

লাল - সরুজে
দাগানো
TEXT BOOK



রসায়ন
২য় পত্র

New Edition



উমেষ

মেডিকেল এন্ড ডেন্টাল এডমিশন কেয়ার

তত্ত্বীয় আলোচনা = ২৪
শ্রেণি কর্মকাণ্ড = ১২
মোট পিরিয়ড = ৪০

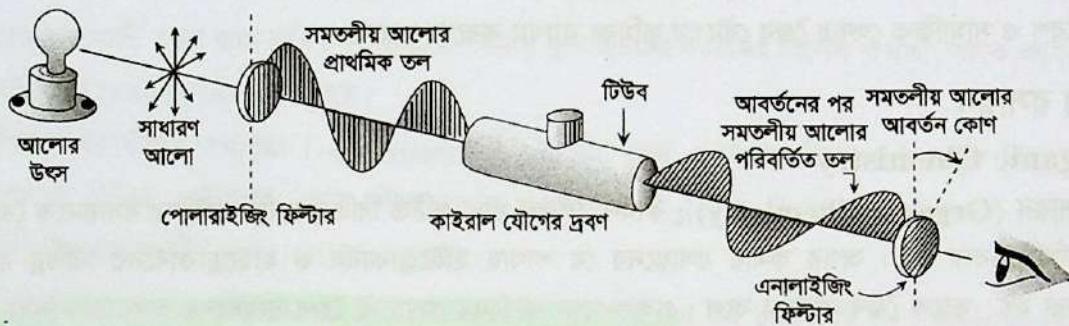
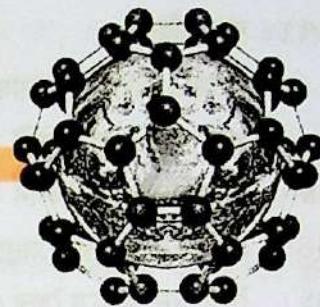
দ্বিতীয় অধ্যায়

জৈব রসায়ন

Organic Chemistry

ভূমিকা (Introduction)

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



শিখনফল : এ অধ্যায় পাঠ শেষে শিক্ষার্থীরা—

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

অধ্যায়ের প্রধান শব্দসমূহ (Key Words) :

সমগোত্রীয় শ্রেণি, কার্যকরীমূলক, সমাগুতা, কাইরাল যৌগ, অ্যারিন, ফ্রিডেল-ক্রাফট বিক্রিয়া, অ্যারোমেটিসিটি, অ্যালকেন, অ্যালকিন, অ্যালকাইন, অ্যালকাইল ও অ্যারাইল হ্যালাইড, অ্যালকোহল, অ্যামিন, কার্বনিল যৌগ, কার্বনিলিক এসিড, এস্টার, অ্যামাইড, IR spectroscope, পলিমার, প্লাস্টিসিটি, সংযোজন পলিমার, ঘনীভবন পলিমার, গ্লাইকোসাইড বন্ধন, পেপ্টাইড বন্ধন।

১২। ব্যবহারিক

- * বিভিন্ন শ্রেণির জৈব যৌগের কার্যকরী মূলক ল্যাবরেটরি পরীক্ষার মাধ্যমে শনাক্ত করতে পারবে।
- ১৩। IR spectroscopic শোষণ/নিঃসরণ ব্যান্ড থেকে জৈব যৌগের কার্যকরী মূলক ($-OH$, $>C=O$) শনাক্ত করতে পারবে।
- ১৪। গ্রিসারিন ও ফেনলের প্রস্তুতি এবং শনাক্তকরী বিক্রিয়া ব্যাখ্যা করতে পারবে।
- ১৫। নাইট্রোগ্রিসারিন, টিএনটি, ডেটল, প্যারাসিটামল প্রস্তুতি, ব্যবহার, অপব্যবহারের সচেতনতা প্রদর্শন করতে পারবে।
- ১৬। জৈব যৌগের বিশুদ্ধতা ও শনাক্তকরণে গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্কের ভূমিকা ব্যাখ্যা করতে পারবে।

১৭। ব্যবহারিক

- * জৈব যৌগের গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক নির্ণয় করতে পারবে ($80^{\circ}C$ -এর নিচে)।
- ১৮। পলিমার ও প্লাস্টিসিটি ব্যাখ্যা করতে পারবে।
- ১৯। সংযোজন ও ঘনীভবন পলিমারকরণ বিক্রিয়া ব্যাখ্যা করতে পারবে।
- ২০। প্রাকৃতিক পলিমার অণুতে গ্রাইকোসাইড ও পেপটাইড বন্ধন ব্যাখ্যা করতে পারবে।
- ২১। দৈনন্দিন জীবনে জৈব যৌগের গুরুত্ব ব্যাখ্যা করতে পারবে।
- ২২। পরিবেশ ও সামাজিক ক্ষেত্রে জৈব যৌগের ভূমিকা ব্যাখ্যা করতে পারবে।

MCQ-2.1 : কোনটি জৈব যৌগ নয়?

(ক) HCN (খ) CH_4
 (গ) $HCHO$ (ঘ) CH_3OH

২.০ জৈব রসায়ন

Organic Chemistry

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

MAT: 11-19
জৈব যৌগ (Organic Compounds) : জৈব যৌগ বলতে হাইড্রোজেন ও কার্বন দ্বারা গঠিত হাইড্রোকার্বন এবং হাইড্রোকার্বন থেকে উত্পৃত যৌগসমূহকে বোঝায়। এসব জৈব যৌগে কার্বনের সাথে প্রধানত হাইড্রোজেন, অক্সিজেন, নাইট্রোজেন, সালফার, ফসফরাস, হ্যালোজেন প্রভৃতি মৌল যুক্ত থাকে। যেমন, মিথেন (CH_4), মিথাইল ক্লোরাইড (CH_3Cl), মিথাইল অ্যালকোহল (CH_3OH), অ্যাসিটিক এসিড (CH_3COOH) প্রভৃতি প্রত্যেকটি হলো জৈব যৌগ।

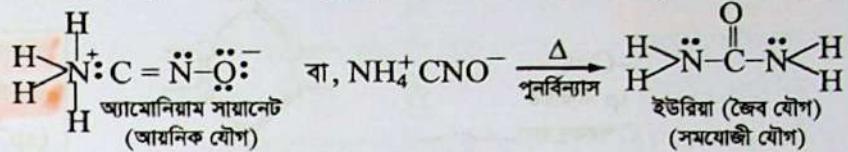
২.০.১ জৈব যৌগ ও প্রাণশক্তি মতবাদ

Organic Compounds & Vital force Theory

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

1815 খ্রিষ্টাব্দে বিজ্ঞানী বার্জেলিয়াস প্রস্তাব করেন যে, জৈব যৌগসমূহ কেবল সজীব উত্তিদ ও প্রাণিদেহে এক রহস্যময় প্রাণশক্তির প্রভাবে উৎপন্ন হয়ে থাকে। তাই পরীক্ষাগারে জৈব যৌগসমূহ প্রস্তুত করা সম্ভব নয়। এ মতবাদ বার্জেলিয়াসের প্রাণশক্তি মতবাদ (vital force theory) নামে অভিহিত হয়। তখন সব বিজ্ঞানী এ মতবাদ গ্রহণ করেন। 1828 খ্রিষ্টাব্দে ফ্রেডারিক উহ্লার (F. Wohler) পরীক্ষাগারে অজৈব অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড ও লেড সায়ানেট দ্রবণের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন অ্যামোনিয়াম সায়ানেট দ্রবণকে উত্তাপে বাস্পীভূত করে কঠিন অ্যামোনিয়াম সায়ানেট তৈরি করতে গিয়ে আকস্মিকভাবে ইউরিয়া প্রস্তুত করেন। এ বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ :

MAT: 09-10



ফেডারিক উহ্লার একাপে অ্যামোনিয়াম সায়ানেট (NH_4CNO) লবণকে উত্তপ্ত করে ইউরিয়া প্রস্তুত করে প্রমাণ করেন যে, প্রাণশক্তির সাহায্য ছাড়াই পরীক্ষাগারে জৈব যোগ তৈরি করা সম্ভব। এখানে উৎপন্ন ইউরিয়া একটি জৈব যোগ। এটি স্তন্যপায়ী প্রাণীর প্রস্তাব (urine) থেকে ইতোপূর্বে আবিষ্কৃত হয়। প্রাণশক্তি মতবাদ যে সঠিক নয়, তা পরীক্ষাগারে ইউরিয়া প্রস্তুতির মাধ্যমে প্রমাণিত হলো। এজন্য বিজ্ঞানী ফেডারিক উহ্লারকে জৈব রসায়নের জনক বলা হয়।

২.০.২ জৈব যোগ গঠনে কার্বন মৌলের বিশিষ্টতা

Speciality of Carbon to form Organic Compounds

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

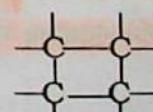
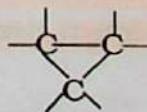
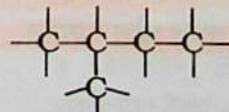
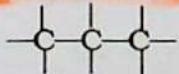
- * (i) প্রথমত সমযোজী বন্ধন দ্বারা অধিক সংখ্যক স্ব-পরমাণু যুক্ত হওয়ার কার্বনের বিশেষ ক্ষমতা, যাকে কার্বন পরমাণুর ক্যাটেনেশন (catenation) বলা হয়।
- * (ii) দ্বিতীয়ত জৈবযোগের সমানুভাব (isomerism) ধর্ম ; এ ধর্ম দ্বারা একই আণবিক সংকেতযুক্ত কিন্তু ভিন্ন গাঠনিক সংকেতের বিভিন্ন ধর্মবিশিষ্ট জৈব যোগ রয়েছে। যেমন, $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ সংকেতযুক্ত ইথানল ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) ও ডাইমিথাইল ইথার যোগ (CH_3OCH_3) রয়েছে।
- * (iii) তৃতীয়ত জৈব যোগের পলিমারকরণ (Polymerisation) ধর্ম ; এ ধর্ম দ্বারা পাই (π) বন্ধনযুক্ত ছোট জৈব অণু অসংখ্য সংখ্যায় নিজেদের মধ্যে যুক্ত হয়ে বড় অণুযুক্ত নতুন জৈব যোগ গঠন করে। যেমন, ইথিলিন ($\text{CH}_2=\text{CH}_2$) থেকে পলিইথিলিন ($-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$)_n।

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

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

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

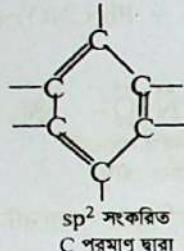
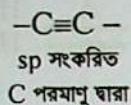
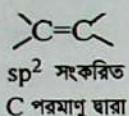
কার্বন শিকল ও বলয় গঠন :



সম্পৃক্ত কার্বন শিকল

ও চাক্রিক গঠন :

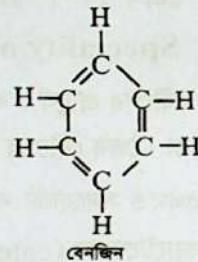
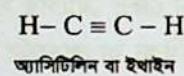
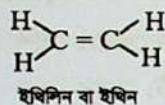
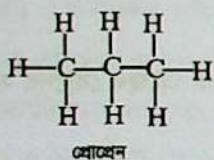
(sp^3 সংকরণ দ্বারা)



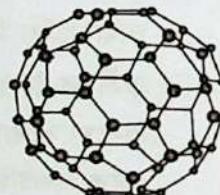
অসম্পৃক্ত কার্বন শিকল
ও চাক্রিক গঠন :
(sp^2 ও sp সংকরণ দ্বারা)

চিত্র-২.১ : কার্বনের ক্যাটেনেশন

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



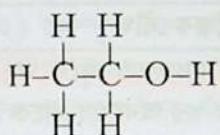
ক্যাটেনেশনের একটি বিশেষ উদাহরণ হলো ফুলারিনস (Fullerines) নামক কার্বনের একটি বিশেষ শ্রেণির রূপভেদ। গ্রাফাইট ও ডায়মন্ড বা ইরক ছাড়াও বিজ্ঞানীরা 1985 খ্রিষ্টাব্দে কার্বনের বিশেষ শ্রেণির রূপভেদ আবিষ্কার করেন। এ রূপভেদসমূহের অন্তর্মাত্রে 30 – 70টি কার্বন পরমাণু সমযোজী বন্ধনে আবদ্ধ থাকে। এসব রূপভেদের যেমন,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



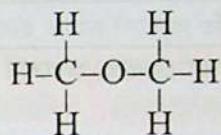
চিত্র ২.১ (ক) : ফুলারিন

(ক) কার্বনের ক্যাটেনেশনের সফলতার কারণ : কার্বনের ক্যাটেনেশনের সফলতার মূল কারণ হলো কার্বন-কার্বন ($C-C$) বন্ধন শক্তির উচ্চ মান যেমন, 347 kJ mol^{-1} যা একই পর্যায়ের অন্যান্য মৌলের বন্ধন শক্তির তুলনায় অনেক বেশি (যেমন, N-N, 163 kJ mol^{-1})। আবার $C-C$ বন্ধন শক্তি এত বেশি হওয়ার কারণ হলো – (১) কার্বনের মোটামুটি ইলেকট্রন আসক্তি, (২) কার্বনের তড়িৎ ঝণাত্মকতার মান 2.5 যা পর্যায়ের প্রথম মৌল Li ও শেষ মৌল F এর তড়িৎ ঝণাত্মকতার ($Li = 1$, $F = 4$) গড় মানের সমান। (৩) সবচেয়ে কার্যকরী শর্ত হলো কার্বনের ক্ষুদ্র পারমাণবিক ব্যাসার্ধ (0.077 nm) এবং ২য় শক্তিস্তরে যোজ্যতা ইলেকট্রন। এর ফলে দুটি C পরমাণুর অরবিটালের মধ্যে মুখোমুখি অধিক্রমণ মাত্রা (যেমন, ০ বন্ধনে) বেশি ঘটে, তেমনি p অরবিটালের পাশাপাশি অধিক্রমণে π বন্ধন গঠনও সম্ভব হয়েছে।

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



ইথাইল অ্যালকোহল বা ইথানল



ডাইমিথাইল ইথার বা মিথোক্সি মিথেন

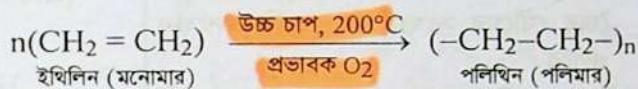
MCQ-2.2 : কোন জৈব যৌগ

প্রথম পরীক্ষাগারে প্রতুত করা হয়?

(ক) CH_3OH (খ) CH_3COOH (গ) $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ (ঘ) CH_3NH_2

এরপে জৈব যৌগের সমানুভাব ধর্ম যৌগের সংখ্যা বৃদ্ধিতে ভূমিকা রেখেছে।

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



এরপে পলিমারকরণ প্রক্রিয়ার ফলে জৈব যৌগের সংখ্যা বৃদ্ধি পেয়েছে।

২.০.৩ জৈব যৌগ ও অজৈব যৌগের পার্থক্যসূচক বৈশিষ্ট্য

Differentiating Characteristics of Organic and Inorganic Compounds

নিচে জৈব যৌগ ও অজৈব যৌগের মধ্যে তুলনা দেয়া হলো :

সারণি-২.১ : জৈব যৌগ ও অজৈব যৌগের বৈশিষ্ট্য

পার্থক্যসূচক বৈশিষ্ট্য	জৈব যৌগ	অজৈব যৌগ
১। সংযুক্তি :	১। জৈব যৌগে কার্বন অবশ্যই থাকে। কার্বনের সাথে H, O, N, X, S, P প্রতৃতি মৌল যুক্ত থাকে। যেমন, মিথানল (CH_3OH), মিথাইল অ্যামিন (CH_3NH_2)।	১। যেকোনো দুই বা ততোধিক মৌলের সমন্বয়ে অজৈব যৌগ গঠিত হয়। যেমন, H_2O , PCl_3 ইত্যাদি।
২। বন্ধন প্রকৃতি :	২। প্রধানত সমযোজী বন্ধন দ্বারা জৈব যৌগ গঠিত হয়। যেমন,	২। অধিকাংশ অজৈব যৌগ আয়নিক অথবা সমযোজী বন্ধন দ্বারা গঠিত। যেমন,
	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$ সমযোজী বন্ধন	Na^+Cl^- আয়নিক বন্ধন $\text{H}\cdots\text{Cl}$ সমযোজী বন্ধন
৩। গলনাক্ষ ও স্ফুটনাক্ষ :	৩। জৈব যৌগ নিম্ন গলনাক্ষ ও নিম্ন স্ফুটনাক্ষ বিশিষ্ট হয়; সাধারণত 350°C এর নিচে। যেমন, বেনজিয়িক এসিডের ($\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2\text{H}$) গলনাক্ষ 121°C ; মিথানলের স্ফুটনাক্ষ 65°C .	৩। অজৈব যৌগ উচ্চ গলনাক্ষ ও স্ফুটনাক্ষ বিশিষ্ট হয়; আয়নিক অজৈব যৌগের গলনাক্ষ 700°C এর উর্ধে। যেমন, NaCl এর গলনাক্ষ 801°C ।
৪। দ্রব্যতা :	৪। জৈব যৌগ পোলার দ্রবক পানিতে অদ্রবণীয়, কিন্তু জৈব দ্রবক যেমন, ইথার ও বেনজিনে দ্রবণীয়। তবে হাইড্রক্সিল মূলক যুক্ত জৈব যৌগ (চিনি, অ্যালকোহল) পানিতে দ্রবণীয়।	৪। পোলার দ্রবক যেমন, পানিতে অজৈব যৌগ দ্রবণীয়; কিন্তু জৈব দ্রবকে অদ্রবণীয়। যেমন, NaCl পানিতে দ্রবণীয়; বেনজিনে (C_6H_6 -এ) অদ্রবণীয়।

পার্থক্যসূচক বৈশিষ্ট্য	জৈব যৌগ	অজৈব যৌগ
৫। জুলন বা দহন :	৫। জৈব যৌগের দহনের পর কোনো অবশেষ থাকে না। যেমন, $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	৫। অজৈব যৌগ সাধারণত জুলে না; তবে জুললে দহনের পর অবশেষ থাকে।
৬। তড়িৎ- পরিবাহিতা :	৬। জৈব যৌগ গলিত অবস্থায় বা দ্রবণে আয়নিত হয় না বলে তড়িৎ-বিশ্রেষ্য নয় অর্থাৎ বিশুদ্ধ জৈব যৌগ তড়িৎ-অপরিবাহী।	৬। অজৈব যৌগ যেমন, NaCl গলিত অবস্থায় বা জলীয় দ্রবণে তড়িৎ বিশ্রেষ্যিত হয়ে ক্যাথোডে সোডিয়াম ধাতু ও অ্যানোডে ক্লোরিন গ্যাস উৎপন্ন করে।
৭। যৌগের সংখ্যা :	৭। কার্বনের ক্যাটেনেশন ও জৈব যৌগের সমানুভাব ধর্মের কারণে বর্তমানে আবিষ্কৃত জৈব যৌগের সংখ্যা ৮০ (আশি) লক্ষের ওপরে।	৭। অজৈব যৌগের সংখ্যা । লক্ষেরও কম। (প্রায় নকুই হাজার মাত্র)।
৮। সমগোত্রীয় শ্রেণি :	৮। জৈব যৌগসমূহকে কয়েকটি সমধর্মী সমগোত্রীয় শ্রেণিতে বিন্যস্ত করা যায়। যেমন, অ্যালকোহল, অ্যালডিহাইড সমগোত্রীয় শ্রেণি।	৮। অজৈব যৌগসমূহকে এরূপ সমধর্মী যৌগ শ্রেণিতে বিভক্ত করার বিশেষ সুযোগ নেই।
৯। বিক্রিয়ার কৌশল ও গতি :	৯। জৈব বিক্রিয়ার কৌশল জটিল ও মন্ত্র গতির হয়।	৯। অজৈব বিক্রিয়ার কৌশল আয়নিক প্রকৃতির ও দ্রুতগতিসম্পন্ন হয়।

২.১ জৈব যৌগের শ্রেণিবিভাগ

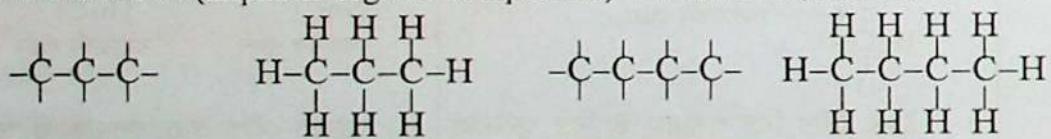
Classification of Organic Compounds

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

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

২। বন্ধ শিকল বা বলয়কার জৈব যৌগ (closed chain or cyclic organic compounds)

