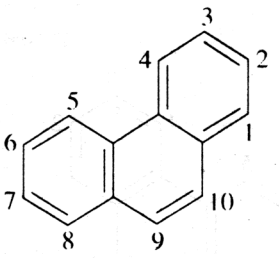
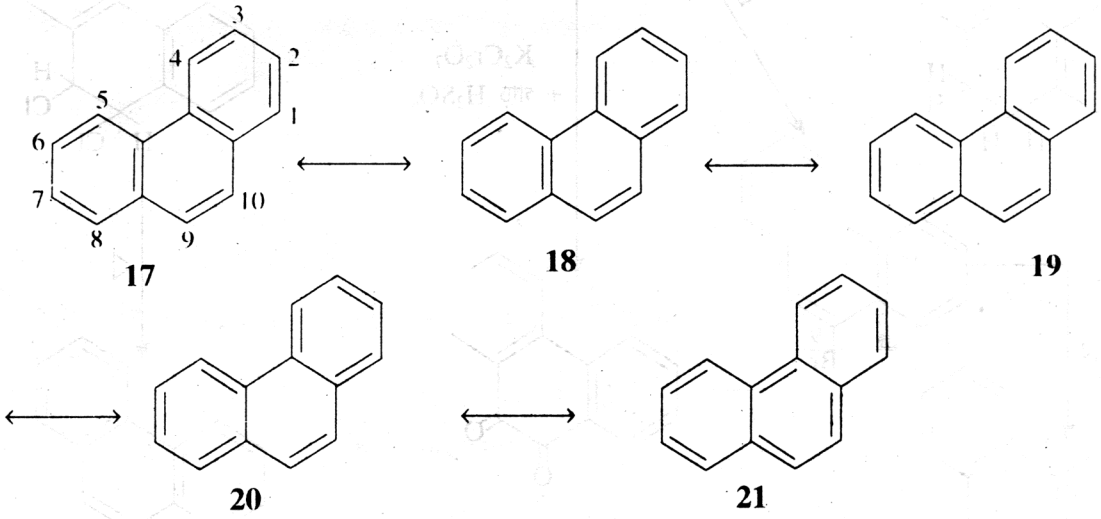
8.3.2 নামকরণ, সমাবয়বতা ও রেজোন্যান্স :

ফিনানথ্রিন অণুর কার্বনসজ্জা সংখ্যা দিয়ে দেখান হল।



যদি একটি হাইড্রোজেন পরমাণুকে কোনও একটি পরমাণু বা মূলক দিয়ে প্রতিস্থাপিত করা হয় তবে সমাবয়বের সংখ্যা হয় 5টি। আর যদি একইরকম পরমাণু বা মূলক দিয়ে দুটি হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত হয় তবে সমাবয়বের সংখ্যা হবে 25টি।

ফিনানথ্রিন একটি রেজোন্যান্স হাইব্রিড। এর 5টি resonating structures নিচে দেওয়া হল।



ফিনানথ্রিনের রেজোন্যান্স শক্তি (Resonance energy) 387 KJ. mol^{-1}

এখানে মনে রাখা দরকার—

(i) ফিনানথ্রিন, অ্যানথ্র্যাসিনের মতই অ্যারোমেটিক যৌগ। এবং এদের আণবিক সংকেত একটা এবং এরা সমাবয়ব।

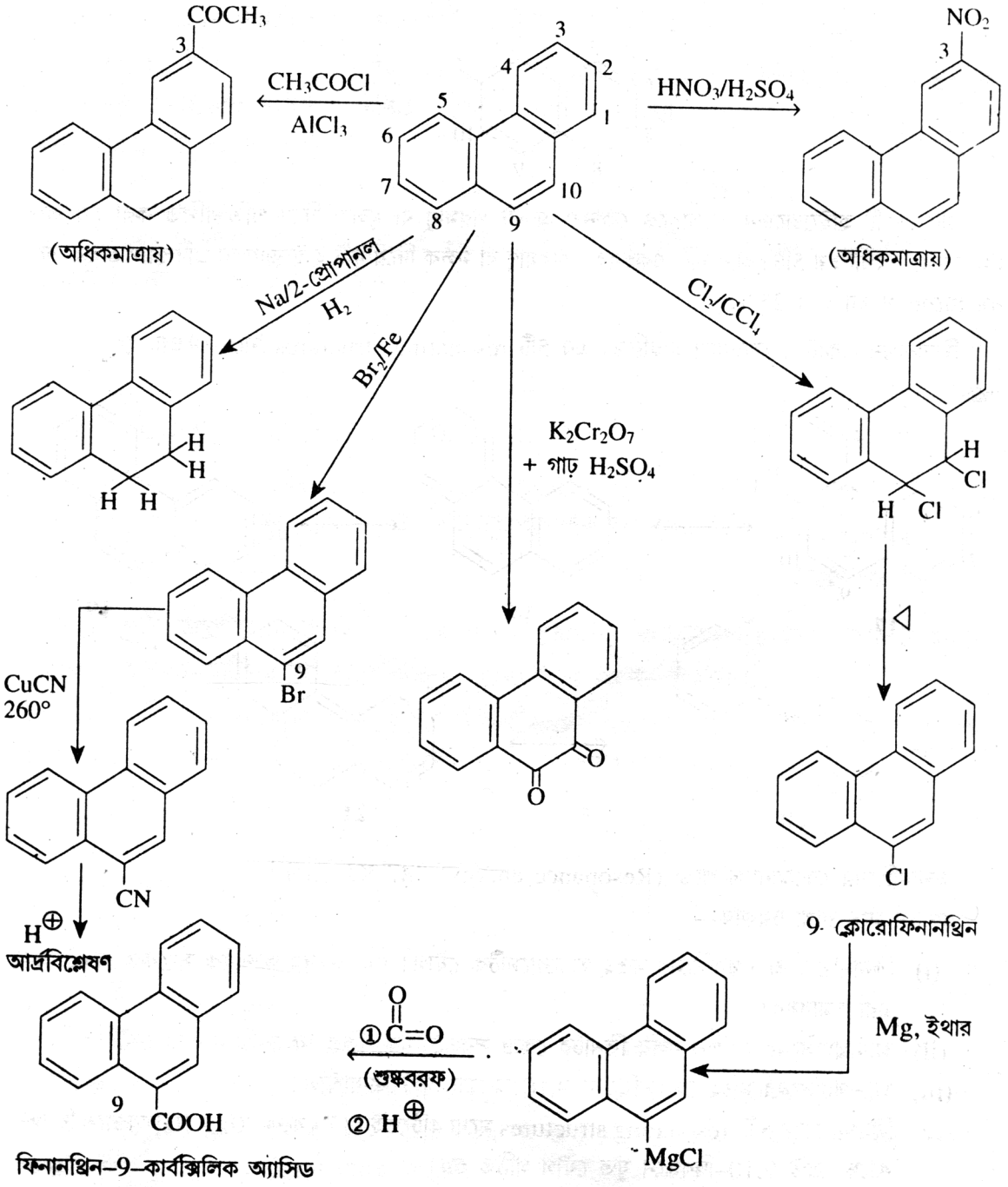
(ii) অ্যানথ্র্যাসিনের বেঞ্জিন বলয় তিনটির কেন্দ্র সরলরৈখিক, কিন্তু ফিনানথ্রিনে এরা কৌণিক।

(iii) অ্যানথ্র্যাসিনের মতই ফিনানথ্রিনের 9,10 অবস্থান দুটি ক্রিয়াশীল।

(iv) ফিনানথ্রিনের 5টি resonating structures মধ্যে 4টিতেই (17 থেকে 20) 9,10 অবস্থানে দ্বিবন্ধন আছে। তাই 9,10— দ্বিবন্ধনে যুত যৌগ গঠিত হয়।

8.3.3 ফিনানথ্রিনের রাসায়নিক বিক্রিয়া :

ফিনানথ্রিন যেমন যুতবিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে তেমনি অ্যারোমেটিক যৌগ বলে প্রতিস্থাপন ক্রিয়াতেও অংশগ্রহণ করে।



অনুশীলনী 2

(i) ফিনানথ্রিনের প্রাকৃতিক উৎস কি? কীভাবে এই উৎস থেকে ফিনানথ্রিন সংগ্রহ করা হয়?

(ii) ফিনানথ্রিনকে কীভাবে বাইফিনাইলে রূপান্তরিত করবেন? বিক্রিয়ার ধাপগুলি দেখান।

(iii) সর (Pschorr) পদ্ধতিতে ফিনানথ্রিন সংশ্লেষণের সময় যে দুটি প্রধান বিকারকের প্রয়োজন হয় তাদের নাম ও গঠন লিখুন।

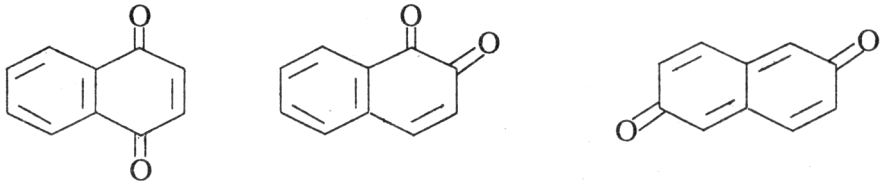
(iv) ফিনানথ্রিনের রেজোন্যাটিং গঠনগুলি (Resonating steructures) লিখুন। যৌগটির রেজোন্যান্স শক্তি (Resonance energy) কত?

8.4 কুইনোনসমূহ (Quinones)

বেঞ্জোকুইনোন (Benzoquinones) সম্বন্ধে আমরা আগেই শিখেছি। এখানে আমরা ন্যাপথ্যাকুইনোন (Napthaquinone), অ্যানথ্র্যাকুইনোন (Anthraquinone) ও ফিনানথ্র্যাকুইনোন (Phenanthraquinone) সম্বন্ধে খুব সংক্ষিপ্ত আলোচনা করব।

8.4.1 ন্যাপথ্যাকুইনোন :

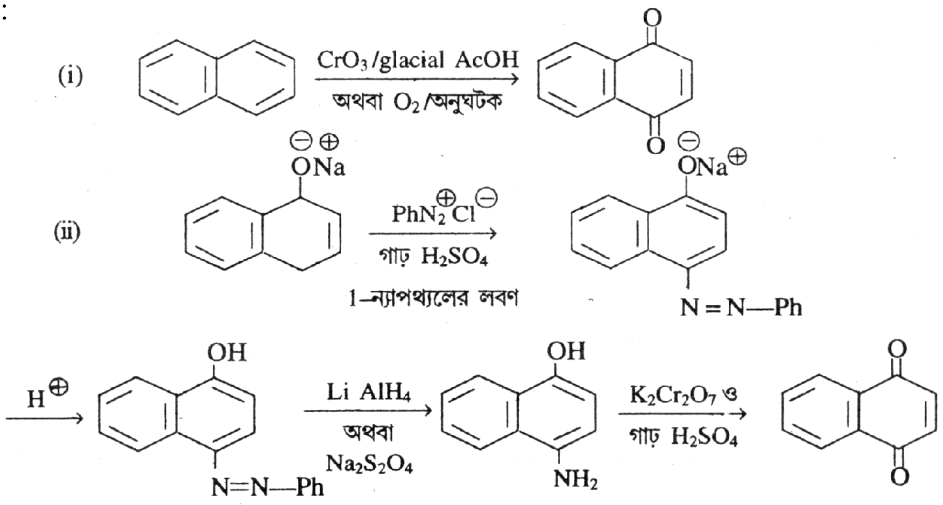
তিনটি ন্যাপথ্যাকুইনোনের অস্তিত্ব জানা গেছে। এগুলি হল—



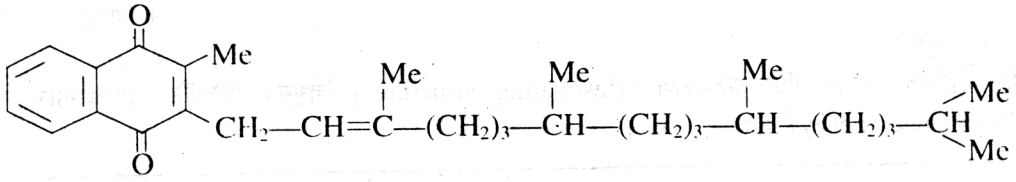
1,4– 1,2– 2,6–ন্যাপথ্যাকুইনোন

আমরা এখানে শুধু 1,4—ন্যাপথ্যাকুইনোনের প্রস্তুতি ও প্রয়োগ সম্বন্ধে বলব।

প্রস্তুতি:



