকের ধনাত্মক কার্বন পরমাণুতে ঋণাত্মক আধানযুক্ত নিউক্লিওফাইল সহজেই যুক্ত হয়। এ কারণে কার্বনিল যৌগসমূহ নিউক্লিওফিলিক সংযোজন বিক্রিয়া প্রদর্শন করে।

নিউক্লিওফিলিক সংযোজন বিক্রিয়ার কৌশল (Mechanism of nucleophilic addition reaction)

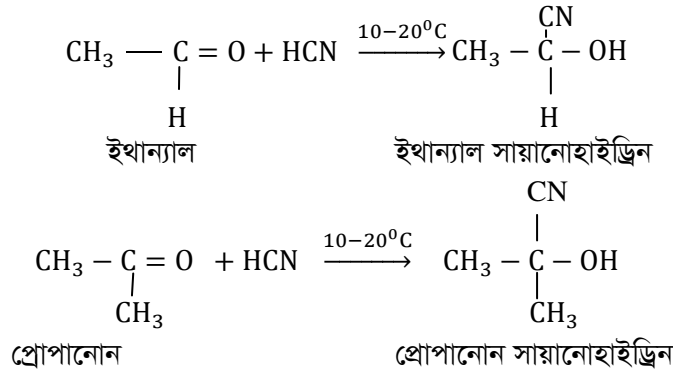
ধাপ-১: কার্বনিল মূলকের আংশিক ধনাত্মক কার্বন পরমাণু আক্রমণকারী বিকারকের নিউক্লিওফাইলকে (Nu^-) আকর্ষণ করে। ঋণাত্মক নিউক্লিওফাইল কার্বন পরমাণুতে যুক্ত হলে কার্বন অক্সিজেন দ্বি-বন্ধনের পাই ইলেকট্রন অক্সিজেন পরমাণুতে স্থানান্তরিত হয় (I)। ফলে কার্বনিল মূলকে অক্সিজেন প্রাপ্ত ঋণাত্মক চার্জযুক্ত হয় (II)।

ধাপ-২ : ঋণাত্মক চার্জযুক্ত অক্সিজেনের সাথে আক্রমণকারী বিকারকের ধনাত্মক অংশ (E^+) যুক্ত হয়ে বিক্রিয়ার পরিসমাপ্তি ঘটায় (III)।

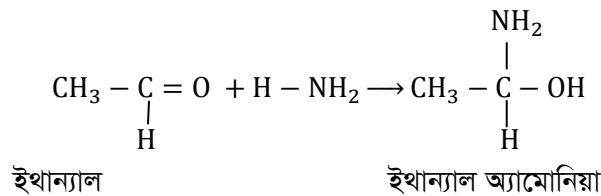


কার্বনিল যৌগের কতিপয় নিউক্লিওফিলিক সংযোজন বিক্রিয়া (Some nucleophilic addition reactions of carbonyl compound) :

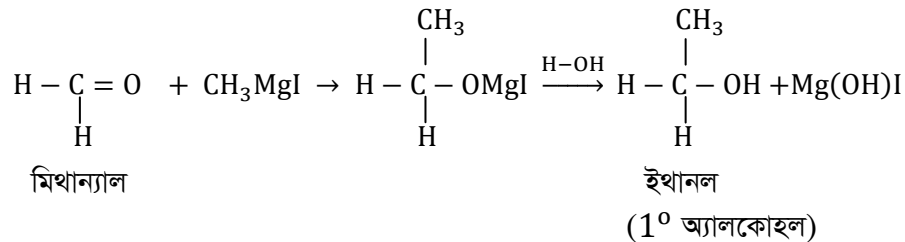
1. HCN সংযোজন : অ্যালডিহাইড ও কিটোন অর্থাৎ কার্বনিল যৌগসমূহ হাইড্রোজেন সায়ানাইডের জলীয় দ্রবণের সাথে $10 - 20^\circ\text{C}$ তাপমাত্রায় বিক্রিয়া করে সায়ানোহাইড্রিন নামক যুত যৌগ গঠন করে। যেমন-

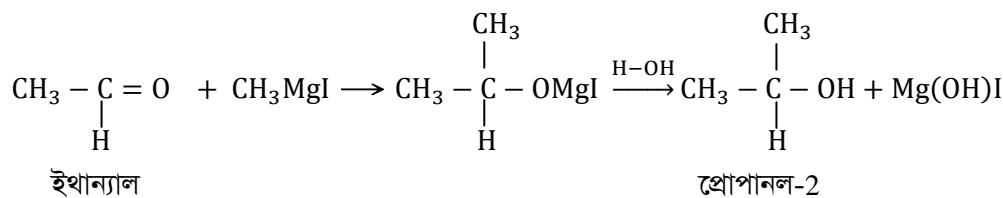


2. NH_3 সংযোজন : ইথান্যালের ইথারীয় দ্রবণে শুষ্ক অ্যামোনিয়া গ্যাস চালনা করলে যুত যৌগ ইথান্যাল অ্যামোনিয়ার বর্ণহীন কেলাস গঠিত হয়।

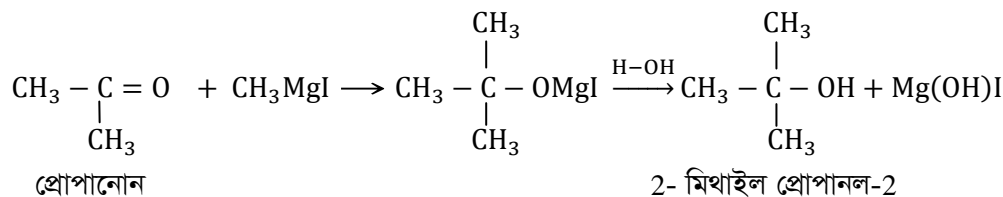


3. গ্রিগনার্ড বিকারকের (RMgX) সাথে বিক্রিয়া : কার্বনিল যৌগসমূহ গ্রিগনার্ড বিকারকের সাথে বিক্রিয়া করে প্রথমে একটি অন্তর্বর্তী যুত যৌগ গঠন করে যা আর্দ্র-বিশ্লেষিত হয়ে বিভিন্ন প্রকার অ্যালকোহল উৎপন্ন করে। যেমন-



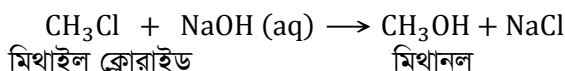


(২° অ্যালকোহল)



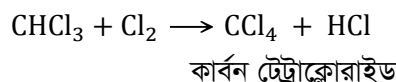
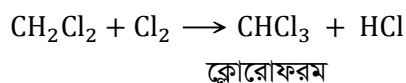
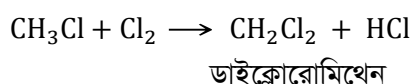
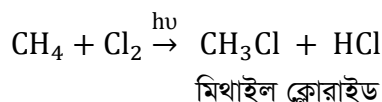
(৩° অ্যালকোহল)

