একক 10 ❑ বৃত্তাকার যৌগের ত্রিমাত্রিক সমাবয়বতা (Stereochemistry of cyclic compounds)

গঠন

10.1 প্রস্তাবনা, উদ্দেশ্য

10.2 সম্পৃক্ত বৃত্তাকার যৌগের শ্রেণীবিভাগ

10.2.1 বায়ার পীড়ন **(Baeyer Strain)**

10.2.2 পিটজার পীড়ন **(Pitzer Strain)**

10.3 সাক্‌সি মোর তত্ত্ব **(Sachse Mohr Theory)**

10.4 সাইক্লোহেক্সেনের অণুবিন্যাস

10.4.1 সাইক্লোহেক্সেন অণুর হাইড্রোজেন জোড়গুলির মধ্যে দূরত্ব

10.4.2 দ্বিপ্রতিস্থাপিত সাইক্লোহেক্সেন যৌগসমূহ

1,1–দ্বিপ্রতিস্থাপিত সাইক্লোহেক্সেন

1,2–দ্বিপ্রতিস্থাপিত সাইক্লোহেক্সেন

1,3–দ্বিপ্রতিস্থাপিত সাইক্লোহেক্সেন

1,4–দ্বিপ্রতিস্থাপিত সাইক্লোহেক্সেন

10.5 রাসায়নিক বিক্রিয়ার উপর সাইক্লোহেক্সেনের অণুবিন্যাসের প্রভাব

10.6 কাইরাল কার্বনবিহীন জৈব যৌগের আলোকসক্রিয়তা ও জ্যামিতিক সমাবয়বতা

10.6.1 কিউমিউলিনস **(Cumulenes)**

10.6.2 স্পাইরানস **(Spirans)**

10.6.3 বাইফিনাইলস **(Biphenyls)**

10.7 সারাংশ

10.8 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

10.9 উত্তরমালা

10.1 প্রস্তাবনা

একক 9-এ আমরা মুক্ত শৃঙ্খল যৌগের ত্রিমাত্রিক সমাবয়বতা সম্বন্ধে আলোচনা করেছি। এই এককে আমরা বৃত্তাকার যৌগের ত্রিমাত্রিক সমাবয়বতা সম্বন্ধে আলোচনা করবো। বৃত্তাকার যৌগের মধ্যে একচক্রী যথা সাইক্লোহেক্সেন ও প্রতিস্থাপিত সাইক্লোহেক্সেন যৌগই আলোচিত হবে। কারণ এই যৌগগুলির কিছু বিশেষ চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য আছে।

যে সমস্ত যৌগে কাইরাল কার্বন নেই যেমন প্রতিস্থাপিত অ্যালিনস (Allenes) [কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধনকে দুই পরমাণু বিশিষ্ট চক্র বলে কল্পনা করা যায়।] ও স্পাইরো যৌগ সম্বন্ধে এই এককে আলোচনা করা হবে। বাইফিনাইল যৌগের ত্রিমাত্রিক সমাবয়বতা সংক্ষেপে একক 7-এ আলোচনা করা হয়েছে। আমরা একক 9-এ জেনেছি শুধুমাত্র কাইরাল কার্বন থাকার জন্য জৈব যৌগ আলোকসক্রিয় হয় না। কাইরাল কার্বন থাকলেও যৌগটি আলোকনিষ্ক্রিয় হতে পারে, যেমন, মেসো টারটারিক অ্যাসিড। আবার অনেক জৈব যৌগ জানা আছে যেগুলি আলোকসক্রিয় অথচ এদের কাইরাল কার্বন নেই। অর্থাৎ কোন যৌগের আলোকসক্রিয়তা শুধুমাত্র কাইরাল কার্বনের উপস্থিতি বা অনুপস্থিতির উপর নির্ভর করে না। যৌগের আলোকসক্রিয়তার অপরিহার্য এবং পর্যাপ্ত শর্ত (Necessary and sufficient condition) হলো যৌগ ও তার প্রতিবিম্ব একে অন্যের উপর সম্পূর্ণ উপরিপাত (Superposable) হবে না। এদিকে লক্ষ্য রেখেই আমরা উপরে উল্লেখিত যৌগের ত্রিমাত্রিক সমাবয়বতা সম্বন্ধে আলোচনা করবো।

উদ্দেশ্য

এই এককটি পাঠের পর আপনি নিম্নলিখিত বিষয়ে ধারণা করতে পারবেন এবং বুঝিয়ে দিতে পারবেন—

- কী কী ধরনের সম্পৃক্ত চক্র আছে
- বায়ারের পীড়ন ও পিটজার পীড়ন কাকে বলে
- বায়ারের পীড়নতত্ত্ব (Baeyer strain theory)
- সাকসি মোর তত্ত্ব (Sachse Mohr theory)
- সাইক্লোহেক্সেনের অণুবিন্যাস—চেয়ার, নৌকা, অর্ধচেয়ার, মোচড়ান নৌকা অণুবিন্যাস এবং এগুলির শক্তির মাত্রা
- অক্ষীয়, নিরক্ষীয়, ফ্ল্যাগপোল বন্ধন এবং মূলক বা হাইড্রোজেন
- 1, 1–দ্বিপ্রতিস্থাপিত সাইক্লোহেক্সেনের অণুবিন্যাস
- 1, 2 ; 1, 3 ও 1, 4–দ্বিপ্রতিস্থাপিত সাইক্লোহেক্সেনের অণুবিন্যাস
- সাইক্লোহেক্সেন ও প্রতিস্থাপিত সাইক্লোহেক্সেনের অবস্থানিক অণুবিন্যাস রাসায়নিক বিক্রিয়ার উপর কিরূপ প্রভাব বিস্তার করে।
- কাইরাল কার্বন নেই কিন্তু কাইরাল অক্ষ আছে এমন যৌগও আলোকসক্রিয় হতে পারে

10.2 সম্পৃক্ত বৃত্তাকার যৌগের শ্রেণীবিভাগ

সম্পৃক্ত বৃত্তাকার যৌগের পরমাণুগুলি বৃত্তে থাকার ফলে অণুগুলির অবস্থানিক স্বাধীনতা দমিত অবস্থায় থাকে অর্থাৎ সম্পূর্ণ স্বাধীনতা সীমাবদ্ধ অবস্থায় থাকে। ফলে অণু অবস্থানিকের সংখ্যা সীমিত হয়।