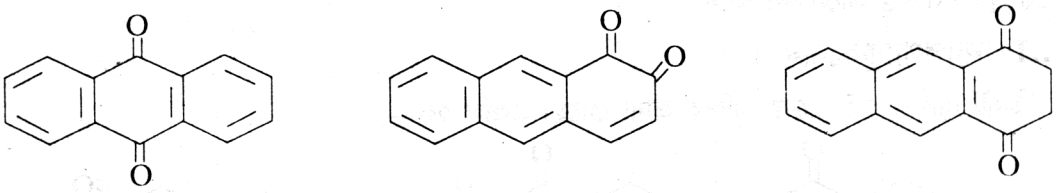
প্রকৃতিতে প্রাপ্ত ভিটামিন-K_1-এ 1,4-ন্যাপথ্যাকুইনোন অণুর কাঠামো রয়েছে। এই ভিটামিন রক্ত জমাট বাঁধতে সাহায্য করে।



ভিটামিন-K_1

8.4.2 অ্যানথ্রাকুইনোন

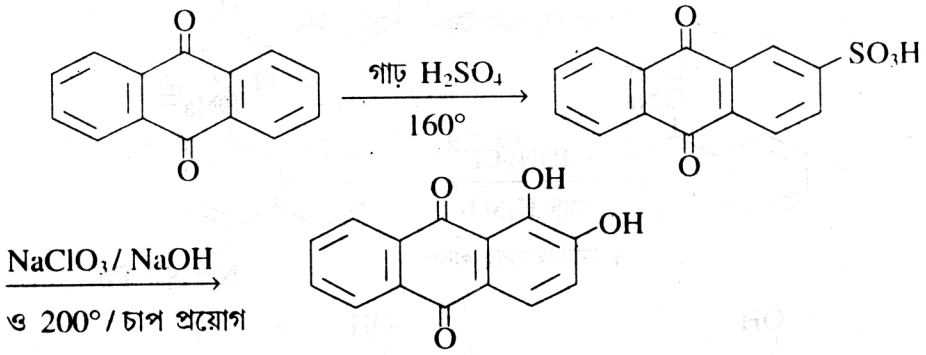
অ্যানথ্র্যাকুইনোনের তিনটি সমাবয়ব জানা আছে। এগুলি হল—



9,10– 1,2– 1,4–অ্যানথ্র্যাকুইনোন

9,10-অ্যানথ্র্যাকুইনোন ফ্রিডেল-ক্র্যাফটস্ পদ্ধতিতে অথবা ডিলস-আলডার বিক্রিয়ার সাহায্যে কীভাবে প্রস্তুত করা হয় তা আমরা অ্যানথ্র্যাসিনের গঠন নির্ধারণের সময় আলোচনা করেছি। এখানে শুধু এর ব্যবহারের কথাই উল্লেখ করবো।

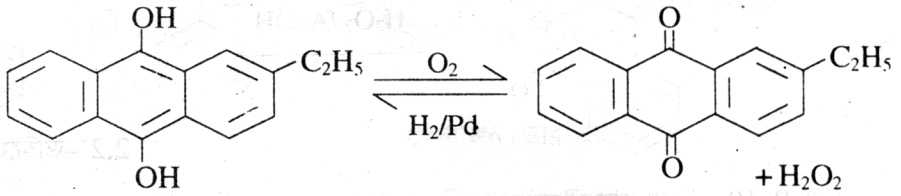
(1) 9,10-অ্যানথ্র্যাকুইনোন, অ্যালিজারিন (Alizarin) নামক রঞ্জক পদার্থ প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়।



অ্যালিজারিন

(2) 2-ইথাইলঅ্যানথ্র্যাকুইনল থেকে আধুনিক পদ্ধতি প্রয়োগ করে H_2O_2 প্রস্তুত করা হয়।

2-ইথাইলঅ্যানথ্র্যাকুইনলকে বেঞ্জিন ও সাইক্লোহেক্সানলের একটি মিশ্রণে দ্রবীভূত করে দ্রবণের ভিতর দিয়ে বায়ু চালনা করা হয়। এর ফলে 2-ইথাইলঅ্যানথ্র্যাকুইনলকে বাতাসের অক্সিজেন জারিত করে। ফলে 2-ইথাইলঅ্যানথ্র্যাকুইনোন ও H_2O_2 উৎপন্ন হয়।

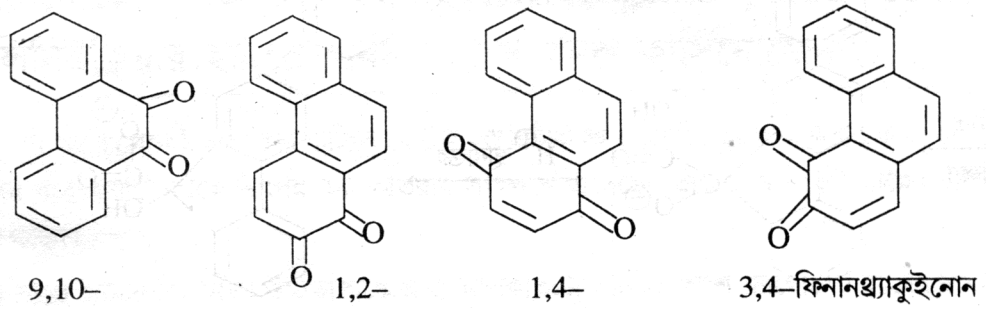


2–ইথাইলঅ্যানথ্র্যাকুইনল 2–ইথাইলঅ্যানথ্র্যাকুইনোন

উৎপন্ন 2-ইথাইলঅ্যানথ্র্যাকুইনোনের মধ্য দিয়ে Pd অণুঘটকের উপস্থিতিতে H_2 গ্যাস চালনা করলে আবার 2-ইথাইলঅ্যানথ্র্যাকুইনল পাওয়া যায়।

8.4.3 ফিনানথ্র্যাকুইনোন :

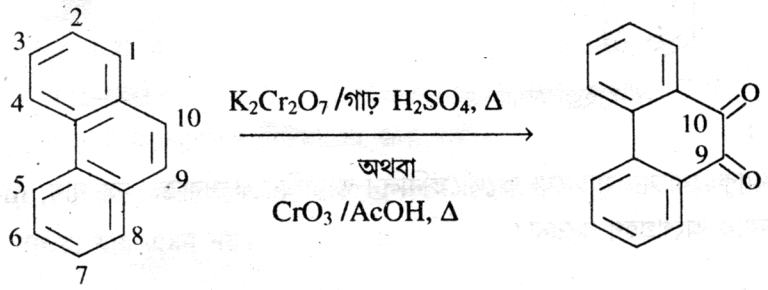
ফিনানথ্র্যাকুইনোনের সমবায়বগুলির গঠন নিচে দেখান হল।



9,10– 1,2– 1,4– 3,4–ফিনানথ্র্যাকুইনোন

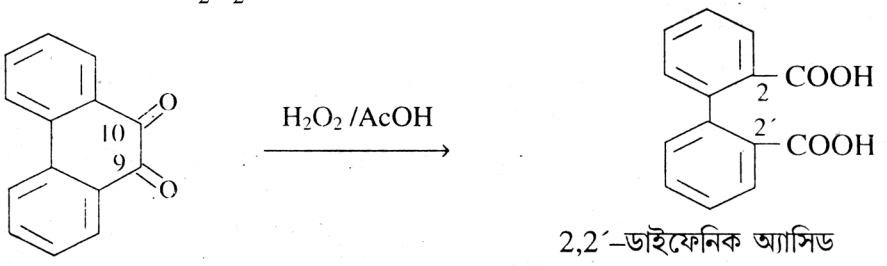
এখানে আমরা 9,10-ফিনানথ্র্যাকুইনোনের প্রস্তুতি, রাসায়নিক বিক্রিয়া ও ব্যবহার সম্বন্ধে খুব সংক্ষেপে আলোচনা করাবো।

প্রস্তুতি : ফিনানথ্রিন হাইড্রোকার্বনকে $K_2Cr_2O_7$ ও গাঢ় H_2SO_4 অথবা CrO_3/ AcOH এর সাহায্যে উত্তপ্ত করে 9,10-ফিনানথ্র্যাকুইনোন প্রস্তুত করা হয়।



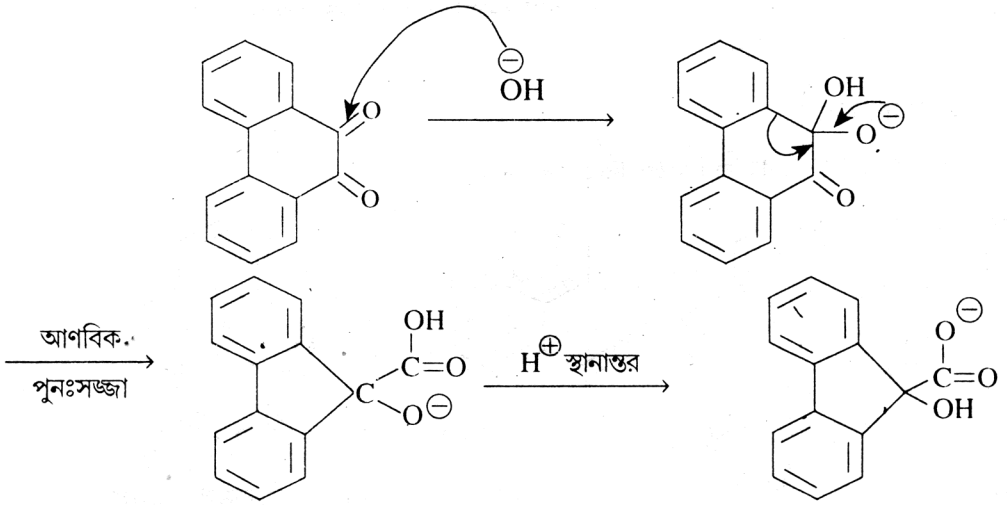
রাসায়নিক বিক্রিয়া :

(i) 9, 10–ফিনানথ্র্যাকুইনোনকে H_2O_2 / AcOH দিয়ে জারিত করলে 2, 2′–ডাইফেনিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়।



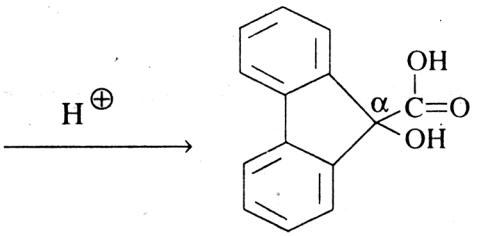
2,2′–ডাইফেনিক অ্যাসিড

(ii) 9, 10–ফিনানথ্র্যাকুইনোনকে যদি NaOH বা KOH দিয়ে উত্তপ্ত করা হয় ও পরে মিশ্রণকে আম্লিক করা হয় তবে আণবিক পুনঃ সজ্জার (বেঞ্জিল থেকে বেঞ্জিলিক অ্যাসিড প্রস্তুতির মত বিক্রিয়া) ফলে α-হাইড্রক্সি অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। বিক্রিয়ার কৌশল নিচে দেখান হল।



অ্যালকক্সাইড আয়ন

কার্বক্সিলেট আয়ন
(অধিক সুস্থির)

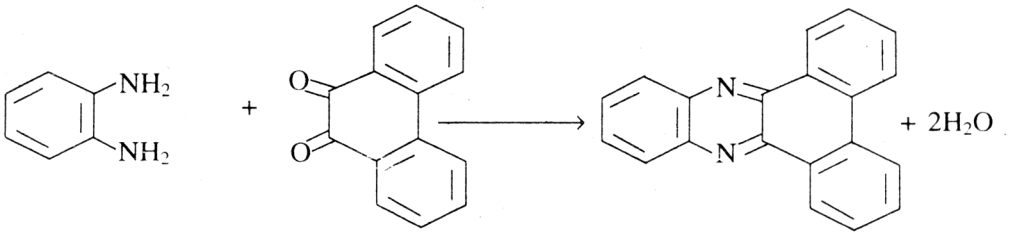


α–হাইড্রক্সিঅ্যাসিড

(iii) **ব্যবহার :**

9, 10–ফিনানথ্র্যাকুইনোনের সাহায্যে অর্থোফেনিলিন ডায়ামিনকে সনাক্ত করা যায়, m-বা p-ফেনিলিন ডায়ামিন এই বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে না।

উৎপন্ন ফেনাজিন ডেরিভেটিভটি অদ্রাব্য।



ফেনাজিন ডেরিভেটিভ

অনুশীলনী 3

(i) 1, 4 ; 1, 2 ; এবং 2.6–ন্যাপথ্যাকুইনোনের গঠন লিখুন।

(ii) 2-ইথাইল, 9, 10-অ্যানথ্র্যাকুইনোনকে কীভাবে H_2O_2 প্রস্তুত করতে ব্যবহার করা হয়?