অ্যালিফেটিক যৌগের প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া (Substitution reaction of aliphatic compounds) : যে বিক্রিয়ায় কোন যৌগের পরমাণু বা মূলক অনুরূপ সংখ্যক অধিক সক্রিয় অন্য কোন পরমাণু বা মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয় তাকে প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া বলে। যেমন-

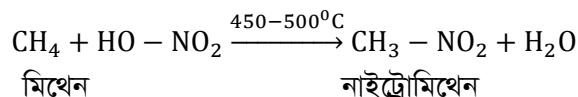


(ক) ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া (Electrophilic substitution reaction) : অ্যালিফেটিক যৌগের মধ্যে সাধারণত সম্পৃক্ত যৌগসমূহ ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া প্রদর্শন করে। অ্যালকেনসমূহের হাইড্রোজেন পরমাণু হ্যালোজেন, নাইট্রো মূলক, সালফোনিক অ্যাসিড মূলক প্রভৃতি দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়।

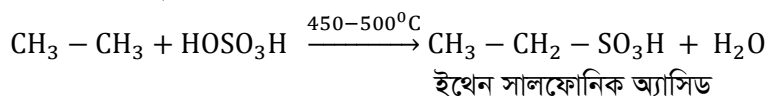
১) হ্যালোজেনেশন : মৃদু সূর্যালোকে অ্যালকেনসমূহ হ্যালোজেনের (Cl₂ বা Br₂) সাথে বিক্রিয়া করে অ্যালকেনের হ্যালোজেন যৌগ উৎপন্ন করে। যেমন-



২) নাইট্রেশন : অ্যালকেন ও নাইট্রিক অ্যাসিড বাষ্পকে 450-500°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে নাইট্রোঅ্যালকেন উৎপন্ন হয়। যেমন-

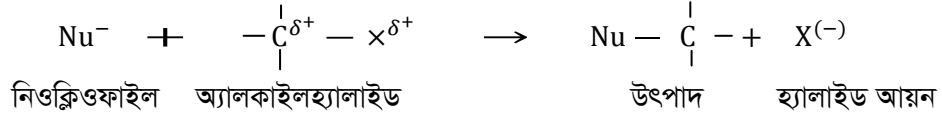


৩) সালফোনেশন : অ্যালকেনকে ধূমায়মান H₂SO₄ সহ 450 - 500°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ায় অ্যালকেন সালফোনিক অ্যাসিড যৌগ উৎপন্ন হয়। যেমন-



(খ) নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া (Nucleophilic substitution reaction)

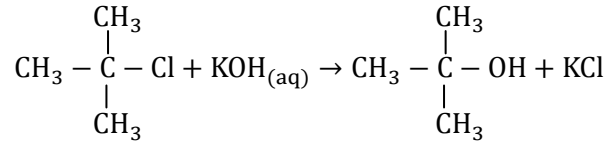
কোন জৈব যৌগে নিউক্লিওফাইল দ্বারা প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া ঘটলে এরূপ বিক্রিয়াকে নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন (Nucleophilic substitution) বিক্রিয়া বা সংক্ষেপে S_N বিক্রিয়া বলে। সাধারণত অ্যালকাইল হ্যালাইডসমূহ এ ধরনের বিক্রিয়া প্রদর্শন করে। যেমন-



অ্যালকাইল হ্যালাইডের S_N বিক্রিয়া দু'প্রকার। যথা-

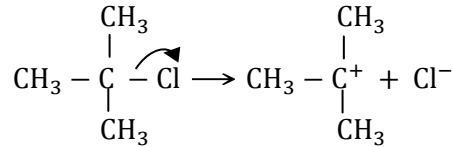
- ১। এক আণবিক নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া (S_N1)।
- ২। দ্বি-আণবিক নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া (S_N2)।

S_N1 বিক্রিয়া : যে সকল ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার হার একটি মাত্র বিক্রিয়কের ঘনমাত্রার উপর নির্ভরশীল, তাদেরকে S_N1 বিক্রিয়া বলে। যেমন-

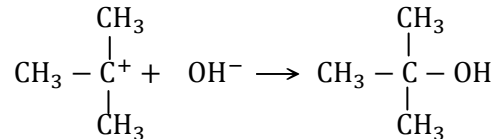


বিক্রিয়ার কৌশল : এ বিক্রিয়া দু'ধাপে সম্পন্ন হয়।

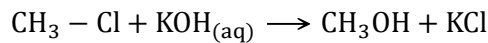
ধাপ-১ : এ ধাপে অ্যালকাইল হ্যালাইড থেকে হ্যালাজেন অপসারিত হয়ে কার্বোক্যাটায়ন সৃষ্টি হয়। অ্যালকাইল হ্যালাইডের বন্ধনটি একটি শক্তিশালী সিগমা বন্ধন। এটি ভাঙতে অধিক শক্তির প্রয়োজন হয় বলে এ ধাপটি খুব ধীর গতিসম্পন্ন। এটি বিক্রিয়ার হার নির্ধারণী ধাপ।



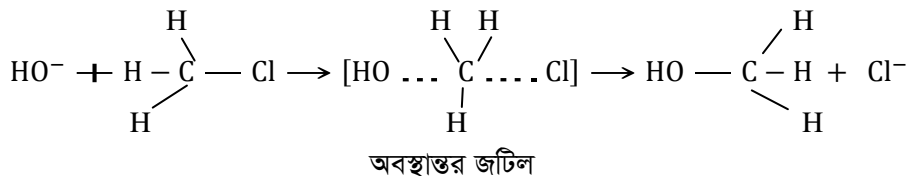
ধাপ-২ : এ ধাপে নিউক্লিওফাইল OH⁻ আয়ন দ্রুত গতিতে কার্বোক্যাটায়নের সাথে যুক্ত হয়ে নতুন উৎপাদ তৈরী করে।



S_N2 বিক্রিয়া : যে সকল নিউক্লিওফিলিক বিক্রিয়ার হার বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণকারী দু'টি বিকারকের ঘনমাত্রার উপর নির্ভরশীল তাদের S_N2 বিক্রিয়া বলে। যেমন-