সম্পৃক্ত অ্যালিসাইক্লিক যৌগের বৃত্তগুলিকে চার শ্রেণীতে ভাগ করা হয়। যেমন—(i) ক্ষুদ্র বৃত্ত বা চক্র, যেখানে চক্র 3 বা 4 সদস্যবিশিষ্ট, (ii) স্বাভাবিক চক্র যা 5 থেকে 7 সদস্যবিশিষ্ট, (iii) মাঝারি চক্র (যা 8 থেকে 11 সদস্য বিশিষ্ট) এবং (iv) বৃহৎ চক্র (যা 11-র অধিক সদস্য বিশিষ্ট)।

সম্পৃক্ত অ্যালিসাইক্লিক যৌগের দহন তাপ (ΔH) পরীক্ষা করে এই শ্রেণীবিভাগ করা হয়েছে। নিচের সারণী দ্রষ্টব্য। হাইড্রোকার্বন যৌগগুলিকে অক্সিজেন মাধ্যমে দহন করালে কার্বন ডাই-অক্সাইড, H_2O এবং তাপ নির্গত হয় এবং প্রতি CH_2 মূলকের তাপের পরিমাণ KJ-এ নির্ধারণ করা হয়। এখন মুক্তশৃঙ্খল

$$CH_2 + \frac{3}{2}O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O + \text{তাপ}$$

হাইড্রোকার্বনের প্রতি CH_2 মূলকের থেকে সম্পৃক্ত চক্রাকার CH_2 মূলকের এই দহন তাপের পার্থক্য যত বেশি হবে, সেই যৌগ অণুর শক্তির মাত্রা তত বেশি হবে, ফলে স্থায়িত্ব কম হবে অর্থাৎ অণুটির পীড়নের মাত্রা তত বেশি হবে।

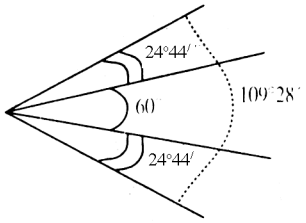
বায়ারের পীড়ন (Baeyer strain) ও পিট্‌জার পীড়ন (Pitzer strain) হল কোন অণুর মোট পীড়নের মূল জোগানদার। কার্বোচক্রের আকারের পরিবর্তনের সঙ্গে যদি পীড়নের পার্থক্য হয় তবে দহন তাপেরও পরিবর্তন হবে।

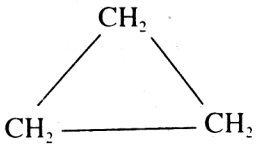
10.2.1 বায়ারের পীড়ন (Baeyer strain) বা কৌণিক পীড়ন (Angle strain) তত্ত্ব :

1885 খ্রিস্টাব্দে অ্যাডোল্‌ফ ভন বায়ার (Adolph von Baeyer) চক্রাকার অ্যালকেনের স্থায়িত্ব ব্যাখ্যা করতে গিয়ে এই তত্ত্ব উপস্থিত করেন। কার্বন পরমাণুর চারটি যোজ্যতা সমচতুস্তলকের চারটি কোণের দিকে নির্দেশিত থাকে। অর্থাৎ কার্বনের যে কোন দুটি যোজ্যতার মধ্যে যোজক কোণের মান $109°28'$। **বায়ারের তত্ত্ব অনুসারে যদি কোন চক্রাকার অ্যালকেন যৌগে এই স্বাভাবিক মানের পরিবর্তন ঘটে, তবে তার দরুন অণুটিতে একপ্রকার পীড়নের উদ্ভব হবে। যোজক কোণের স্বাভাবিক মানের থেকে পরিবর্তন যত বেশি হবে পীড়নের মাত্রাও তত বেশি হবে এবং পীড়নের মাত্রা যত বেশি হবে যৌগটির স্থায়িত্ব তত কম হবে। অবশ্য এক্ষেত্রে চক্রাকার অ্যালকেনের কার্বন পরমাণুগুলি** অভিন্ন তলে আছে বলে ধরা হয়।

সাইক্লোপ্রোপেন অণুর তিনটি কার্বন পরমাণু সমবাহু ত্রিভুজের শীর্ষ কোণে অবস্থান করে। সমবাহু ত্রিভুজের কোণের মান $60°$। সুতরাং যোজক কোণের বিকৃতির পরিমাণ হবে $\frac{1}{2}\left(109°28' - 60°\right) = +24°44'$। অর্থাৎ সাইক্লোপ্রোপেন অণুর প্রতিটি কার্বন পরমাণু দুটি যোজককে

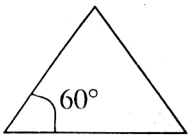
জোর করে কাছে আনা হয়েছে। এক্ষেত্রে পীড়নকে ধনাত্মক পীড়ন বলে। আর যেখানে যোজক দুটিকে দূরে সরিয়ে আনা হয়, সেখানকার পীড়নকে ঋণাত্মক পীড়ন বলে।





সাইক্লোপ্রোপেন

বা



সাইক্লোবিউটেনে $\left(\square\right)$ এই বিকৃতির পরিমাণ $\frac{1}{2}\left(190^{o}28^{/}-90^{o}\right)=+9^{o}44^{/}$

সাইক্লোপেন্টেনের $\left(\pentagon\right)$ $\frac{1}{2}\left(190^{o}28^{/}-180^{o}\right)=+0.44^{/}$ এবং

সাইক্লোহেক্সেনের $\left(\hexagon\right)$ $\frac{1}{2}\left(190^{o}28^{/}-120^{o}\right)=+5^{o}16^{/}$ ।

সাইক্লোপ্রোপেনের থেকে সাইক্লোবিউটেনের যোজক কোণের বিকৃতির পরিমাণ কম। সুতরাং সাইক্লোপ্রোপেন থেকে সাইক্লোবিউটেন অধিকতর স্থায়ী অর্থাৎ রাসায়নিক বিক্রিয়ায় কম সক্রিয়। সাইক্লোপেন্টেনের ক্ষেত্রে বিকৃতি সবচেয়ে কম ফলে সবচেয়ে স্থায়ী অর্থাৎ সবচেয়ে কম সক্রিয়। সাইক্লোহেক্সেনের ক্ষেত্রে যোজক কোণের বিকৃতি সাইক্লোপেন্টেনের থেকে বেশি, ফলে কম স্থায়ী বা অধিকতর সক্রিয়। সাইক্লোহেক্সেন থেকে ক্রমান্বয়ে উচ্চতর সাইক্লোঅ্যালকেনের যোজক কোণের বিকৃতি হতে থাকবে বেশি, ফলে স্থায়িত্ব কম হবে অর্থাৎ রাসায়নিক বিক্রিয়ায় অধিক সক্রিয় হবে। কিন্তু বাস্তব ক্ষেত্রে দেখা যায় যে সাইক্লোহেক্সেন ও উচ্চতর সাইক্লোঅ্যালকেনগুলি বেশ স্থায়ী যৌগ, যা বায়ারের তত্ত্ব দিয়ে ব্যাখ্যা করা যায় না। বায়ারের পীড়নতত্ত্ব চক্রাকার C_3 থেকে C_5 অ্যালকেনের ক্ষেত্রে ভালোভাবে প্রযোজ্য, কিন্তু উচ্চতর চক্রাকার অ্যালকেনের ক্ষেত্রে নয়।