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



৩টি কার্বনের শিকল

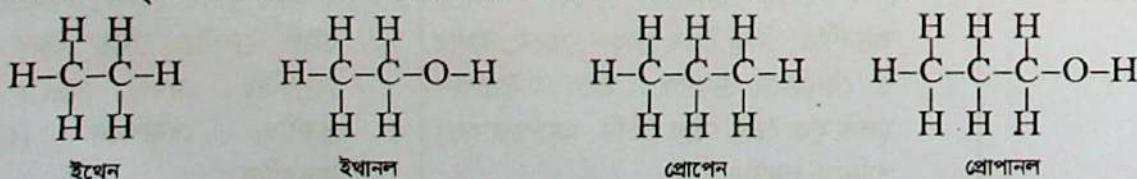
প্রোপেন

৪টি কার্বনের শিকল

বিউটেন

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

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



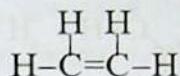
ইথেন

ইথানল

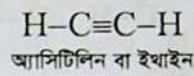
প্রোপেন

প্রোপানল

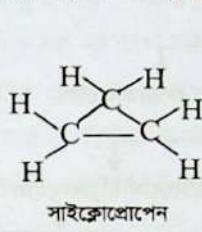
(২) অসম্পৃক্ত জৈব যৌগ : যেসব জৈব যৌগের কার্বন শিকলে অন্তত দুটি কার্বন পরমাণু সমযোজ্যতার সাহায্যে দ্বিবঙ্গ (একটি সিগমা বন্ধন ও একটি পাই-বন্ধন) অথবা ত্রিবঙ্গ (একটি সিগমা বন্ধন ও দুটি পাই-বন্ধন) দ্বারা পরম্পর যুক্ত থাকে, তাদেরকে অসম্পৃক্ত জৈব যৌগ বলা হয়। যেমন, ইথিলিন, আসিটিলিন ইত্যাদি।



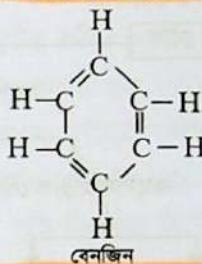
ইথিলিন বা ইথিন



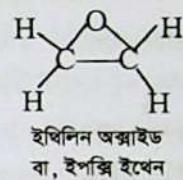
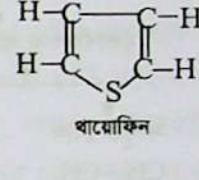
(৩) বদ্ধশিকল জৈব যৌগ : যেসব জৈব যৌগের অণুতে কার্বন শিকলের দু প্রান্তের কার্বন নিজেদের মধ্যে অথবা অপর ডিন্ডি বা হেটারো পরমাণু যেমন, N, O, বা S ইত্যাদি পরমাণুর মাধ্যমে যুক্ত হয়ে কার্বন বলয় গঠন করে, সেসব যৌগকে বদ্ধ শিকল জৈব যৌগ বলা হয়। যেমন, সাইক্লোপ্রোপেন, বেনজিন, ইথিলিন অক্সাইড, থায়োফিন ইত্যাদি।



সাইক্লোপ্রোপেন



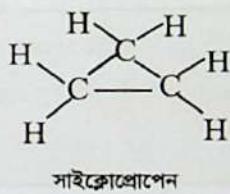
বেনজিন

ইথিলিন অক্সাইড
বা, ইপিৱি ইথেন

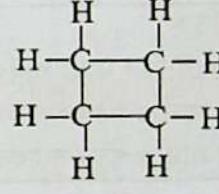
থায়োফিন

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

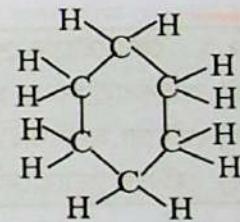
(১) অ্যালিসাইক্লিক যৌগ : যেসব জৈব যৌগ গঠনের দিক থেকে সাইক্লিক বা বলয়কার কিন্তু ধর্মের দিক থেকে অ্যালিফেটিক বা মুক্ত শিকল যৌগের মতো তাদেরকে অ্যালিসাইক্লিক যৌগ বলে। যেমন, সাইক্লোপ্রোপেন, সাইক্লোবিউটেন, সাইক্লোহেক্সেন ইত্যাদি।



সাইক্লোপ্রোপেন

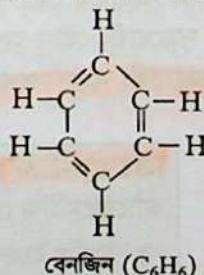
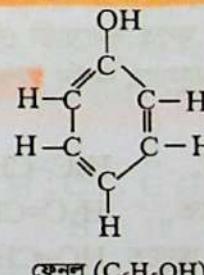
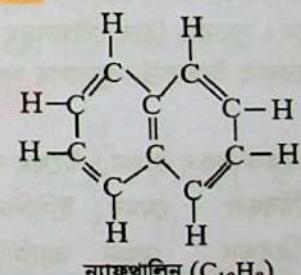


সাইক্লোবিউটেন

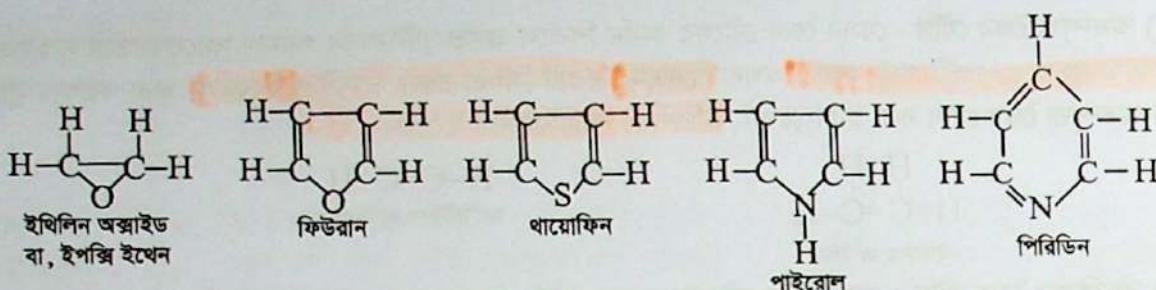


সাইক্লোহেক্সেন

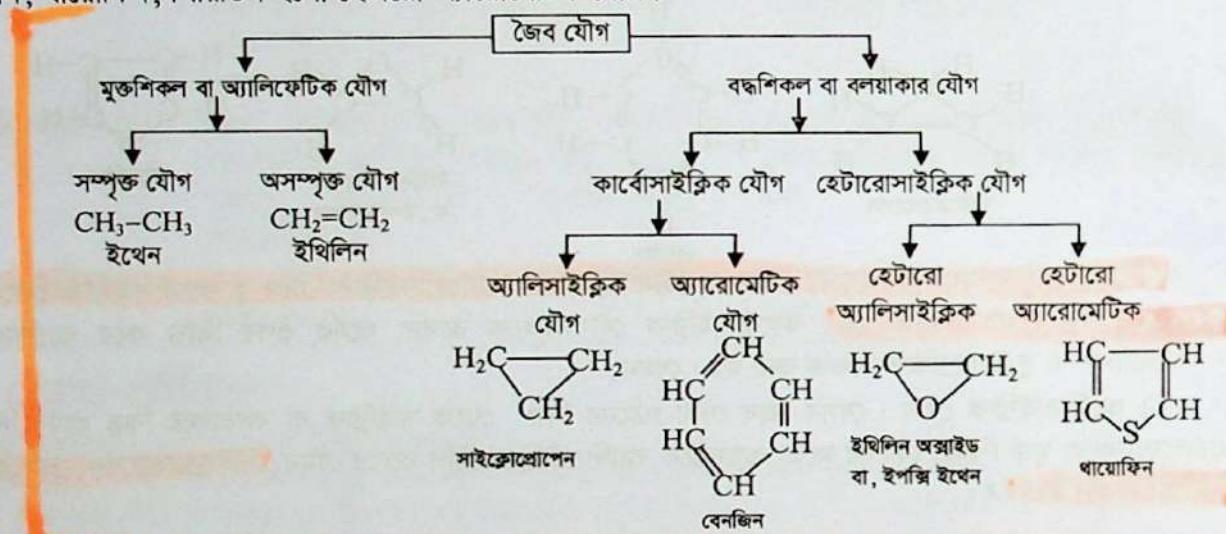
(২) অ্যারোমেটিক যৌগ : বেনজিন, বেনজিন-জাতক ও এক বা একাধিক বেনজিন-বলয়যুক্ত যৌগ বা বেনজিনের ধর্ম সদৃশ যৌগকে অ্যারোমেটিক যৌগ বলে। যেমন, বেনজিন, ফেনল, ন্যাফ্থালিন।

বেনজিন (C_6H_6)ফেনল (C_6H_5OH)ন্যাফ্থালিন ($C_{10}H_8$)

(৩) হেটারোসাইক্লিক যৌগ বা বিষমচাক্রিক যৌগ : যেসব বৃত্তাকার যৌগের বলয় গঠনে কার্বন পরমাণুসহ অপর হেটারো পরমাণু যেমন, অক্সিজেন (O), সালফার (S), নাইট্রোজেন (N) প্রভৃতির এক বা একাধিক পরমাণু অংশ এহণ করে সেসব যৌগকে হেটারোসাইক্লিক যৌগ বলে। যেমন, ইথিলিন অক্সাইড, ফিউরান, থায়োফিন, পাইরোল, পিরিডিন ইত্যাদি।



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



শিক্ষার্থীর কাজ-২.১ : জৈব যৌগের শ্রেণিবিভাগভিত্তিক :

- সমস্যা-২.১ : (ক) অ্যালিসাইক্লিক ও অ্যারোমেটিক যৌগের মধ্যে পার্থক্য লেখ।
 (খ) হেটারো অ্যালিসাইক্লিক যৌগের নাম ও গঠন সংকেত লেখ।
 (গ) হেটারো অ্যারোমেটিক যৌগের নাম ও গঠন সংকেত লেখ।

২.১.১ জৈব যৌগে বন্ধন প্রকৃতি

Bonding in Organic Compounds

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

- (১) কার্বন-কার্বন একক বন্ধন যেমন, ইথেন অণুতে, $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_3$
 - (২) কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন যেমন, ইথিলিন অণুতে, $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$
 - (৩) কার্বন-কার্বন ত্রিবন্ধন যেমন, অ্যাসিটিলিন অণুতে, $\text{HC}\equiv\text{CH}$
- সমযোজী বন্ধন ব্যাখ্যার জন্য দৃষ্টি তত্ত্ব রয়েছে। যেমন,

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

জৈব যৌগ গঠনে উভয় তত্ত্ব সংক্ষেপে আলোচনা করা হলো।

MCQ-2.3 : কোনটি বিষমচাক্রিক অ্যারোমেটিক যৌগ?

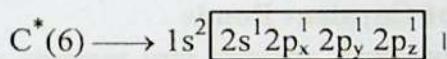
- (ক) ইপ্সি ইথেন (খ) সাইক্লো প্রোপেন
 (গ) বেনজিন (ঘ) পিরিডিন

২.১.২ সমযোজী বন্ধনের ইলেকট্রনীয় তত্ত্ব

Electronic Theory of Covalent Bond

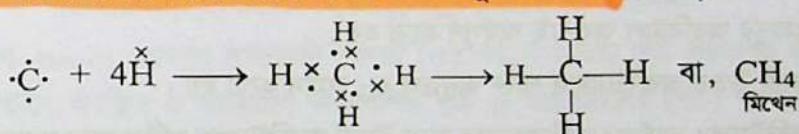
১৯১৬ সালে বিজ্ঞানী লুইস সমযোজী বন্ধনের ইলেকট্রনীয় মতবাদ প্রকাশ করেন। তাঁর মতবাদ অনুসারে, যেসব অধিতব পরমাণুর তড়িৎ রাসায়নিক প্রকৃতি সমান অথবা প্রায় সমান, সেসব পরমাণুর প্রত্যেকে নিজের যোজ্যতা ইলেক্ট্রনগুলোর অযুগ্ম বা বিজোড় (unpaired) ইলেক্ট্রন সম্ভাবে যোগান দিয়ে এক বা একাধিক ইলেক্ট্রন জোড় (electron pair) গঠন ও শেয়ার করে উভয় পরমাণু পরস্পর যুক্ত হয়। এভাবে পর্যায় সারণির প্রত্যেক মৌলের পরমাণু প্রত্যেকের নিকটস্থ নিত্রিয় গ্যাসের ইলেক্ট্রন বিন্যাস লাভ করে। এরপে সৃষ্টি দুই পরমাণুর মধ্যবর্তী রাসায়নিক বন্ধনকে সমযোজী বন্ধন বলা হয়। সমযোজী বন্ধনের ঐ ইলেক্ট্রন জোড়কে বন্ধন ইলেক্ট্রন জোড় বলে; এ দুটি ইলেক্ট্রনের ঘূর্ণন পরস্পরের বিপরীতমুখী হয়। পরমাণু দুটির একপ সমযোজী বন্ধনে মিলিত হওয়ার কালে এক পরমাণু থেকে অন্য পরমাণুতে ইলেক্ট্রন স্থানান্তরিত হয় না বলে পরমাণু দুটির তড়িৎ চার্জের বিশেষ কোনো পরিবর্তন ঘটে না।

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

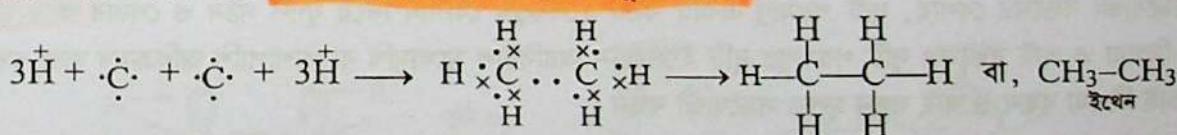


এ অবস্থায় C পরমাণুর চারটি অরবিটালে চারটি বিজোড় ইলেক্ট্রন থাকায় কার্বনের যোজনী চার হয়। তখন কার্বন পরমাণু সমযোজ্যতার দ্বারা অষ্টকপূর্ণ করতে আরও চারটি ইলেক্ট্রনের দরকার হয়। পরে sp³ সংকরণ দ্বারা চারটি সমশক্তির সংকর অরবিটাল গঠন করে। তাই সব জৈব যৌগে কার্বন চতুর্ধোজী অবস্থায় থাকে। নিচে মিথেন (CH_4), ইথেন (C_2H_6), ইথিলিন (C_2H_4), অ্যাসিটিলিন (C_2H_2) ও মিথাইল অ্যালকোহল (CH_3OH) এর অণুর গঠন দেখানো হলো :

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

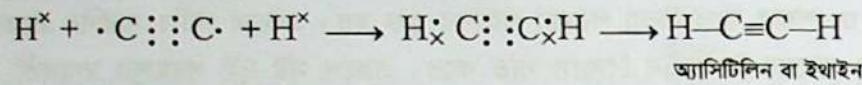
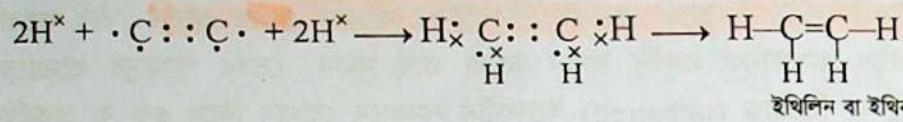


২। ইথেন (C_2H_6) অণুর গঠন : প্রথমে দুটি কার্বন পরমাণু প্রত্যেকে একটি করে ইলেক্ট্রন যোগান দিয়ে একটি ইলেক্ট্রন জোড় সৃষ্টি এবং শেয়ার করার মাধ্যমে একক সমযোজী বন্ধন দ্বারা আবদ্ধ হয়। পরে প্রত্যেক কার্বন পরমাণুর অবশিষ্ট তিনটি বিজোড় ইলেক্ট্রন তিনটি H-পরমাণুর ইলেক্ট্রনের সাথে তিনটি করে ইলেক্ট্রন জোড় সৃষ্টি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

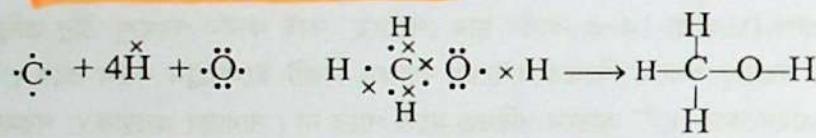


৩। ইথিলিন অণুতে দুটি কার্বন পরমাণুর মধ্যে দ্বিবন্ধন ও অ্যাসিটিলিন অণুতে ত্রিবন্ধন গঠন : দুটি কার্বন পরমাণু নিজেদের মধ্যে প্রত্যেকে সমান সংখ্যক ইলেক্ট্রন যোগান দিয়ে দুটি ইলেক্ট্রন জোড় দ্বারা দ্বিবন্ধন এবং তিনটি ইলেক্ট্রন জোড় দ্বারা ত্রিবন্ধন গঠন করে পরস্পরের সাথে যুক্ত হতে পারে। পরে কার্বন পরমাণুর অবশিষ্ট অযুগ্ম বা বিজোড় ইলেক্ট্রন

* হাইড্রোজেন পরমাণুর ইলেকট্রনটির সাথে ইলেকট্রন জোড় সৃষ্টি এবং শেয়ার করে সমযোজী বন্ধনে আবদ্ধ হয়ে থাকে। এরপে ইথিলিন ও অ্যাসিটিলিন অণুর গঠন নিচে দেখানো হলো :



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



মিথাইল অ্যালকোহল বা, মিথানল

২.১.৩ আধুনিক অরবিটাল অধিক্রমণ মতবাদ ও সমযোজী বন্ধনের প্রকারভেদ

Modern Orbital Overlapping Theory & Types of Covalent Bonds

সমযোজী বন্ধনের আধুনিক অরবিটাল মতবাদ অনুযায়ী দুটি অধাতব পরমাণু পরস্পরের সাথে সংযোগের সময় দুটি পরমাণুর দুটি অরবিটালের মধ্যে যদি এমনভাবে অধিক্রমণ বা অভিলেপন ঘটে, যাতে নতুন অরবিটালটি আংশিকভাবে উভয় পরমাণুর অঙ্গীভূত হয়, তা হলে পরমাণু দুটির মধ্যবর্তী বন্ধনকে সমযোজী বন্ধন বলে। এভাবে যে অণু উৎপন্ন হয়, সেই অণুর মধ্যে নতুন অরবিটাল গঠনে নিযুক্ত দুটি ইলেকট্রনের ঘূর্ণন (spin) অবশ্যই পরস্পরের বিপরীত দিকে হতে হয়।

সুতরাং বলা যায়, দুটি পরমাণুর বিপরীত দিকে ঘূর্ণায়মান ইলেকট্রনের এক জোড়া অরবিটালের পরস্পরের মধ্যে অধিক্রমণের ফলে সমযোজী বন্ধন সৃষ্টি হয়। অধিক্রমণের মাত্রা যত বেশি হয় সমযোজী বন্ধনটি তত দৃঢ় হয়। আণবিক অরবিটাল গঠনের জন্য প্রয়োজনীয় শর্ত নিম্নরূপ :

- * (১) উভয় পরমাণুর অরবিটাল অবশ্যই অর্ধপূর্ণ হতে হয়।
- * (২) সংযোগকারী উভয় অরবিটালের শক্তি অনুরূপ বা, সমান হতে হয়।
- * (৩) উভয় অরবিটালের কার্যকর অধিক্রমণের জন্য উভয় অরবিটালের সঠিক অক্ষ বরাবর অধিক্রমণ ঘটতে হবে।
- * (৪) বন্ধন অরবিটালের ইলেকট্রনের ঘূর্ণন বিপরীতমুখী হতে হবে।

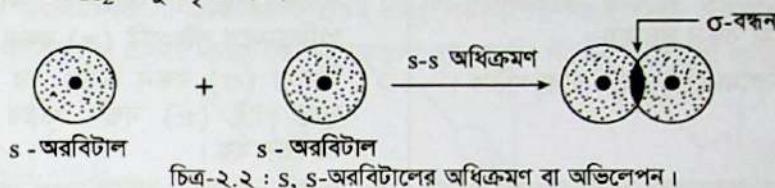
বিভিন্ন অরবিটালগুলোর অভিমুখ, বৈশিষ্ট্য এবং ওদের অধিক্রমণের রীতি অনুযায়ী জৈব যৌগের মধ্যে দুরকম সমযোজী বন্ধন সৃষ্টি হয়। যেমন, (১) সিগ্মা (σ) বন্ধন ও (২) পাই (π) বন্ধন।

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

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

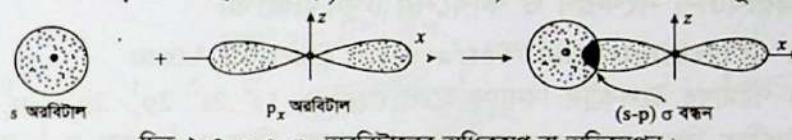
উল্লেখ্য দুটি s অরবিটাল, অথবা একটি s অরবিটাল ও একটি p অরবিটাল, অথবা দুটি p অরবিটালের নিজ নিজ অক্ষ বরাবর অধিক্রমণের ফলে সিগমা বন্ধনের সৃষ্টি হয়।

(ক) s অরবিটাল সুষম গোলকাকার; তাই s অরবিটাল যেকোনো অরবিটালের সাথে অধিক্রমণ বা, অভিলেপন ঘটাতে পারে। দুটি s অরবিটালের অধিক্রমণে সব সময় সিগমা বন্ধন সৃষ্টি হয়। যেমন, দুটি H পরমাণুর দুটি 1s অরবিটালের অধিক্রমণ বা অভিলেপনের ফলে H_2 অণু সৃষ্টি হয়।