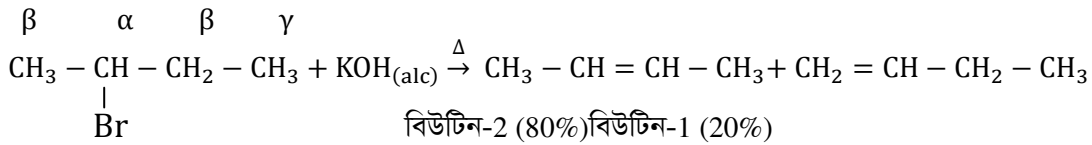
বিক্রিয়ার কৌশল : এ বিক্রিয়া এক ধাপে সংঘটিত হয়। অ্যালকাইল হ্যালাইডের C-X বন্ধনের যে পার্শ্বে হ্যালাজেন পরমাণু অবস্থিত তার বিপরীত দিক থেকে নিউক্লিওফাইল, OH⁻ আয়ন কার্বন পরমাণুকে আক্রমণ করে তার সাথে যুক্ত হয়। ফলে একটি অবস্থান্তর জটিল অবস্থার সৃষ্টি হয়। পরবর্তীতে C-X বন্ধনটি ভেঙ্গে X⁻ আয়নযুক্ত হয় এবং নিউক্লিওফাইল কার্বন পরমাণুর সাথে পূর্ণ সমযোজী বন্ধনে আবদ্ধ হয়।



অ্যালকাইল হ্যালাইড অণুতে হ্যালোজেনযুক্ত কার্বনের দু'পাশে দুটি সন্নিহিত কার্বন পরমাণুতে হাইড্রোজেন থাকলে দু'টি অবস্থান থেকেই হাইড্রোজেন হ্যালোজেনের সাথে যুক্ত হয়ে হাইড্রোজেন হ্যালাইড হিসেবে অপসারিত হতে পারে। ফলে দু'টি অ্যালকিন উৎপন্ন হওয়ার সম্ভাবনা থাকে। এ ক্ষেত্রে প্রধানত কোন অ্যালকিন উৎপন্ন হবে তা সায়েজফ নীতি (Saytzeff's rule) দ্বারা নির্ধারিত হয়।

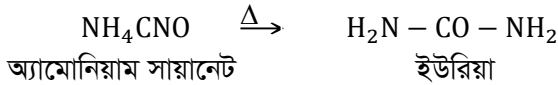
সায়জফ নীতি : হ্যালোজেনে অ্যালকেনের হ্যালোজেন যুক্ত কার্বনের (α -কার্বন) সন্নিহিত যে β -কার্বন পরমাণুতে কম সংখ্যক হাইড্রোজেন পরমাণু থাকে সেই কার্বনের হাইড্রোজেন ও α কার্বনের হ্যালোজেন মিলে হাইড্রোজেন হ্যালাইড অপসারিত হয়ে প্রধান অ্যালকিন উৎপন্ন হয়। যেমন-

2-ব্রোমো বিউটেনকে অ্যালকোহলীয় পটাসিয়াম হাইড্রক্সাইড সহযোগে উত্তপ্ত করলে 80% বিউটিন-2 ও 20%বিউটিন-1 উৎপন্ন হয়।

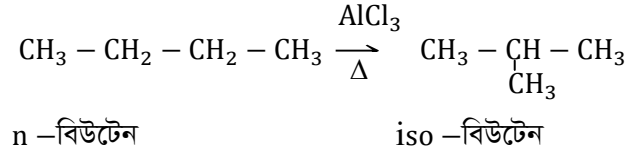



সমানুকরণ বিক্রিয়া(Isomerization reaction): যে বিক্রিয়ার কোন যৌগের অণুস্থিতপরমাণু বা মূলক সমূহ পূর্ণবিন্যস্ত হয়ে ভিন্ন গাঠনিক কাঠামো বিশিষ্ট নতুন যৌগ উৎপন্ন করে তাকে সমানুকরণ বিক্রিয়া বলে। যেমন-

1. অ্যামোনিয়াম সায়ানেটকে উত্তপ্ত করলে ইউরিয়া পাওয়া যায়।



2. অনর্দ্র AlCl_3 এর উপস্থিতিতে n -বিউটেনকে উত্তপ্ত করলে iso - বিউটেন উৎপন্ন হয়।



 শিক্ষার্থীর কাজ	
১। নিম্নোক্ত প্রজাতিগুলোকে ইলেকট্রোফাইল ও নিউক্লিওফাইল হিসেবে চিহ্নিত করে একটি সারণি প্রস্তুত করুন। $\text{BF}_3, \text{NH}_3, \text{FeCl}_3, \text{SO}_3, \text{H}_2\text{O}, \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}, \text{H}_3\text{O}^+, \text{R}^+, \text{X}^-, \text{CN}^-, \text{RO}^-, \text{H}^+, \text{NO}_2^+, \text{AlCl}_3, \text{X}^+$	
২। গ্রিগনার্ড বিকারক থেকে $1^\circ, 2^\circ$ ও 3° অ্যালকোহল প্রস্তুতির উদাহরণ সমীকরণসহ লিখুন।	
৩। অ্যালকাইল হ্যালাইডের সাথে জলীয় কস্টিক পটাস দ্রবণের বিক্রিয়ার কৌশল বর্ণনা করুন।	
৪। প্রোপিনের সাথে পারঅক্সাইডের উপস্থিতিতে হাইড্রোজেন হ্যালাইডের বিক্রিয়ার সমীকরণ লিখুন।	



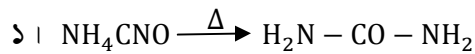
সার-সংক্ষেপ :

- **ফ্রি-রেডিক্যাল** : বিজোড় ইলেকট্রনযুক্ত পরমাণু বা মূলককে ফ্রি-রেডিক্যাল বলে। যেমন $-\text{C}\cdot\text{H}_3$, মিথাইল ফ্রি রেডিক্যাল।
- **কার্বোনিয়াম আয়ন** : ধনাত্মক আধানযুক্ত কার্বন পরমাণু সংবলিত আয়নকে কার্বোনিয়াম আয়ন বলা হয়। যেমন $-\text{C}^+\text{H}_3$ মিথাইল কার্বোনিয়াম আয়ন।
- **কার্বানায়ন** : ঋণাত্মক আধানযুক্ত কার্বন পরমাণু সংবলিত আয়নকে কার্বানায়ন বলে। যেমন C^-H_3 , মিথাইল কার্বানায়ন।
- **ইলেকট্রোফাইল** : ইলেকট্রনের প্রতি আকৃষ্ট বিকারক সমূহ ইলেকট্রোফাইল। যেমন R^+ , BF_3 , H_3O^+ ।
- **নিউক্লিওফাইল** : নিউক্লিয়াস বা ধনাত্মক আধানযুক্ত কেন্দ্রের প্রতি আকৃষ্ট বিকারক সমূহ নিউক্লিওফাইল। যেমন X^- , NH_3 , H_2O ইত্যাদি।
- **মার্কনিকভের নীতি ও পারঅক্সাইড প্রভাব** : অপ্রতিসম অ্যালকিনের সাথে অপ্রতিসম বিকারক অণুর সংযোজন বিক্রিয়ায় বিকারক অণুর ঋণাত্মক অংশ দ্বি-বন্ধনের যে কার্বনে কম হাইড্রোজেন আছে সে কার্বনের সাথে যুক্ত হবে। কিন্তু পারঅক্সাইডের উপস্থিতিতে মার্কনিকভ নীতির বিপরীত ক্রমে সংযোজন ঘটে।
- **S_N বিক্রিয়া** : জৈব যৌগে নিউক্লিওফাইল দ্বারা প্রতিস্থাপন ঘটলে, সে বিক্রিয়াকে নিউক্লিওফাইল প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া বা সংক্ষেপে S_N বিক্রিয়া বলে।
- S_N বিক্রিয়া দু' প্রকার। যথা-
- এক-আণবিক নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া ($\text{S}_\text{N}1$)
- দ্বি-আণবিক নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া ($\text{S}_\text{N}2$)
- **সায়জ্জেশ নীতি** : হ্যালোজেনো অ্যালকেনের α - কার্বন সন্নিহিত যে β - কার্বনটিতে কম সংখ্যক H পরমাণু থাকে সেই β - কার্বনের H পরমাণু ও α - কার্বনের X পরমাণু মিলে HX অপসারিত হয়ে প্রধান অ্যালকিন গঠিত হয়।