(iii) ফিনানথ্রিন থেকে 9, 10–ফিনানথ্র্যাকুইনোন কীভাবে প্রস্তুত করবেন? সমীকরণসহ বর্ণনা দিন।

(iv) 9, 10–ফিনানথ্র্যাকুইনোনের একটি ব্যবহার উল্লেখ করুন। বিক্রিয়ার সমীকরণ দিন।

8.5 কার্সিনোজেনিক হাইড্রোকার্বনসমূহ (Carcenogenic hydrocarbons)— পলিনিউক্লিয়ার হাইড্রোকার্বন ও রাসায়নিক কার্সিনোজেন

অনেকদিন আগে থেকেই লক্ষ্য করা যাচ্ছিল যে যেসমস্ত শ্রমিক বহু বছর ধরে কয়লার খনিতে কাজ করেছেন এবং দীর্ঘদিন ধরে কয়লা থেকে উৎপন্ন আলকাতরার সংস্পর্শে এসেছেন তাদের অনেকেই গায়ের চামড়ার ক্যান্সারে ভুগছেন।

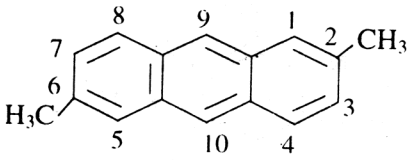
1915 সালে জার্মান বিজ্ঞানীরা উচ্চতাপাঙ্কে প্রাপ্ত আলকতরার পাতিত অংশ খরগোশের কানের চামড়ায় প্রয়োগ করে ক্যান্সারগ্রস্ত টিউমার তৈরি করতে সক্ষম হয়েছিলেন।

পরে লন্ডনের রয়্যাল ক্যান্সার হাসপাতালের (Royal Cancer Hospital, London) বিজ্ঞানী, Kennaway ও তাঁর সহকর্মীরা পরীক্ষা করে দেখেছেন যে আলকাতরার সাহায্যে ইঁদুরের গায়েও ক্যান্সার টিউমারের বিকাশ ঘটে।

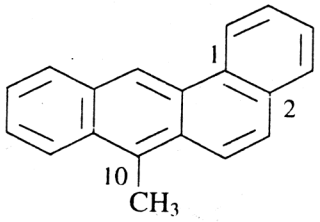
ব্রিটিশ বিজ্ঞানী, I, Hiegger (এবং তাঁর সহকর্মীরা) লক্ষ্য করেছেন যে আলকাতরা ক্যান্সার টিউমার উৎপন্ন করে তার প্রতিপ্রভা বর্ণালীতে 400, 418 এবং 440 mμ এ তিনটি পট্টি (band) পাওয়া যায়। এর থেকে বিজ্ঞানীদের ধারণা হয় যে 1, 2-বেঞ্জঅ্যানথ্র্যাসিন (1, 2–Benzanthracene) বা এর থেকে উৎপন্ন কোনও প্রতিস্থাপিত হাইড্রোকার্বন চামড়ায় ক্যান্সারপ্রাপ্ত টিউমারের জন্য দায়ী।

পরে জানা গেছে যে যেসমস্ত পলিনিউক্লিয়ার হাইড্রোকার্বন ক্যান্সারগ্রস্ত টিউমার উৎপন্ন করে তাদের সবকটিই আলকাতরায় পাওয়া যায় এমন নয়।

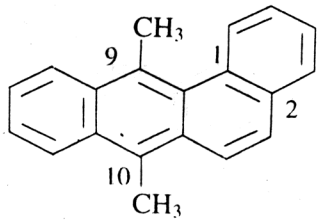
এখানে আমরা এমন কয়েকটি পলিনিউক্লিয়ার হাইড্রোকার্বনের উদাহরণ দেবো যারা ক্যান্সারগ্রস্ত টিউমার উৎপন্ন করে এবং যাদের অণুর সজ্জাতে অ্যানথ্র্যাসিন বা ফিনানথ্রিন এর আণবিক গঠন আছে। যেমন—



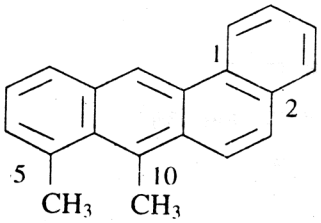
2,6-ডাইমিথাইল/
অ্যানথ্র্যাসিন
1



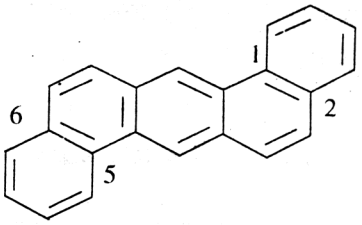
10-মিথাইল—
1,2–বেঞ্জঅ্যানথ্র্যাসিন
2



9,10-ডাইমিথাইল—
1,2–বেঞ্জঅ্যানথ্র্যাসিন
3

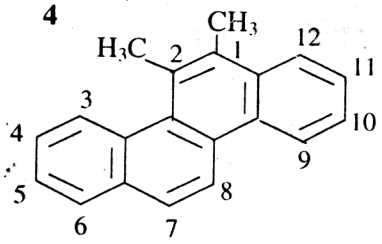


5,10-ডাইমিথাইল–1,2–বেঞ্জঅ্যানথ্র্যাসিন



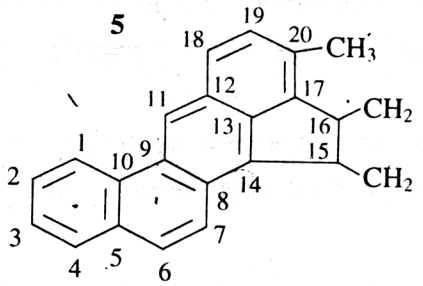
1,2,5,6-ডাইবেঞ্জঅ্যানথ্র্যাসিন

4

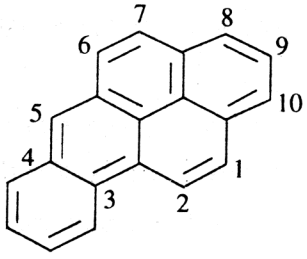


1,2–ডাইমিথাইলক্রাইসিন (chrysene)
6

5



20–মিথাইলকোলানথ্রিন
7



3,4-বেঞ্জপাইরিন

অনুশীলনী 4

(i) আলকাতরায় যে ক্যান্সার উৎপাদনকারী রাসায়নিক যৌগ আছে বিজ্ঞানীদের সে ধারণা কীভাবে হয়েছিল?

(ii) দুটি রাসায়নিক কার্সিনোজেনের গঠন লিখুন যার একটিতে অ্যানথ্র্যাসিনের গঠন ও অন্য একটিতে ফিনানথ্রিনের গঠন আছে।

8.6 সারাংশ

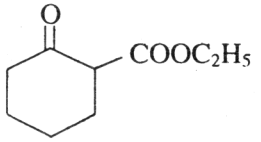
- এই এককে সংহত সিস্টেমের পলিনিউক্লিয়ার হাইড্রোকার্বন (দ্বিতীয় অংশ), অ্যানথ্র্যাসিন ও ফিনানথ্রিন সম্বন্ধে আলোচনা করা হয়েছে।
- আলকাতরা থেকে প্রাপ্ত মধ্যম তেল ও বারী তেল থেকে এদের সংগ্রহ করার পদ্ধতির বর্ণনা করা হয়েছে।
- এই হাইড্রোকার্বনগুলির গঠনমূলক সংকেত কীভাবে নির্ণয় করা হয় অর্থাৎ বিশ্লেষণ ও সংশ্লেষণ পদ্ধতির প্রয়োগ কীভাবে করা হয় তার বিস্তৃত আলোচনা করা হয়েছে।
- অ্যানথ্র্যাসিন ও ফিনানথ্রিন দুটি অ্যারোমেটিক যৌগ। এদের ধর্ম ও রাসায়নিক বিক্রিয়া সম্বন্ধে আমরা জানতে পেরেছি।
- 1, 4–ন্যাপথ্যাকুইনোন; 9, 10–অ্যানথ্র্যাকুইনোন; 9, 10–ফিনানথ্র্যাকুইনোন কীভাবে প্রস্তুত করা হয় এবং এদের ধর্ম, রাসায়নিক বিক্রিয়া ও ব্যবহার সম্বন্ধে কিছু তথ্য জানা গেছে।
- ক্যানসার উৎপাদনকারী পলিনিউক্লিয়ার হাইড্রোকার্বন সম্বন্ধে কিছু তথ্য উল্লেখ করা হয়েছে।

8.7 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

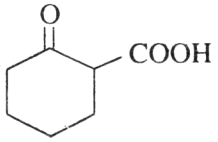
(i) ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন ক্রিয়ায় অ্যানথ্র্যাসিনের C_9–অবস্থান C_1 – বা C_2–অবস্থান থেকে বেশি সক্রিয়। যুক্তি দিয়ে ব্যাখ্যা করুন।

(ii) 1, 4–ন্যাপথ্যাকুইনোন একটি ডাইইনোফাইল। একটি ডাই-ইন উল্লেখ করে বিক্রিয়াটি দেখান।

(iii) (1)নং যৌগটি রাসায়নিক সংশ্লেষণ বিক্রিয়ায় ব্যবহার করা হয়; কিন্তু (2)নং যৌগটি ব্যবহার করা সম্ভব নয়। কারণ উল্লেখ করুন এবং ব্যাখ্যা দিন।

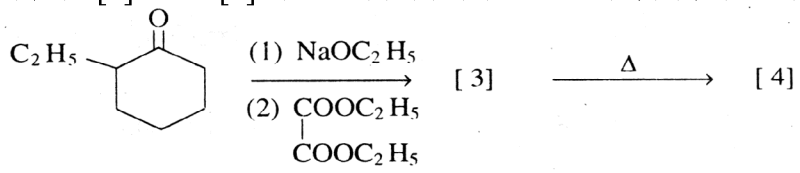


(1)

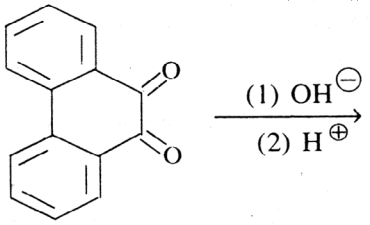


(2)

(iv) নিচের বিক্রিয়ায় [3] থেকে [6] পর্যন্ত যৌগগুলি সনাক্ত করুন এবং বিক্রিয়ার কৌশল দেখান।



(v) নিচের বিক্রিয়ায় কী ঘটে কৌশল উল্লেখ করে বিক্রিয়ালব্ধ যৌগটি দেখান।



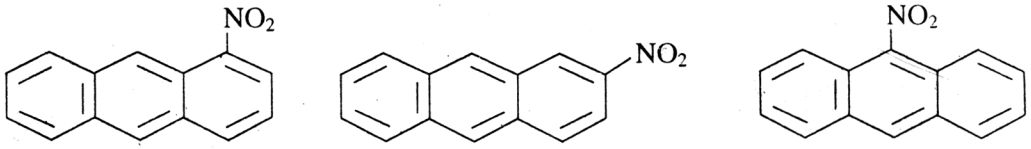
(vi) ফিনানথ্রিন সংশ্লেষণে বর্ধন-সেনগুপ্ত ও বগার্ট-কুক পদ্ধতি দুটিতে যে যে আবশ্যিক যৌগের প্রয়োজন তাদের নাম উল্লেখ করুন ও গঠন দেখান। বিক্রিয়া দুটির মধ্যে কোনও মিল আছে কি? বিক্রিয়ার কলাকৌশল দেখিয়ে উত্তর লিখুন।

(vii) হাওয়ার্থ পদ্ধতি ব্যবহার করে শুধুমাত্র ফিনানথ্রিন পাওয়া যায়। অ্যানথ্র্যাসিন হয় না কেন?