10.2.2 পিটজার পীড়ন (Pitzer strain) :

কোন অণুর নিকটবর্তী অবন্ধনীয় (non-bonded) পরমাণু বা মূলকের পারস্পরিক বিক্রিয়ার ফলে পিটজার পীড়নের উদ্ভব হয়, যা প্রধানত অবন্ধনীয় পরমাণু বা মূলকের কার্যকরী আয়তনের এবং দূরত্বের উপর নির্ভরশীল।

কোন চক্রাকার অ্যালকেনের মোট পীড়ন হবে বায়ারের পীড়ন ও পিটজার পীড়নের যোগফল। এখন কোন অণুর মোট পীড়ন নিম্নলিখিতভাবে গণনা করা হয়।

মোটপীড়ন = কার্বোচক্রে মোট C-পরমাণুর সংখ্যা × পরীক্ষালব্ধ দহনতাপ / CH_2

–n-অ্যালকেনের পরীক্ষালব্ধ দহনতাপ / CH_2।

উপরের সমীকরণ অনুসারে প্রাপ্ত মান নিম্নলিখিত সারণীতে দেওয়া হল :

সারণী

কার্বোচক্র $(CH_2)_n$	চক্রে C-পরমাণুর সংখ্যা	যোজক কোণের পরিমাণ	বিকৃতি	দহনতাপ KJ/CH_2	মোট পীড়ন (KJ)
ইথিলিন	2	0°	54°44′	711	108
ক্ষুদ্রচক্র	3	60°	24°44′	697	120
	4	90°	9°44′	685	112
স্বাভাবিক চক্র	5	108°	0°44′	664	35
	6	120°	−5°16′	659	12
	7	128°34′	−9°33′	662	35
মাঝারি চক্র	8-11	135°-147°16′	(−12°46′) − (−18°54′)	661-665	32-88
বৃহৎ চক্র	12—	150°-	−20°16′	657-661	0-48
	n-অ্যালকেন	109°28′	0°	657	0

দহনতাপের এই সারণী অনুসারে C_6 কার্বন পরমাণু পর্যন্ত কার্বোচক্রের মোট পীড়ন ক্রমাগত কমে অর্থাৎ স্থায়িত্ব ক্রমাগত বৃদ্ধি পায়। C_7 থেকে C_{11} কার্বোচক্রের স্থায়িত্ব ক্রমাগত বৃদ্ধি পায় এবং C_{12} থেকে অধিক C-পরমাণুবিশিষ্ট কার্বোচক্রের স্থায়িত্ব C_6 কার্বোচক্রের মত, যা বায়ারের পীড়ন তত্ত্ব দিয়ে ব্যাখ্যা করা যায় না।

সারমর্ম :

- অ্যালিসাইক্লিক চক্র চার ধরনের হয়—(i) ক্ষুদ্র চক্র যাতে 3-4টি, (ii) সাধারণ চক্র (5-7), মাঝারি চক্র (8-11) এবং বৃহৎ চক্র (12-র অধিক) C-পরমাণু থাকে।
- দহনতাপের সাহায্যে চক্রের পীড়ন নির্ধারণ করা হয়, যেখানে ক্ষুদ্র চক্রের দহনতাপ সর্বাধিক, সাধারণ চক্রের ক্ষেত্রে কম, মাঝারির ক্ষেত্রে বেশি এবং বৃহদের ক্ষেত্রে অনুপস্থিত।
- কোন চক্রের মোট পীড়ন হবে বায়ারের পীড়ন [যা সাধারণ কোণ 109°28′ থেকে বিকৃতির ফলে উদ্ভব হয়] এবং পিটজার পীড়নের [যা অবন্ধনীয় (non-bonded) মূলক বা পরমাণুর পারস্পরিক ক্রিয়ার ফলে উদ্ভব হয়] যোগফল।
- সাইক্লোপ্রোপেন চক্রটি সমতলীয় হয়, কিন্তু অন্যান্য চক্রগুলি ভাঁজ হয়ে (অর্থাৎ সমতলীয় নয়) থাকার ফলে বায়ারের পীড়ন ও পীটজার পীড়ন কম হয়।

অনুশীলনী 1

(i) সম্পৃক্ত বৃত্তাকার যৌগের অণুবিন্যাসের সংখ্যা সীমিত হয় কেন?

(ii) সম্পৃক্ত বৃত্তাকার যৌগগুলিকে কয়টি শ্রেণীতে ভাগ করা যায় এবং কী কী?

(iii) কোন অণুর মোট পীড়ন কোন্ কোন্ পীড়নের উপর নির্ভর করে?

(iv) বায়ার পীড়ন ও পিটজার পীড়ন কাকে বলে? উদাহরণ দিন।

10.3 সাক্‌সি মোর তত্ত্ব (Sachse Mohr Theory)

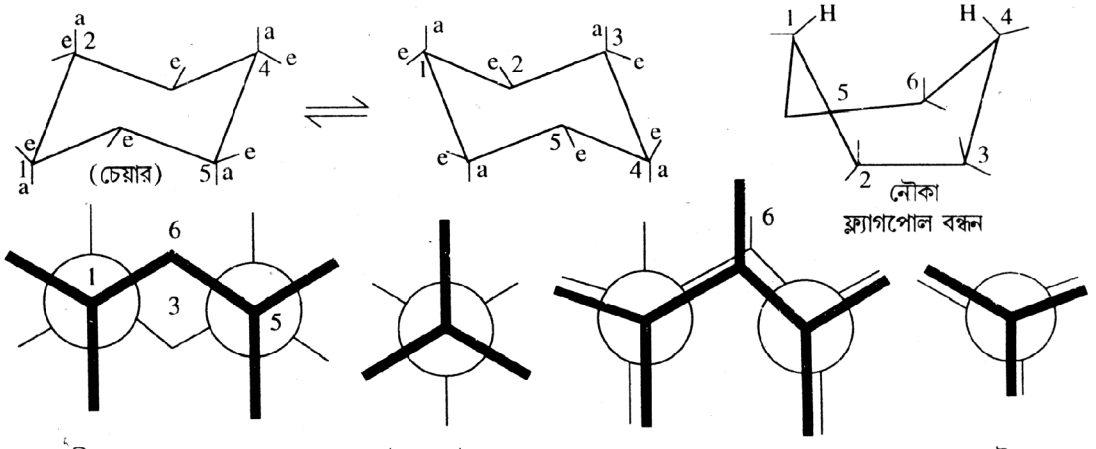
এই তত্ত্বের সাহায্যে C_6 এবং উচ্চতর চক্রাকার অ্যালকেনের স্থায়িত্ব ব্যাখ্যা করা যায়। এই তত্ত্ব অনুসারে C_6 এবং উচ্চতর চক্রাকার অ্যালকেনগুলির C-পরমাণুগুলি অভিন্ন তলে নেই এবং এই যৌগের অণুগুলি ভাঁজ (fold) হয়ে এমন অবস্থায় থাকে যাতে কার্বনের যোজক কোণের মান 109°28′ অর্থাৎ স্বাভাবিক থাকে। এতে বিকৃতি ঘটে না। ফলে স্থায়িত্ব লাভ করায় উচ্চতর চক্রাকার অ্যালকেনগুলিকে বিশেষ প্রণালীতে প্রস্তুত করা যায় এবং এগুলি রাসায়নিক বিক্রিয়ায় কম সক্রিয় হয়।