পাঠোত্তর মূল্যায়ন-১.৫

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (✓) চিহ্ন দিন



উপরোক্ত বিক্রিয়াটি হলো-

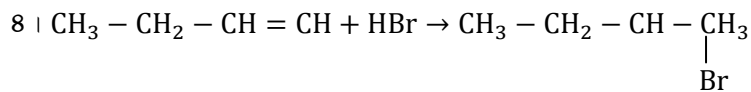
- (ক) সংযোজন (খ) প্রতিস্থাপন (গ) সমাণুকরণ (ঘ) অপসারণ

২। নিচের কোনটি $\text{S}_\text{N}2$ বিক্রিয়ার বৈশিষ্ট্য নয়?

- (ক) বিক্রিয়া এক ধাপেই সম্পন্ন হয় (খ) মধ্যবর্তী অবস্থান্তর সৃষ্টি হয়
(গ) বিক্রিয়া ১ম ক্রমের (ঘ) অ্যালকাইল হ্যালাইডসমূহের বিক্রিয়া ক্রম : $1^\circ > 2^\circ > 3^\circ$

৩। নিচের কোনটি নিউক্লিওফাইল ?

- (ক) NO_2^+ (খ) FeCl_3 (গ) SO_3 (ঘ) NH_3



উপরোক্ত বিক্রিয়া সংঘটনের ভিত্তি হলো-

- (ক) মার্কনিকভের নীতি (খ) পারঅক্সাইড প্রভাব (গ) সায়জ্জেশ নীতি (ঘ) উইলিয়ামসন বিক্রিয়া

পাঠ-১.৬

অ্যারোমেটিক যৌগের রাসায়নিক ধর্ম



উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে শিক্ষার্থীরা-

- অ্যারোমেটিক যৌগের বিভিন্ন ধরণের বিক্রিয়া ও এদের কৌশল বর্ণনা করতে পারবেন।
- বেনজিনের বহু প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া ও ওরিয়েন্টেশন ব্যাখ্যা করতে পারবেন।



মুখ্য শব্দ

ওজোনাইড, হ্যালোজেনেশন, নাইট্রেশন, সালফোনেশন, অ্যালকাইলেশন, অর্থো, প্যারা ও মেটা সমাণু

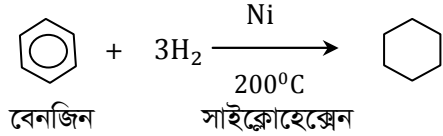


অ্যারোমেটিক যৌগের সংযোজন বিক্রিয়া (Addition reaction of aromatic compounds)

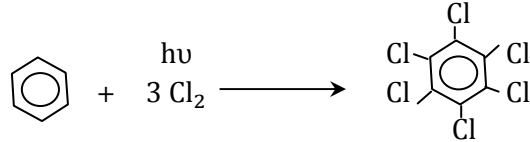
অ্যারোমেটিক যৌগসমূহ অসম্পৃক্ত প্রকৃতির। এদের বলয়ে সঞ্চরণশীল π ইলেকট্রন বিদ্যমান। ফলে এরা খুব স্থিতিশীল। অ্যালিফেটিক অসম্পৃক্ত যৌগের ন্যয় অ্যারোমেটিক যৌগসমূহ ব্রোমিন দ্রবণ পরীক্ষা, বেয়ার পরীক্ষা, হ্যালোজেন এসিডের সাথে সংযোজন বিক্রিয়া ইত্যাদি প্রদর্শন করে না। তবে বিশেষ শর্তে অ্যারোমেটিক যৌগে সংযোজন বিক্রিয়া ঘটে।

অ্যারোমেটিক যৌগের কতিপয় ইলেকট্রোফিলিক সংযোজন বিক্রিয়া নিম্নে আলোচনা করা হলোঃ

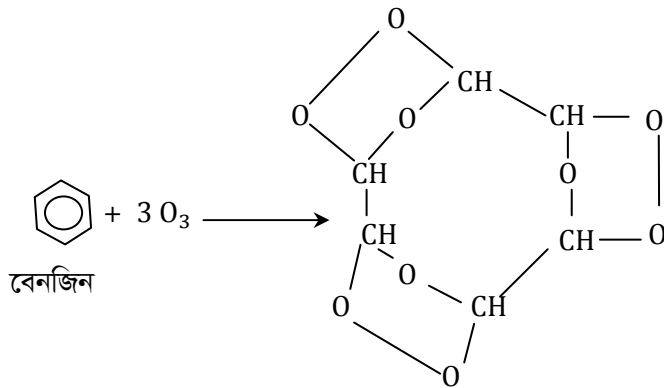
1. হাইড্রোজেন সংযোজন : $180 - 200^\circ\text{C}$ তাপমাত্রায় নিকেল প্রভাবকের উপস্থিতিতে বেনজিনের সাথে হাইড্রোজেনের সংযোজন বিক্রিয়ায় সাইক্লোহেক্সেন উৎপন্ন হয়।

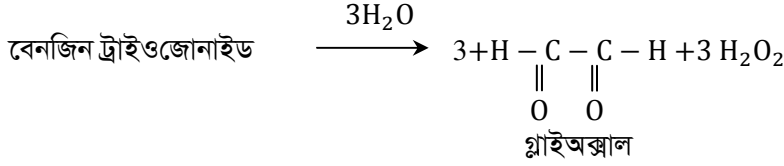


2. হ্যালোজেন সংযোজন : উজ্জ্বল সূর্যালোকে বা অতিবেগুনি রশ্মির উপস্থিতিতে ক্লোরিন বেনজিনের সাথে যুক্ত হয়ে বেনজিন হেক্সাক্লোরাইড বা গ্যামাক্সিন উৎপন্ন হয়।