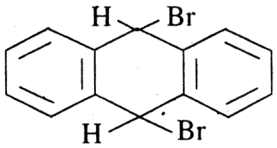
8.8 উত্তরমালা

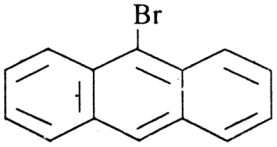
অনুশীলনী–1

(i) 8. 2-এর (1), (2) ও (3) দেখুন।

(ii) 

(iii) 8.2.3 দেখুন

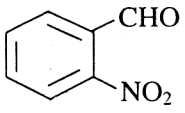
(iv) [1] 

[2] 

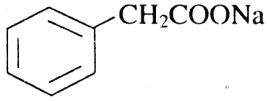
অনুশীলনী – 2

(i) 8.3 দেখুন।

(ii) 8.3.1-এর 3নং বিশ্লেষণ পদ্ধতি।

(iii) 

o–নাইট্রোবেনজালডিহাইড



সোডিয়াম ফিনাইলঅ্যাসিটেট

(iv) 8.3.2 দেখুন।

অনুশীলনী–3

(i) 8.4.1 দেখুন

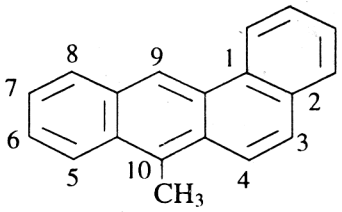
(ii) 8.4.2 দেখুন

(iii) 8.4.3 দেখুন

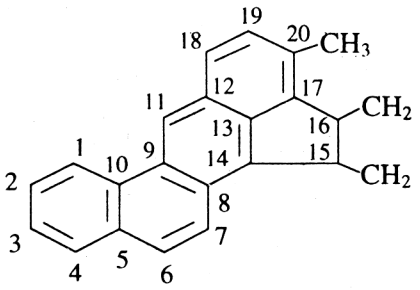
(iv) 8.4.3 দেখুন

অনুশীলনী–4

(i) 8.5 দেখুন

(ii) 

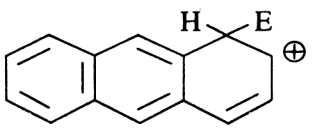
10–মিথাইল–1,2–বেঞ্জঅ্যানথ্র্যাসিন (অ্যানথ্র্যাসিনের গঠন)



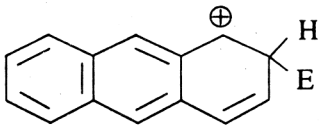
20–মিথাইলকোলানথ্রিন (ফিনানথ্রিনের গঠন)

সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

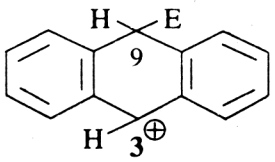
(i) ইলেকট্রোফাইলটি $E^{\oplus}$, সম্ভাব্য কার্বোক্যাটায়নগুলি হবে



1



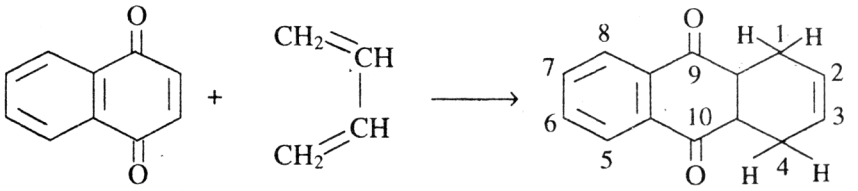
2



কার্বোক্যাটায়ন (1) ও (2)-এর প্রত্যেকটিতে একটি করে ন্যাপথ্যালিন বলয় বর্তমান। [ন্যাপথ্যালিনের রেজোন্যান্স শক্তি (Resonance energy = 252 KJ mol^{-1}]। কিন্তু কার্বোক্যাটায়ন (3)-এ দুটি বেঞ্জিন বলয় আছে। বেঞ্জিনের রেজোন্যান্স শক্তি = 150 KJ mol^{-1} দুটি বলয়ের জন্য মোট রেজোন্যান্স শক্তি 2 × 150 = 300 KJ mol^{-1}

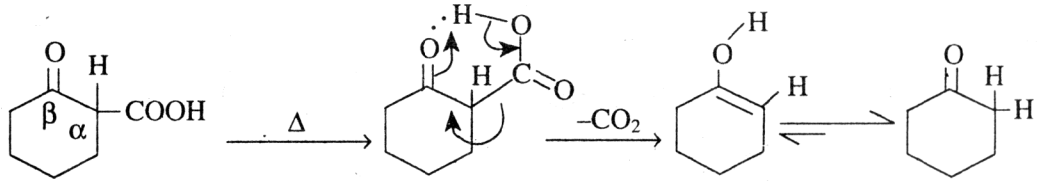
অতএব কার্বোক্যাটায়ন (3) বেশি সুস্থির। তাই C_9-এ প্রতিস্থাপন ক্রিয়া হবে।

(ii)



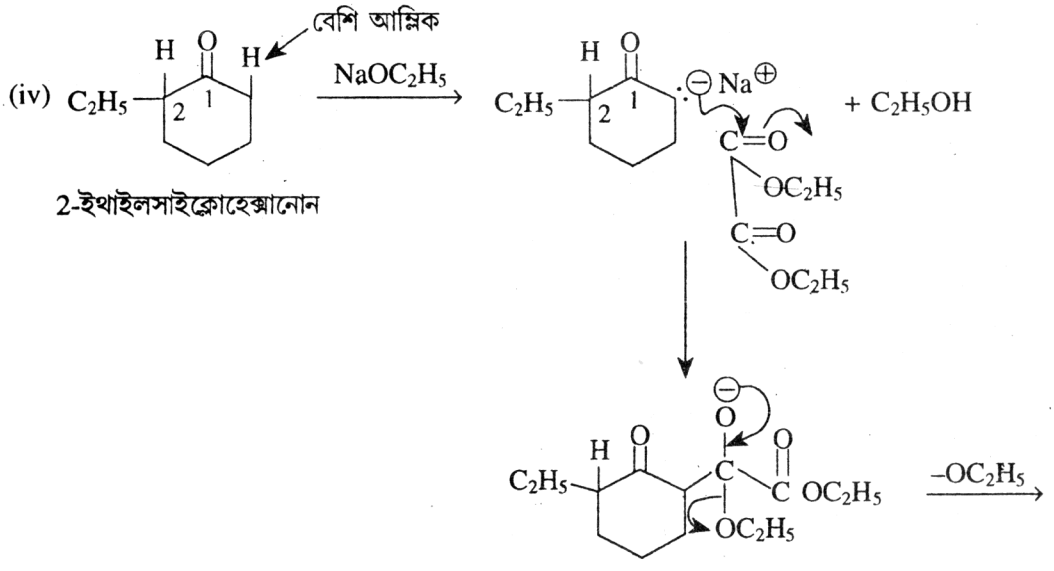
1,3–বিউটাডাইইন 1,4-ডাইহাইড্রো-9,10-অ্যানথ্র্যাকুইনোন

(iii) (1)নং যৌগটি একটি সুস্থির β-কিটো এস্টার। α-কার্বনে একটি আম্লিক হাইড্রোজেন আছে। তাই এটি সংশ্লেষণ ব্যবহৃত হয়। কিন্তু (2)নং যৌগটি একটি β-কিটো অ্যাসিড। তাপ প্রয়োগে CO_2 নির্গত হয়।

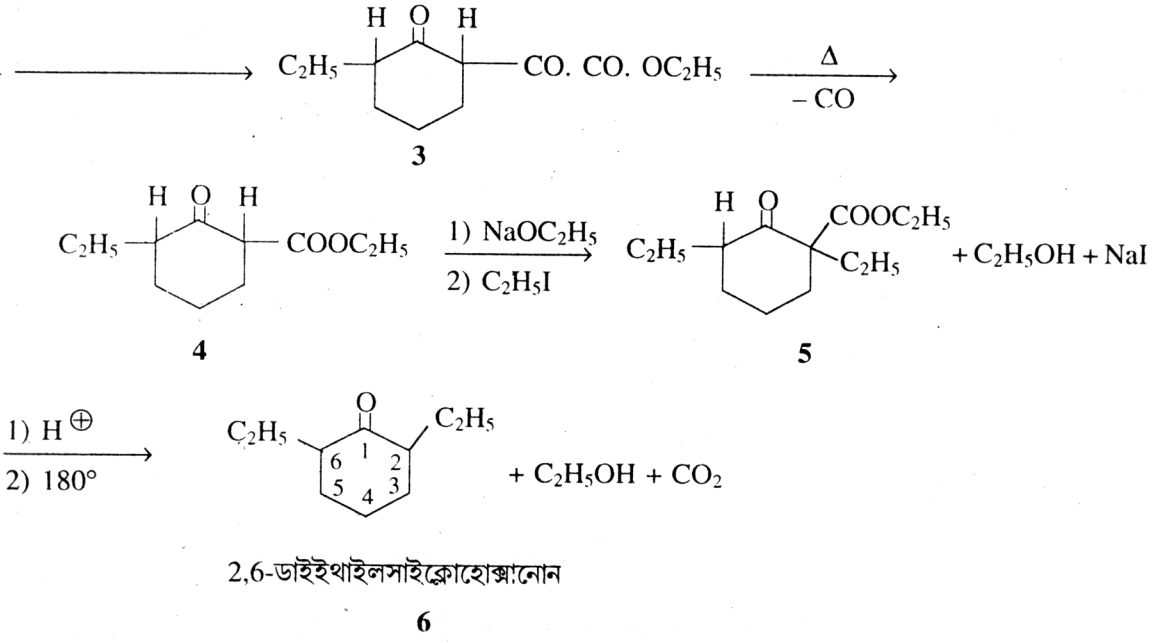


β-কিটো অ্যাসিড। ইনল কিটোন

(iv)



2-ইথাইলসাইক্লোহেক্সানোন



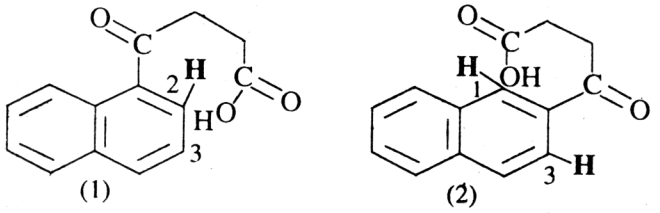
2,6-ডাইইথাইলসাইক্লোহেক্সানোন

6

(v) 8.4.3 দেখুন।

(vi) 8.3.1-এর সংশ্লেষণ পদ্ধতির (5) ও (6) দেখুন।

(vii) হাওয়ার্থ পদ্ধতিতে ন্যাপথ্যালিনের সঙ্গে সাকসিনিক অ্যানহাইড্রাইডের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন দুটি সমাবয়ব হল।



সমাবয়ব (1) : কেবলমাত্র C_2 – H প্রতিস্থাপিত হবে এবং ফিনানথ্রিন উৎপন্ন হবে।

সমাবয়ব (2) : দুটি সম্ভাবনা।

(a) C_1 – **H** অপসারিত হলে ফিনানথ্রিন;

(b) C_3 – **H** অপসারিত হলে অ্যানথ্র্যাসিন উৎপন্ন হতে পারে। ন্যাপথ্যালিনের C_1 কার্বন বেঞ্জাইলিক।

C_1 – C_2 বন্ধনের ইলেকট্রন আধিক্য C_2 – C_3 বন্ধনের ইলেকট্রন আধিক্য থেকে বেশি। তাই কেবলমাত্র বেঞ্জালিক কার্বন C_1 নিউক্লিওফিলিক কেন্দ্র হিসাবে বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করবে এবং ফিনানথ্রিন উৎপন্ন হবে।

একক 9 ❑ মুক্তশৃঙ্খল যৌগের ত্রিমাত্রিক সমাবয়বতা (1) (Stereochemistry of acyclic compounds)

গঠন

9.1 প্রস্তাবনা, উদ্দেশ্য

9.2 সমাবয়বতার সংজ্ঞা, শ্রেণীবিভাগ ও উদাহরণ

9.2.1 শৃঙ্খলঘটিত, অবস্থানঘটিত, কার্যকরী বা ক্রিয়াশীলমূলক ঘটিত সমাবয়বতা

9.2.2 আলোক সমাবয়বতা

9.2.3 সমতল সমবর্তিত আলোকরশ্মির ঘূর্ণন কোণ ও পোলারিমিটার যন্ত্র

9.2.4 ধ্রুবন ঘূর্ণাঙ্ক (Specific rotation) এবং আণবিক ঘূর্ণন (Molecular rotation)

9.2.5 আলোক সমাবয়বের নক্সা ও রোজেনফের (Rosanoff) অবদান

9.2.6 ত্রিমাত্রিক অণু সমতলে প্রকাশ—ফিসার অভিক্ষেপ ও বৈশিষ্ট্য— আলোকসক্রিয় যৌগের গঠনবিন্যাস

9.2.7 আলোকসক্রিয় যৌগ হওয়ার অপরিহার্য ও পর্যাপ্ত শর্ত—অপ্রতিসম কার্বন ও ভ্যান্টহফ-লা বেল তত্ত্ব— প্রতিবিম্ব সমাবয়বের মিশ্রণ ও আলোকসক্রিয়তা

9.2.8 দুটি অপ্রতিসম কার্বন পরমাণুবিশিষ্ট যৌগের আলোকসক্রিয়তা— অবিম্ব সমাবয়ব যৌগ— আলোকসক্রিয় / আলোকনিষ্ক্রিয় সমাবয়বের সংখ্যা নির্ধারণ

9.2.9 সমমিতির কার্যপ্রণালী এবং সমমিতির উপাদান, সমমিতির তল, সমমিতির কেন্দ্র ও সমমিতির একান্তর অক্ষ