চিত্র-২.২ : s, s-অরবিটালের অধিক্রমণ বা অভিলেপন।

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

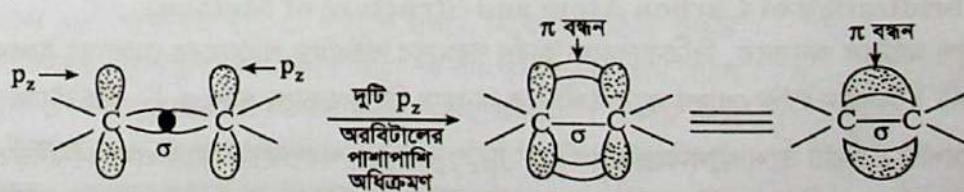


চিত্র-২.৩ : s, p- অরবিটালের অধিক্রমণ বা অভিলেপন।

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

চিত্র-২.৪: p_x-p_x অরবিটাল দুটির মুখোমুখি অধিক্রমণ বা অভিলেপন।

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



চিত্র-২.৫ : দুটি p-অরবিটালের পাশাপাশি অধিক্রমণ বা অভিলেপন।

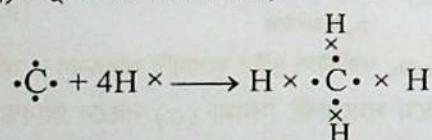
সারণি-২.২ : সিগ্মা বন্ধন ও পাই বন্ধনের পার্থক্য

সিগ্মা (σ) বন্ধন	পাই (π) বন্ধন
১। সিগ্মা বন্ধন গঠনে অরবিটালস্বয়় একই সরলরেখায় থাকে।	১। পাই বন্ধন গঠনে অরবিটালস্বয়় সমান্তরাল অবস্থায় থাকে।
২। অরবিটাল দ্বারা মুখোমুখি সর্বোচ্চ অভিলেপন বা অধিক্রমণে সৃষ্টি সিগ্মা বন্ধন দৃঢ় হয়।	২। অরবিটালস্বয়়ের আংশিক পার্শ্ব অভিলেপন বা অধিক্রমণে সৃষ্টি পাই (π) বন্ধন দুর্বল থাকে।
৩। সকল একক বন্ধন সিগ্মা (σ) বন্ধন দ্বারা গঠিত।	৩। সিগ্মা (σ) বন্ধন সৃষ্টির পর সম্ভব হলে একটি ও দুটি পাই (π) বন্ধন সৃষ্টির মাধ্যমে দ্বিবন্ধন ও ত্রিবন্ধন হয়।
৪। সিগ্মা (σ) বন্ধনযুক্ত পরমাণুস্বয়় তাদের অক্ষ বরাবর ঘূরতে পারে।	৪। পাই (π) বন্ধন সৃষ্টির ফলে পরমাণুস্বয়় অক্ষ বরাবর ঘূরতে পারে না।
৫। সংকর অরবিটাল ও বিশুদ্ধ অরবিটাল উভয় ক্ষেত্রে সিগ্মা (σ) বন্ধন হতে পারে।	৫। s অরবিটাল ও সংকর অরবিটাল ছাড়া অন্য অরবিটালে পাই (π) বন্ধন ঘটতে পারে।

২.১.৪ পারমাণবিক অরবিটাল সংকরণ ও কার্বনের চতুর্যোজ্যতা

Hybridization of Orbitals and Tetravalent Carbon Atom

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

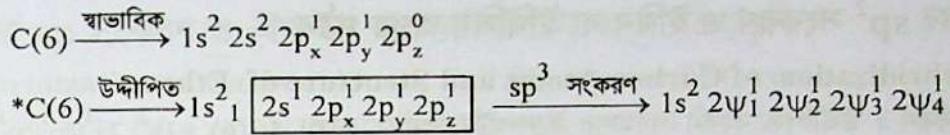


উল্লেখ্য এক্ষেত্রে উদ্বিধিত কার্বন দ্বারা সৃষ্টি মিথেন (CH_4) অণুস্থিত চারটি সমযোজী বন্ধন সমশক্তির হতে পারে না; কারণ এদের একটি বন্ধনে কার্বনের $2s$ -অরবিটাল ও অপর তিনটি বন্ধনে তিনটি ভিন্ন $2p$ অরবিটাল জড়িত। কিন্তু পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণিত হয় যে, মিথেন (CH_4) অণুতে C পরমাণু ও চারটি H পরমাণু দ্বারা সৃষ্টি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

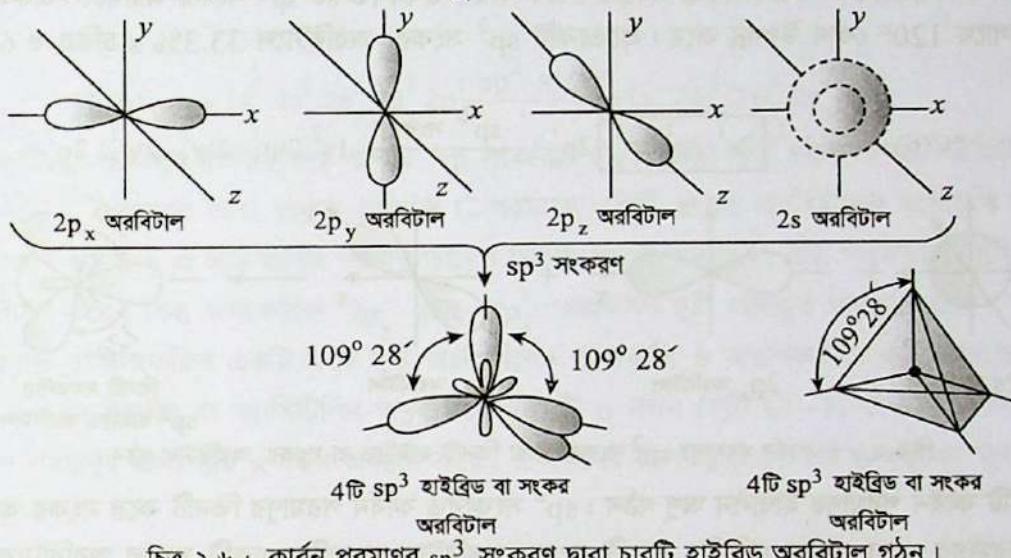
২.১.৫ কার্বনের sp^3 সংকরণ ও মিথেন অণু (CH_4) গঠন sp^3 Hybridization of Carbon Atom and Structure of Methane

অরবিটাল সংকরণ মতবাদ অনুসারে, বিক্রিয়াকালে কার্বন পরমাণুর সর্ববহিস্থ-শক্তিস্তরের যোজ্যতা ইলেকট্রনগুলোর মধ্যে $2s^2$ অরবিটালের একটি ইলেকট্রন শক্তি শোষণ করে উদ্বিধিত অবস্থায় বিজোড়ভাবে খালি $2p_z^0$ অরবিটালে স্থান নেয়।

অতঃপর প্রায় সমশক্তির চারটি ইলেকট্রন-অরবিটাল ($2s^1 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$) পরম্পরের সাথে প্রথমে নিবিড়ভাবে মিশ্রিত এবং শেষে সমভাবে বিভক্ত হয়ে সমশক্তির চারটি সুষম সংকর বা হাইব্রিড অরবিটাল গঠন করে। একে কার্বনের sp^3 সংকরণ বলে। কার্বন পরমাণুর স্বাভাবিক ও উদ্বিধিত অবস্থায় ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ :



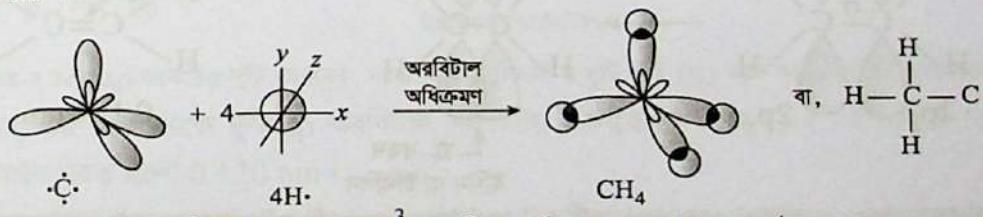
অর্থাৎ এই চারটি ইলেকট্রনের নতুন করে বিন্যাসের ফলে চারটি নতুন সংকর অরবিটাল sp^3 বা, $(2\psi_1^1 2\psi_2^1 2\psi_3^1 2\psi_4^1)$ এর সৃষ্টি হয়। এ সংকর অরবিটালগুলো প্রায় একই রকম এবং পরস্পরের সাথে $109^\circ 28'$ (একশ নয় ডিগ্রি আটাশ মিনিট) বা, 109.5° কোণ করে থাকে এবং একটি কাল্লিক সমচতুর্সূলকের চারটি শীর্ষের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



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

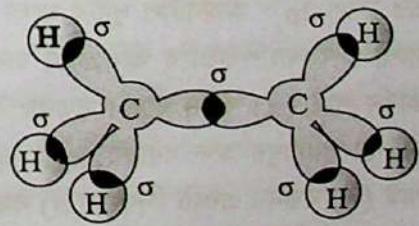
প্রত্যেক sp^3 সংকর অরবিটালের 25% s-চরিত্র ও 75% p-চরিত্র থাকে। চিত্রে অরবিটালের বিভিন্ন রূপ ও তাদের সংকরণ প্রক্রিয়া দেখানো হলো।

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



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

sp^3 সংকরিত দুটি কার্বন পরমাণুর ইথেন অণু গঠন : ইথেন অণুর ($\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_3$) মধ্যে sp^3 সংকরিত দুটি C পরমাণু প্রথমে নিজেদের মধ্যে একটি করে সংকর অরবিটালের মুখোমুখি অধিক্রমণ দ্বারা কার্বন-কার্বন σ-বন্ধন গঠন করে। পরে প্রত্যেক C পরমাণুর অবশিষ্ট তিনটি করে সংকর অরবিটাল তিনটি করে H পরমাণুর $1s^1$ ইলেকট্রনের সাথে মুখোমুখি অধিক্রমণ দ্বারা ছয়টি C-H সিগ্মা (σ)-বন্ধন গঠন করে। এক্ষেত্রে কার্বন-কার্বন (C-C) বন্ধন দূরত্ব হয় 0.154 nm, C-H বন্ধন দূরত্ব হয় 0.110 nm, বন্ধন কোণ 109.5° ।

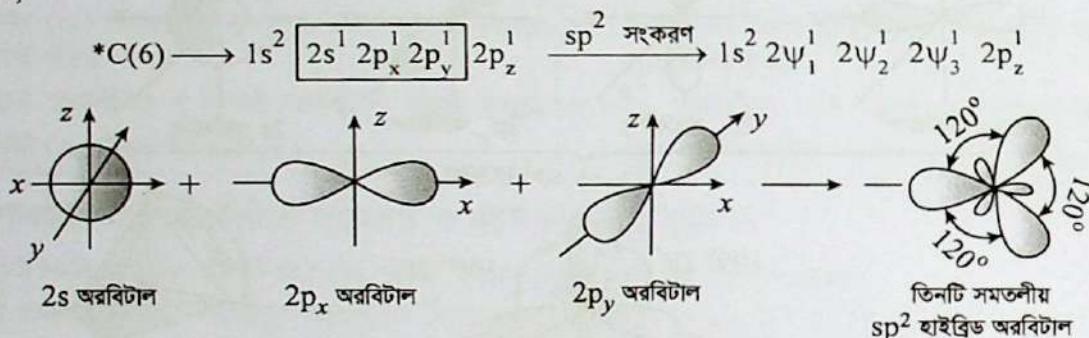


চিত্র-২.৭ : ইথেন অণুর অরবিটাল গঠন

২.১.৬ কার্বনের sp^2 সংকরণ ও ইথিলিন অণুর গঠন

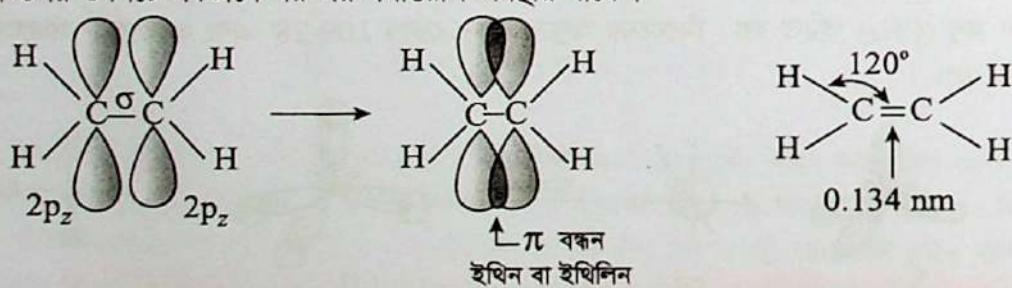
sp^2 -Hybridization of Carbon Atoms and Structure of Ethene

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



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

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



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

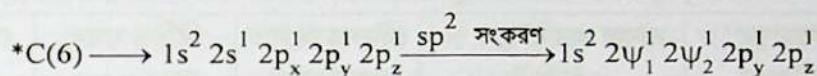
এর ফলে $2p_z^1$ অরবিটাল দুটির মধ্যে পাশাপাশি অধিক্রমণ সম্ভব হয়। এভাবে ডাম্বল আকৃতিবিশিষ্ট দুটি $2p_z^1$ অরবিটালের পাশাপাশি আংশিকভাবে অধিক্রমণ দ্বারা ঐ দুটি C পরমাণুর মধ্যে একটি দুর্বল সমযোজী বন্ধনের সৃষ্টি হয়, একে কার্বন-কার্বন পাই (π) বন্ধন বলে। সুতরাং ইথিলিন অণুর দুটি C পরমাণুর মধ্যে দুটি সমযোজী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

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

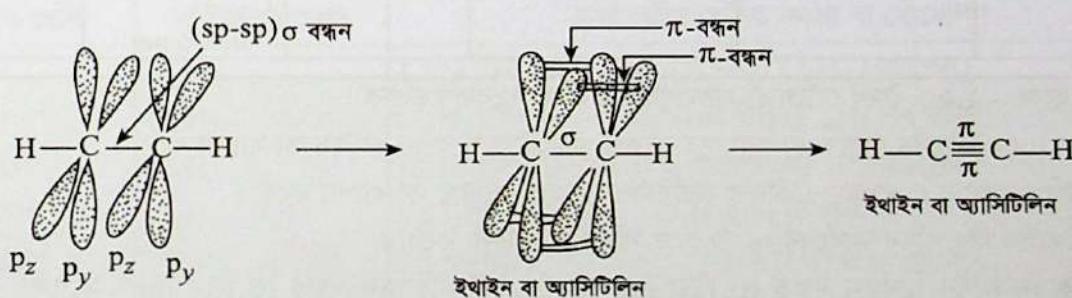
২.১.৭ কার্বনের sp সংকরণ ও ইথাইন বা অ্যাসিটিলিন অণুর গঠনাকৃতি

sp Hybridization of Carbon Atoms and Structure of Ethyne

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



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



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

জ্যামিতিক আকৃতির দিক থেকে দুটি sp অরবিটাল সমতলীয় সরলরেখিক এবং $\text{H}-\text{C}-\text{C}$ কোণ 180° এবং কার্বন-কার্বন ($\text{C}\equiv\text{C}$) ত্রিবন্ধন দূরত্ব হলো 0.120 nm ।

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

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

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

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

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

সারণি-২.৩ : ইথেন, ইথিন ও ইথাইন অণুতে C এর সংকরণীকরণ ও বিভিন্ন বৈশিষ্ট্য।

যৌগের নাম	C পরমাণুর সংকরণীকরণ	সংকর অরবিটালে % s বৈশিষ্ট্য	যৌগের অণুতে বন্ধন কোণ	বিভিন্ন বন্ধন দূরত্ব (nm)	যৌগের জ্যামিতিক গঠন
ইথেন H_3C-CH_3	sp^3 সংকরণ ৪টি সংকর অরবিটাল	25% s-বৈশিষ্ট্য	109.5°	C—C = 0.154 nm C—H = 0.110 nm	চতুর্স্তলকীয় উভয় C-পরমাণু ত-বন্ধন বরাবর আবর্তনশীল থাকে।
ইথিন $H_2C=CH_2$	sp^2 সংকরণ ৩টি সংকর অরবিটাল	33.3% s-বৈশিষ্ট্য	120°	C=C = 0.134 nm C—H = 0.109 nm	সমতলীয় ট্রাইগোনাল
ইথাইন $HC\equiv CH$	sp সংকরণ ২টি সংকর অরবিটাল	50% s-বৈশিষ্ট্য	180°	C≡C = 0.120 nm C—H = 0.106 nm	সরলরৈখিক

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

সমস্যা-২.২ : (ক) ইথেন অণুতে C পরমাণুর কীরণ অরবিটাল সংকরণ ঘটেছে তা ব্যাখ্যা করো।

(খ) ইথিন অণুতে C-পরমাণুর কীরণ অরবিটাল সংকরণ ঘটেছে তা ব্যাখ্যা করো।

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

(ঘ) কার্বন-কার্বন ত্রিবন্ধন দূরত্ব (0.120 nm) কার্বন-কার্বন-বিবন্ধন দূরত্ব (0.134 nm) অপেক্ষা কম কেন, তা ব্যাখ্যা করো।

২.২ সমগোত্রীয় শ্রেণি

Homologous Series

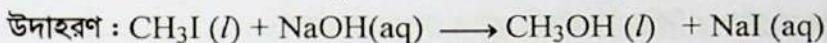
তোমরা সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন বা অ্যালকেন শ্রেণির সদস্যসমূহে মিথেন (CH_4), ইথেন (C_2H_6), প্রোপেন (C_3H_8), বিউটেন (C_4H_{10}) প্রভৃতি যৌগের ধর্ম সম্বন্ধে জেনেছো। এদের সংকেতে একই মৌল C ও H এবং বন্ধন গঠনে কার্বন শিকলে সিগমা (σ) বন্ধন আছে। তাই এদের ধর্মে অনেক সাদৃশ্য আছে। লক্ষ্য কর, মিথেন ও ইথেনের সংকেতে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

সংজ্ঞা : একই প্রকার মৌল সমষ্টিয়ে গঠিত সমধর্মী জৈব যৌগসমূহকে এদের আণবিক ভরের ক্রমবর্ধমান সংখ্যামানে অর্থাৎ অণুস্থিত কার্বন পরমাণু সংখ্যার বৃদ্ধিক্রমে সারিবদ্ধ করে যদি প্রত্যেক পাশাপাশি দুটি যৌগের মধ্যে মিথিলিন ($-CH_2-$) মূলকের পার্থক্য থাকে এবং ঐ যৌগসমূহের সংযুক্তিকে একটি সাধারণ সংকেত দ্বারা প্রকাশ করা যায়, তবে ঐ সারিকে ঐ সব যৌগের সমগোত্রীয় শ্রেণি বা হোমোলগাস সিরিজ বলে। এরপ শ্রেণির প্রত্যেক সদস্যকে সমগোত্রক বা

হোমোলগ (homologue) বলে। জৈব যৌগের রসায়ন বলতে জৈব যৌগের সমগোত্রীয় শ্রেণির রসায়নকে বোঝায়। অ্যালকেন একটি সমগোত্রীয় শ্রেণি; এ শ্রেণির সাধারণ সংকেত হলো C_nH_{2n+2} এবং $n = 1, 2, 3$ ইত্যাদি বসিয়ে মিথেন (CH_4), ইথেন (C_2H_6), প্রোপেন (C_3H_8) ইত্যাদির সংকেত পাওয়া যায়।

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

- * ১. এদেরকে একটি সাধারণ সংকেত দ্বারা প্রকাশ করা যায়। যেমন, $C_nH_{2n+1}OH$ হলো অ্যালকোহলের সাধারণ সংকেত। এখানে $n = 1$ হলে মিথানল CH_3OH , $n = 2$ হলে ইথানল C_2H_5OH হয়।
- * ২. পাশাপাশি দুই সমগোত্রের মধ্যে মিথিলিন মূলক ($-CH_2-$) এর পার্থক্য থাকে। যেমন, মিথানল (CH_3OH) ও ইথানল (CH_3CH_2OH) এদের মধ্যে পার্থক্য হলো $-CH_2-$ মূলক।
- * ৩. প্রত্যেক সমগোত্রীয় শ্রেণির একটি নির্দিষ্ট কার্যকরী মূলক থাকে। যেমন, $-OH$ হলো অ্যালকোহলের কার্যকরী মূলক।
- * ৪. প্রত্যেক সমগোত্রীয় শ্রেণির যোগসমূহের কয়েকটি সাধারণ প্রস্তুত পদ্ধতি থাকে। যেমন,



- * ৫. এদের মধ্যে রাসায়নিক ধর্মে সাদৃশ্য থাকে। কিন্তু এদের আণবিক ভর বৃদ্ধির সাথে এদের গলনাঙ্ক, স্ফুটনাঙ্ক, ঘনত্ব প্রভৃতির ক্রমপরিবর্তন ঘটে। যেমন, মিথানল (CH_3OH) এর স্ফুটনাঙ্ক $65^{\circ}C$, ইথানল (C_2H_5OH) এর স্ফুটনাঙ্ক $78.3^{\circ}C$ । নিচে ২.৪ নং সারণিতে কয়েকটি সমগোত্রীয় শ্রেণির নাম, সাধারণ সংকেত ও শ্রেণির উদাহরণ দেয়া হলো:

সারণি- ২.৪ : কয়েকটি সমগোত্রীয় শ্রেণি

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

শিক্ষার্থীর কাজ - ২.৩ : সমগোত্রীয় শ্রেণিভিত্তিক :