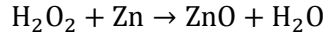


3. ওজোন সংযোজন : সাধারণ তাপমাত্রায় বেনজিনের মধ্যে ওজোন গ্যাস প্রবাহিত করলে বেনজিন ট্রাইওজোনাইড গঠিত হয়, যা পরে আর্দ্র-বিশ্লেষিত হয়ে গ্রাইঅক্সাল ও H_2O_2 উৎপন্ন করে।



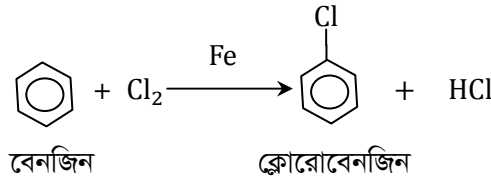


এ বিক্রিয়ায় Zn চূর্ণ ব্যবহার করলে H_2O_2 বিজারিত হয়ে পানিতে পরিণত হয়।



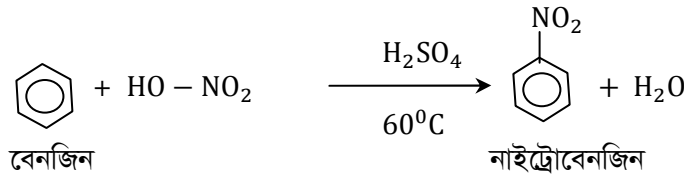
ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া (Electrophilic Substitution reaction)

১) **হ্যালোজেনেশন** : যে বিক্রিয়ায় জৈব যৌগের H পরমাণু সমসংখ্যক হ্যালোজেন পরমাণু দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়, তাকে হ্যালোজেনেশন বলে। হ্যালোজেনেশন বিক্রিয়ায় ব্যবহৃত প্রভাবকসমূহ হ্যালোজেন বাহক নামে পরিচিত। Fe, I₂, লোহিত P, অনার্দ্র AlCl₃, অনার্দ্র FeCl₃ প্রভৃতি পদার্থ হ্যালোজেন বাহক হিসেবে ক্রিয়া করে। হ্যালোজেন বাহক যেমন, Fe প্রভাবকের উপস্থিতিতে সাধারণ তাপমাত্রায় বেনজিনের সাথে ক্লোরিনের বিক্রিয়ায় প্রথমে ক্লোরোবেনজিন উৎপন্ন হয়।

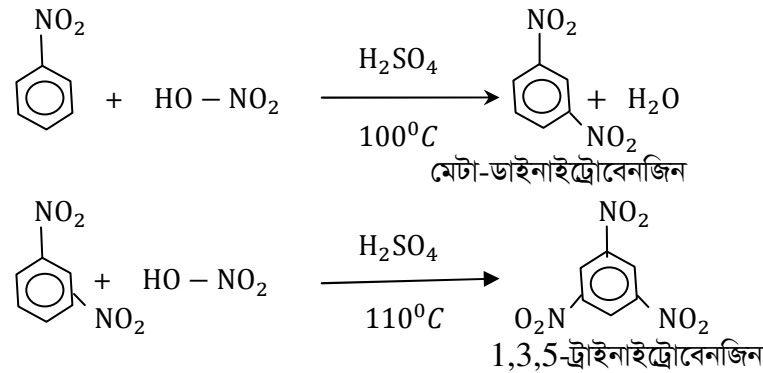


পরে বেনজিন বলয়ের অবশিষ্ট H পরমাণুগুলো ক্লোরিন পরমাণু দ্বারা একে একে প্রতিস্থাপিত হয়ে ডাই, ট্রাই, টেট্রা, পেন্টা ও সবশেষে হেক্সাক্লোরোবেনজিন উৎপন্ন হয়।

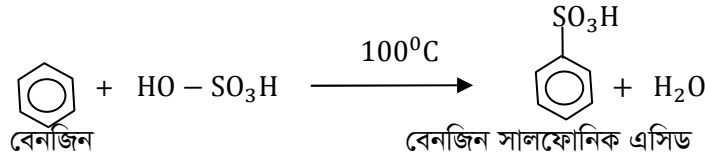
২) **নাইট্রেশন** : যে বিক্রিয়ায় জৈব যৌগের পরমাণু সমসংখ্যক নাইট্রো মূলক ($-\text{NO}_2$) দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয় তাকে নাইট্রেশন বলে। নাইট্রেশন বিক্রিয়ায় গাঢ় H_2SO_4 ও গাঢ় HNO_3 এর সমআয়তনীয় মিশ্রণ ব্যবহার করা হয়। 60°C তাপমাত্রায় বেনজিন গাঢ় H_2SO_4 এর উপস্থিতিতে গাঢ় HNO_3 এর সাথে বিক্রিয়া করে নাইট্রোবেনজিন উৎপন্ন করে।



এভাবে উৎপন্ন নাইট্রোবেনজিন পুনঃনাইট্রেশন প্রক্রিয়ায় 100°C তাপমাত্রায় মেটা-ডাইনাইট্রোবেনজিন এবং 110°C তাপমাত্রায় 1, 3, 5-ট্রাইনাইট্রোবেনজিন উৎপন্ন করে।



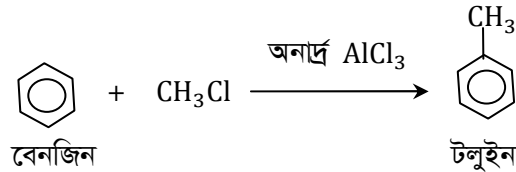
৩) সালফোনেশন : জৈব যৌগের H পরমাণুকে সালফোনিক অ্যাসিড মূলক $-SO_3H$ দ্বারা প্রতিস্থাপিত করার বিক্রিয়াকে সালফোনেশন বলে। সালফোনেশনের জন্য অধিক গাঢ় H_2SO_4 ব্যবহৃত হয়। গাঢ় H_2SO_4 এর সাথে $100^\circ C$ তাপমাত্রায় বেনজিনের বিক্রিয়ায় বেনজিন সালফোনিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়।