9.2.10 কাইরাল বা অপ্রতিসম কার্বন পরমাণুর পরম বিন্যাস

9.3 সমরূপী (Homotopic) প্রতিবিম্বরূপী (Enantiotopic) এবং অবিম্বরূপী (Diastereotopic) পরমাণু বা পরমাণুপুঞ্জ

9.4 রেসিমিক মিশ্রণ পৃথকীকরণ পদ্ধতি

9.5 রেসিমাইজেশান

9.6 ভালডেন উৎক্রমণ

9.7 অপ্রতিসম সংশ্লেষণ

9.8 জ্যামিতিক, সিস-ট্রান্স, সিন-অ্যান্টি সমাবয়বতা

9.8.1 E-Z পদ্ধতি দ্বারা জ্যামিতিক সমাবয়বদের চিহ্নিতকরণ

9.8.2 জ্যামিতিক সমাবয়বের বিন্যাস নির্ণয়

9.9 অবস্থানিক সমাবয়ব (Conformational isomers)

9.10 সহর্স, ফ্লাইংওয়েজ ও ফিসার অভিক্ষেপ সংকেত

9.11 সারাংশ

9.12 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

9.13 উত্তরমালা

9.1 প্রস্তাবনা

আণবিক সংকেত দিয়ে কোন যৌগের একটি অণুতে উপস্থিত বিভিন্ন মৌলের পরমাণুর সঠিক সংখ্যা প্রকাশ করা হয়। কিন্তু আণবিক সংকেত যৌগের পরমাণুগুলির গঠনসজ্জা প্রকাশ করে না। জৈব রসায়ন ECH-10-এর পর্যায় I-এর 3, 4, 5 ও 6 এককে আমরা বিভিন্ন যৌগের সন্ধান পেয়েছি যাদের আণবিক সংকেত একই কিন্তু ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মের পার্থক্য আছে। যেমন, C_4H_{10} ; বিউটেন এবং 2-মিথাইল প্রোপেন ; C_4H_8 : 1-বিউটিন ও 2-বিউটিন এবং C_4H_6 : 1-বিউটাইন ও 2-বিউটাইনকে প্রকাশ করে। অভিন্ন আণবিক সংকেত বিশিষ্ট বিভিন্ন যৌগদের সমাবয়ব যৌগ বলে এবং এই অবস্থাভেদ বিষয়টিকে বলে সমাবয়বতা (Isomerism)।

পর্যায়ের এই এককে আমরা মুক্তশৃঙ্খল যৌগের ত্রিমাত্রিক সমাবয়বতা সম্বন্ধে আলোচনা করব। ত্রিমাত্রিক সমাবয়বতার কারণ কী? এই ধরনের যৌগে পরমাণু বা পরমাণুপুঞ্জের স্থানিক (space) অবস্থান বা বিন্যাস (orientation) কেন পৃথক হয়? ত্রিমাত্রিক সমাবয়ব যৌগের সঙ্গে এই বিন্যাসের সম্পর্ক কি? সে সম্বন্ধে বিশদভাবে বলা হবে। ত্রিমাত্রিক সমাবয়ব যৌগের শ্রেণীবিভাগ, নামকরণ, পৃথকীকরণ, সমতলে সঠিকভাবে অঙ্কন এবং যৌগগুলি আলোকসক্রিয় কিনা প্রভৃতি বিষয়গুলি সম্বন্ধে আপনি সঠিক ধারণা করতে পারবেন।

উদ্দেশ্য

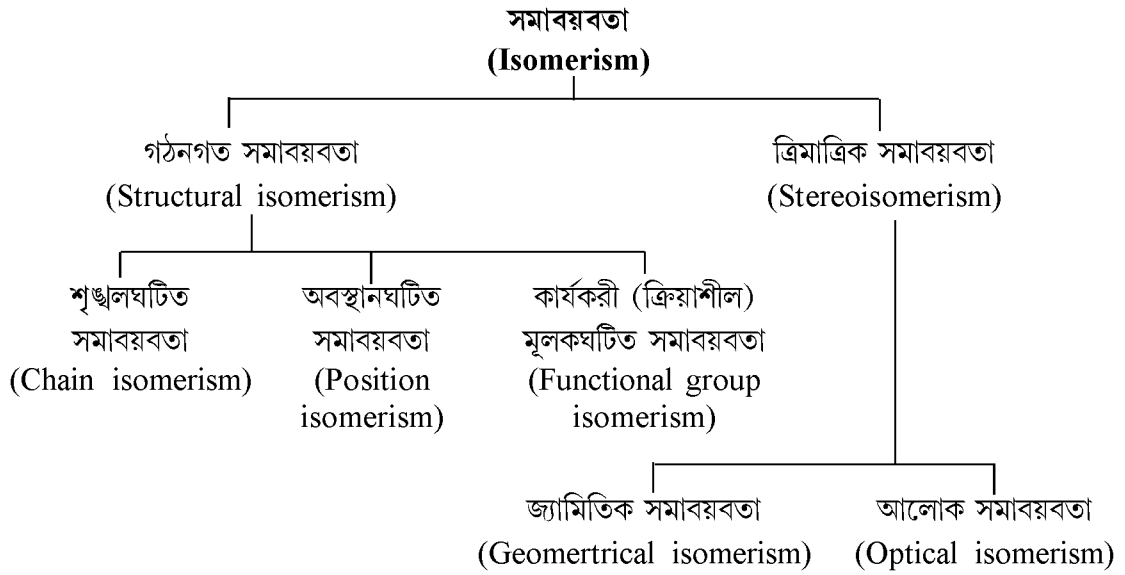
এই এককটি পাঠের পর আপনি যে যে বিষয়ে জানতে, অনুশীলনী এবং প্রয়োগ করতে সক্ষম হবেন তা হলো—

- বিভিন্ন ধরনের সমাবয়বতার সংজ্ঞার্থ এবং পরীক্ষা।
- যৌগের অণুর গঠন পরীক্ষা করে সে যৌগটি আলোকসক্রিয় হবে কি হবে না।
- পোলারিমিটার এবং সমতল সমবর্তিত আলোকরশ্মি কি?
- কোন যৌগের প্রতিবিম্ব ত্রিমাত্রিক সমাবয়ব বা এনান্সিয়োমারের (Enantiomers) বিন্যাস কীভাবে লিখতে হয়?
- প্রতিবিম্ব ত্রিমাত্রিক সমাবয়ব ও অবিম্ব ত্রিমাত্রিক সমাবয়বের (Diastereoisomers) মধ্যে পার্থক্য করতে পারা।
- যৌগে হস্তোপম বা কাইরাল (Chiral) কেন্দ্র চিহ্নিত করা।
- আলোকসক্রিয় সমাবয়বের সংখ্যা নির্ধারণ করা।
- যৌগে উপস্থিত সমমিতির কারণ সনাক্তকরণ।
- কাইরাল কার্বন পরমাণুর পরম বিন্যাস অনুক্রম নিয়মানুসারে নির্ধারণ করতে পারা।
- সমরূপী, প্রতিবিম্বরূপী ও অবিম্বরূপী লিগ্যান্ড এবং তল কাদের বলে?
- জ্যামিতিক বা সিস্-ট্রান্স্ সমাবয়ব যৌগের বিন্যাস লেখা এবং যৌগগুলিকে সিস্-ট্রন্স্ এবং E বা Z অনুসারে চিহ্নিতকরণ।
- রেসিমিক মিশ্রণ পৃথিকীকরণ কেমনভাবে করা যায়?
- বন্ধন কোণ এবং দ্বিতল কোণ কাকে বলে? অনুবিন্যাস কী?
- নিউম্যান অভিক্ষেপ সংকেত, সহর্স সংকেত, ফ্লাইংওয়েজ এবং ফ্রিসার অভিক্ষেপ সংকেত কাকে বলে এবং পারস্পরিক সম্পর্ক।

9.2 সমাবয়বতার সংজ্ঞা ও শ্রেণীবিভাগ — বিভিন্ন সমাবয়ব যৌগের উদাহরণ

বিভিন্ন ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মবিশিষ্ট একাধিক যৌগের আণবিক সংকেত একই হতে পারে। যেমন, 1-বিউটিন এবং 2-বিউটিন একই আণবিক সংকেত বিশিষ্ট, C_4H_8। এ ধরনের যৌগদের বলা হয় সমাবয়ব (Isomer) এবং অবস্থাভেদ বিষয়টিকে বলা হয় সমাবয়বতা (Isomerism)।

সমাবয়বতা প্রধানত দুপ্রকার—গঠনগত (Structural) ও ত্রিমাত্রিক (Stereo) সমাবয়বতা। গঠনগত সমাবয়বতা আবার তিন প্রকার এবং ত্রিমাত্রিক সমাবয়বতা দুপ্রকার হতে পারে।



গঠনগত সমাবয়বতা (Structural isomerism) : জৈব যৌগের অণুতে অবস্থিত পরমাণুগুলির নির্দিষ্ট গঠনসজ্জার ফলে সমাবয়বতার উদ্ভব হয় এবং প্রতিটি সমাবয়বের গঠনসজ্জা ভিন্ন হয়। এই ধরনের সমাবয়বতাকে গঠনগত সমাবয়বতা (Structural isomerism) বলে এবং যৌগগুলিকে গঠনগত সমাবয়ব বলে (Structural isomers)। 9.2.1-এ এ সম্বন্ধে আলোকপাত করা হয়েছে।

ত্রিমাত্রিক সমাবয়বতা (Stereoisomerism) : অনেকসময় সমাবয়ব জৈবযৌগের গঠন অভিন্ন হয়; কিন্তু সমাবয়বী যৌগগুলিতে উপস্থিত পরমাণু বা পরমাণুপুঞ্জের স্থানিক (space) অবস্থান বা বিন্যাস (Orientation) বিভিন্ন হতে পারে। এর ফলে এক বিশেষ শ্রেণীর সমাবয়বতার উদ্ভব হয়, যাকে ত্রিমাত্রিক সমাবয়বতা (stereoisomerism) বলে। ত্রিমাত্রিক সমাবয়বতায় আলোচনা প্রসঙ্গে প্রথমে আলোক সমাবয়বতা এবং যথাস্থানে জ্যামিতিক সমাবয়বতা সম্বন্ধে আলোচনা করা হয়েছে।

9.2.1 (1) শৃঙ্খলঘটিত সমাবয়বতা (Chain isomerism) :

কার্বন পরমাণুগুলির বিন্যাসের পার্থক্যের জন্যে যৌগের যে সমাবয়বতার সৃষ্টি হয় তাকে শৃঙ্খলঘটিত সমাবয়তা বলে। উদাহরণ—

$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$

পেন্টেন

$CH_3CHCH_2CH_3$ (CH₃ শাখা)

2-মিথাইলবিউটেন

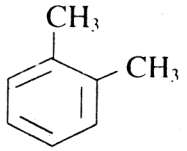
$CH_3-C(CH_3)_2-CH_3$

2,2–ডাই-মিথাইলপ্রোপেন

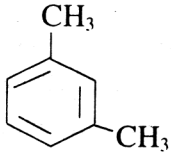
(2) **অবস্থানঘটিত সমাবয়বতা** (Position isomerism) : কার্বন পরমাণুগুলির বিভিন্ন কাঠামো বিশিষ্ট যৌগে মূলকের বা অসম্পৃক্ততার অবস্থানের পার্থক্যের জন্য যে সমাবয়বতার সৃষ্টি হয় তাকে অবস্থানঘটিত সমাবয়বতা বলে। যেমন—

$CH_3CH_2CH_2OH$	এবং	$CH_3\underset{\displaystyle OH}{\underset{\vert}{C}}HCH_3$
1-প্রোপানল		2-প্রোপানল
$CH_3CH_2CH = CH_2$	এবং	$CH_3CH = CHCH_3$
1-বিউটিন		2-বিউটিন
$CH_3CH_2C \equiv CH$	এবং	$CH_3C \equiv CCH_3$
1-বিউটাইন		2-বিউটাইন

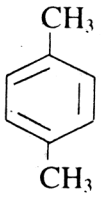
অবস্থানঘটিত সমাবয়বতার উদাহরণ হিসাবে অর্থো, মেটা ও প্যারা জাইলিনগুলিও উল্লেখ করা এখানে অপ্রাসঙ্গিক হবে না।



o-



m-



p–জাইলিন

(3) **কার্যকরী বা ক্রিয়াশীল মূলকঘটিত সমাবয়বতা** (Functional group isomerism) : পৃথক পৃথক ক্রিয়াশীল মূলক বিশিষ্ট বিভিন্ন সমাবয়ব যৌগের দরুণ যে সমাবয়বতার সৃষ্টি হয় তাকে ক্রিয়াশীল মূলকঘটিত সমাবয়বতা বলে। যেমন—