10.4 সাইক্লোহেক্সেনের অণুবিন্যাস (Conformations of cyclohexane)

সাক্‌সে-মোর তত্ত্ব অনুসারে সাইক্লোঅ্যালকেনের অণু ভাঁজ হয়ে দুরকম বিন্যাস লাভ করতে পারে, চেয়ার (chair) এবং নৌকা (boat) আকৃতি, যেগুলি বায়ার বা কৌণিক পীড়নমুক্ত হবে। কারণ সাইক্লোহেক্সেনের অণুবিন্যাসে যোজক কোণগুলি 109°28′। চেয়ার ও নৌকা অণুবিন্যাসে পিটজার পীড়ন বা স্টেরিক (steric) পীড়নের পার্থক্যের জন্যে উভয়ের মধ্যে শক্তির মাত্রার তারতম্য হবে। চেয়ার অণুবিন্যাসের শক্তির মাত্রা নৌকা অণুবিন্যসের শক্তির মাত্রা থেকে কম হবে।

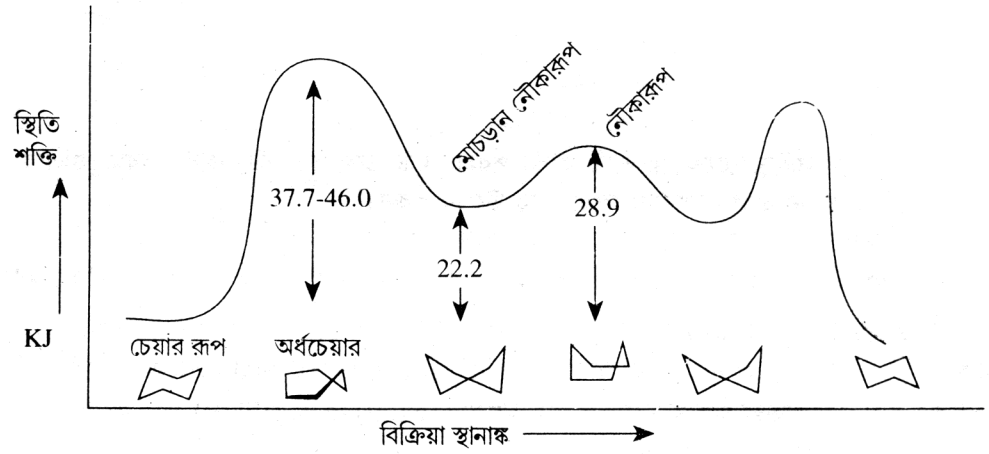
চেয়ার অণুবিন্যাসে সাইক্লোহেক্সেনের ছয়টি কার্বন পরমাণু দুটি তলে অবস্থিত। 1, 3, 5 কার্বন পরমাণুগুলি একটি তলে এবং 2, 4, 6 কার্বন পরমাণুগুলি অন্য তলে অবস্থিত। এই দুই তলের দূরত্ব 50 pm।

চেয়ার অণুবিন্যাসে পার্শ্ববর্তী কার্বন পরমাণুর সবগুলি C – H বন্ধন স্কিউ (skew) অবস্থায় বর্তমান অর্থাৎ দ্বিতল কোণ 60°। কিন্তু নৌকা অণুবিন্যাসে 4টি C – H বন্ধন 1, 2 ; 3, 4 ; 4, 5 ; এবং 6, 1 স্কিউ অবস্থায় এবং দুটি (2, 3 এবং 5, 6) গ্রহণগ্রস্থ (eclipsed) অবস্থান বর্তমান, ফলে নৌকা অণুবিন্যাসে দুজোড়া গ্রহণপ্রস্থ বন্ধনগুলির মধ্যে বন্ধন পীড়নের উদ্ভব হবে এবং এছাড়া 1 ও 4নং C-পরমাণুতে যুক্ত H-পরমাণু একে অন্যের দিকে নির্দেশিত থাকে বলে স্টেরিক পীড়ন যুক্ত হয়। এর জন্য নৌকা অণুবিন্যাসে মোট শক্তির মাত্রা চেয়ার অণুবিন্যাসের থেকে বেশি হবে।



সাইক্লোহেক্সেনের চেয়ার অণুবিন্যাস গঠনে যে উলম্ব অক্ষ কেন্দ্র দিয়ে অতিক্রম করে তার সঙ্গে সাইক্লোহেক্সেনে প্রতিটি C-পরমাণুর একটি বন্ধন সমান্তরাল থাকে। এই বন্ধনগুলিকে অক্ষীয় (axial) বন্ধন বলে। উলম্ব অক্ষের সঙ্গে যে বন্ধনগুলি $\pm$ 109°28′ কোণে উপস্থিত সেই বন্ধনগুলিকে নিরক্ষীয় (equatorial) বন্ধন বলে।

চেয়াররূপটি অনমনীয় কারণ এটি বিকৃতি প্রতিহত করে। চেয়াররূপটি নৌকা আকৃতিতে রূপান্তরণে কৌণিক বিকৃতি অবশ্যই ঘটাতে হবে এবং এই রূপান্তরণে শক্তি প্রতিবন্ধকতার মান 37.7 – 46.0KJ প্রতি মোল। গণনায় জানা যায় যে, মোচড়ান নৌকা (twist boat) রূপের শক্তির মাত্রা নৌকা আকৃতির শক্তির মাত্রা থেকে 6.7 KJ প্রতি মোল কম এবং চেয়ার অণুবিন্যাসে শক্তির মাত্রা মোচড়ান নৌকারূপের থেকে প্রায় 22.2KJ প্রতি মোল কম। সাধারণ তাপমাত্রায় শক্তির এই প্রতিবন্ধকতার (barrier) মান এমন কিছু বেশি নয় যাতে চেয়ার থেকে নৌকারূপে পরিবর্তনে বাধা সৃষ্টি করতে পারে।