সমস্যা-২.৩ : নিচের (ক) ও (খ) গ্রন্থে উল্লেখিত সংকেতের জৈব যোগসমূহকে এদের প্রযোজ্য সমগোত্রীয় শ্রেণিতে অন্তর্ভুক্ত করো এবং একুপ শ্রেণিভুক্ত করার পক্ষে যুক্তি দাও।

(ক) CH_4 , C_2H_4 , C_2H_6 , CH_3OH , $CH_3CH_2CH_3$

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

২.৩ কার্যকরী মূলক (Functional Groups)

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

- * সংশ্লিষ্ট কার্যকরী মূলকে ইলেকট্রন ঘনত্ব কীরুপ আছে; এর ওপরই যৌগের সক্রিয়তা (reactivity) নির্ভর করে। যেমন, অ্যালকিনের কার্বন-কার্বন ($C=C$) দ্বিবন্ধনে এবং অ্যালকাইনের কার্বন-কার্বন ($C\equiv C$) ত্রিবন্ধনে ইলেকট্রন ঘনত্ব বেশি থাকে।
- * আবার $C-CI$ বন্ধনে ও $C-O$ বন্ধনের বেলায় ডাইপোল সৃষ্টি হয়। এর ফলে অপর বিক্রিয়ক অণুতেও ডাইপোল সৃষ্টি করে।
- * শেষে উভয় বিক্রিয়ক অণুর মধ্যে আকর্ষণ এবং নতুন বন্ধন গঠন ও পুরাতন বন্ধন ভাঙনের মাধ্যমে নতুন উৎপাদ সৃষ্টি হয়।

সংজ্ঞা : জৈব যৌগের কার্যকরী মূলক হলো ঐ যৌগের অণুষ্ঠিত বিশেষ পরমাণু বা মূলক, যা ঐ জৈব যৌগের রাসায়নিক বিক্রিয়া নিয়ন্ত্রণ করে এবং সমগোত্রীয় শ্রেণির পরিচায়ক সব সমগোত্রকের বেলায় অনুরূপ বিক্রিয়া প্রদর্শন করে। যেমন—

(১) অ্যালকোহলসমূহের কার্যকরী মূলক হলো অ্যালকোহলিক হাইড্রক্সিল ($-OH$) মূলক।

(২) অ্যালডিহাইডসমূহের কার্যকরী মূলক হলো অ্যালডিহাইড মূলক, ($-CHO$)।

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

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

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

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

* একক ও দ্বিবন্ধন উভয়ই কার্যকরী মূলকে থাকলে এতে প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া ঘটে। যেমন, $-C=O-H$ মূলকে।

২.৪ কার্যকরী মূলকের ভিত্তিতে জৈব-যৌগের শ্রেণি চিহ্নিতকরণ

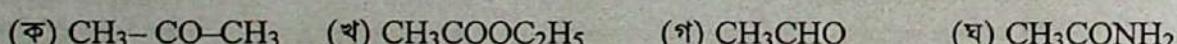
To Identify Homologous Series Based on Functional Group

শিক্ষার্থীর কাজ - ২.৪ : কার্যকরী মূলকভিত্তিক সমগোত্রীয় শ্রেণি চিহ্নিতকরণ :

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



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



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

(ক) C_2H_4O যৌগে অ্যালডিহাইড মূলক আছে।

(খ) $C_3H_6O_2$ যৌগে কার্বক্সিলিক মূলক আছে।

(গ) C_4H_8O যৌগে কিটোন মূলক আছে।

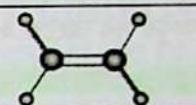
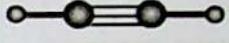
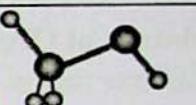
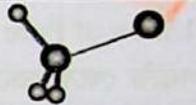
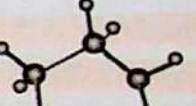
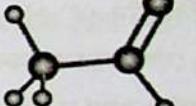
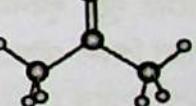
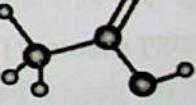
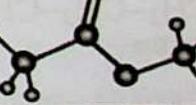
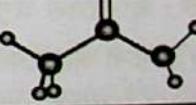
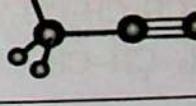
সমস্যা-২.৭ : নিচের আণবিক সংকেতযুক্ত যৌগের ক্ষেত্রে সম্ভাব্য একক বন্ধন, দ্বিবন্ধন ও ত্রিবন্ধনসহকারে কার্যকরী মূলকসহ গাঠনিক সংকেত লেখ এবং মূলকে বন্ধন সংখ্যা অনুসারে কোন শ্রেণির বিক্রিয়া ঘটা সম্ভব তা উল্লেখ করো।

(ক) C_2H_7N

(খ) $C_2H_4O_2$

(গ) C_3H_4

সারণি-২.৫ : বিভিন্ন সমগোত্রীয় শ্রেণির কার্যকরী মূলক

সমগোত্রীয় ঘোগ শ্রেণি	কার্যকরী মূলক ও গাঠনিক সংকেত	কার্যকরী মূলকের নাম		উদাহরণ	
			নুইস গঠন	বল ও স্টিক মডেল	IUPAC নাম (সাধারণ নাম)
১। অ্যালকিন C_nH_{2n}	$>C=C<$	কার্বন-কার্বন ত্রিবন্ধন	$H\backslash C=C/H$		ইথিন (ইথিলিন)
২। অ্যালকাইন C_nH_{2n-2}	$-C\equiv C-$	কার্বন-কার্বন ত্রিবন্ধন	$H-C\equiv C-H$		ইথাইন (অ্যাসিটিলিন)
৩। অ্যালকোহল $R-OH$	$-C-O-H$	অ্যালকোহল মূলক	$\begin{matrix} H \\ \\ H-C-O-H \\ \\ H \end{matrix}$		মিথানল (মিথাইল অ্যালকোহল)
৪। হ্যালোঅ্যালকেন $R-X$	$-C-X:$ $X=halogen$	হ্যালাইড মূলক	$\begin{matrix} H \\ \\ H-C-Cl: \\ \\ H \end{matrix}$		ক্লোরোমিথেন (মিথাইল ক্লোরাইড)
৫। অ্যামিন $R-NH_2$	$-C-N-$	অ্যামিনো মূলক	$\begin{matrix} H & H \\ & \\ H-C-C-N-H \\ & \\ H & H \end{matrix}$		ইথান্যামিন (ইথাইল অ্যামিন)
৬। অ্যালডিহাইড $R-CHO$	$:O:-C-H$	অ্যালডিহাইড মূলক	$\begin{matrix} H & O: \\ & \\ H-C-C-H \\ \\ H \end{matrix}$		ইথান্যাল (অ্যাসিট্যালডিহাইড)
৭। কিটোন $R-CO-R$	$:O:-C-C-$ MAT: 18-19	কার্বনিল বা, কিটো-মূলক	$\begin{matrix} H & O: & H \\ & & \\ H-C-C-C-H \\ & \\ H & H \end{matrix}$		2-প্রোপানোন (অ্যাসিটোন)
৮। কার্বক্সিলিক এসিড $R-COOH$	$:O:-C-O-H$ HAT: 19-12	কার্বক্সিল মূলক	$\begin{matrix} H & O: \\ & \\ H-C-C-\ddot{O}H \\ \\ H \end{matrix}$		ইথানোয়িক এসিড (অ্যাসিটিক এসিড)
৯। এস্টার $R-COOR$	$:O:-C-O-C-$	এস্টার মূলক	$\begin{matrix} H & O: & H \\ & & \\ H-C-C-\ddot{O}-C-H \\ & \\ H & H \end{matrix}$		মিথাইল ইথানোয়েট (বা অ্যাসিটেট)
১০। অ্যামাইড $R-CONH_2$	$:O:-C-N-$	অ্যামাইড মূলক	$\begin{matrix} H & O: \\ & \\ H-C-C-\ddot{N}-H \\ & \\ H & H \end{matrix}$		ইথান্যামাইড (অ্যাসিট্যামাইড)
১১। নাইট্রোইল $R-CN$	$-C\equiv N$	নাইট্রোইল বা সায়ানাইড মূলক	$\begin{matrix} H \\ \\ H-C-C\equiv N: \\ \\ H \end{matrix}$		ইথেন নাইট্রোইল, (মিথাইল সায়ানাইড)

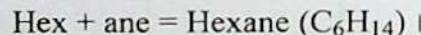
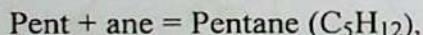
* জেনে নাও : 'অ্যালকেন' যোগ অণুর কোনো বিশেষ 'কার্যকরী মূলক' নেই। কারণ 'অ্যালকেন' অণুসমূহে যেমন, CH_4 , $\text{CH}_3\text{--CH}_3$; $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CH}_3$ ইত্যাদিতে কার্বন-কার্বন সিগমা বন্ধনে (C--C) ও কার্বন-হাইড্রোজেন (C--H) সিগমা বন্ধনে 'ইলেকট্রন ঘনত্ব' সমান থাকে এবং অণুতে কোনো ডাইপোল বা পোলারিটি সৃষ্টি হয় না। তাই অ্যালকেন অণুর কোনো বিশেষ অংশ অ্যালকেনের ধর্মকে নিয়ন্ত্রণ করে না। কেবল সিগমা বন্ধনই অ্যালকেনের রাসায়নিক ধর্ম নিয়ন্ত্রণকারী; যা এই অণুর সব অংশে হতে পারে। জৈব বিজ্ঞিয়ার নির্ভরশীলতা হলো কার্যকরী মূলকের ওপর; যা আবার নির্ভর করে দুটি ফ্যাক্টর যেমন 'কার্যকরী মূলকের বিশেষ ইলেকট্রন ঘনত্ব' ও 'পোলারিটির' ওপর। (অনুচ্ছেদ ২.৩ এর শর্ত দুটি দেখো।)

২.৫ জৈব যৌগের নামকরণ

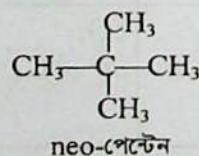
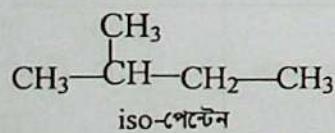
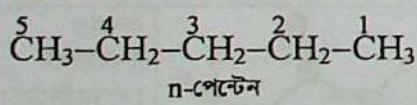
Nomenclature of Organic Compounds

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

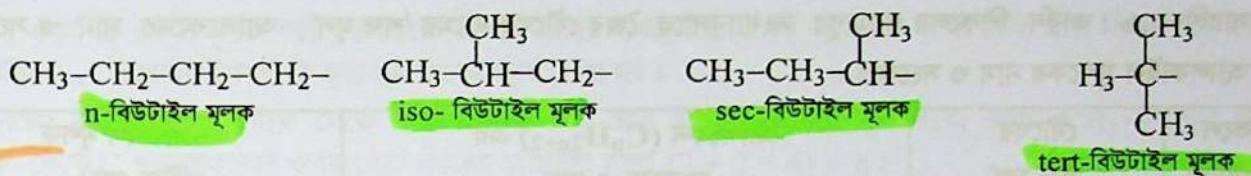
(১) সাধারণ পদ্ধতি থেকে জেনেভা পদ্ধতি : প্রাথমিক অবস্থায় জৈব যৌগের উৎস, ধর্ম, ব্যবহার ও আবিষ্কারকের ইচ্ছানুসারে আবিষ্কৃত যৌগের নামকরণ করা হতো। যেমন, C_2H_6 গ্যাস সহজে জুলে (গ্রিক aithen) বলে এর নাম ইথেন; লাল পিংপড়া (formica) থেকে প্রাণু HCOOH এর নাম ফরমিক এসিড; প্রস্তাব (urine) থেকে প্রাণু H_2NCONH_2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



অ্যালকেনের নামের পূর্বে পূর্বপদ রূপে n-, iso-, neo- ব্যবহার : অ্যালকেনের চেইন সমাপ্তলোর ক্ষেত্রে প্রাথমিক জেনেভা পদ্ধতিতে সরল শিকল যোগকে নরম্যাল (normal) যোগরূপে এর নামের পূর্বে *n*-যুক্ত করা হয়। যদি C-শিকলের এক প্রান্তে তিনটি C-পরমাণুযুক্ত ($\text{CH}_3)_2\text{CH}-$ মূলক যুক্ত শাখা (isomeric) থাকে, তখন ঐ যোগকে 'আইসো যোগ' রূপে নামের পূর্বে '*iso*'-যুক্ত করা হয়। আর যদি কোনো C-শিকলে একটি চতুর্মাত্রিক (quartary) অর্থাৎ চারটি C-পরমাণু যুক্ত কোনো কার্বন পরমাণু (neomar) থাকে, তবে ঐ যোগকে 'নিও-যোগ' রূপে নামের পূর্বে '*neo*'-যুক্ত করা হয়। যেমন,



অ্যালকাইল মূলক : অ্যালকেন অণু থেকে একটি H-পরমাণু অপসারিত করলে সৃষ্টি একযোজী মূলককে অ্যালকাইল মূলক (alkyl group) বলে। কোনো অ্যালকেনের অণু থেকে দুই বা ততোধিক অ্যালকাইল মূলকের নামকরণ উপরোক্ত নিয়মে করা হয়। যেমন, মিথেন (CH_4) থেকে কেবল মিথাইল মূলক (CH_3-); ইথেন (CH_3CH_3) থেকে ইথাইল মূলক (CH_3CH_2-) হয়। কিন্তু প্রোপেন ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$) থেকে দুটি মূলক সম্ভব। যেমন, *n*-প্রোপাইল মূলক ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2-$) ও *iso*-প্রোপাইল মূলক। $\text{CH}_3-\overset{\text{CH}_3}{\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}}-\text{CH}_3$ । বিউটেন ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$) থেকে চারটি মূলক সম্ভব। যেমন,



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

যেমন, CH_3-CH_3 কে মিথাইল মিথেন,

$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ কে ডাইমিথাইল মিথেন,

$(\text{CH}_3)_3\text{CH}$ কে ট্রাইমিথাইল মিথেন ইত্যাদি।

আবার অ্যালকোহলের বেলায়—

$\text{CH}_3-\text{CH}_2\text{OH}$ কে মিথাইল কার্বিনল,

$\text{CH}_3\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH}$ কে ইথাইল কার্বিনল,

$(\text{CH}_3)_2\text{CHOH}$ কে ডাইমিথাইল কার্বিনল, $(\text{CH}_3)_3\text{COH}$ কে ট্রাইমিথাইল কার্বিনল বলা হয়।

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

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

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

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

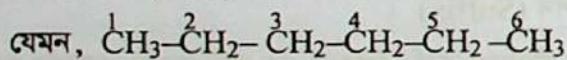
১। হাইড্রোকার্বনের অণুতে কেবল কার্বন-কার্বন সিগমা বন্ধন ($\text{C}-\text{C}$) থাকলে যৌগটিকে সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন ধরা হয়। এর নামকরণে 'শব্দ মূল' এর সাথে-'এন' (-ane) বসে। মুক্ত শিকল সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনকে অ্যালকেন (Alkane) বলে। এর সংকেত ($\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$) এবং তাকে মূল যৌগ শ্রেণি ধরা হয়।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

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

শিকলে C-পরমাণু	যৌগের 'শব্দ মূল'	অ্যালকেন (C_nH_{2n+2}) এর সংকেত ও নাম		অ্যালকাইল মূলক (উপ-পদ)	
C ₁	মিথ (Meth)	CH ₄	মিথেন Methane	মিথাইল	-CH ₃
C ₂	ইথ (Eth)	CH ₃ -CH ₃	ইথেন Ethane	ইথাইল	CH ₃ -CH ₂ -
C ₃	প্রোপ (Prop)	CH ₃ -CH ₂ -CH ₃	প্রোপেন Propane	প্রোপাইল	CH ₃ -CH ₂ CH ₂ -
C ₄	বিউট (But)	CH ₃ -(CH ₂) ₂ -CH ₃	বিউটেন Butane	বিউটাইল	CH ₃ (CH ₂) ₂ CH ₂ -
C ₅	পেন্ট (Pent)	CH ₃ -(CH ₂) ₃ -CH ₃	পেন্টেন Pentane	পেন্টাইল	CH ₃ (CH ₂) ₃ CH ₂ -
C ₆	হেক্স (Hex)	CH ₃ -(CH ₂) ₄ -CH ₃	হেক্সেন Hexane	হেক্সাইল	CH ₃ (CH ₂) ₄ CH ₂ -
C ₇	হেপ্ট (Hept)	CH ₃ -(CH ₂) ₅ -CH ₃	হেপ্টেন Heptane	হেপ্টাইল	CH ₃ (CH ₂) ₅ CH ₂ -
C ₈	অক্ট (Oct)	CH ₃ -(CH ₂) ₆ -CH ₃	অক্টেন Octane	অক্টাইল	CH ₃ (CH ₂) ₆ CH ₂ -
C ₉	নন (Non)	CH ₃ -(CH ₂) ₇ -CH ₃	ননেন Nonane	ননাইল	CH ₃ (CH ₂) ₇ CH ₂ -
C ₁₀	ডেক (Dec)	CH ₃ -(CH ₂) ₈ -CH ₃	ডেকেন Decane	ডেকাইল	CH ₃ (CH ₂) ₈ CH ₂ -
C ₁₁	উনডেক (Undec)	CH ₃ -(CH ₂) ₉ -CH ₃	উনডেকেন Undecane	উনডেকাইল	CH ₃ (CH ₂) ₉ CH ₂ -
C ₁₂	ডোডেক (Dodec)	CH ₃ -(CH ₂) ₁₀ -CH ₃	ডোডেকেন Dodecane	ডোডেকাইল	CH ₃ (CH ₂) ₁₀ CH ₂ -

২.৫.১ অ্যালকেন বা সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনের নামকরণ (Naming of Alkene)

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



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

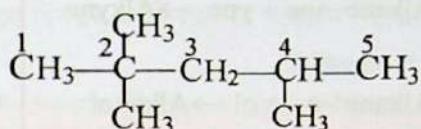
২। শাখাযুক্ত অ্যালকেনের বেলায় দীর্ঘতম কার্বন-শিকল ঠিক করে শিকলটির বাম ও ডান উভয় দিক থেকে শেষ প্রান্ত পর্যন্ত 1, 2, 3, 4, ইত্যাদি সংখ্যা দ্বারা শিকলের কার্বন পরমাণুগুলোকে চিহ্নিত করা হয়। পরে একাধিক পার্শ্বশিকলের অবস্থান-নির্দেশক সংখ্যার যোগফল ডান বা বাম যে দিক থেকে ক্ষুদ্রতর হয়, সে দিকের সংখ্যাই পার্শ্বশিকল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

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

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

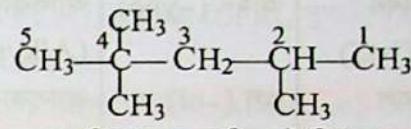
৫। একাধিক একই মূলক পার্শ্বশিকলরূপে থাকলে এদের অবস্থান নির্দেশক সংখ্যাকে 'কমা' চিহ্ন দ্বারা লিখে পরে ডাই, টাই, টেট্রা ইত্যাদি উপসর্গ ঐ মূলকের নামের পূর্বে লেখা হয়।

নিচের উদাহরণে বাম দিক থেকে নাম্বারিং শুরু কিন্তু ডান দিকের নাম্বারিং ভুল হবে; কারণ CH_3 -মূলকের জন্য বামদিক থেকে C পরমাণুগুলোর ওপর দেয়া নম্বরের যোগফল হলো $(2 + 2 + 4) = 8$ ।
কিন্তু ডানদিক থেকে দেয়া নম্বরের যোগফল হলো $(2 + 4 + 4) = 10$ ।



বাম দিক থেকে নম্বর দিলে যৌগটির নাম

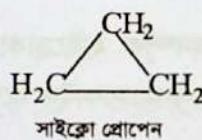
2,2,4-ট্রাইমিথাইল পেন্টেন। (শুরু নামকরণ)



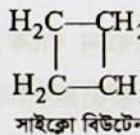
ডান দিক থেকে নম্বর দিলে যৌগটির নাম

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

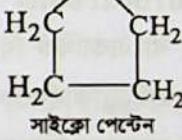
৬। সাইক্লো অ্যালকেনের বেলায় অ্যালকেনের চেয়ে দুটি H-পরমাণু কম থাকে। এদের সাধারণ সংকেত হলো C_nH_{2n} । সাইক্লো অ্যালকেনের কার্বন শিকলের C-পরমাণুসমূহের অবস্থানকে বিভিন্ন প্রকার জ্যামিতিক বন্ধ গঠনে বাহসমূহের মিলিত কৌণিক বিন্দুসমূহ দ্বারা দেখিয়ে সংক্ষেপে প্রকাশ করা হয়, এদেরকে সংশ্লিষ্ট যৌগের কার্বন ক্ষেত্রে ফর্মুলা (Skeleton Formula) বলে। যেমন, C-পরমাণুর সংখ্যা 3, 4, 5, 6 হলে ত্রিভুজরূপে সাইক্লোপ্রোপেন, চতুর্ভুজরূপে সাইক্লোবিটেন, পঞ্চভুজরূপে সাইক্লোপেন্টেন ও ষড়ভুজরূপে সাইক্লোহেক্সেন-এর গাঠনিক সংকেত লেখা হয়। এসব গাঠনিক সংকেতে প্রতিটি কোণায় C-পরমাণু আছে ধরা হয় এবং চতুর্যোজী C-পরমাণুর বন্ধন সংখ্যা বাদে অবশিষ্ট H-পরমাণু আছে মনে রাখতে হয়। যেমন,