CH_3CH_2OH	এবং	CH_3OCH_3
ইথানল		মিথক্সি মিথেন
CH_3CH_2CHO	এবং	CH_3COCH_3
প্রোপান্যাল		প্রোপানোন

অনুশীলনী – 1

(1) নিম্নলিখিত জোড় যৌগগুলির মধ্যে কোনগুলি সদৃশ্যকার এবং কোনগুলি গঠনগত সমাবয়ব যুক্তি দিয়ে লিখুন। গঠনগত সমাবয়ব হলে প্রকৃতি উল্লেখ করুন।

(i) $CH_3 - \underset{\displaystyle Cl}{\underset{\vert}{C}}H(CH_2)_2 - CH_3$ এবং $CH_3\,(CH)_2\,\underset{\displaystyle Cl}{\underset{\vert}{C}}H - CH_3$

(ii) $CH_3(CH_2)_3\ CH_3$ এবং $(CH_3)_4\ C$

(iii) $CH_3CH_2CH_2CH_2CHO$ এবং $CH_3COCH_2CH_2CH_3$

(iv) $C_2H_5 — O — C_2H_5$ এবং $CH_3(CH_2)_2CH_2OH$

(2) নিচের আণবিক সংকেতবিশিষ্ট যৌগদুটি কী ধরনের সমাবয়বতা দেখাতে পারে? প্রত্যেকক্ষেত্রে সমাবয়বগুলি লিখুন।

(i) C_5H_{12} (ii) C_4H_8

9.2.2 আলোক সমাবয়বতা (Optical isomerism) :

আলোক সমাবয়বতা সেসব যৌগ প্রদর্শন করে যাদের আণবিক গঠন অভিন্ন কিন্তু পরমাণু বা মূলকের বিন্যাস অভিন্ন এবং এই সকল যৌগের আণবিক অপ্রতিসাম্যের ফলে যৌগগুলি আলোসক্রিয় হয়। এই সকল সমাবয়বের সমতল সমবর্তিত আলোকরশ্মির তলকে ঘড়ির কাঁটার চলার দিকে বা বিপরীত দিকে ঘোরাতে পারে।

আলোকসক্রিয় যৌগ এবং সমতল সমবর্তিত আলোকরশ্মি ঃ একগুচ্ছ সমতল সমবর্তিত (Plain polarised) আলোকরশ্মির গতিপথে কোন যৌগ (বা বস্তু) তরল বা দ্রবণ অবস্থায় রাখার ফলে যদি ঐ সমবর্তিত আলোকরশ্মির তল বাম বা ডান দিকে ঘুরে যায়, তবে ঐ যৌগটি আলোকসক্রিয় (Optically active) যৌগ বলে। আর যদি সমবর্তিত আলোকরশ্মির তলকে কোন দিকে ঘোরাতে না পারে তবে যৌগটি আলোকনিষ্ক্রিয় (Optically inactive) যৌগ হবে। যৌগটি সমবর্তিত আলোকরশ্মির তলকে ঘড়ির কাঁটা চলার দিকে (Clockwise direction) বা ডানদিকে ঘোরালে ঐ যৌগটিকে ডানঘূর্ণক (Dextrorotatory) বা সংক্ষেপে (d) বা (+) চিহ্ন ব্যবহার করে বোঝান হয়। আর যৌগটি সমবর্তিত আলোকরশ্মির তলকে ঘড়ির কাঁটা চলার বিপরীত (Anti-clockwise) দিকে ঘোরালে তাকে বামঘূর্ণক (Laevorotatory) যৌগ বা সংক্ষেপে (*l*) বা (–) চিহ্ন ব্যবহার করে বোঝানো হয়।

9.2.3 সমতল সমবর্তিত আলোকরশ্মির ঘূর্ণন কোণ ও পোলারিমিটার যন্ত্র :

সমতল সমবর্তিত আলোকরশ্মির ঘূর্ণন কোণ যে যন্ত্রের সাহায্যে মাপা হয় তাকে পোলারিমিটার (Polarimeter) বলে।

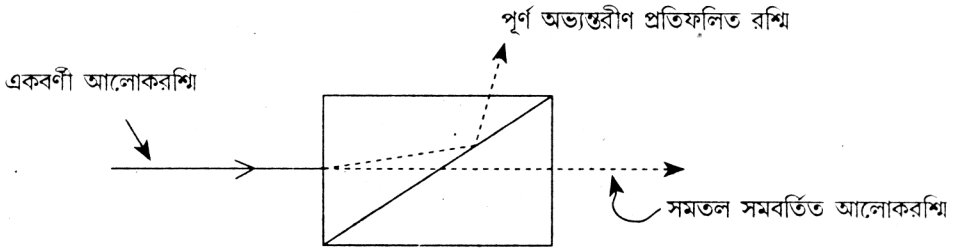
আলোকরশ্মির গতিপথে যে কোন বিন্দুতে আলোকরতরঙ্গ (গতিপথের সঙ্গে) যে কোন তলে অনুপ্রস্থ কম্পন (Transverse vibration) সম্পাদন করে। এখন আলোকরশ্মির গতিপথ যদি এই কাগজের উপর লম্ব হয়, তবে আলোকতরঙ্গের অনুপ্রস্থ কম্পন এই কাগজের সমান্তরাল যে কোন তলের যে কোন কোণে সম্পাদিত হবে।

যদি এই আলোকরশ্মি আইসল্যান্ড স্পার (Iceland spar) বা টুরমালিনের স্বচ্ছ কেলাসের উপর আপতিত হয়, তবে ঐ কেলাসের মধ্যে দিয়ে অতিক্রমকালে আলোকরশ্মি দ্বিপ্রতিসরণ (Double refraction) ঘটে।

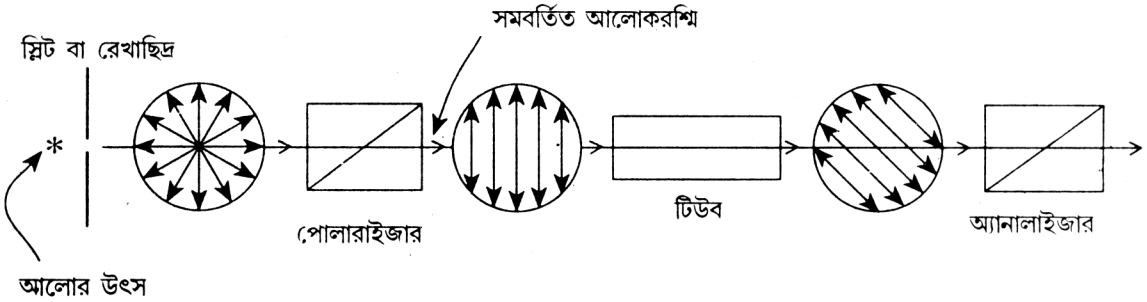
অর্থাৎ আলোকরশ্মিটি দুটি রশ্মিতে বিভক্ত হয়ে পড়ে। প্রত্যেকটি রশ্মি এককতলে এবং একে অন্যের তলের সঙ্গে লম্বভাবে কম্পিত হতে থাকে। প্রত্যেকটি রশ্মির প্রতিসরণাঙ্ক (refractive index) বিভিন্ন।

দুটি টুরম্যালিন বা আইসল্যান্ড স্পার কেলাস কানাডা বালসাম (Canada balsam) দিয়ে জুড়ে একটি প্রিজম গঠিত হয়। একে নিকল প্রিজম (Nicol Prism) বলে। রশ্মি দুটির প্রতিসরাঙ্কের পার্থক্যের জন্য প্রিজমের জোড়া দেওয়া জায়গা থেকে একটি রশ্মির পূর্ণ আভ্যন্তরীণ প্রতিফলন হয় এবং অপর রশ্মিটি অভিলম্বভাবে (Normally) প্রিজম থেকে বের হয়ে আসে। এই রশ্মিটিকেই সমতল সমবর্তিত আলোকরশ্মি বলে, যা বিশেষ একদিকে তলে কম্পিত হয়।

পোলারিমিটার যন্ত্রে এইরকম দুটি নিকল প্রিজম একই সরলরেখায় কিছু দূরত্বের ব্যবধানে রাখা হয়। একবর্ণী আলোকরশ্মির (Monochromatic ray of light) উৎসের দিকে অবস্থিত প্রিজমটিকে পোলারাইজার (Polarizer) বা সমতল সমবর্তিত আলোকরশ্মি প্রস্তুতকারক এবং অপর প্রিজমটি বিশ্লেষক (Analyser) প্রিজম বলে। একই তরঙ্গদৈর্ঘ্য (wave length) বিশিষ্ট আলোকরশ্মিকে একবর্ণী আলোকরশ্মি বলে। যেমন সোডিয়াম D-রেখার আলোকরশ্মি তরঙ্গদৈর্ঘ্যের মান হল 5893Å বা 5.893×10^5 pm।



কানাডা বালসাম দিয়ে জোড়া দেওয়া টুরম্যালিন বা আইসল্যান্ডস্পার কেলাস



এখন যদি পোলারাইজার ও অ্যানালাইজার প্রিজমের অক্ষ দুটি সমান্তরাল হয়, তবে পোলারাইজার থেকে নির্গত সমতল সমবর্তিত আলোকরশ্মি অ্যানালাইজার দিয়ে সমান তীব্রতায় (intensity) বের হয়ে যাবে। কিন্তু পোলারাইজার ও অ্যানালাইজার প্রিজম দুটি একে অন্যের সঙ্গে লম্বভাবে (crossed) থাকলে পোলারাইজার থেকে নির্গত আলোকরশ্মি অ্যানালাইজার দিয়ে বের হয়ে আসতে পারবে না। কোন আলোকরশ্মি দেখা যাবে না, অর্থাৎ দৃষ্টিক্ষেত্র সম্পূর্ণ অন্ধকার হয়ে থাকবে।

পোলারাইজার ও অ্যানালাইজারের অক্ষ দুটি একে অন্যের সঙ্গে সমান্তরালভাবে রাখার পর এই দুই প্রিজমের মধ্যবর্তী জায়গায় একই সরলরেখায় টিউবে করে কোন বস্তুকে তরল বা দ্রবণে দ্রবীভূত অবস্থায় নিয়ে রেখে দিলে যদি পুনরায় আলোকরশ্মি দেখা যায় তবে ঐ বস্তুটি আলোকনিষ্ক্রিয় পদার্থ। আর আলোকরশ্মি দেখা না গেলে আলোকসক্রিয় পদার্থ হবে। এখন আলোকসক্রিয় পদার্থের ক্ষেত্রে ডান বা বামদিকে যত ডিগ্রি কোণে অ্যানালাইজারটিকে ঘোরালে পুনরায় দৃষ্টিক্ষেত্র সম্পূর্ণ আলোকিত হয়ে যাবে, অ্যানালাইজারের এই ঘূর্ণক কোণের ডিগ্রির মান হবে ঐ বস্তু কর্তৃক সমতল সমবর্তিত আলোকরশ্মি ঘূর্ণক কোণের মানের সমান। এখন অ্যানালাইজারকে ঘড়ির কাঁটার বিপরীত দিকে ঘুরিয়ে যদি সম্পূর্ণ আলোকরশ্মি দেখা যায়, তবে বস্তুটি সমবর্তিত আলোকরশ্মির তলকে ঘড়ির কাঁটার চলার দিকে ঘুরিয়েছে। অর্থাৎ বস্তুটি ডানঘূর্ণক বা d বা (+) বস্তু হবে। আর এর বিপরীত দিকে হলে বস্তুটি বাম ঘূর্ণক বা *l* বা (–) হবে।

9.2.4 ধ্রুবণ ঘূর্ণাঙ্ক (Specific rotation) :

আলোকসক্রিয় পদার্থ দ্বারা সমতল সমবর্তিত আলোকরশ্মির তলকে ঘোরালে, ঘোরান কোণের মান, α বিভিন্ন কারনের উপর নির্ভরশীল। যেমন পদার্থটির অণুর প্রকৃতি ও সংখ্যা যা ঐ রশ্মির সম্মুখীন হয়। পদার্থটির দ্রবণের ঘনত্ব বা বিশুদ্ধ তরল পদার্থের ঘনত্ব এবং দ্রবণের বা তরলের পূর্ণনলের দৈর্ঘ্যের (যার মধ্যে দিয়ে ঐ সমবর্তিত রশ্মি অতিক্রান্ত হয়) মানের সঙ্গে সমানুপাতিক। এছাড়া সমবর্তিত আলোকরশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য, পরীক্ষাকালে ঘরের তাপমাত্রা এবং দ্রাবকের প্রকৃতির উপর α-র মান নির্ভরশীল। সাধারণত সোডিয়াম বাষ্প শিখা থেকে নির্গত একবর্ণী পীত আলোকরশ্মি (যাকে D-শিখা বলে) ধ্রুবণ ঘূর্ণাঙ্ক নির্ণয়ে ব্যবহার করা হয়। ধ্রুবণ ঘূর্ণাঙ্ক $[\alpha]$-কে নিম্নলিখিত সমীকরণের সাহায্যে প্রকাশ করা হয়।

$$[\alpha]_{D}^{t^{o}C} = \frac{\alpha}{l \times c}$$

যেখানে α = ঘূর্ণক কোণের মান

l = দ্রবণের দৈর্ঘ্য ডেসিমিটারে

c = বস্তুর পরিমাণ গ্রাম / সি.সি.