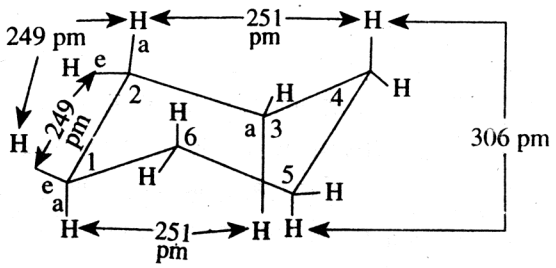
সাম্যাবস্থায় যে কোন রূপের সাইক্লোহেক্সেন বর্তমান। কিন্তু চেয়াররূপের শক্তির মাত্রা সবচেয়ে কম বলে সাম্যাবস্থায় চেয়াররূপটির পরিমাণ সবচেয়ে বেশি হবে। চেয়াররূপ থেকে নৌকারূপে পরিবর্তনে প্রথমে অর্ধচেয়ার, পরে মোচড়ান নৌকারূপে এবং অবশেষে নৌকারূপে লাভ করে। সেরকম নৌকা থেকে চেয়াররূপে পরিবর্তনে প্রথমে মোচড়ান নৌকা, পরে অর্ধচেয়ার এবং শেষে চেয়াররূপ লাভ করে।

যেহেতু সাম্যাবস্থায় চেয়ার অণুবিন্যাসের পরিমাণ সবচেয়ে বেশি তাই সাইক্লোহেক্সেন এবং এর জাতকগুলি (derivatives) অণুবিন্যাস চেয়াররূপে ধরে আমরা আমাদের আলোচনা করবো।

সাইক্লোহেক্সেনের অণুতে দুধরনের ছয়টি করে C – H বন্ধন আছে। এক ধরনের যে ছয়টি C– H বন্ধন সাইক্লোহেক্সেনের অক্ষের সঙ্গে সমান্তরাল সেই ছয়টি বন্ধনকে অক্ষীয় (axial) সংক্ষেপে a এবং অপর ছয়টি C–H বন্ধন যা অক্ষের সঙ্গে $\pm$ 109°28 কোণ করে থাকে সেগুলিকে নিরক্ষীয় (equatorial) বা সংক্ষেপে e বন্ধন বলে। সাইক্লোহেক্সেনের প্রতিটি C-পরমাণুতে একটি a এবং একটি e বন্ধন থাকে। সচলতার দরুন একটি চেয়াররূপ থেকে অপর চেয়াররূপে পরিবর্তনে প্রত্যেকটি অক্ষীয় বন্ধন নিরক্ষীয় বন্ধনে এবং প্রত্যেকটি নিরক্ষীয় বন্ধন অক্ষীয় বন্ধনে পরিবর্তন হয়। এক্ষেত্রে দুটি চেয়াররূপই সদৃশ।

10.4.1 সাইক্লোহেক্সেন অণুর H-পরমাণুর জোড়গুলির মধ্যে দূরত্ব :

গণনায় জানা যায় যে, 1e, 2a H-পরমাণু জোড়ের মধ্যে দূরত্ব 249 pm ; 1e, 2e মধ্যেও 249pm; 1a, 2a মধ্যে 306 pm এবং 1a, 3a মধ্যে 251 pm।



এর থেকে বোঝা যাচ্ছে যে, 1e অবস্থিত H-পরমাণু ও 2a, 2e ; 6a, 6e অবস্থিত চারিটি H-পরমাণু সবচেয়ে কাছে আছে। 1a – H থেকে 2a ও 6a–H-পরমাণুর মধ্যে দূরত্ব সবচেয়ে বেশি। 2a–H ও 4a–H এবং 6a–H মধ্যে দূরত্ব 251 pm।

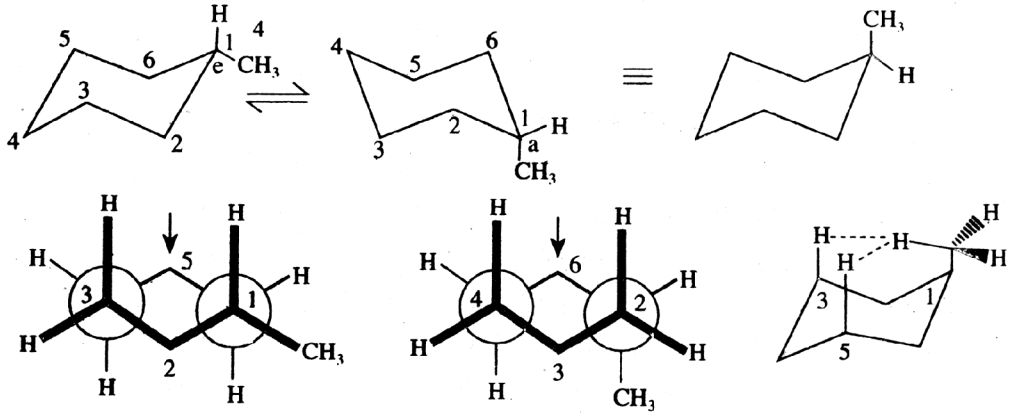
অনুশীলনী 2

(i) চেয়ার অণুবিন্যাসে সাইক্লোহেক্সেনের ছয়টি কার্বন পরমাণু দুটি তলে অবস্থিত। কার্বন পরমাণুগুলিকে তলের সাপেক্ষে চিহ্নিত করুন এবং তলদ্বয়ের মধ্যে দূরত্ব উল্লেখ করুন।

(ii) অক্ষীয় ও নিরক্ষীয় বন্ধন কাকে বলে? ফ্ল্যাগপোল বন্ধন কী?