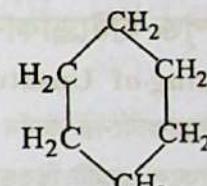
সাইক্লো প্রোপেন



সাইক্লো পেন্টেন



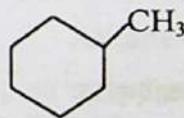
সাইক্লো পেন্টেন



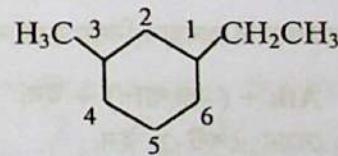
সাইক্লোহেক্সেন



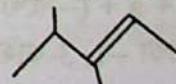
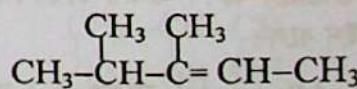
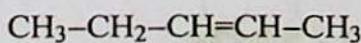
প্রতিস্থাপিত সাইক্লো অ্যালকেনের বেলায়, দুই বা ততোধিক প্রতিস্থাপক থাকলে এদের ইংরেজি নামের প্রথম অক্ষরের বর্ণ ক্রমানুসারে প্রথমটির অবস্থানকে 1 ধরে ডানে-বামে ক্ষুদ্রতর সংখ্যা নির্দেশক অবস্থান ধরে অন্যান্য প্রতিস্থাপকের অবস্থান নির্দেশ করা হয়। যেমন,



মিথাইল সাইক্লোহেক্সেন

1-ইথাইল-3-মিথাইল
সাইক্লোহেক্সেন

অনুরূপভাবে কার্বন ক্ষেত্রে ফর্মুলার সাহায্যে পেন্ট-2-ইন ও 3, 4-ডাইমিথাইল পেন্ট-2-ইন নির্মলপে দেখানো হয়: এক্ষেত্রে প্রতিটি রেখার মিলিত বিন্দুতে ও প্রান্ত বিন্দুতে C পরমাণু আছে বোঝানো হয় এবং দ্বিবন্ধনকে জোড়া দ্বি-রেখা ও ত্রিবন্ধনকে জোড়া ত্রি-রেখা দ্বারা দেখানো হয়।



সারণি- ২.৭ : কার্যকরী মূলকভিত্তিক অ্যালকেনের জাতকরণে সমগোত্তীয় যৌগের নামকরণের নিয়মাবলি :

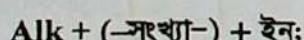
উপস্থিতি কার্যকরী মূলক	যৌগের নামের 'পর-পদ'	যৌগ শ্রেণির সাধারণ নাম	অ্যালকেনের জাতকরণে নামকরণে পরিবর্তন	উদাহরণ
১। কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন ($C=C$)	ইন (-ene)	অ্যালকিন (Alkene)	$Alkane -ane + ene \rightarrow Alkene$	$H_2C = CH_2$ ইথিন
২। কার্বন-কার্বন ত্রিবন্ধন ($C \equiv C$)	আইন (-yne)	অ্যালকাইন (Alkyne)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

২.৫.২ অসম্পৃষ্ঠ হাইড্রোকার্বনের নামকরণ

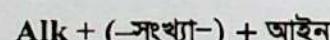
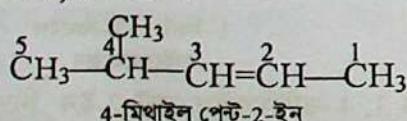
Naming of Unsaturated Hydrocarbons

যেসব হাইড্রোকার্বনের কার্বন শিকলে এক বা একাধিক দ্বিবন্ধন বা ত্রিবন্ধন থাকে, এদেরকে অসম্পৃষ্ঠ হাইড্রোকার্বন বলে। কার্বন শিকলে একটি দ্বিবন্ধন থাকলে ঐ হাইড্রোকার্বনকে অ্যালকিন এবং একটি ত্রিবন্ধন থাকলে অ্যালকাইন বলে। সারণি ২.৭ মতে অ্যালকেনের জাতকরণে এদের নামকরণ নিম্নরূপ :

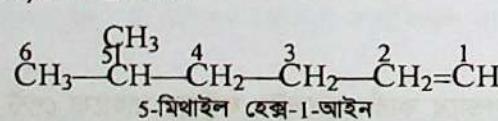
৭। অ্যালকিনে (Alkene) কার্বন শিকলে কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন ($>C=C<$) এবং অ্যালকাইনে (Alkyne) ত্রিবন্ধনের ($-C \equiv C-$) অবস্থান বাম বা ডান দিক থেকে ক্ষুদ্রতর সংখ্যায় ট্রি করা হয়। ঐ সংখ্যাকে অ্যালকিনের বেলায় নামের মাঝখানে ‘-ইন’ এবং অ্যালকাইনের বেলায় নামের মাঝখানে ‘-আইন’ এর পূর্বে হাইফেন (-) সহ লেখা হয়। এরপর পাশ্চাত্যিক বা মূলকগুলোর অবস্থান নির্ণয় করে নামকরণ করা হয়। যেমন,



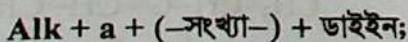
যেমন, পেন্ট-২- ইন



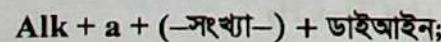
যেমন, পেন্ট-২-আইন



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

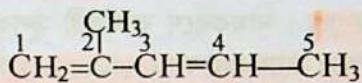


যেমন, পেন্টা-১, 3-ডাইইন



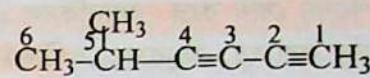
যেমন, হেক্সা-১, 3-ডাইআইন

উদাহরণ



2-মিথাইল পেন্টা -1, 3-ডাইইন

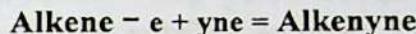
[2-Methyl penta -1, 3-diene]



5 - মিথাইল হেক্সা -1, 3 - ডাইআইন

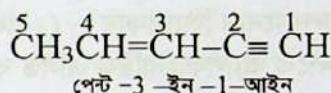
[5-Methyl hexa -1, 3-diene]

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

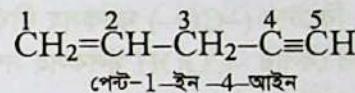


* যখন কার্বন শিকলে দ্বিবন্ধন ও ত্রিবন্ধন উভয়ই থাকে, তখন যোগটি অ্যালকিনাইন (Alkenyne) হবে। মূল যোগটি হবে অ্যালকিন, কিন্তু নাম্বারিং এর বেলায় দ্বিবন্ধন ও ত্রিবন্ধনের মধ্যে উভয় দিক থেকে নাম্বারিং-এ যেটির অবস্থান ক্ষুদ্রতর সংখ্যায় থাকে সেটি অঙ্গণ্য হবে।

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

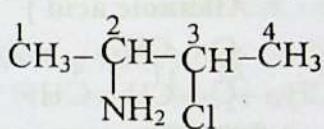


পেন্ট-3-ইন-1-আইন

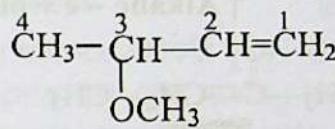


পেন্ট-1-ইন-4-আইন

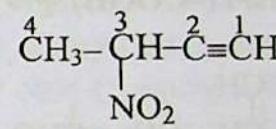
৯। কার্বন শিকলে -NH₂, -OCH₃, F, Cl, Br, I, -NO₂ ইত্যাদি পরমাণু বা মূলকসমূহকে যথাক্রমে অ্যামিনো, মিথোক্সি, ক্লোরো, ক্লোরো, ব্রামো, আয়োডো, নাইট্রো নামে প্রতিস্থাপিত মূলকরূপে সংখ্যা দ্বারা চিহ্নিত করা হয়। যেমন,



2-অ্যামিনো-3-ক্লোরো বিউটেন



3-মিথোক্সি বিউট-1-ইন

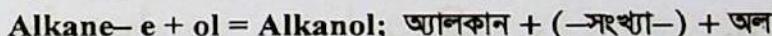


3-নাইট্রো বিউট-1-আইন

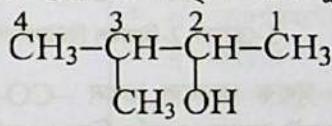
২.৫.৩ অ্যালকোহল, অ্যালডিহাইড-কিটোন ও কার্বক্সিলিক এসিডের নামকরণ

Naming of Alcohol, Aldehyde-Ketone & Carboxylic Acids

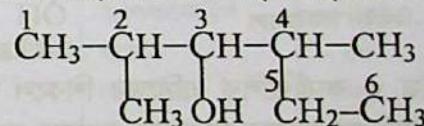
১০। জৈবযৌগের কার্বন শিকলে -OH মূলক থাকলে অ্যালকানল (Alkanol) বলে। দীর্ঘতম কার্বন শিকলের অ্যালকেন (Alkane) এর নামের শেষে 'e' এর ছলে 'ol' পরপর যোগ করা হয়। তখন অ্যালকোহল নামের পরপর (suffix) 'অল' ('ol') এর পূর্বে অবস্থান নির্দেশক সংখ্যাকে হাইফেন (-) সহ লিখতে হয়।



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

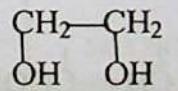


3-মিথাইল বিউটান-2-অল

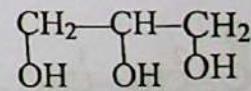


2,4-ডাইমিথাইল হেক্সান-3-অল

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

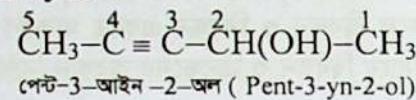
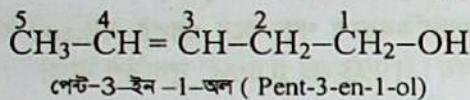
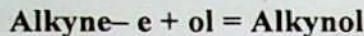
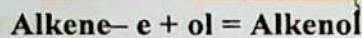


1,2-ইথেন ডাইঅল



1,2,3-প্রোপেন ট্রাইঅল

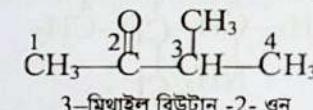
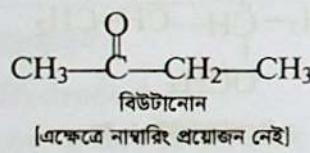
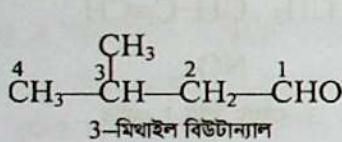
১১। অ্যালকোহলের কার্বন শিকলে দ্বিবন্ধন থাকলে অ্যালকিন (Alkene) কে মূল যৌগ ধরে alkene এর শেষের e বাদ দিয়ে ol (অল) পরপদ যৌগ করে অ্যালকিনল (Alkenol) নাম রাখা হয়। নামকরণে কার্যকরী মূলক -OH এর অবস্থানকে প্রথমে বিবেচনা করা হয়। অনুরূপভাবে ত্রিবন্ধনসহ -OH মূলক থাকলে অ্যালকাইনল (Alkynol) হবে।



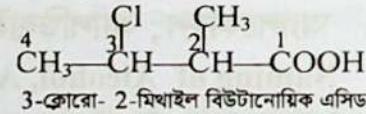
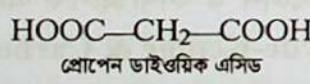
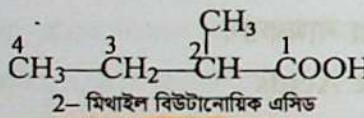
১২। অ্যালডিহাইড (-CHO), কিটোন (-CO-) ও কার্বক্সিলিক এসিড (-COOH) যৌগের বেলায় -CHO এবং -COOH কার্যকরী মূলক শিকলের একপাঞ্চ থাকে বলে এদের অবস্থান নির্দেশক সংখ্যা (1) কে নামকরণে উল্লেখ করতে হয় না। কিন্তু কিটোন (-CO-) মূলকের অবস্থান সংখ্যা উল্লেখ করতে হয়। তখন কিটোনের নামের 'পরপদ' Suffix 'অন' এর পূর্বে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

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

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

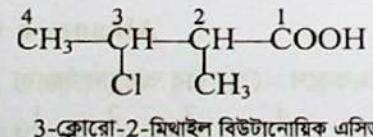
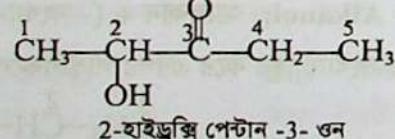
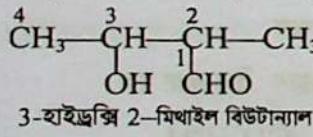


[এক্ষেত্রে CH₃ মূলকের জন্য নামারিং প্রয়োজন হয়েছে]

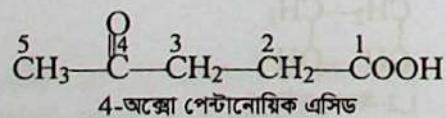
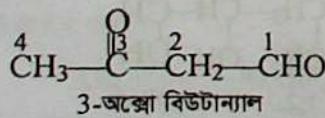


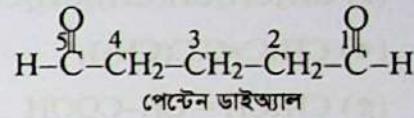
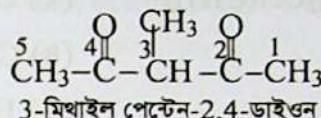
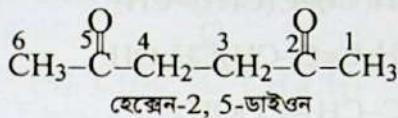
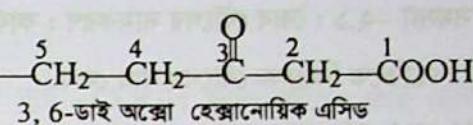
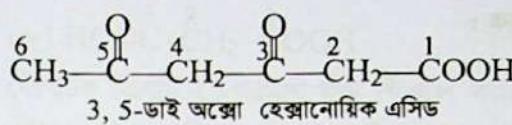
শিকলে দুটি -COOH মূলক থাকলে যৌগটি অ্যালকেন ডাইওয়িক এসিড হবে।

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

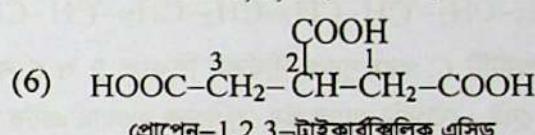
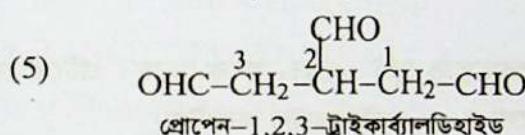
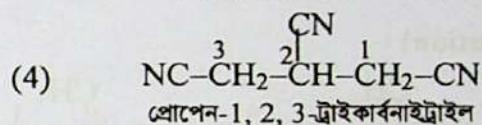
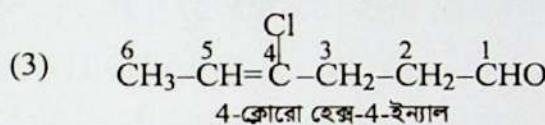
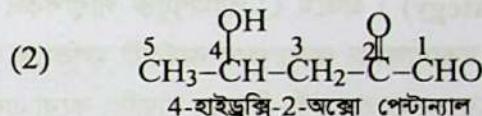
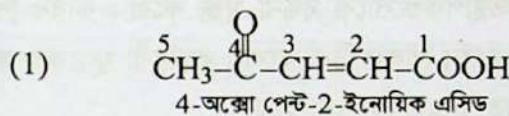


অ্যালডিহাইড ও কার্বক্সিলিক এসিডের শিকলে দ্বিতীয় মূলকরূপে -CO- মূলক থাকলে তখন -CO- মূলকটিকে যৌগের নামের পূর্বে এর অবস্থান সংখ্যাসহ 'অঙ্গো' শব্দে লিখতে হয়। আবার একই সম্পৃক্ত কার্বন শিকলে দুটি (-CO-) মূলক থাকলে যৌগটিকে অ্যালকেনডাইওন নামকরণ এবং (-CO-) মূলকের অবস্থানসূচক সংখ্যাকে 'অন' এর পূর্বে হাইফেনসহ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





১৪। শিকলে একাধিক কার্যকরী মূলক থাকলে বিভিন্ন মূলকের অঙ্গগত্য সারণিতে ক্রমিক সংখ্যা মতে কার্যকরী মূলকের মূল যোগ নিরূপণ করে অপর মূলককে প্রতিষ্ঠাপিত মূলক ধরা হয়। যেমন,



দ্রষ্টব্য : (4), (5) ও (6) নং উদাহরণে যথাক্রমে কার্যকরী মূলক $-\text{CN}, -\text{CHO}, -\text{COOH}$ এর C-পরমাণুগুলোকে মূল কার্বন শিকলের C-পরমাণুর মোট সংখ্যা থেকে বাদ দেয়া হয়েছে। কারণ প্রতিটি যোগে C-পরমাণুক তিনটি কার্যকরী মূলককে একই মূল কার্বন শিকলে নেয়া সম্ভব নয়। কিন্তু $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{COOH}$ এর নামে সব $-\text{COOH}$ মূলক গণনায় নিয়ে এর নাম প্রোপেন ডাইওয়িক এসিড করা হয়েছে।

সারণি-২.৮ : কার্যকরী মূলকসমূহের অঙ্গগত্য ক্রম

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

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

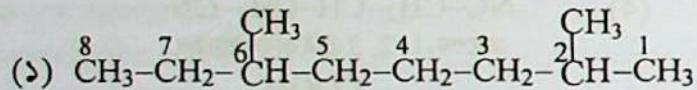
সমাধানকৃত সমস্যা – ২.১ : জৈব যৌগের নামকরণ : কার্যকরী মূলকভিত্তিক :

IUPAC পদ্ধতিতে নিম্নোক্ত যৌগের নাম লেখ :

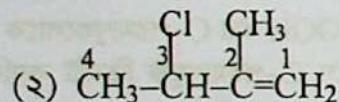
- | | |
|---|--|
| (১) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ | (২) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{Cl})-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}_2$ |
| (৩) $\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{C.C}(\text{CH}_3)_3$ | (৪) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ |
| (৫) $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}-\text{COOH}$ | (৬) $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{COOH}$ |
| (৭) $\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CO}-\text{CH}_2\text{CH}_3$ | |

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

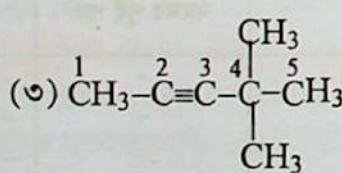
সমাধান (Solution) :



যৌগটির আটটি C পরমাণুযুক্ত দীর্ঘতম শিকলে 2 ও 6 নং C পরমাণুতে দুটি $-\text{CH}_3$ মূলক আছে। এটিতে কোনো কার্যকরী মূলক নেই। যৌগটি অ্যালকেন শ্রেণিভুক্ত হওয়ায় এটির নাম হলো 2, 6 - ডাইমিথাইল অকটেন।



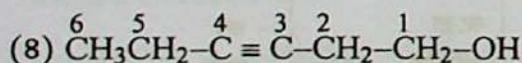
যৌগটির চারটি C পরমাণুযুক্ত দীর্ঘতম শিকলে 1 নং C পরমাণু থেকে দ্বিবন্ধন শুরু 2 নং C পরমাণুতে $-\text{CH}_3$ মূলক ও 3 নং C পরমাণুতে প্রতিস্থাপক Cl পরমাণুযুক্ত আছে। যৌগটি অ্যালকিন শ্রেণিভুক্ত হওয়ায় এর নাম হলো 3-ক্লোরো-2-মিথাইল বিউট-১-ইন।



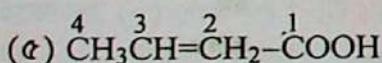
MCQ-2.5 : কোন যৌগে পাই (π)

- বন্ধন নেই?
 (ক) C_2H_6 (খ) HCHO
 (গ) C_2H_2 (ঘ) HCN

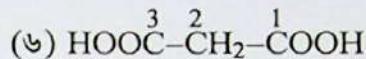
যৌগটির পাঁচটি C পরমাণুযুক্ত দীর্ঘতম শিকলে 2 নং C পরমাণু থেকে ত্রিবন্ধন শুরু 4 নং C পরমাণুতে দুটি $-\text{CH}_3$ মূলক পার্শ্বশিকলরূপে আছে। যৌগটি অ্যালকাইন শ্রেণিভুক্ত হওয়ায় এটির নাম হলো 4, 4-ডাইমিথাইল পেন্ট-২-আইন।



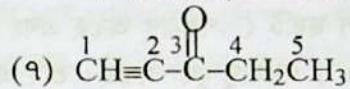
যৌগটির ছয়টি C-পরমাণুযুক্ত দীর্ঘতম শিকলে 1 নং কার্বনে কার্যকরী মূলক $-\text{OH}$ এবং 3 নং C পরমাণু থেকে ত্রিবন্ধন যুক্ত আছে। তাই যৌগটি অ্যালকাইনল শ্রেণিভুক্ত হওয়ায় এটির নাম হলো হেক্স-৩-আইন-১-অল।