$t^{o}C$ = তাপমাত্রা

D = সোডিয়াম D-শিখা

কোন বস্তুর ধ্রুবণ ঘূর্ণাঙ্কের মানকে বস্তুর আণবিক ওজন দিয়ে গুণ করে 100 দিয়ে ভাগ করলে যে মান পাওয়া যায় তাকে আণবিক ঘূর্ণন (Molecular rotation) $[M]_{D}^{t^{o}C}$ বলে।

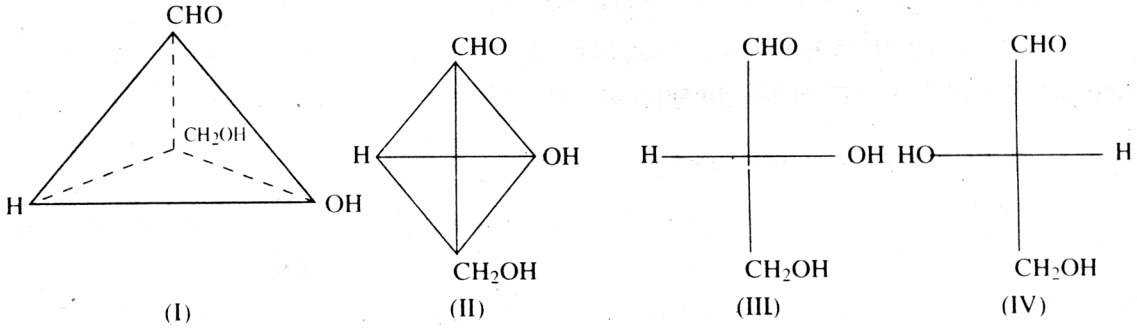
$$\therefore \quad [M]_{D}^{t^{o}C} = \frac{[\alpha]_{D}^{t^{o}C} \times M}{100} \qquad [\ M = \text{আণবিক ওজন}\ ]$$

9.2.5 আলোক সমাবয়বের নক্সা :

ডান ঘূর্ণক যৌগদের নামের আগে d বা (+) এবং বাম ঘূর্ণক যৌগদের *l* বা (–) চিহ্ন ব্যবহার করে বোঝান হয়। কিন্তু আলোক সমাবয়বগুলির ঘূর্ণনের দিকের থেকে সমাবয়বগুলির ত্রিমাত্রিক সম্বন্ধের প্রয়োজনীয়তা অনেক বেশি এবং শুরুতে আলোক সমাবয়বগুলির ত্রিমাত্রিক বিন্যাসের মধ্যে সম্বন্ধ স্থাপনের জন্য D এবং

L চিহ্ন ব্যবহার করা হয় এবং এই কাজে একটি বিশেষ যৌগকে আদর্শ হিসেবে ধরে নিয়ে তার পরিপ্রেক্ষিতে অন্য যৌগদের তুলনা করা হয়।

1906 খ্রিস্টাব্দে রোজানফ (Rosanoff) অন্যান্য যৌগদের ত্রিমাত্রিক সম্বন্ধের সঙ্গে তুলনা করার জন্য (+) এবং (–) গ্লিসার‍্যালডিহাইড যৌগকে আদর্শ হিসেবে চিহ্নিত করেন এবং (+) গ্লিসারালডিহাইডের গঠন বিন্যাস চিত্র : (1)-এর মত বলে ধরে নেন। গঠনটি সমচতুস্তলকের ন্যায় এবং এমনভাবে লেখা হয় যাতে তিনটি শীর্ষবিন্দু কাগজের তলের উপরে এবং চতুর্থ বিন্দুটি কাগজের তলের নিম্নে আছে বলে ধরা হয়। এখন



সমচতুস্তলকের কেন্দ্রে C-পরমাণু আছে, যার সঙ্গে চারটি মূলক (H, OH, CH_2OH এবং CHO) যুক্ত আছে। H, OH রেখা বরাবর চতুস্তলকটি ঘুরিয়ে (II) আনা হয়, সেখানে H, OH এবং CHO, CH_2OH রেখাদ্বয়ের ছেদবিন্দুটি হবে সমচতুস্তলকের কেন্দ্রে অবস্থিত C-পরমাণু। এখন (II) গঠনটি D(+) গ্লিসার‍্যালডিহাইডের স্বীকৃত বিন্যাস।

9.2.6 ত্রিমাত্রিক অণু সমতলে প্রকাশ— ফিসার অভিক্ষেপ ও বৈশিষ্ট্য — আলোকসক্রিয় যৌগের গঠনবিন্যাস

ত্রিমাত্রিক অণুকে দ্বিমাত্রিক কাগজে বা বোর্ডে যখন প্রকাশ করা হয়, তখনও কিন্তু তার আপাত ত্রিমাত্রিক আকার দৃষ্টিগোচর হয়। কোন অণুর এইভাবে প্রকাশিত গঠনবিন্যাসকে ফিসার অভিক্ষেপ সংকেত বলে। সরল এই অভিক্ষেপ সংকেত আমরা প্রায়ই ব্যবহার করি। এর বৈশিষ্ট্য সম্বন্ধে আমাদের কিছু ধারণা থাকা প্রয়োজন।

(1) অনুভূমিক লিগ্যান্ডগুলি কাগজের তল থেকে বাইরের দিকে অর্থাৎ পাঠকের দিকে আছে এবং উলম্ব লিগান্ডগুলি কাগজের তলে নিম্নে আছে।

(2) কোন অণুর এইভাবে প্রকাশিত গঠনবিন্যাস যেমন খুশি ঘোরানো যাবে না। তবে 180^o এবং 360^o কোণে ঘোরালে অনুভূমিক লিগ্যান্ডগুলি অনুভূমিকই, সেরকম উল্লম্ব লিগ্যান্ডগুলি উল্লম্বই থাকে। অর্থাৎ অণুটির গঠনবিন্যাসের কোনরকম পরিবর্তন হয় না কিন্তু 90^o বা 270^o কোণে ঘোরালে অনুভূমিক লিগ্যান্ডগুলি উল্লম্ব এবং উল্লম্ব লিগ্যান্ডগুলি অনুভূমিক হয়ে যায়, ফলে (1) রীতি অনুসারে গঠনবিন্যাস লঙ্ঘন করবে। অতএব কোন অণুকে 90^o বা 270^o কোণে ঘোরালে অণুটির এনান্সিয়োমার গঠনবিন্যাস লাভ করবে।

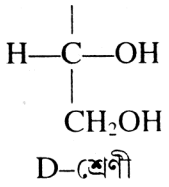
(3) কোন অণুর গঠনবিন্যাসের যে কোন দুটি লিগ্যান্ডের মধ্যে স্থান বিনিময় করলে অণুটির এনান্সিয়োমার গঠনবিন্যাস লাভ করবে কিন্তু দুই জোড়া লিগ্যান্ডের মধ্যে স্থান বিনিময় করলে অণুটির গঠন বিন্যাস অভিন্ন হবে।

(4) কোন জৈব যৌগে অবস্থিত একাধিক অপ্রতিসম কার্বন পরমাণুগুলিকে সাধারণত উল্লম্ব রেখায় (উত্তর-দক্ষিণ) রাখা হয় এবং প্রতিটি অপ্রতিসম কার্বন পরমাণুর অন্যান্য লিগ্যান্ডগুলি অনুভূমিক রেখায় (পূর্ব-পশ্চিম) রাখা হয়।

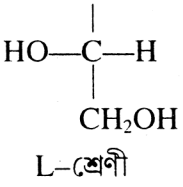
(5) ফিসার অভিক্ষেপ সংকেতে পর পর দুটি অপ্রতিসম কার্বন পরমাণুতে অবস্থিত লিগ্যান্ডগুলি সব সময় ইক্লিপ্‌স্‌ড (eclipsed) অবস্থায় থাকে।

CH_2OH মূলকের পরিপ্রেক্ষিতে OH মূলকটি ডানে ও H পরমাণুটি বামে এবং CHO মূলকটি শীর্ষে থাকতে হবে। অভগ্ন অনুভূমিক (horizontal) লাইন দ্বারা যুক্ত মূলক বা পরমাণু কাগজের তলের উপর দিকে এবং উল্লম্ব (vertical) লাইন দ্বারা যুক্ত মূলকগুলি কাগজের তলে নিম্নে অবস্থিত বলে ধরা হয়। চিত্র III, D(+) গ্লিসার‍্যালডিহাইডের এবং IV, L(–) গ্লিসার‍্যালডিহাইডের সমতল চিত্র। এখানেও অনুভূমিক লাইনে যুক্ত মূলক বা পরমাণু তলের উপরে এবং উল্লম্ব লাইনে যুক্ত মূলক বা পরমাণু তলের নিম্নে অবস্থিত বলে ধরতে হবে। আর কাগজের তলের উপর অপ্রতিসম (Asymmetric) বা কাইরাল C-পরমাণুটি অবস্থিত।

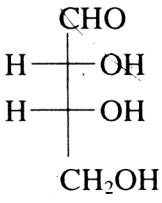
এখন যে কোন আলোকসক্রিয় যৌগের গঠনবিন্যাস D-গ্লিসার‍্যালডিহাইডের অনুরূপ হলে (অর্থাৎ CH_2OH মূলকের পরিপ্রেক্ষিতে OH মূলকটি ডানদিকে এবং H পরমাণুটি বামে অবস্থিত হলে) যৌগটি D-শ্রেণীর যৌগ হবে। কোন যৌগে যদি একাধিক অপ্রতিসম C-পরমাণু থাকে, সেক্ষেত্রে গ্লিসার‍্যালডিহাইডের অপ্রতিসম C-পরমাণুটি সমসময় নিম্নে অবস্থিত হবে এবং অবশিষ্ট অংশটি এবং উপরে থাকবে।



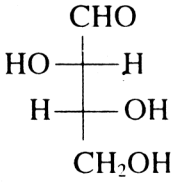
D–শ্রেণী



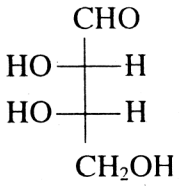
L–শ্রেণী



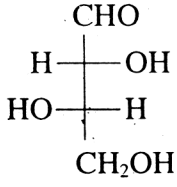
D(–) এরিথ্রোজ



D(–) থ্রিয়োজ



L(+) এরিথ্রোজ



L(+) থ্রিয়োজ

যদিও D(+) গ্লিসার‍্যালডিহাইডের গঠনবিন্যাস ধরে নেওয়া হয়েছিল, কিন্তু পরে D(+) গ্লিসার‍্যালডিহাইডের পরম বিন্যাস নির্ণয়ে প্রমাণিত হয়েছে যে রোজানফের ধরে নেওয়া গঠনবিন্যাসটিই ঠিক।

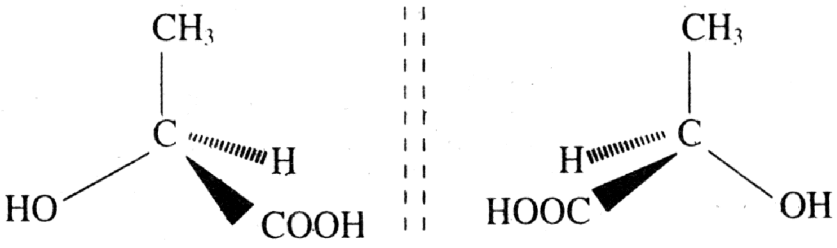
9.2.7 আলোকসক্রিয় যৌগ হওয়ার অপরিহার্য ও পর্যাপ্ত শর্ত— অপ্রতিসম কার্বন ও ভ্যান্টহক— লা বেল তত্ত্ব — প্রতিবিম্ব সমাবয়বের মিশ্রণ ও আলোকসক্রিয়তা