(iii) সাইক্লোহেক্সেনের বিভিন্ন অণুবিন্যাসগুলি শক্তির ক্রমানুসারে সাজান। চেয়ার, নৌকা, মোচড়ান নৌকা, অর্ধচেয়ার।

এখন সাইক্লোহেক্সেনের একটি H-পরমাণু অন্য কোন মূলক (যা H-পরমাণু থেকে আকারে বড়) দিয়ে প্রতিস্থাপিত করলে কী হবে দেখা যাক। এক প্রতিস্থাপিত সাইক্লোহেক্সেন দুটি ডায়াস্টিরিয়ো চেয়ার অণুবিন্যাসে বিদ্যমান থাকে। একটিতে প্রতিস্থাপিত মূলকটি অক্ষীয় অবস্থায় (axial) (a-অণুবিন্যাস) এবং অন্যটিতে নিরক্ষীয় (equtorial) (e-অণুবিন্যাস) অবস্থায় থাকে।

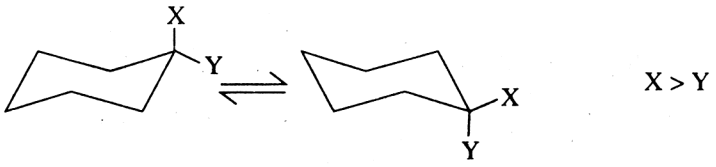


মিথাইল সাইক্লোহেক্সেনে CH_3 মূলক অক্ষীয় অবস্থায় থাকলে CH_3 মূলকের H এবং 3,5 অক্ষীয় H পরমাণুর মধ্যে দূরত্ব কমে যায়, ফলে অবন্ধনীয় পারস্পরিক ক্রিয়া বৃদ্ধি পাবে, এবং শক্তির মাত্রা বৃদ্ধি পাবে। কিন্তু

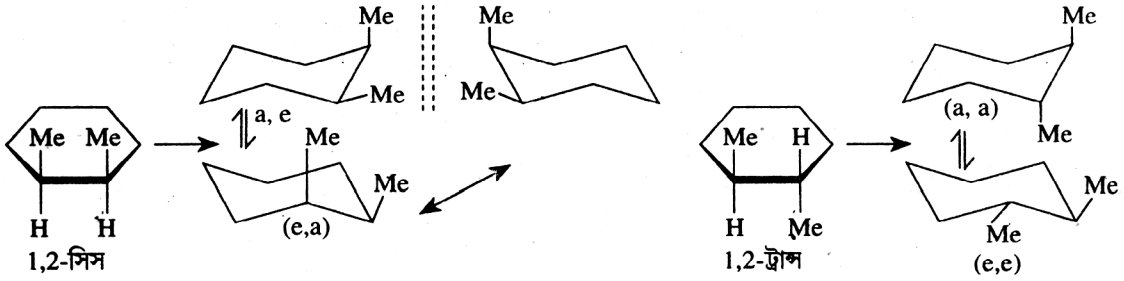
CH_3 মূলক নিরক্ষীয় অবস্থায় থাকলে এমন হবে না। ফলে সাম্যাবস্থায় e-অণুবিন্যাসের পরিমাণ বেশি থাকবে। CH_3-এর পরিবর্তে ক্লোরিন হলেও একই ঘটনা ঘটবে।

10.4.2 দ্বিপ্রতিস্থাপিত সাইক্লোহেক্সেন যৌগসমূহ :

1, 1-দ্বিপ্রতিস্থাপিত সাইক্লোহেক্সেন : 1,1–দ্বি প্রতিস্থাপিত সাইক্লোহেক্সেনের গঠনগত সমাবয়ব হয় না, কিন্তু পরস্পর রূপান্তরযোগ্য দুটি অণুবিন্যাস হয়, যাতে শক্তির প্রতিবন্ধকতা সাইক্লোহেক্সেনের অনুরূপ। দুটি অভিন্ন প্রতিস্থাপিত মূলক থাকলে দুটি অণুবিন্যাসও অভিন্ন হবে। বিভিন্ন মূলক (যেমন X এবং Y) হলে দুটি ডায়াস্টিরিয়োমার পাওয়া যাবে, যার মধ্যে একটি প্রাধান্য পাবে। সেখানে বৃহত্তর মূলকটি সাধারণত নিরক্ষীয় অবস্থায় থাকবে।



1, 2–ডাইমিথাইলসাইক্লোহেক্সেন : সিস্-1, 2–ডাইমিথাইলসাইক্লোহেক্সেন তুল্যমানের শক্তি বিশিষ্ট দুটি অণুবিন্যাসে বিদ্যমান থাকে, যেমন— অক্ষীয়-নিরক্ষীয় (a,e) এবং নিরক্ষীয়-অক্ষীয় (e,a) এই দুটি পরস্পরের

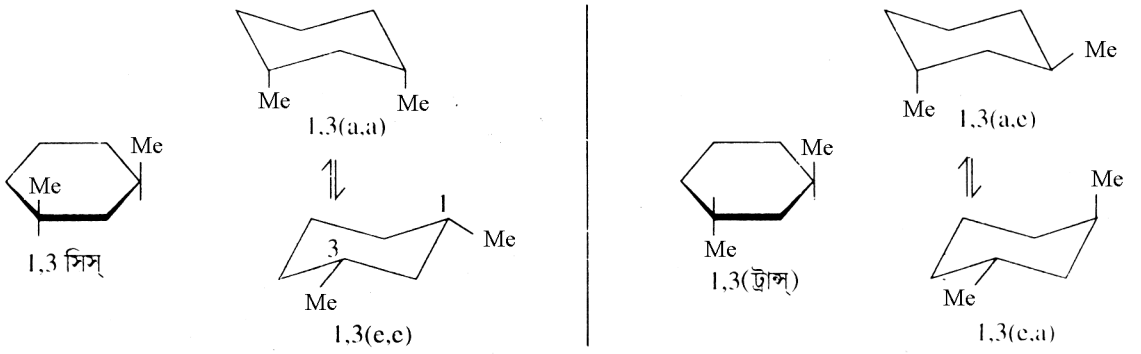


আয়নার প্রতিচ্ছবি হয় এবং একে অন্যের সঙ্গে সম্পূর্ণ উপরিপাত হয় না। অর্থাৎ এদুটি পরস্পরের এনান্সিয়োমার। এরা একে অন্যটিতে সহজেই রূপান্তরযোগ্য হয়। ফলে রেসিমিক মিশ্রণ পাওয়া যায়। কিন্তু 1,2–ডাইমিথাইলসাইক্লোহেক্সেনে সমতলীয় রূপটি মেসো যৌগ হয়। যেকোন রূপের চেয়ার অণুবিন্যাসে তিনটি গুচ বিউটেন পারস্পরিক ক্রিয়া বর্তমান, যেমন দুটি অক্ষীয় মিথাইল মূলকের জন্য এবং একটি নিরক্ষীয়-অক্ষীয় ডাইমিথাইলের জন্য। এতে স্থিতিশক্তির পরিমাণ প্রায় 11.2 KJ প্রতি মোল।