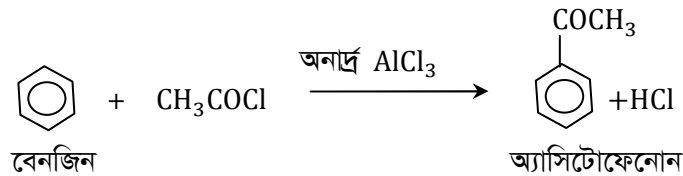
৪) ফ্রিডেল ক্রাফট বিক্রিয়া : অনার্দ্র $AlCl_3$ এর উপস্থিতিতে বেনজিন পৃথকভাবে অ্যালকাইল হ্যালাইড ও অ্যাসাইল হ্যালাইডের সাথে বিক্রিয়া করে যথাক্রমে অ্যালকাইল বেনজিন ও অ্যাসাইল বেনজিন উৎপন্ন করে। বেনজিন বলয়ে সংঘটিত এরূপ বিক্রিয়াকে আবিষ্কারকের নামানুসারে ফ্রিডেল ক্রাফট বিক্রিয়া বলে। ফ্রিডেল ক্রাফট বিক্রিয়া দু'প্রকার। যথা-

(i) ফ্রিডেল ক্রাফট অ্যালকাইলেশন ও (ii) ফ্রিডেল ক্রাফট অ্যাসাইলেশন।

(i) ফ্রিডেল ক্রাফট অ্যালকাইলেশন : এ বিক্রিয়ায় বেনজিন বলয়ে অ্যালকাইল মূলক (R -) যুক্ত হয়ে অ্যালকাইল বেনজিন উৎপন্ন হয়। যেমন-অনার্দ্র $AlCl_3$ এর উপস্থিতিতে বেনজিনের সাথে মিথাইল ক্লোরাইডের বিক্রিয়ায় টলুইন উৎপন্ন হয়।



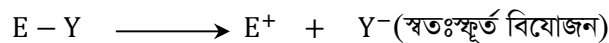
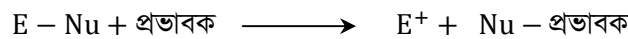
(ii) ফ্রিডেল ক্রাফট অ্যাসাইলেশন : এ বিক্রিয়ায় বেনজিন বলয়ে অ্যাসাইল মূলক (RCO -) যুক্ত হয়ে ফিনাইল অ্যালকাইল কিটোন উৎপন্ন হয়। যেমন- অনার্দ্র $AlCl_3$ এর উপস্থিতিতে বেনজিন ও অ্যাসিটাইল ক্লোরাইডের বিক্রিয়ায় মিথাইল ফিনাইল কিটোন বা অ্যাসিটোফেনোন উৎপন্ন হয়।



বেনজিন চক্রে ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার কৌশল : বেনজিন তথা অ্যারোমেটিক যৌগে ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার কৌশল নিম্নের তিন ধাপে ব্যাখ্যা করা যায়।

ধাপ- ১ : ইলেকট্রোফিলিক বিকারক গঠন

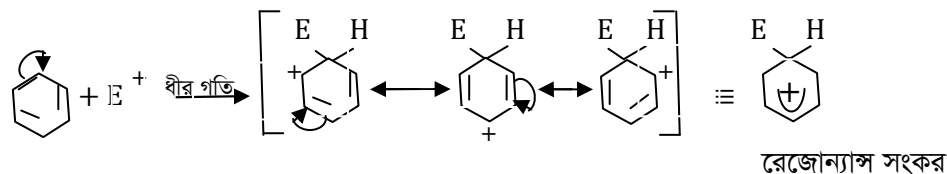
প্রভাবকীয় বিয়োজনের মাধ্যমে অথবা স্বতঃস্ফূর্ত ভাবে আক্রমণকারী বিকারক হতে ইলেকট্রোফাইল উৎপন্ন হয়।



এখানে, E^+ - ইলেকট্রোফাইল

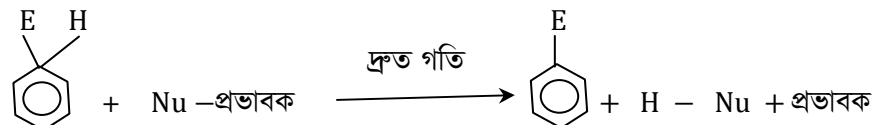
ধাপ- ২ : কার্বোনিয়াম আয়ন গঠন

উৎপন্ন ইলেকট্রোফাইল বেনজিন চক্রকে আক্রমণ করে চাক্রিক মধ্যবর্তী কার্বোনিয়াম আয়ন গঠন করে। বিক্রিয়াটি ধীর গতি সম্পন্ন এবং এতে বেনজিনের অ্যারোমেটিকত্ব বিনষ্ট হয়। মধ্যবর্তী কার্বোনিয়াম আয়ন অনুরণন দ্বারা সুস্থিতি লাভ করে।



ধাপ- ৩ : প্রোটন অপসারণ ও প্রতিস্থাপিত যৌগ গঠন

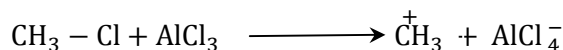
দ্রুত গতিসম্পন্ন এ ধাপে সুস্থিত মধ্যবর্তী কার্বোনিয়াম আয়ন হতে একটি প্রোটন H^+ অপসারিত হয়। ফলে বেনজিন চক্রটি অ্যারোমেটিক ধর্ম ফিরে পায় এবং প্রতিস্থাপিত অ্যারোমেটিক যৌগ উৎপন্ন হয়।



উদাহরণ স্বরূপ ফ্রিডেল-ক্রাফট অ্যালকাইলেশন বিক্রিয়ার কৌশল নিচে বর্ণনা করা হলোঃ

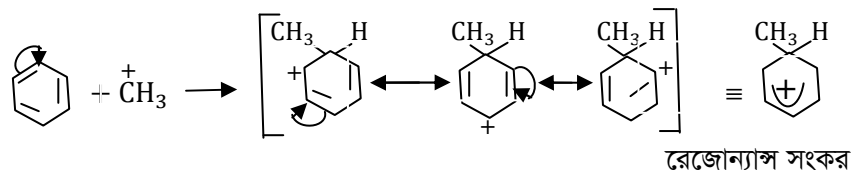
ধাপ- ১ : ইলেকট্রোফাইল গঠন

মিথাইল ক্লোরাইড ও অনর্দ্দ $AlCl_3$ এর বিক্রিয়ায় ইলেকট্রোফিলিক CH_3^+ গঠিত হয়।



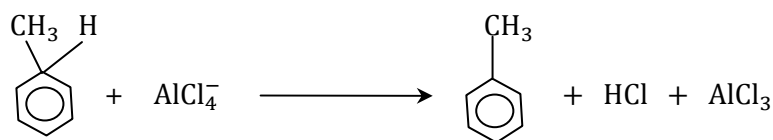
ধাপ- ২ : কার্বোনিয়াম আয়ন গঠন

ইলেকট্রোফাইল, CH_3^+ বেনজিন চক্রকে আক্রমণ করে মধ্যবর্তী কার্বোনিয়াম আয়ন গঠন করে।