1848 খ্রিস্টাব্দে লুই পাস্তুর (Louis Pasteur) সোডিয়াম অ্যামোনিয়াম রেসিমেটের দুধরনের কেলাসকে চিমটের সাহায্যে আলাদা করেন। এই দুধরনের কেলাসের আকৃতি অর্ধপার্শ্বকীয় ফলিকা (Hemihedral facet) বিশিষ্ট এবং একটি অপরটির আয়নার প্রতিচ্ছবি (Mrror image), কিন্তু একে অন্যের উপর অঙ্গাঙ্গীভাবে উপরিপাত (Superposable) হয় না। একটির আপেক্ষিক ঘূর্ণাঙ্ক দক্ষিণবর্তী (d) এবং অপরটি বামবর্তী (l) হয়। এই ধরনের কেলাসদ্বয়কে প্রতিবিম্বরূপী (Enantomorphous) বলে।

যে সকল কেলাস বা যৌগের আণবিক গঠন তার প্রতিবিম্বর উপর সম্পূর্ণ উপরিপাত হয় না সেগুলি আলোকসক্রিয় (Optically active) হবে। অর্থাৎ যৌগ ও এর প্রতিবিম্ব অভিন্ন পরমাণু এবং মূলকযুক্ত হলেও একে অন্যের উপর সম্পূর্ণ উপরিপাত হবে না। কোনও যৌগের আলোকসক্রিয় হওয়ার এইটাই অপরিহার্য এবং পর্যাপ্ত (Necessary and sufficient) শর্ত। আলোকসক্রিয় বস্তুর গঠন অবশ্যই অপ্রতিসম (Asymmetric) বা বিপ্রতিসম (Dissymmetric) হবে। প্রতিসাম্যের কোন উপাদানই বর্তমান না থাকলে সেই সকল বস্তু বা যৌগকে বিপ্রতিসম বলে। আর যে সকল যৌগ ও তার আয়নার প্রতিচ্ছবি অঙ্গাঙ্গীভাবে উপরিপাত হয় না কিন্তু প্রতিসাম্যের কোন উপাদান উপস্থিত, তাকে অপ্রতিসম (Asymmetric) যৌগ বলে।

একটি যৌগ অণুর ও তার প্রতিবিম্বটি সম্পূর্ণ উপরিপাত না হলে তাদের (অণুটি ও এটির প্রতিচ্ছবি এনান্সিয়োমার বা প্রতিবিম্ব সমাবয়ব (Enantiomorphs) বলে।

এনান্সিয়োমারগুলি সমাবয়বী যৌগ, যাদের সমস্ত ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মগুলি সাধারণত অভিন্ন হয়। কিন্তু এনান্সিয়োমারগুলি কেবলমাত্র সমবর্তিত আলোকরশ্মি তলকে সমান কোণে কিন্তু বিপরীত দিকে ঘোরায়। অর্থাৎ সমবর্তিত আলোকরশ্মি তলকে একটি এনান্সিয়োমার দক্ষিণ বা ডান দিকে এবং অপরটি বামদিকে সমান কোণে ঘোরায়। অতএব একটি এনান্সিয়োমার ডানঘূর্ণক বা (d) বা (+) এবং অপরটি বামঘূর্ণক বা *l* বা (–) হবে। এনান্সিয়োমারগুলি রাসায়নিকভাবে সদৃশ্য হলেও আলোকসক্রিয় যৌগের সঙ্গে বিক্রিয়ায় বিক্রিয়ার গতির হার বিভিন্ন হয়।

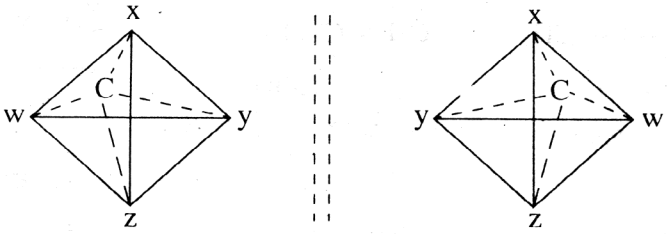


আলোকসক্রিয় জৈব যৌগের গঠনগত সমস্যা সমাধানকল্পে 1874 খ্রিস্টাব্দে ভ্যান্টহক (Van't Hoff) এবং লা বেল (la Bel) পৃথক পৃথকভাবে কার্বনের যোজ্যতার সম্বন্ধে তত্ত্ব হাজির করেন। ভ্যান্ট হফ এবং লা বেলের তত্ত্বগুলি কার্যত অভিন্ন। তত্ত্বটি তাঁরা এইভাবে উপস্থিত করেন যে, কোন সমচতুস্তলকের (Regular

tetrahedron) কেন্দ্রে কার্বন পরমাণু অবস্থিত এবং ঐ সমচতুস্তলকের চারটি শীর্ষ কোণের দিকে কার্বনের চারটি যোজ্যতা নির্দেশিত হয়। ফলে চারটি যোজ্যতা অভিন্ন তলে অবস্থিত নয়, তবে সকল জৈব যৌগের

ক্ষেত্রে যোজ্যতাগুলি অনমনীয় তা নয়। সম্পৃক্ত জৈব যৌগের ক্ষেত্রে কার্বন পরমাণুর যে কোন দুটি যোজ্যতার মধ্যে যোজক কোণের পরিমাণ হবে সাধারণত $109^{o}28'$। অসম্পৃক্ত যৌগের ক্ষেত্রে এই কোণের পরিমাণ বিভিন্ন হয়।

ভ্যান্ড হফ এবং লা বেলের সমচতুস্তলকের তত্ত্বের সাহায্যে একটিমাত্র অপ্রতিসম কার্বন পরমাণু বিশিষ্ট সরলতম যৌগ Cwxyz-এর গঠন-বিন্যাস দুই রকম হতে পারে। সেখানে w, x, y এবং z হল ভিন্ন ভিন্ন পরমাণু বা মূলক, যাতে কার্বন পরমাণু থাকতেও পারে আবার নাও থাকতে পারে। যে কার্বন পরমাণুর চারটি যোজ্যতা চারটি বিভিন্ন ধরনের পরমাণু বা মূলক দ্বারা যুক্ত থাকে সেই কার্বন পরমাণুকে অপ্রতিসম কার্বন বলে।



একটির গঠনবিন্যাস অপরটির প্রতিবিম্ব এবং যে দুটি একে অন্যের উপর সম্পূর্ণ উপরিপাত হবে না। প্রত্যেকটি গঠনবিন্যাসের প্রতিসাম্যের অভাব আছে। অতএব প্রত্যেকটি গঠনই আলোকসক্রিয় যৌগ এবং এ দুটির মধ্যে একটি দক্ষিণবর্তী বা ডানঘূর্ণক হবে প্রত্যেকটিই সমতল সমবর্তিত আলোকরশ্মিকে সমান কোণে, কিন্তু বিপরীত দিকে ঘোরাবে। এই ধরনের যৌগ জোড়ের প্রত্যেকটিকে এনান্সিয়োমার বা এনান্সিয়োমার্ফ বা প্রতিবিম্ব সমাবয়ব বলে।

ল্যাকটিক অ্যাসিড হল Cwxyz-এর একটি উদাহরণ। ল্যাকটিক অ্যাসিড দুটি আলোকসক্রিয় সমাবয়ব দেবে, যে দুটি একে অন্যের প্রতিবিম্ব এবং একে অন্যের উপর সম্পূর্ণ উপরিপাত হবে না। দুটির মধ্যে একটি ডানঘূর্ণক বা d বা (+) যৌগ এবং অপরটি বামঘূর্ণক বা *l* বা (–) যৌগ হবে। প্রত্যেকটি সমাবয়ব সমতল সমবর্তিত আলোকরশ্মিকে সমান কোণে কিন্তু বিপরীত দিকে ঘোরাবে।

এখন সম পরিমাণে এনান্সিয়োমারদের মেশালে অর্থাৎ 50% ডান ঘূর্ণক এবং 50% বামঘূর্ণক সমাবয়বকে মেশালে মিশ্রণটি আলোকনিষ্ক্রিয় পদার্থ হবে, যাকে রেসিমিক মিশ্রণ (Recemic mixture) বলে। রেসিমিক মিশ্রণে সমপরিমাণে d এবং*l* সমাবয়ব থাকায় একটি এনান্সিয়োমারের দ্বারা সমবর্তিত আলোকরশ্মির ঘূর্ণন অপরটির দ্বারা বহিঃস্থভাবে সম্পূর্ণ রদ হয়। এর জন্যে রেসিমিক মিশ্রণকে বহিঃস্থ ভাবে আলোকনিষ্ক্রিয় যৌগ (Externally compensated compound) বলে। রেসিমিক মিশ্রণকে d*l* বা (±) চিহ্ন দ্বারা বোঝান হয়।

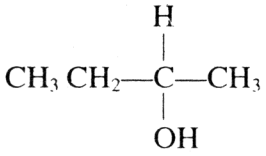
রেসিমিক মিশ্রণ থেকে এনান্সিয়োমারদের পৃথক করার পদ্ধতিকে রেজলিউশন (Resolution) বলে এবং কোন একটি এনান্সিয়োমারকে রেসিমিক মিশ্রণে পরিবর্তন করাকে রেসিমাইজেশন (Racemisation) বলে।

আলোকসংক্রান্ত ধর্ম (Optical properties) ছাড়া এনান্সিয়োমারদের সকল ভৌতধর্ম অভিন্ন হলেও এদের প্রত্যেকের ভৌতধর্ম রেসিমিক মিশ্রণের থেকে আলাদা হয়। যেমন গলনাঙ্ক, দ্রাব্যতা এবং ঘনত্ব।

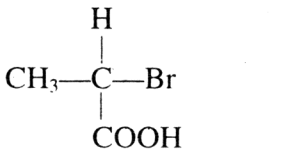
সমাণবিক পরিমাণে d ও *l* ল্যাকটিক অ্যাসিড মেশালে d*l* বা (±) ল্যাকটিক অ্যাসিড পাওয়া যায়। পাইরুভিক অ্যাসিডকে বিজারণে নিষ্ক্রিয় ল্যাকটিক অ্যাসিড পাওয়া যায়; যাতে সমপরিমাণের d ও *l* এনান্সিয়োমার উৎপন্ন হয়।

$$CH_3\overset{\overset{O}{\|}}{C}COOH + 2H \longrightarrow CH_3CH(OH)COOH$$

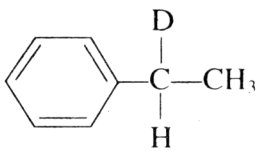
Cwxyz বা ল্যাকটিক অ্যাসিডের মত একটিমাত্র অপ্রতিসম কার্বন পরমাণুবিশিষ্ট যে কোন জৈব যৌগ d এবং *l* এনান্সিয়োমার দেবে। যেমন—



2–বিউটানল



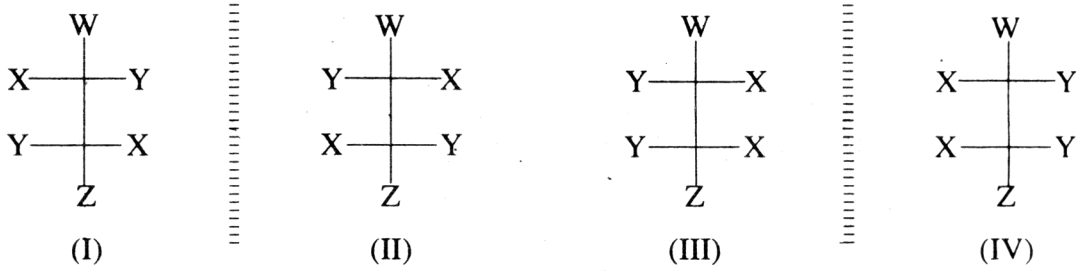
2–ব্রোমোপ্রোপানোইক অ্যাসিড



α–ডয়টেরিও-ইথাইলবেনজিন

9.2.8 দুটি অপ্রতিসম কার্বন পরমাণুবিশিষ্ট যৌগের আলোকসক্রিয়তা— অবিম্ব সমাবয়ব যৌগ— আলোকসক্রিয় / আলোকনিষ্ক্রিয় সমাবয়বের সংখ্যা নির্ধারণ ঃ

এখন দুটি অপ্রতিসম কার্বন পরমাণু বিশিষ্ট যৌগ Cwxy, Cwxy-তে দুটি ভিন্ন প্রকার অসম কার্বন পরমাণু আছে। এইরকম গঠনবিশিষ্ট যৌগ চার প্রকার আলোক সমাবয়ব যৌগ দেয়। যেমন—



I ও II নং গঠন একে অন্যের প্রতিবিম্ব অর্থাৎ এরা এনান্সিয়োমার, I ও IIনং এনান্সিয়োমার দুটি সম পরিমাণে মেশালে রেসিমিক মিশ্রণ পাওয়া যাবে। সেই রকম III ও IV এনান্সিয়োমার দুটি সম পরিমাণে মেশালেও আর একপ্রকার রেসিমিক মিশ্রণ পাওয়া যাবে।