ট্রান্স 1,2–ডাইমিথাইলসাইক্লোহেক্সেন দুটি চেয়ার অণুবিন্যাসে বর্তমান, যেমন একটি (a, a) এবং অপরটি (e, e), যা নাকি সদৃশ নয়। 1,2–ট্রান্স্ সমাবয়ব দুটি স্বতন্ত্র এনান্সিয়োমার হয় এবং পৃথকীকরণযোগ্য (±) জোড় গঠিত করে। ট্রান্স দ্বি-অক্ষীয় (a, a) অণুবিন্যাসে 4টি গাউশ (gauche) পারস্পরিক ক্রিয়াসম্পন্ন হয় (প্রতিটি অক্ষীয় মিথাইল মূলকের জন্য দুটি করে হয়)। কিন্তু দ্বি-নিরক্ষীয় (e, e) অণুবিন্যাসে মাত্র একটি গুচ পারস্পরিক ক্রিয়া সম্পন্ন হয়। ফলে (e, e) অণুবিন্যাসটি (a, a) অপেক্ষা অধিকতর পছন্দমাফিক হবে এবং সাম্যাবস্থায় অধিকতর পরিমাণে পাওয়া যাবে।

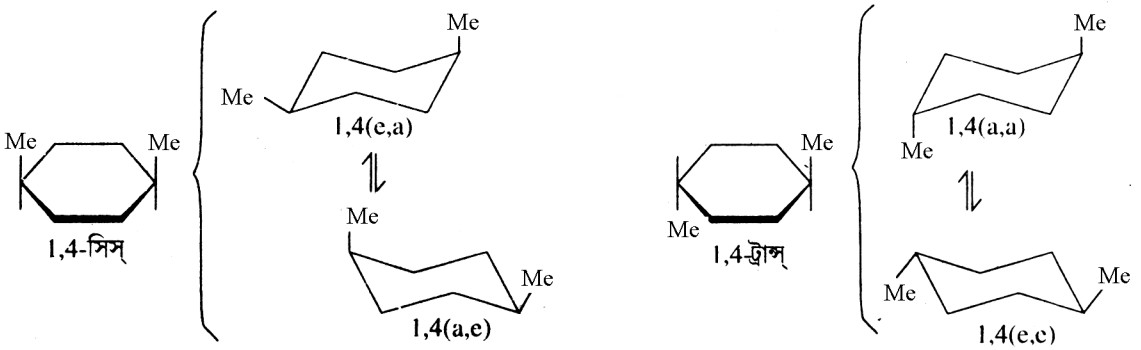
1, 3–ডাইমিথাইলসাইক্লোহেক্সেন : 1, 3–সিস যৌগটির সমতল গঠন এবং দুটি চেয়ার অণুবিন্যাসে (a, a এবং ee) সমতল তল থাকায় যৌগটি মেসো (meso) হয়। ফলে আলোকনিষ্ক্রিয় হবে। দুটি মিথাইল মূলক

নিরক্ষীয় (e, e) অবস্থায় থাকলে তাতে কোন গাউশ পারস্পরিক ক্রিয়া থাকবে না, কিন্তু দুটি মিথাইল মূলক অক্ষীয় (a, a) অবস্থায় থাকলে প্রতিটি Me মূলকের জন্য একটি গাউশ পারস্পরিক ক্রিয়া থাকবে। অর্থাৎ দুটি গাউশ পারস্পরিক ক্রিয়া থাকবে। এতে মোট শক্তির (তাপধেয় enthalpy) মাত্রা হবে 7.5 KJ প্রতি মোল এবং 1, 3 (a, a) অণুবিন্যাসে মিথাইল / মিথাইল পারস্পরিক ক্রিয়ার জন্যে অতিরিক্ত শক্তি লাগবে 15.5KJ প্রতি মোল। অর্থাৎ মোট শক্তির পরিমাণ হবে (7.5 + 15.5) = 23KJ প্রতি মোল। 1, 3(e, e) অণুবিন্যাসটি 1, 3(a, a) অণুবিন্যাস অপেক্ষা 23KJ প্রতি মোল শক্তি কম থাকায় সাম্যাবস্থায় 1, 3(a, a) এর অণুবিন্যাস প্রায় থাকবেই না। অর্থাৎ 1, 3 (e, e) অণুবিন্যাস খুবই স্থায়ী।



1, 3 ট্রান্স সমাবয়বটি দুটি অণুবিন্যাস (a, e এবং e, a) পরস্পরের উপর সম্পূর্ণ উপরিপাত হবে, ফলে আলোকনিষ্ক্রিয় এবং প্রত্যেকটিতে দুটি গাউশ পারস্পরিক ক্রিয়া থাকায় শক্তির মাত্রা হবে 7.5KJ প্রতি মোল। সুতরাং এটি সিস্ 1, 3 (e, e) অণুবিন্যাস থেকে স্থায়ী হবে। কিন্তু ট্রান্স 1, 3 (a, a) অণুবিন্যাস থেকে অধিক স্থায়ী হবে।

1, 4 ডাইমিথাইল সাইক্লোহেক্সেন : 1, 4–সিস সমাবয়বটি দুটি সদৃশ (a, e) এবং (e, a) অণুবিন্যাস দেয়। এবং প্রত্যেকটিতে দুটি গুচ পারস্পরিক ক্রিয়া থাকবে। 1, 4–ট্রান্স সমাবয়বটি দুটি অসদৃশ (a, a) এবং (e, e) অণুবিন্যাস দেয়। 1, 4–ট্রান্স (a, a) অণুবিন্যাসটিতে 4 গুচ পারস্পরিক ক্রিয়া থাকায় এটির শক্তির মাত্রা 15KJ প্রতি মোল এবং এটি অস্থায়ী। 1,4– ট্রান্স (e, e) অণুবিন্যাসে গুচ পারস্পরিক ক্রিয়া না থকায় এটি 1,4–সিস (a, e বা e, a) থেকে অধিকতর স্থায়ী। 1, 4–ডাইমিথাইল (বা যেকোন মূলক বিশিষ্ট) সিস্ ও ট্রান্স্ সমাবয়বে সমমিত তল থাকায় প্রত্যেকটি অণুবিন্যাসই আলোকনিষ্ক্রিয় হবে।



অনুশীলনী 3

(i) সাইক্লোহেক্সেনের একটি অণুবিন্যাসকে চেয়ার ও অন্য একটিকে বোট বলা হয় কেন?