যৌগটির চারটি C-পরমাণু যুক্ত শিকলে 1 নং কার্বনটি কার্যকরী মূলক $-\text{COOH}$ এবং 2 নং C পরমাণু থেকে ত্রিবন্ধন যুক্ত আছে। তাই যৌগটি অ্যালকিন-ওয়িক এসিড শ্রেণিভুক্ত হওয়ায় এটির নাম হলো বিউট-২-ইন ওয়িক এসিড।



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



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

শিক্ষার্থীর কাজ- ২.৫ : IUPAC পদ্ধতিতে জৈব যৌগের নামকরণ :

সমস্যা-২.৮। IUPAC পদ্ধতিতে নিম্নোক্ত যৌগের নাম লেখ :

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

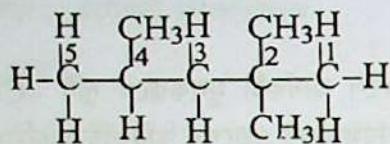
সমাধানকৃত সমস্যা- ২.২ : জৈব যৌগের গাঠনিক সংকেত লিখন :

IUPAC পদ্ধতিতে নিম্নোক্ত যৌগের নাম থেকে গাঠনিক সংকেত লেখ :

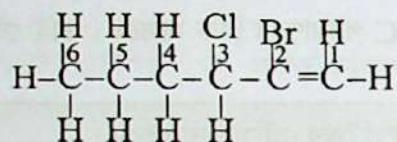
- | | |
|---------------------------------|----------------------------------|
| (১) 2, 2, 4-ট্রাইমিথাইল পেন্টেন | (২) 2-ব্রোমো-3-ক্লোরো হেক্স-1-ইন |
| (৩) ট্রাইবিউট-2-ইন | (৪) 4-মিথাইল পেন্ট-2-আইন |
| (৫) বিউট-2-আইন-1, 4-ডাই অল | (৬) 4, 4-ডাইমিথাইল হেক্স-2-ওন |
| (৭) সাইক্লোহেক্সানোন | (৮) সিস্ বিউটিন-ডাইওয়িক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

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

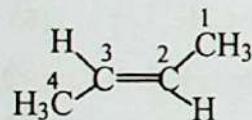
সমাধান (Solution) : (১) 2, 2, 4-ট্রাইমিথাইল পেন্টেন; এ যৌগটিতে পেন্ট অর্থাৎ এর মূল শিকলে পাঁচটি C-পরমাণু আছে এবং এটি অ্যালকেন সদস্য। এ শিকলে 2, 2, 4 অবস্থানে তিনটি CH_3 - মূলক পার্শ্ব শিকলরপে যুক্ত আছে। তাই এটির গাঠনিক সংকেত হলো নিম্নরূপ :



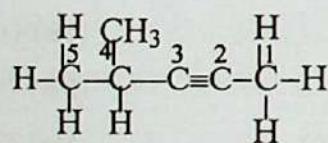
(২) 2-ব্রোমো-3-ক্লোরো হেক্স-1-ইন; এ যৌগটিতে 'হেক্স' অর্থাৎ এর মূল শিকলে ছয়টি C-পরমাণু আছে এবং এটি অ্যালকিন সদস্য। এ শিকলে 1 নং কার্বনে দ্বিবন্ধন, 2 নং কার্বনে Br ও 3 নং কার্বনে Cl পরমাণু যুক্ত আছে। তাই এটির গাঠনিক সংকেত নিচে দেয়া হলো :



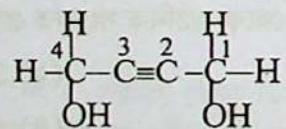
(৩) ট্রান্স বিউট-2-ইন; এ যৌগটিতে 'বিউট' অর্থাৎ এর মূল কার্বন শিকলে চারটি C পরমাণু আছে এবং এটি অ্যালকিন সদস্য। 'দ্বিবন্ধনের দু' পার্শ্বে দুটি CH₃- মূলক কোনাকুনিভাবে (trans) বিপরীত দিকে রয়েছে। তাই এটির গাঠনিক সংকেত হলো নিম্নরূপ: [উল্লেখ্য সিস্ (cis) শব্দ দ্বারা দ্বিবন্ধনের একই দিকে দুটি একই মূলক-এর অবস্থান বোঝায়।]



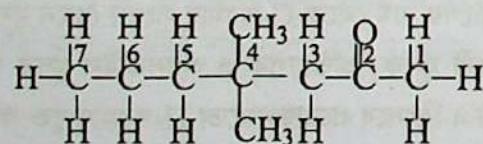
(৪) 4-মিথাইল পেন্ট-2-আইন; এ যৌগটিতে 'পেন্ট' অর্থাৎ এর মূল কার্বন শিকলে পাঁচটি C-পরমাণু আছে এবং এটি অ্যালকাইন সদস্য। এর 2 নং কার্বনে ত্রিবন্ধন শুরু এবং 4 নং কার্বন CH₃- মূলক রয়েছে। তাই যৌগটির গাঠনিক সংকেত দেয়া হলো :



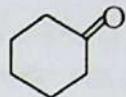
(৫) বিউট-2-আইন-1,4-ডাই অল; এ যৌগটিতে 'বিউট' অর্থাৎ এর মূল কার্বন শিকলে চারটি C-পরমাণু আছে এবং এটি অ্যালকোহল সদস্য। এর 1 নং ও 4 নং C-পরমাণুতে দুটি -OH মূলক (-অল) এবং 2 নং কার্বন থেকে ত্রিবন্ধন রয়েছে। তাই যৌগটির গাঠনিক সংকেত দেয়া হলো :



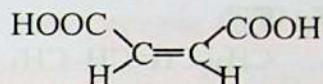
(৬) 4, 4- ডাইমিথাইল হেক্স-2-ওন; এ যৌগটিতে 'হেক্স' অর্থাৎ এর মূল কার্বন শিকলে সাতটি C-পরমাণু আছে এবং এটি অ্যালকানোন সদস্য। এর 2 নং C-পরমাণুটি -CO- মূলক (-ওন) রূপে ও 4 নং C-পরমাণুটে CH₃- মূলক যুক্ত আছে। তাই যৌগটির গাঠনিক সংকেত নিচে দেয়া হলো :



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



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



শিক্ষার্থীর কাজ -২.৬ : IUPAC পদ্ধতি ভিত্তিক যৌগের গঠন সংকেত লিখন :

সমস্যা - ২.৯ : IUPAC পদ্ধতিতে নিম্নোক্ত যৌগের গাঠনিক সংকেত লেখ।

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

২.৬ জৈব যৌগের সমাগুতা ও এর প্রকারভেদ

Isomerism in Organic Compounds and its Classes

সংজ্ঞা : যেসব জৈব যৌগের আণবিক সংকেত এক ও অভিন্ন হওয়া সত্ত্বেও এদের গাঠনিক সংকেতের ভিন্নতা এবং অণুষ্ঠিত পরমাণুসমূহের ত্রিমাত্রিক বিন্যাসের ভিন্নতার কারণে এদের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মে অন্তত দু'-একটা পার্থক্য প্রকাশ পায়, সেসব জৈব যৌগকে পরম্পরের সমাগু বলে এবং যৌগের এরূপ ধর্মকে সমাগুতা (Isomerism) বলা হয়। যেমন, ইথানল ($\text{C}_2\text{H}_5-\text{OH}$) ও ডাইমিথাইল ইথার ($\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_3$) উভয় যৌগ পরম্পরের সমাগু। উভয় যৌগের একই আণবিক সংকেত হলো $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$, কিন্তু গাঠনিক সংকেত ভিন্ন হওয়ায় এদের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মে পার্থক্য ঘটে।

সমাগুতার শ্রেণিবিভাগ : সমাগুতাকে প্রধানত দু' শ্রেণিতে বিভক্ত করা যায়। যেমন,

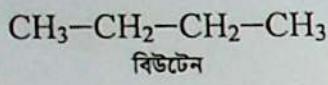
(ক) গাঠনিক সমাগুতা ও (খ) স্টেরিও বা ত্রিমাত্রিক সমাগুতা।

(ক) গাঠনিক সমাগুতা (Structural Isomerism) : যৌগের অণুষ্ঠিত বিভিন্ন পরমাণুর সম্ভাব্য একাধিক অবস্থান

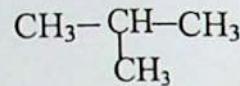
বিন্যাসের পার্থক্যহেতু গাঠনিক সমাগুতার উভয় ঘটে। গাঠনিক সমাগুতা পাঁচ প্রকার। যেমন, (১) চেইন সমাগুতা; (২) অবস্থান সমাগুতা; (৩) কার্যকরী মূলক সমাগুতা; (৪) মেটামারিজম ও (৫) টটোমারিজম।

MAT: 14-15

১। চেইন সমাগুতা : একই আণবিক সংকেতযুক্ত চেইন সমাগুগুলো একই সমগোত্রীয় শ্রেণির সদস্য এবং এসব সমাগুর কার্বন কাঠামো শাখাবিহীন ও শাখাযুক্ত হয়ে থাকে। ফলে এদের ধর্মে পার্থক্য দেখা যায়। শাখাযুক্ত অ্যালকেন যেমন আইসো অ্যালকেনের স্ফুটনাক্ষ n -অ্যালকেনের চেয়ে কম হয়। যেমন, বিউটেন (স্ফুটনাক্ষ, -0.50°C) এবং 2-মিথাইল প্রোপেন বা আইসো বিউটেন (স্ফুটনাক্ষ, -10.2°C) উভয় যৌগের আণবিক সংকেত হলো C_4H_{10} ; কিন্তু এদের কার্বন শিকলের ভিন্নতার গঠন নিম্নরূপ :



(b.p = -0.5°C)



2-মিথাইল প্রোপেন (b.p = -10.2°C)

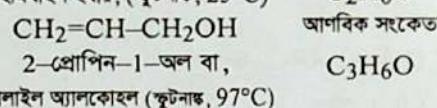
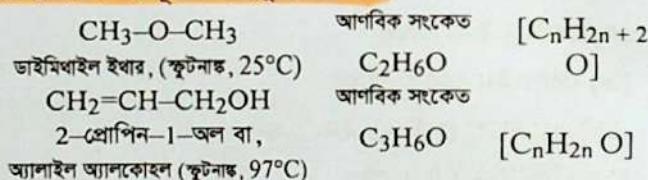
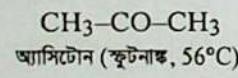
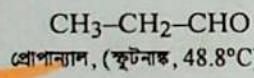
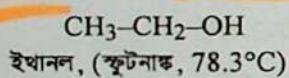
২। অবস্থান সমাগুতা : একই আণবিক সংকেতেযুক্ত জৈব যৌগের কার্বন শিকলে দ্বিবন্ধন, ত্রিবন্ধন বা কার্যকরী মূলকের অবস্থানের পার্থক্যহেতু অবস্থান সমাগুতার উভব ঘটে। এদের ভৌত ধর্মে ও রাসায়নিক ধর্মে পার্থক্য দেখা যায়। এ প্রকার সমাগুগুলো একই সমগোত্রীয় শ্রেণির সদস্য হয়। যেমন,

- (১) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
বিউট- 1- ইন (ক্ষুটনাক, - 6.5°C)
- (২) $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$
প্রোপানল-1 (ক্ষুটনাক, 97°C)
বা, প্রোপান-1-অল

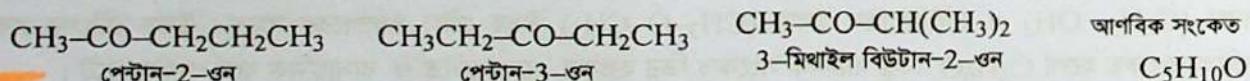
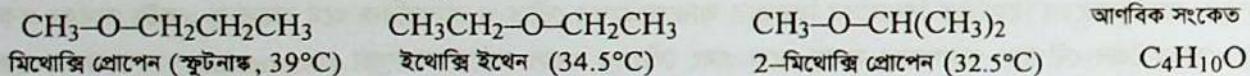
- $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$
বিউট- 2- ইন (ক্ষুটনাক, 1.4°C)
- $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_3$
প্রোপানল-2 (ক্ষুটনাক, 81°C)
বা, প্রোপান-2-অল

- আণবিক সংকেত
 C_4H_8
- $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$
আণবিক সংকেত
 $[\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}$, এখানে $n=3$]

৩। কার্যকরী মূলক সমাগুতা : একই আণবিক সংকেতেযুক্ত দুটি যৌগের অণুষ্ঠিত কার্যকরী মূলকের বিভিন্নতার কারণে উভ্য সমাগুতাকে কার্যকরী মূলক সমাগুতা বলে। এদের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মে পার্থক্য থাকে। যেমন, অ্যালকোহল ও ইথারের মধ্যে এবং অ্যালডিহাইড, অ্যালকিনল ও কিটোনের মধ্যে কার্যকরী মূলক সমাগুতা ঘটে।

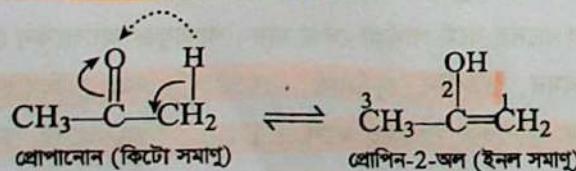


৪। মেটামারিজম (Metamerism) : একই সমগোত্রীয় শ্রেণির অন্তর্ভুক্ত সমাগুগুলোতে যখন কার্যকরী মূলকের উভয় পার্শ্বে কার্বন পরমাণু সংখ্যার বা অ্যালকাইল মূলকের ভিন্নতা থাকে তখন এসব সমাগুকে মেটামার (metamers) বলে এবং তাদের দ্বারা প্রদর্শিত ধর্মের পার্থক্যকে মেটামারিজম বলে। দ্বিযোজী কার্যকরী মূলকযুক্ত ইথার, কিটোন ও সেকেন্ডারি অ্যামিনের ক্ষেত্রে মেটামারিজম ঘটে। $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ এর তিনটি ইথার মেটামার সমাগু আছে। যেমন,



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

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



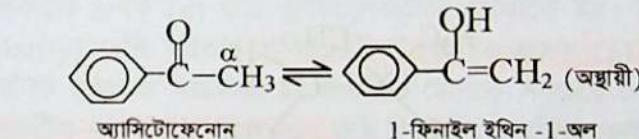
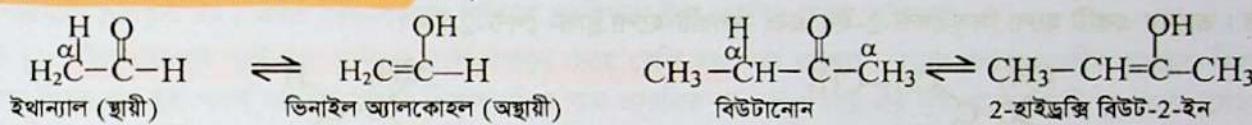
MCQ-2.6 : কোন সংকেতে মেটামার

সমাগু সম্ভব?

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

* কিটো-ইনল টটোমারিজম-এর শর্ত : নিম্নোক্ত শর্তে যেমন, (১) প্রথমত, কার্বনিল মূলক (-CO-) যুক্ত অ্যালডিহাইড ও কিটোন যৌগ সাধারণত কিটো-ইনল টটোমারিজম প্রদর্শন করে। (২) দ্বিতীয়ত, ঐ কার্বনিল মূলকের সাথে যুক্ত sp^3 সংকরিত বা সম্পৃক্ত C-পরমাণুতে কমপক্ষে একটি অস্থির্মী আলফা (α) H-পরমাণু থাকতে হয়।

টটোমারিজম কালে ঐ α -H পরমাণুটি প্রোটন (H^+) রূপে নিকটস্থ তড়িৎ-ঝণাতাক অক্সিজেন পরমাণুতে স্থানান্তর এবং ঐ C-H বন্ধনের ইলেকট্রনদ্বয় কার্বনিল কার্বন ও α কার্বনের মধ্যে পাই (π) বন্ধন গঠন করে। মৃদু ক্ষার অথবা মৃদু এসিড দ্রবণ টটোমারিজমকে প্রভাবিত করে। স্থায়িত্বের বেলায়, সাধারণত কিটো-সমাণু অধিকতর স্থায়ী এবং ইনল সমাণু অস্থায়ী হয়। যেমন- ১টি কার্বনে α -H যুক্ত ইথান্যাল, প্রোপান্যাল, অ্যাসিটোফেনোন; ২টি কার্বনে α -H যুক্ত প্রোপানোন, বিউটানোন এবং ৩টি কার্বনে α -H পরমাণুযুক্ত অ্যাসিটো অ্যাসিটোন বা অ্যাসিটাইল অ্যাসিটোন নামক ডাই কিটোন ইত্যাদি কিটো-ইনল টটোমারিজম প্রদর্শন করে। যেমন,



কিন্তু বেনজ্যালডিহাইড (C_6H_5-CHO) ও বেনজোফেনোন ($C_6H_5-CO-C_6H_5$) এ α -H নেই; তাই এরা টটোমারিজম প্রদর্শন করে না।

[দ্রষ্টব্য : 'অ্যালডিহাইড-ইনল' এর তুলনায় 'কিটো-ইনল' এর শতকরা পরিমাণ ও স্থায়িত্ব বেশি হয়।]

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

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

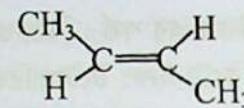
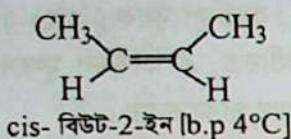
২.৬.১ জ্যামিতিক সমাণুতা (Geometric isomerism)

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

জ্যামিতিক সমাণুতার দুটি শর্ত :

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

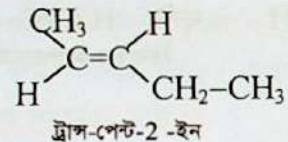
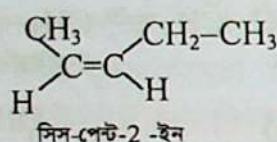
উদাহরণ-১ : বিউট-২-ইন এর দুটি জ্যামিতিক সমাণু সম্ভব। কারণ এটি সাধারণ সংকেত $abC=Cab$ -কে অনুসরণ করে। তাদের একটি হলো সিস- বিউট-২-ইন অপরটি হলো ট্রান্স- বিউট-২-ইন।



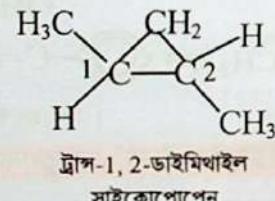
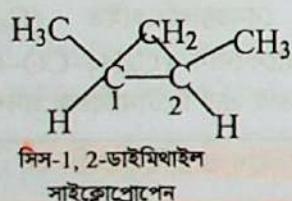
trans- বিউট-2-ইন [b.p 1°C]

দুটি কন্ফিগুরেশনের মধ্যে সদৃশ পরমাণু বা মূলকদ্বয় যখন দ্বিবন্ধনযুক্ত কার্বনসহয়ের একই দিকে থাকে, তখন উক্ত সমাগুকে সিস্-সমাগু বলে (Lt. cis=same side)। অপরদিকে যখন দুটি একই মূলক বা পরমাণু দ্বিবন্ধনযুক্ত কার্বনসহয়ের দুদিকে বা বিপরীত দিকে থাকে, তখন উক্ত সমাগুকে ট্রান্স-সমাগু বলে (Lt. trans=across)। এজন্য জ্যামিতিক সমাগুতাকে সিস-ট্রান্স সমাগুতাও বলা হয়।

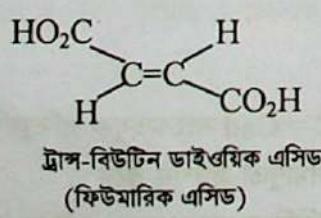
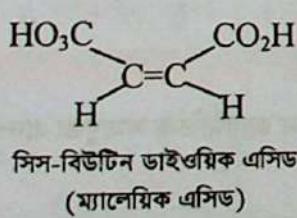
উদাহরণ-২ : পেন্ট-2-ইন এর দুটি জ্যামিতিক সমাগু সম্ভব। কারণ এটি সাধারণ সংকেত abC=Cad –কে অনুসরণ করে। তাদের একটি হলো সিস্-পেন্ট-2-ইন এবং অপরটি হলো ট্রান্স- পেন্ট-2-ইন।



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



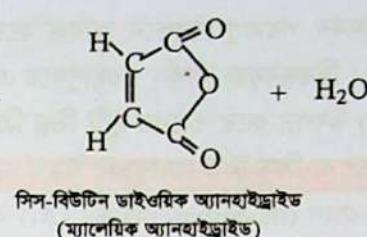
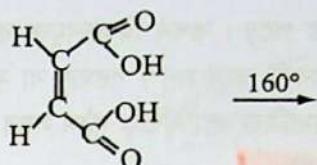
জ্যামিতিক সমাগুসহয়ের সাধারণ ধর্ম : (১) সাধারণত ট্রান্স-সমাগুর গলনাক্ষ বেশি কিন্তু সিস্-সমাগুর গলনাক্ষ কম হয়; কারণ ট্রান্স সমাগুর প্রতিসমতার কারণে কেলাস ল্যাটিসে অণুগুলো খুব নিকটে অধিক আকৃষ্ট থাকে; তাই এর সুস্থিতি অপেক্ষাকৃত বেশি। যেমন সিনামিক এসিড ($\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}=\text{CH}-\text{COOH}$) এর সিস্ সমাগুর গলনাক্ষ (m.p) হলো 68°C এবং ট্রান্স-সমাগুর গলনাক্ষ হলো 133°C। (২) সিস্-সমাগুর সুস্থিতি কম (অভ্যন্তরীণ শক্তি বেশি), সেহেতু সিস্-সমাগুর দহন তাপ বেশি হয়। (৩) ট্রান্স-সমাগুর চেয়ে সিস্-সমাগুর ঘনত্ব, পানিতে দ্রাব্যতা, প্রতিসরাক্ষ বেশি হয়। (৪) সিস্-ট্রান্স সমাগুর একটি উদাহরণ হলো ম্যালেয়িক এসিড (সিস্-বিউটিন ডাইওয়িক এসিড) ও ফিউমারিক এসিড (ট্রান্স-বিউটিন ডাইওয়িক এসিড)।



MCQ.-2.7 : নিচের কোনু সংকেত টটোমার সমাগু তৈরি করে?