ধাপ- ৩ : প্রোটন অপসারণ ও টলুইন গঠন

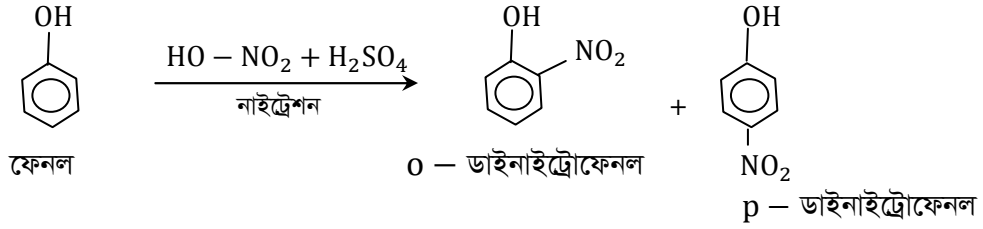
এ ধাপে সুস্থিত কার্বোনিয়াম আয়ন হতে $AlCl_4^-$ দ্বারা প্রোটন অপসারিত হয়ে প্রতিস্থাপিত যৌগ টলুইন উৎপন্ন হয়।



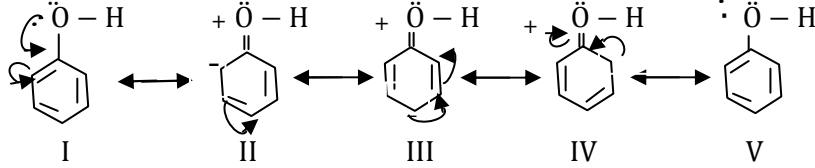
বেনজিনে বহু প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া ও ওরিয়েন্টেশন (Multiple substitution in benzene and orientation)

বেনজিন বলয়ের ছয়টি হাইড্রোজেন পরমাণু সমতুল্য। এসব হাইড্রোজেনের যে কোন একটি প্রতিস্থাপিত হলে বেনজিনের একটি মাত্র একক প্রতিস্থাপিত জাতক উৎপন্ন হয়। এভাবে সৃষ্ট একক প্রতিস্থাপিত জাতকে বিদ্যমান পাঁচটি হাইড্রোজেন পরমাণু সমতুল্য নয়। একক প্রতিস্থাপিত বেনজিন জাতকে পরবর্তী প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া তিনটি অবস্থানে সংঘটিত হতে পারে। ফলে দ্বি-প্রতিস্থাপিত বেনজিনের অর্থো, প্যারা ও মেটা এ তিনটি সমাণু গঠিত হতে পারে। দ্বিতীয় প্রতিস্থাপকটি বেনজিন বলয়ের কোন্ অবস্থানে প্রবেশ করবে তা বলয়ে উপস্থিত প্রথম প্রতিস্থাপকের প্রকৃতির উপর নির্ভর করে। একক প্রতিস্থাপিত বেনজিন বলয়ে উপস্থিত এসব প্রতিস্থাপকগুলোকে দু'ভাগে ভাগ করা হয়। যথা- (ক) অর্থো-প্যারা নির্দেশক ও (খ) মেটা নির্দেশক।

অর্থো-প্যারা নির্দেশক : বেনজিন বলয়ে উপস্থিত যে সব প্রতিস্থাপক পরবর্তী আগমনকারী প্রতিস্থাপককে অর্থো ও প্যারা অবস্থান নির্দেশ করে তাদেরকে অর্থো-প্যারা নির্দেশক বলে। যেমন- ফেনলকে নাইট্রেশন করলে অর্থো-নাইট্রোফেনল ও প্যারা-নাইট্রোফেনল পাওয়া যায়।



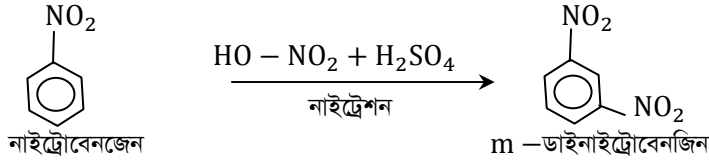
অর্থো-প্যারা নির্দেশকের ক্রিয়া কৌশল : ফিনল অণুর -OH মূলকে নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল বিদ্যমান। এ সব ইলেকট্রন যুগল বেনজিন নিউক্লিয়াস কর্তৃক আকৃষ্ট হয়। ফলে বেনজিন বলয়ে নিম্নরূপ অনুরণন ঘটে।



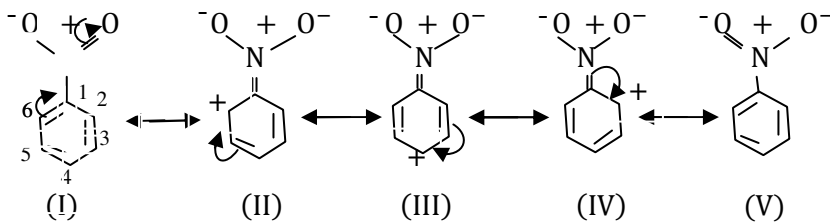
অনুরণন কাঠামো II – IV অনুসারে অর্থো ও প্যারা অবস্থানে ইলেকট্রন ঘনত্ব বৃদ্ধি পেয়ে বেনজিন বলয় অধিক সক্রিয় হয়। ফলে উক্ত অবস্থানসমূহে আগমনকারী ইলেকট্রোফাইলের অনুপ্রবেশ ঘটে।

অর্থো-প্যারা নির্দেশক শনাক্তকরণ : যে সব প্রতিস্থাপক মূলকে কেবলমাত্র একক বন্ধন বিদ্যমান কোন দ্বি-বন্ধন বা ত্রি-বন্ধন থাকে না তারা অর্থো-প্যারা নির্দেশক। যেমন- -R, -X, -OH, -OR, -NH₂ ইত্যাদি।

মেটা নির্দেশক : বেনজিন বলয়ে উপস্থিত যে সব প্রতিস্থাপক পরবর্তী আগমনকারী প্রতিস্থাপককে মেটা অবস্থান নির্দেশ করে তাদের মেটা নির্দেশক বলে। যেমন- নাইট্রোবেনজিনকে নাইট্রেশন করলে মেটা-ডাইনাইট্রোবেনজিন উৎপন্ন হয়।



মেটা-নির্দেশকের ক্রিয়া কৌশল : নাইট্রোবেনজিনের ইলেকট্রন আকর্ষী -NO₂ মূলক বেনজিন বলয়ের π ইলেকট্রন মেঘকে নিজের দিকে টেনে নেয় ফলে বেনজিন বলয়ে নিম্নরূপ অনুরণন ঘটে।



অনুরণ কাঠামো II – IV অনুসারে অর্থো ও প্যারা অবস্থানে ইলেকট্রন ঘনত্ব হ্রাস পায় বলে বেনজিন বলয় কিছুটা নিষ্ক্রিয় হয়। তবে তুলনামূলকভাবে মেটা অবস্থানে ইলেকট্রন ঘনত্ব বেশি থাকে। তাই ইলেকট্রোফাইল মেটা অবস্থানে প্রবেশ করে।