- (ক) $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ (খ) $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$
 (গ) $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$ (ঘ) $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$

তাদের গলনাক্ষ ভিন্ন হয় (সিস্ সমাগু 135°C এবং ট্রান্স সমাগু 287°C)। সিস্ সমাগু অর্থাৎ ম্যালেয়িক এসিডকে উত্পন্ন করলে অ্যান্থাইড্রাইড গঠন করে; কিন্তু ট্রান্স সমাগু অর্থাৎ ফিউমারিক এসিড অ্যান্থাইড্রাইড গঠন করে না।



MCQ-2.8 : জ্যামিতিক সমাগুতার শর্ত কোনটি?

(ক) প্রতিহাপিত অ্যালকিন
(খ) চাক্রিক অ্যারিন
(গ) হেটারো যোগ
(ঘ) অ্যালকানল

(৫) **সিস্-সমাগুর পানিতে দ্রবণীয়তা ট্রাঙ্গ-সমাগুর চেয়ে বেশি;** এর ব্যাখ্যা : কঠিন অবস্থায় সিস্-সমাগুর কেলাসে অণুগুলো খুব সুষ্ঠুভাবে বিন্যস্ত থাকে না। ফলে সিস্-সমাগুর কেলাস ল্যাটিসে অণুগুলোর মধ্যে ট্রাঙ্গ-সমাগুর তুলনায় ল্যাটিস-শক্তি কম থাকে। আবার অধিক পোলার-দ্রাবক পানির ডাই-ইলেকট্রিক ফ্রিবক (ϵ , epsilon) এর মান বেশি; যেমন ৪০ (আশি) হয়। তাই কম ল্যাটিস শক্তিযুক্ত সিস্-সমাগুলো পানি অণুর উচ্চ ডাই-ইলেকট্রিক ফ্রিবক এর অধিক আকর্ষণে সহজে বেশি পরিমাণে দ্রবণীভূত হয়। অর্থাৎ সিস্-সমাগুর পানিতে দ্রবণীয়তা ট্রাঙ্গ-সমাগুর চেয়ে বেশি হয়।

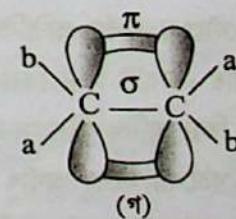
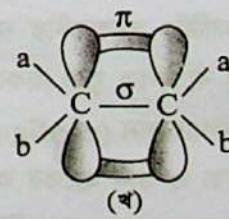
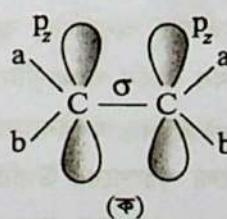
* (৬) **সিস্-সমাগুর স্ফুটনাক্ষ ও ঘনত্ব ট্রাঙ্গ-সমাগুর চেয়ে বেশি হয়;** এর ব্যাখ্যা : তরল অথবা গ্যাসীয় অবস্থায় সিস্-সমাগুতে দ্বিবকনের দুই পার্শ্বে অণুটির কার্বন-শিকল বেকে কম প্রসারিত বা bent হয়ে এর দুই প্রান্তের দুটি মূলককে (যেমন cis-বিউট-২- ইন এর বেলায় $-CH_3$ মূলককে) কাছে নিয়ে আসে। ফলে পাশাপাশি অণুগুলো ঘনিষ্ঠ হতে পারে এবং সিস্-সমাগুর মধ্যে আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বল ট্রাঙ্গ সমাগুর চেয়ে বেশি হয়। তাই সিস্-সমাগুর স্ফুটনাক্ষ ($b.p$) ও ঘনত্ব ট্রাঙ্গ-সমাগুর চেয়ে বেশি হয়। যেমন cis-বিউট-২-ইন এর স্ফুটনাক্ষ ($b.p$) হয় $4^{\circ}C$ এবং ঘনত্ব হয় ০.৬২১; অপরদিকে trans-বিউট-২- ইন এর স্ফুটনাক্ষ ($b.p$) হয় $1^{\circ}C$ এবং ঘনত্ব হয় ০.৬০৪।

ডাই-ইলেকট্রিক ফ্রিবক কী : কোনো তরল দ্রাবক দ্বারা কেলাসাকার দ্রবকে দ্রবণীভূত করার ক্ষমতাকে দ্রাবকের ডাই-ইলেকট্রিক ফ্রিবক (ϵ) দ্বারা তুলনামূলকভাবে বোঝানো হয়। H-বন্ধনযুক্ত গুচ্ছ-পানি অণুর মোট পোলারিটির মাত্রা (bulk polarity) বেশি হওয়ায় পানির ডাই-ইলেকট্রিক ফ্রিবক (ϵ) এর মান ৪০ হয়। ফলে পানি সার্বিক দ্রাবকরূপে প্রায় সব আয়নিক যোগ ও সমযোজী কেলাসাকার যোগকে সবচেয়ে বেশি দ্রবণীভূত করতে পারে। মিথানল (CH_3OH) এর ডাই-ইলেকট্রিক ফ্রিবক (ϵ) হলো ৩০। তাই মিথানলে আয়নিক কেলাস খুব কম পরিমাণে দ্রবণীভূত হয়। [অনুচ্ছেদ-৪.২.১ দেখো]

২.৬.২ জ্যামিতিক সমাগুতার ব্যাখ্যা

Explanation of Geometric Isomerism

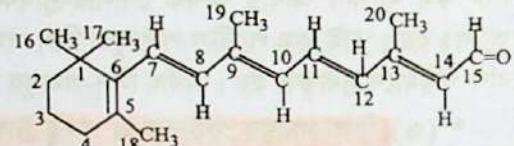
আধুনিক অরবিটাল সংকরণ মতবাদ : এ মতবাদ অনুসারে জ্যামিতিক সমাগুতার জোরালো ব্যাখ্যা দেয়া যায়। কার্বন-কার্বন দ্বিবকন যুক্ত অণু যেমন, ইথিলিন অণু গঠনে দুটি কার্বন পরমাণু sp^2 সংকরণ দ্বারা একই সমতলীয় $2s$, $2p_x$, $2p_y$ সংকর অরবিটাল গঠন করে। উভয় কার্বন পরমাণু প্রত্যেকে তিনটি সংকর অরবিটাল দ্বারা দুটি ভিন্ন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



চিত্র-২.১১ : π বন্ধন গঠনকালে কার্বন-কার্বন দ্বিবকনযুক্ত যোগের a ও b সহ দুটি ভিন্ন গঠন

করতে পারে [চির খ ও গ]। ফলে উভয় কার্বন পরমাণু দ্বিবন্ধনে আবদ্ধ হয়ে পড়ে। তখন দ্বিবন্ধনযুক্ত কার্বন পরমাণুসম্মত তাদের অক্ষ বরাবর আবর্তন করতে পারে না। দ্বিবন্ধনযুক্ত কার্বন পরমাণুসম্মত একটি করে সদৃশ পরমাণু বা মূলক যুক্ত থেকে যেসব প্রতিস্থাপিত অ্যালকিন ($ab.C = C.ab$) উৎপন্ন করে তাদের দুটি ভিন্ন ত্রিমাত্রিক জ্যামিতিক গঠন সম্ভব হয়। এ কারণে প্রতিস্থাপিত অ্যালকিনসমূহে জ্যামিতিক সমাণুতা বা সিস্ট্রাই সমাণুতার উভের ঘটে।

জেনে রাখো : আমাদের চোখের রেটিনার রড-সেলে (rhodopsin) ডিটামিন (A_1) অ্যালকোহল বা রেটিনল ($C_{20}H_{30}O$) থেকে উৎপন্ন রেটিন্যাল থাকে। 20টি C এর রেটিন্যাল গঠনে 15 C এর একটি মূল শিল্পে 5টি CH_3 -মূলক শাখা শিল্পে আছে। এ কার্বন শিল্পে অন্তর্ভুক্ত রয়েছে 5টি $C=C$ দ্বিবন্ধন, এক প্রান্তের C_1 এর সাথে C_6 সিগমা বন্ধনে যুক্ত হয়ে 6C এর একটি বলয় এবং অপর প্রান্তের C_{15} হয়েছে $-CHO$ মূলক। এর কেবল $C-11$ ও $C-12$ এর $C=C$ এর দুটি H এর cis-কাঠামোটি আলোর ফোটন শক্তির (250 kJ/mol) প্রভাবে π বন্ধন তেঙ্গে অবশিষ্ট σ -বন্ধন-অক্ষ আবর্তনে all trans-সমাণু সৃষ্টি হয়। এতে আলোক শক্তি আবর্তনরূপে গতিশক্তি রূপ পায়। এ বন্ধন ভাঙনে 'রেটিন্যাল' রড সেলের প্রোটিন থেকে আলাদা হয় এবং প্রোটিন গঠনের বিরুদ্ধ ঘটে। এর ফলে রেটিনা-কোষে আয়ন প্রবাহে অপটিক নার্তে ডিডি-স্পন্দন সঞ্চারিত হয়ে মন্তিকে পৌছে। এর মধ্যে আলো-প্রভাবিত all trans-সমাণু পূর্বের cis সমাণুতে ফিরে প্রোটিনে যুক্ত হয়। এরপে 11-cis-retinal এর ফোটন শক্তি শোষণ দ্বারা পর্যায়ক্রমিক all trans retinal এ রূপান্তর প্রক্রিয়ায় রেটিনাতে দৃষ্টিশক্তি প্রকাশ পায়। তাহলে জানলে আজকের তোমার জ্যামিতিক সমাণুতার ধারণা ভবিষ্যতে ফিজিওলজিসহ জৈবিক ক্রিয়া সংক্ষে গবেষণায় ভূমিকা রাখবে।



২.৬.৩ আলোক সক্রিয় সমাণুতা (Optical isomerism)

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

আলোক সক্রিয় সমাণুগুলোর নিম্নোক্ত বৈশিষ্ট্য থাকে। যেমন,

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

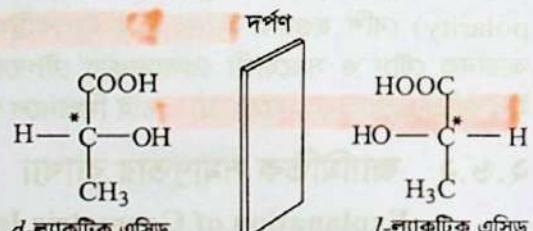
যেমন, ল্যাকটিক এসিড $[CH_3.CH(OH).COOH]$ একটি

আলোক সক্রিয় যৌগ। এটির মাঝখানের তারকা (*) চিহ্নিত C-পরমাণুটি যৌগের কাইরাল কেন্দ্র। তাই এর দুটি আলোক সক্রিয় সমাণু আছে। এদের একটিকে d ল্যাকটিক এসিড ও অপরটিকে l ল্যাকটিক এসিড বলে। তাদের দুটি ভিন্ন কনফিগারেশন দর্পণ প্রতিবিম্বের মতো হয়। [চির ২.১২]

২.৬.৪ আলোক সক্রিয়তার ব্যাখ্যা

Explanation of optical activity

অপ্রতিসম কার্বন যৌগের দর্পণ প্রতিবিম্ব : ত্রিমাত্রিক চতুর্থলকীয় কার্বন মতবাদ' অনুসারে, কার্বনের সুষম চতুর্থলক কাঠামোর চারটি কোণায় চারটি ভিন্ন পরমাণু বা মূলক যুক্ত থাকলে, তখন কার্বন পরমাণুটির চারদিকে যুক্ত চারটি মূলক বা পরমাণুর দুটি ভিন্ন স্থানিক বিন্যাস বা কনফিগারেশন (configuration) সম্ভব। এ বিন্যাসসম্মত আমাদের বাম হাত ও ডান হাতের বিন্যাস গঠনের মতো অর্থাৎ বাম হাত ও ডান হাতের আঙুলগুলো পরম্পরারের উপরিস্থাপনীয় হয় না অর্থাৎ অসমাপ্তিত হয়। কার্বন পরমাণুর সঙ্গে যুক্ত ভিন্ন পরমাণু বা মূলক চারটি যদি a, b, d, e হয়, তবে যৌগটির অণু হবে



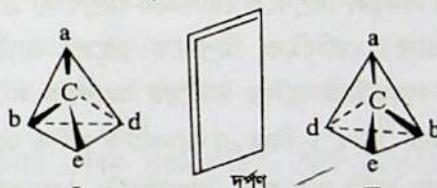
চির ২.১২ : ল্যাকটিক এসিডের দর্পণ প্রতিবিম্বের দুটি ভিন্ন কনফিগারেশন



চিত্র-২.১৩ : ডান হাত বাম হাতের দর্পণ প্রতিবিষ্ট এবং হাতবয় অসমাপ্তিত।

Cabde এবং এর দুটি ভিন্ন গঠন পাওয়া যায়। এ গঠনসময়ের একটির 'গঠন কাঠামো' অপরটির ওপর সমাপ্তিত হয় না; বরঞ্চ ডান হাত ও বাম হাতের মতোই একটির গঠন অপর গঠনের 'দর্পণ প্রতিবিষ্ট' (mirror image) হয়। চিত্র নং ২.১৪-এ I ও II হলো যৌগ অণু Cabde এর 'দর্পণ প্রতিবিষ্ট'।

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



চিত্র-২.১৪ : Cabde অণুর চতুর্ভুজীয় গঠন ও এর দর্পণ প্রতিবিষ্ট।

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

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

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

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



চিত্র-২.১৫ : পোলারিমিটার ও আলোক সক্রিয়তা পরীক্ষা।

পোলারিমিটারের টিউবে কাইরাল যৌগের দ্রবণ রাখা হয়। একসমতলীয় আলো ঐ দ্রবণের ভেতর দিয়ে চলার সময় ঐ আলোক সক্রিয় যৌগটি একসমতলীয় আলোর তলকে ডানে (clockwise) অথবা বামে (anticlockwise) আবর্তন করে বা ঘুরিয়ে দেয়। প্রথম সমাগুটি আলোর তলকে যে দিকে ঘুরায় অপর সমাগুটি আলোর তলকে এর বিপরীত দিকে সমপরিমাণে ঘুরিয়ে থাকে। আলোক তলের আবর্তনের পরিমাণ অ্যানালাইজিং ফিল্টারের আবর্তন কোণ থেকে জানা যায়। যেমন, *d* ল্যাকটিক এসিডের আপেক্ষিক আবর্তন হলো $+2.24$ (উষ্ণতা 25°C) এবং *l* ল্যাকটিক এসিডের আপেক্ষিক আবর্তন হলো -2.24 (উষ্ণতা 25°C)। অর্থাৎ উভয়ের ক্ষেত্রে আবর্তন মাত্রা সমান; কিন্তু আবর্তনের দিক বিপরীত মাত্রা।

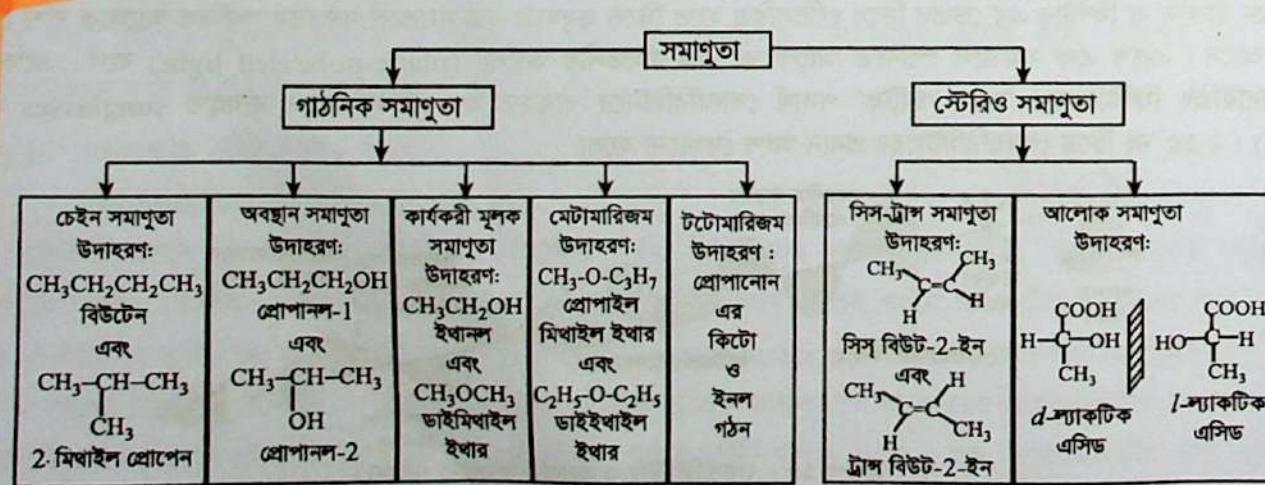
২.৬.৫ আলোক সক্রিয় সমাগুর ধর্ম

Properties of Optical Isomers

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

(২) রেসিমিক মিশ্রণ (Racemic mixture) : দুটি এনানসিওমার যেমন, *d* ল্যাকটিক এসিড ও *l* ল্যাকটিক এসিড উভয়েই একসমতলীয় আলোর তলকে সমান কৌণিক পরিমাণে বিপরীত দিকে ঘুরায়; তাই *d* সমাগু ও *l* সমাগুর এই সমতুল মিশ্রণ আলোক নিষ্ঠিয় হয়; দুটি এনানসিওমারের একপ সমতুল মিশ্রণকে রেসিমিক মিশ্রণ বা *dl* মিশ্রণ বা (\pm) মিশ্রণ বলে এবং প্রক্রিয়াটিকে রেসিমিকরণ (racemisation) বলে। রেসিমিক মিশ্রণকে রেসেম-অ্যাট্স (racemates, উচ্চারণ ressem-ates) বলা হয়। যেমন, *d* ল্যাকটিক ও *l* ল্যাকটিক এসিড উভয়েই আলোক সক্রিয় এবং এদের আপেক্ষিক আবর্তন হলো যথাক্রমে $+2.24^{\circ}$ এবং -2.24° (উষ্ণতা 25°C); কিন্তু *dl* ল্যাকটিক এসিড আলোক নিষ্ঠিয় হয়।

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



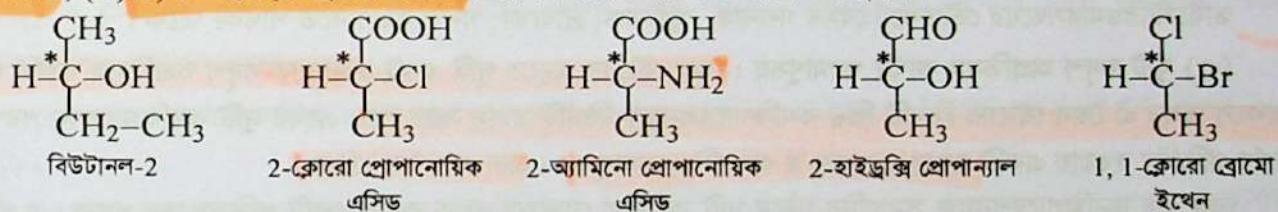
** [জেনে রাখো] : উভিদ ও প্রাণী কোষে আলোক সমাগুগ্লো গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। প্রায় সব কার্বোহাইড্রেট ও অ্যামাইনো এসিডগুলো আলোক সক্রিয়। কিন্তু এদের মধ্যে কেবল একটি সমাগু জৈবিক ক্রিয়ায় ব্যবহারযোগ্য। যেমন *d*-গুকোজ জৈব বিপাকীয় ক্রিয়ায় শক্তি উৎপন্ন করে; কিন্তু *L*-গুকোজ প্রস্তাবনাপে মুক্ত হয়। আবার *L*-অ্যালানিন প্রোটিন সংশ্লেষণে ব্যবহৃত হয়; কিন্তু *d*-অ্যালানিন বাদ পড়ে। নির্দিষ্ট গঠনের কাইরাল যৌগকে কোষের এনজাইম এর সক্রিয় ছানে আবদ্ধ করে জৈব বিপাকীয় ক্রিয়া সম্পন্ন করে।

২.৬.৬ অপ্রতিসম কার্বন পরমাণুর সংখ্যাভিত্তিক আলোক সমাগুর সংখ্যা

Total Number of Optical Isomers of different Chiral Centres

(১) একটি অপ্রতিসম কার্বন পরমাণুসহ : জৈব যৌগের অণুতে একটি মাত্র অপ্রতিসম কার্বন পরমাণু বা কাইরাল কেন্দ্র থাকলে দুটি আলোক সক্রিয় সমাগু সম্ভব। এ দুটি আলোক সমাগুকে *d*-সমাগু ও *L*-সমাগু বলে। এদের আলোক সক্রিয়তাৰ আবৰ্তন মাত্রার মান সমান কিন্তু দিক ভিন্ন থাকে। *d*-সমাগুৰ আবৰ্তন ডানদিকে বা দক্ষিণাবৰ্ত এবং *L*-সমাগুৰ আবৰ্তন বাম দিকে বা বামাবৰ্ত হয়। একুপ উভয় সমাগুকে পরম্পরেৱ এনানসিওমার বলে। যেমন, *d*-ল্যাকটিক এসিড ও *L*-ল্যাকটিক এসিড। এছাড়া একটি অপ্রতিসম কার্বন পরমাণু বা একটি কাইরাল কেন্দ্রবিশিষ্ট কিছু যৌগেৰ উদাহৰণ নিচে দেয়া হলো। যেমন,

(১) বিউটানল-২, (২) ২-ক্লোরো প্রোপানোয়িক এসিড, (৩) ২-অ্যামিনো প্রোপানোয়িক এসিড, (৪) ২-হাইড্রক্সি প্রোপান্যাল, (৫) ১, ১-ক্লোরো ব্রোমো ইথেন ইত্যাদি। এদেৱ গাঠনিক সংকেত নিম্নৰূপ :

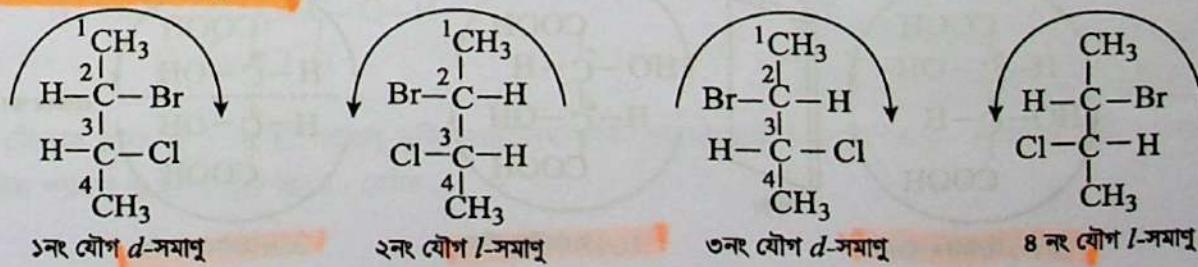


(২) দুটি ভিন্ন অপ্রতিসম কার্বন পরমাণুসহ : জৈব যৌগেৰ অণুতে দুটি ভিন্ন প্রকাৱ অপ্রতিসম কার্বন পরমাণু থাকলে তখন এ জৈব যৌগেৰ চাৱটি আলোক সক্রিয় সমাগু সম্ভব হয়। যেমন, ২-ব্রোমো-৩-ক্লোরো বিউটেন যৌগেৰ অণুতে দুটি ভিন্ন কাইরাল কেন্দ্র বা দুটি $\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ | & | \\ \text{CH}_3 & -\overset{*}{\text{C}}-\overset{*}{\text{C}}-\text{CH}_3 \\ | & | \\ \text{Br} & \text{Cl} \end{array}$ অপ্রতিসম C-পরমাণু আছে। এক্ষেত্ৰে তাৱকা চিহ্নিত ২ নং ও ৩ নং C-পরমাণু দুটিতে ভিন্ন ভিন্ন পরমাণু ও মূলক যুক্ত থাকায় এ দুটি C-পরমাণু ভিন্ন প্রকাৱ কাইরাল কেন্দ্র হয়েছে। তাই এৱা পরম্পৰেৱ দৰ্পণ প্ৰতিবিষ্য হয় না। যেমন,

১য় কাইরাল কেন্দ্র $\overset{*}{\text{C}}_2$ তে যুক্ত আছে : $-\text{CH}_3, -\text{H}, -\text{Br}, -\text{CHClCH}_3$

২য় কাইরাল কেন্দ্র $\overset{*}{\text{C}}_3$ তে যুক্ত আছে : $-\text{CH}_3, -\text{H}, -\text{Cl}, -\text{CHBrCH}_3$

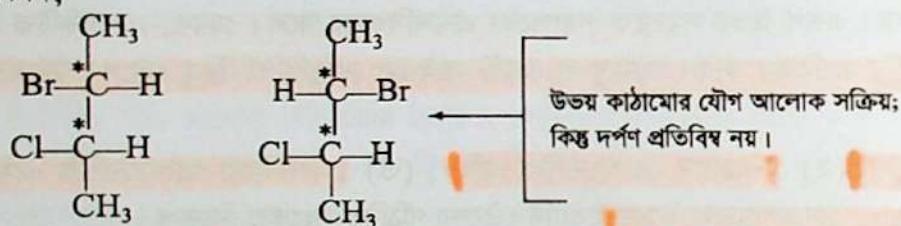
তাই ২-ব্রোমো-৩-ক্লোরো বিউটেন যৌগেৰ চাৱটি ভিন্ন কনফিগুৱেশন সম্ভব। দুটি ভিন্ন কাইরাল কেন্দ্র থাকায় এ যৌগেৰ চাৱটি আলোক সমাগু রয়েছে।



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

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

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



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

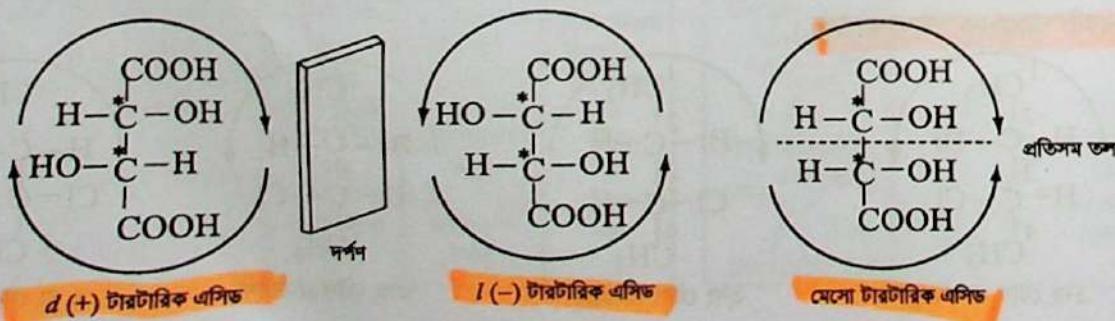
(৩) দুটি সদৃশ অপ্রতিসম কার্বন পরমাণুসহ : জৈব যৌগের অণুতে দুটি একই প্রকার বা সদৃশ অপ্রতিসম কার্বন পরমাণু থাকলে তখন ঐ জৈব যৌগের তিনটি ভিন্ন কনফিগারেশনযুক্ত তিনটি সমাগু সম্ভব হয়। এদের দুটি কনফিগারেশন পরস্পরের দর্পণ প্রতিবিম্ব হওয়ায় একটি সমাগু d-সমাগু ও অপরটি l-সমাগু হয়। এরা আলোক সক্রিয়।

কিন্তু তৃয় কনফিগারেশনযুক্ত সমাগুটির গঠনে দুটি কাইরাল কেন্দ্রকে পৃথক করার একটি প্রতিসম তল থাকে। এ প্রতিসম তলের উপরি অর্ধাংশের কাইরাল কেন্দ্রের আপেক্ষিক আবর্তনের মান নিচের অর্ধাংশের কাইরাল কেন্দ্রের আপেক্ষিক আবর্তনের মানের সমান কিন্তু বিপরীত দিকের হয়। ফলে অণুটির আলোক সক্রিয়তার সামগ্রিক আবর্তন মান শূন্য হয়। একে অপুর internal compensation বা অভ্যন্তরীণ সমতা সাধন বলা হয়। তখন এরূপ সমাগুকে আলোক নিয়ন্ত্রিয় মেসো (meso) সমাগু বলা হয়। দুটি সদৃশ কাইরাল কেন্দ্রবিশিষ্ট যৌগের সাধারণ সংকেত হলো abdC-Cabd এবং এর তিনটি ত্রিমাত্রিক গঠন বা কনফিগারেশন হলো নিম্নরূপ:

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

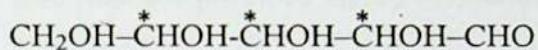
(ii) তৃতীয় কনফিগারেশনটি প্রতিসম তল দ্বারা বিভক্ত থাকে। এটি হলো মেসো-সমাগু।

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



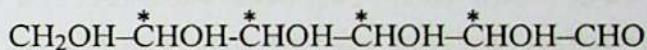
এক্ষেত্রে তারকা চিহ্নিত 2 নং ও 3 নং C-পরমাণু দুটিতে চারটি একই প্রকার পরমাণু ও মূলক যুক্ত থাকায় ঐ দুটি C-পরমাণু সদৃশ কাইরাল কেন্দ্র বা অপ্রতিসম কার্বন পরমাণু হয়েছে।

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



2, 3, 4, 5- টেট্রাহাইড্রোক্সি পেটোন্যাল

বা আলডো পেটোজ (বা, রাইবোজ)



2, 3, 4, 5, 6- পেন্টাহাইড্রোক্সি হেক্সান্যাল

বা, আলডো হেক্সোজ বা, গুকোজ

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

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

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

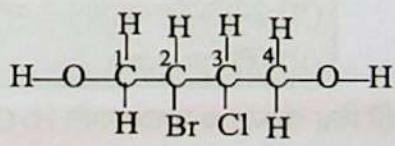
* (ii) সম্ভাব্য মেসো সমাণু সংখ্যার ফর্মুলা হলো $= (2)^{(n-2)/2}$; এক্ষেত্রে $n = 2, 4$ যুগ্ম সংখ্যা। যেমন, টারটারিক এসিডে $n = 2$ হয়েছে। তাই টারটারিক এসিডের আলোক সক্রিয় সমাণু সংখ্যা হলো $2^{2-1} = 2^1 = 2$ টি; একটি *d*-সমাণু এবং অপরটি *l*-সমাণু। আবার টারটারিক এসিডের মেসো সমাণুর সংখ্যা $= (2)^{(2-2)/2} = 2^0 = 1$ টি।

সমাধানকৃত সমস্যা-২.৩ : আলোক সমাণুতাত্ত্বিক :

2-ব্রোমো-3-ক্লোরো বিউট-১, 4-ডাই অল (HOCH₂-CHBr-CHCl-CH₂OH); এ যৌগটিতে কয়টি অপ্রতিসম C-পরমাণু আছে এবং এ সংকেতযুক্ত কয়টি আলোক সমাণু সম্ভব তা সংশ্লিষ্ট ফর্মুলাসহ ব্যাখ্যা কর।

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

সমাধান : প্রদত্ত যৌগটির গাঠনিক সংকেত হলো নিম্নরূপ :



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

MCQ-2.9 : ডাইমিথাইল ইথার ও ইথানল পরম্পরের কোন প্রকার সমাণু?
 (ক) জ্যামিতিক (খ) টেটোমার
 (গ) কার্যকরী মূলক (ঘ) অবস্থান সমাণু

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

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

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

সমাধানকৃত সমস্যা-২.৪ : আলোক সমাণু সংখ্যা নির্ধারণভিত্তিক :

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

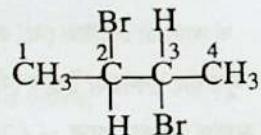
দক্ষতা : প্রথমে কাইরাল কেন্দ্র নির্দিষ্ট করতে হবে। পরে একাধিক কাইরাল কেন্দ্রের বেলায় সদৃশ কাইরাল কেন্দ্র ও অসদৃশ কাইরাল কেন্দ্রভিত্তিক ফর্মুলা দ্বারা সমাণু সংখ্যা গণনা করা যাবে।

সমাধান : প্রদত্ত যৌগটির গাঠনিক সংকেত হলো নিম্নরূপ :

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

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

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



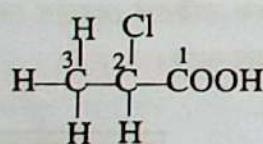
যেহেতু C_2 ও C_3 পরমাণুতে যুক্ত পরমাণু ও মূলকসমূহ সদৃশ; সুতরাং C_2 ও C_3 কাইরাল কেন্দ্র দুটি হলো একই প্রকার বা সদৃশ। তাই $(2)^{n-1}$ ফর্মুলা মতে, এক্ষেত্রে $n = 2$ হওয়ায়, আলোক সক্রিয় সমাণু সংখ্যা হবে $(2)^{2-1} = 2$ টি; একটি d -সমাণু অপরটি l -সমাণু। এক্ষেত্রে সদৃশ কাইরাল কেন্দ্র থাকায় আলোক নিষ্ক্রিয়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

সমাধানকৃত সমস্যা - ২.৫ : আলোক সক্রিয় সমাণু সংখ্যা নির্ধারণভিত্তিক :

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

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

সমাধান : প্রদত্ত যৌগটির গাঠনিক সংকেত হলো নিম্নরূপ :



MCQ-2.10 : কোন যৌগে দুটি কাইরাল কেন্দ্র আছে?

- (ক) 2-হাইড্রক্সি প্রোপানোয়িক এসিড
- (খ) বিউটেন-2, 3-ডাইঅল
- (গ) 2-মিথাইল প্রোপান-2 অল
- (ঘ) বিউটান-2-অল

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

শিক্ষার্থীর কাজ-২.৭ : জৈব যৌগে সমাগৃতার প্রকারভেদ নির্ণয়ভিত্তিক :

সমস্যা-২.১০ : নিচের সংকেতবৃক্ষ যৌগসমূহ কোনু প্রকার সমাগৃতা প্রদর্শন করবে তা প্রয়োজনীয় শর্ত উল্লেখ করে যথার্থতা ব্যাখ্যা করো :

- | | |
|--|---|
| (ক) $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$, | (খ) $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CHCOOH}$, |
| (গ) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$, | (ঘ) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$ |

সমস্যা-২.১১ : নিম্নোক্ত কোনু যৌগ সিস-ট্রান্স সমাগৃতা প্রদর্শন করবে তা ব্যাখ্যা করো :

- (ক) পেন্ট-১-ইন (খ) পেন্ট-২-ইন (গ) ২-মিথাইল পেন্ট-২-ইন।

সমস্যা - ২.১২ : নিম্নোক্ত পদ বা বিষয়ের ব্যাখ্যা করো :

- | | | |
|-----------------|--------------------|-------------------------|
| (ক) মেটামারিজম | (খ) টটোমারিজম | (গ) সিস-ট্রান্স সমাগৃতা |
| (ঘ) এনানসিওমারস | (ঙ) ডাইস্টেরিওমারস | (চ) মেসো যৌগ |

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

- (খ) এনানসিওমারস ও ডাইস্টেরিওমারস-এর মধ্যে পার্থক্য কী?
(গ) মেসো সমাগৃ আলোক সক্রিয় নয় কেন, ব্যাখ্যা করো।

সমস্যা-২.১৪ : নিচের কোনু যৌগের কয়টি আলোক সক্রিয় সমাগৃ ও আলোক নিষ্ঠিয় সমাগৃ আছে তা সংশ্লিষ্ট ফর্মুলাসহকারে ব্যাখ্যা করো :

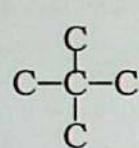
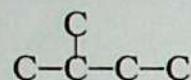
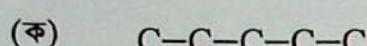
(ক) ২-ব্রোমো-প্রোপানোয়িক এসিড	$(\text{CH}_3\text{CHBr}-\text{COOH})$
(খ) ২-হাইড্রোক্সি প্রোপান্যাল	$(\text{CH}_3\text{CHOH}-\text{CHO})$
(গ) ২, ৩- ডাইহাইড্রোক্সি প্রোপান্যাল	$(\text{CH}_2\text{OHCHOH}-\text{CHO})$
(ঘ) বিউটান-২, ৩- ডাইঅল	$(\text{CH}_3\text{CHOHCHOH}-\text{CH}_3)$
(ঙ) ২, ৩- ডাইহাইড্রোক্সি বিউটেন ডাইওয়িক এসিড	$(\text{HOOC}-\text{CHOH}-\text{CHOH}-\text{COOH})$
(চ) ২, ৩- ডাই অ্যামিনো বিউটানোয়িক এসিড	$(\text{CH}_3\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH})$
(ছ) ২, ৩- ডাইক্লোরো বিউটানোয়িক এসিড	$(\text{CH}_3\text{CHClCHCl}-\text{COOH})$
(জ) ২-ব্রোমো -৩- ক্লোরো-বিউটান্যাল	$(\text{CH}_3\text{CHClCHBr}-\text{CHO})$
(ঘ) ২ -ব্রোমো-৩- ক্লোরো-বিউটেন	$(\text{CH}_3-\text{CHBr}-\text{CHCl}-\text{CH}_3)$
(ঝ) ২- অ্যামিনো-৩- ক্লোরো বিউটেন	$[\text{CH}_3-\text{CH}(\text{NH}_2)\text{CHCl}-\text{CH}_3]$

২.৭ জৈব যৌগের সংকেত থেকে গাঠনিক সমাগু সংখ্যা নির্ণয়

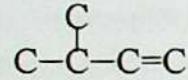
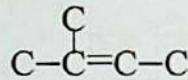
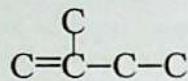
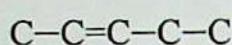
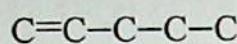
To determine Structural Isomers' Number from Compound's Formula

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

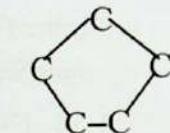
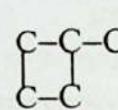
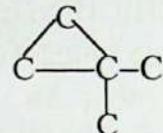
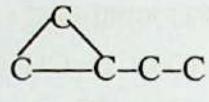
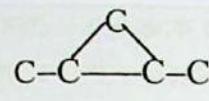
* জৈব যৌগে C-পরমাগু সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে চেইনের গঠন বিন্যাস সংখ্যাও বৃদ্ধি পায়। যেমন 4টি C-এর বেলায় 2টি চেইন বিন্যাস, 5টি C-এর বেলায় 3টি চেইন বিন্যাস, 6টি C-এর বেলায় 5টি বিন্যাস, 7C-এর বেলায় 7টি বিন্যাস, 10 C-এর চেইনের 75টি বিন্যাস সম্ভব। যদি চেইনে একটি $\text{C}=\text{C}$ দ্বিবন্ধন থাকে অর্থাৎ অ্যালকিনের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



(খ)



(গ)



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

শিক্ষার্থীর কাজ-২.৮ : হাইড্রোকার্বনের সমাপ্ত সংখ্যা নির্ণয় :

সমস্যা-২.১৫ : নিচে দেয়া শর্ত মতে হাইড্রোকার্বনের সমাপ্ত গঠন ও সংখ্যা নির্ণয় করো :

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

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

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

সমস্যা - ২.১৬ : C_5H_{12} ও C_4H_8 সংকেতযুক্ত সম্ভাব্য সমাপ্তগুলোর গাঠনিক সংকেত লেখ।

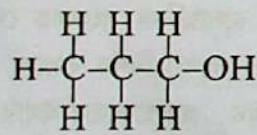
সমাধানকৃত সমস্যা - ২.৬ : অ্যালকোহল-ইথার ও অ্যালডিহাইড-কিটোন সমাপ্তগুলো নির্ণয় :

(ক) $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ সংকেতযুক্ত সম্ভাব্য সমাপ্ত গাঠনিক সংকেত লেখ।

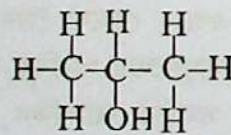
(খ) $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ সংকেতযুক্ত সম্ভাব্য সমাপ্ত গাঠনিক সংকেত লেখ।

দক্ষতা (Strategy) : প্রদত্ত রাসায়নিক সংকেত $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ এর শ্রেণিগত সাধারণ সংকেত হলো $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}$, যা হলো অ্যালকোহল ও ইথারের সাধারণ সংকেত। আবার $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ এর শ্রেণিগত সাধারণ সংকেত হলো $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$, যা অ্যালডিহাইড কিটোন ও অ্যালকিনল-এর সাধারণ সংকেত।

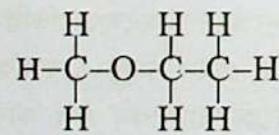
সমাধান (Solution) : (ক) $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ এর বেলায়, নিম্নোক্ত অ্যালকোহল ও ইথার সমাপ্তগুলো সম্ভব।



গ্রোপামল-১

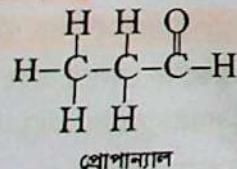


গ্রোপামল-২

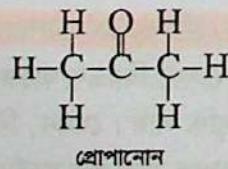


মিথোরিন ইথেন বা ইথাইল মিথাইল ইথার

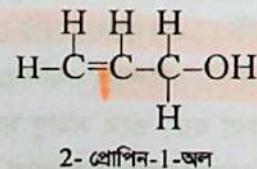
(খ) $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ এর বেলায়, নিম্নোক্ত অ্যালডিহাইড, কিটোন ও অ্যালকিনল সমাপ্ত সম্ভব।



গ্রোপাম্যাল



গ্রোপামোন



2- গ্রোপিন-১-অল