মেটা নির্দেশক শনাক্তকরণ : তীব্র তড়িৎ ঋণাত্মক পরমাণুযুক্ত মূলকসমূহ মেটা নির্দেশক। এদের গঠনে দ্বি-বন্ধন বা ত্রি-বন্ধন বিদ্যমান। যেমন- -NO₂, -CNO, -CO, -SO₃H, -COR, -CN



শিক্ষার্থীর কাজ

- ১। নিম্নোক্ত প্রজাতিগুলোকে অর্থো-প্যারা নির্দেশক ও মেটা নির্দেশক হিসেবে চিহ্নিত করে একটি সারণি প্রস্তুত করুন।
-R, -OR, -NO₂, -CN, -OH, -CHO, -X, -SO₃H, -NH₂, -COR
- ২। বেনজিন চক্রে সালফোনেশন বিক্রিয়ার কৌশল বর্ণনা করুন।
- ৩। টলুইন অণুর মিথাইল মূলকের অর্থো-প্যারা নির্দেশক হিসেবে বিক্রিয়া করার কৌশল অনুরণন কাঠামোর সাহায্যে ব্যাখ্যা করুন।



সার-সংক্ষেপ :

- **ওজোনাইড গঠন** : সাধারণ তাপমাত্রায় বেনজিনের সাথে ওজোনের সংযোজন বিক্রিয়া বেনজিন ট্রাইওজোনাইড গঠিত হয়।
- **হ্যালোজেনেশন** : হ্যালোজেন পরমাণু দ্বারা জৈব যৌগের H পরমাণু প্রতিস্থাপনের বিক্রিয়া হলো হ্যালোজেনেশন।
- **নাইট্রেশন** : নাইট্রো মূলক দ্বারা জৈব যৌগের H পরমাণু প্রতিস্থাপনের বিক্রিয়া।
- **ফ্রিডেল ক্রাফট বিক্রিয়া** : অনার্দ্র AlCl₃ প্রভাবকের উপস্থিতিতে বেনজিনের সাথে পৃথকভাবে অ্যালকাইল হ্যালাইড ও অ্যাসাইল হ্যালাইডের বিক্রিয়ায় যথাক্রমে অ্যালকাইল বেনজিন ও অ্যাসাইল বেনজিন প্রস্তুতির বিক্রিয়াকে ফ্রিডেল-ক্রাফট বিক্রিয়া বলে।
- **অর্থো-প্যারা নির্দেশক** : বেনজিন বলয়ে বিদ্যমান যে সব প্রতিস্থাপক পরবর্তী আগমনকারী প্রতিস্থাপককে অর্থো ও প্যারা অবস্থান নির্দেশ করে তাদের অর্থো-প্যারা নির্দেশক বলে।
- **মেটা নির্দেশক** : বেনজিন বলয়ে উপস্থিত যে সব প্রতিস্থাপক মূলক পরবর্তী আগমনকারী মূলককে মেটা অবস্থান নির্দেশ করে তারা মেটা নির্দেশক।



পাঠোত্তর মূল্যায়ন-১.৬

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (✓) চিহ্ন দিন

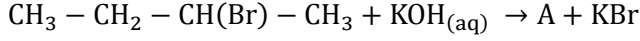
- ১। C₆H₆Cl₆ সংকেত দ্বারা কোন্ যৌগকে বুঝায়?
(ক) গ্যামাক্সিন (খ) হেক্সাক্লোরোবেনজিন (গ) সাইক্লোহেক্সেন (ঘ) ক্লোরোবেনজিন
- ২। নিচের কোন্টি অর্থো-প্যারা নির্দেশক?
(ক) -NO₂ (খ) -CHO (গ) -COR (ঘ) -OR
- ৩। বেনজিন থেকে অ্যাসিটোফিনোন প্রস্তুতির বিক্রিয়ার নাম হলো:
(ক) সংযোজন বিক্রিয়া (খ) অ্যালকাইলেশন বিক্রিয়া
(গ) অ্যাসাইলেশন বিক্রিয়া (ঘ) হ্যালোজেনেশন বিক্রিয়া
- ৪। নিচের কোন্ মূলকের উপস্থিতি বেনজিন বলয়ের সক্রিয়তা হ্রাস কবে ?
(ক) -NO₂ (খ) -OR (গ) -CH₃ (ঘ) -OH



চূড়ান্ত মূল্যায়ন

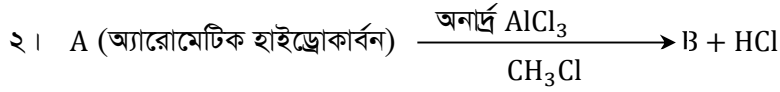
সৃজনশীল প্রশ্ন

১। নিচের উদ্দীপকটি পড়ুন এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দিন।



- ক) কার্যকরী মূলক কী? ১
- খ) মার্কনিকভের সূত্রটি উদাহরণসহ লিখুন। ২
- গ) উদ্দীপকের A যৌগটি প্রস্তুতির S_N1 বিক্রিয়ার কৌশল বর্ণনা করুন। ৩
- ঘ) উদ্দীপকে প্রাপ্ত A যৌগটি এক ধরনের স্টেরিও সমাণুতা প্রদর্শন করে -বিশ্লেষণ করুন। ৪

২। নিচের উদ্দীপকটি লক্ষ করুন এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দিন।



- ক) ফ্রি-রেডিক্যাল কী? ১
- খ) 2-বিউটিন সিস্-ট্রান্স সমাণুতা প্রদর্শন করে কেন? ২
- গ) A থেকে B যৌগ তৈরীর কৌশল বর্ণনা করুন। ৩
- ঘ) উদ্দীপকের A ও B যৌগ মধ্যে ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ায় কোন্টি অধিক সক্রিয়-বিশ্লেষণ করুন। ৪



উত্তরমালা

পাঠোত্তর মূল্যায়ন-১.১ :	১। গ	২। খ	৩। ক	৪। ঘ
পাঠোত্তর মূল্যায়ন-১.২ :	১। খ	২। ঘ	৩। গ	৪। ঘ
পাঠোত্তর মূল্যায়ন-১.৩ :	১। ক	২। ঘ	৩। ঘ	৪। ক
পাঠোত্তর মূল্যায়ন-১.৪ :	১। খ	২। গ	৩। গ	৪। গ
পাঠোত্তর মূল্যায়ন-১.৫ :	১। গ	২। গ	৩। ঘ	৪। ক
পাঠোত্তর মূল্যায়ন-১.৬ :	১। গ	২। গ	৩। ঘ	৪। ক