(ii) মিথাইল সাইক্লোহেক্সেনের চেয়ার সমতুল নিউম্যান অণুবিন্যাসগুলি অঙ্কন করুন ও মিথাইল মূলকের অবস্থান চিহ্নিত করুন।

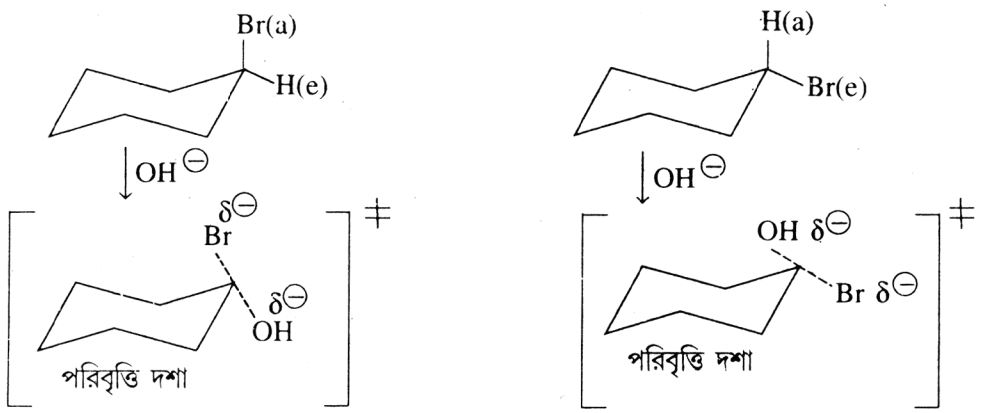
10.5 রাসায়নিক বিক্রিয়ার উপর সাইক্লোহেক্সেনের অণুবিন্যাসের প্রভাব

আমরা জেনেছি যে সাইক্লোহেক্সেন যৌগের কোন হাইড্রোজেন পরমাণু অন্য কোন পরমাণু বা মূলক দিয়ে প্রতিস্থাপিত হলে সেই পরমাণু বা মূলকটি অক্ষীয় বা নিরক্ষীয় স্থান দখল করতে পারে। এর ফলে দুটি অণুবিন্যাসের সৃষ্টি হয়। প্রতিস্থাপিত সাইক্লোহেক্সেন যৌগে অক্ষীয় বা নিরক্ষীয় পরমাণু বা মূলকের অবস্থানগত পরিবেশ আলাদা। সুতরাং কোন রাসায়নিক বিক্রিয়া সম্পন্ন করতে গেলে অণুবিন্যাসের পরিবেশের প্রভাবের কথা মনে রাখতে হবে।

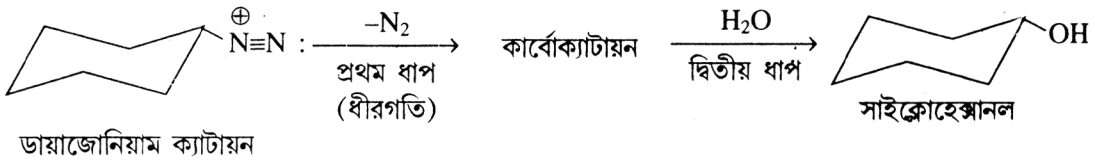
এখানে তিনটি বিক্রিয়া উদাহরণ হিসাবে বেছে নেওয়া হলো।

(1) **S_N^2 বিক্রিয়া :** 4-টারসিয়ারি বিউটাইলসাইক্লোহেক্সাইল ব্রোমাইডকে লঘু NaOH দ্রবণ দিয়ে উত্তপ্ত করলে 4-টারসিয়ারি বিউটাইলসাইক্লোহেক্সানল পাওয়া যায়।

এখানে OH–মূলকটি হচ্ছে নিউক্লিওফাইল (nucleophile)। এই নিউক্লিওফাইলটি ব্রোমিন পরমাণুর বিপরীত দিক থেকে বিনা বাধায় অগ্রসর হতে পারে (S_N^2) যদি ব্রোমিন অক্ষীয় (axial) অবস্থায় থাকে। কারণ এক্ষেত্রে (পরিবৃত্তি দশা) সহজেই তৈরি হতে পারে। কিন্তু ব্রোমিন নিরক্ষীয় (equatorial) অবস্থায় থাকলে তা হওয়া সম্ভব নয়। তাই ব্রোমিন পরমাণু অক্ষীয় অবস্থায় থাকলে বিক্রিয়াটি সহজেই সম্পন্ন হয়।

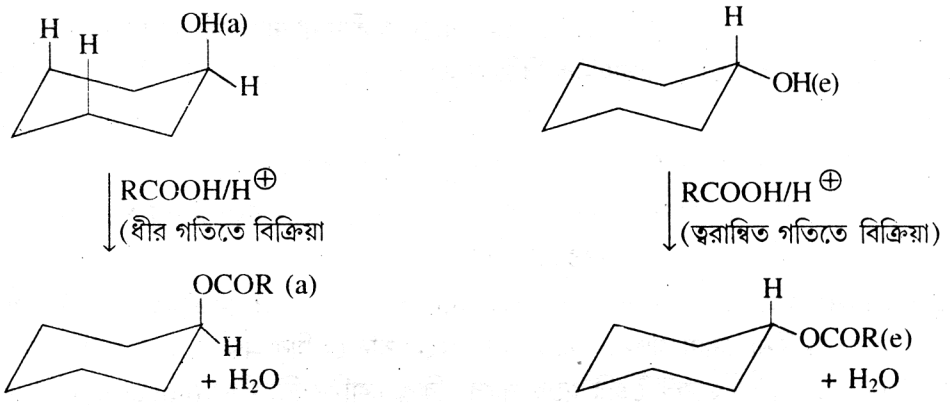


(2) **S_N1 বিক্রিয়া :** সাইক্লোহেক্সাইল ডায়াজোনিয়াম ক্যাটায়নকে জলের সাহায্যে উত্তপ্ত করলে (solvolysis) সাইক্লোহেক্সানল পাওয়া যায়। বিক্রিয়াটি নিচে দেখান হলো।



এক্ষেত্রে দেখা গেছে যে, ডায়াজো মূলকটি অক্ষীয় বা নিরক্ষীয় যে অবস্থায়ই থাকুক না কেন বিক্রিয়ার গতির খুব বেশি পার্থক্য হয় না। কারণ অক্ষীয় অবস্থায় 1 : 3-diaxial interaction বেশি। কিন্তু যখন কার্বোক্যাটায়ন তৈরি হয় তখন পীড়ন অনেকটা কমে যায়। কিন্তু যদি ডায়াজোনিয়াম মূলকটি নিরক্ষীয় অবস্থায় থাকে তা হলে 1 : 3 – interaction অনুপস্থিত। তাই বিক্রিয়ার গতি সামান্য ত্বরান্বিত হয়।

(3) **এস্টারিফিকেশন বিক্রিয়া :** (4-টারসিয়ারি বিউটাইলসাইক্লোহেক্সানল থেকে এস্টার তৈরির সময় যদি OH মূলকটি অক্ষীয় অবস্থায় থাকে তবে এস্টার তৈরির গতি কমে যায়। কিন্তু OH মূলক যদি নিরক্ষীয় অবস্থায় থাকে তবে এস্টার তৈরির গতি ত্বরান্বিত হয়।



এর কারণ অক্ষীয় অবস্থায় 1,3-interaction বেশি। আবার অক্ষীয় OH মূলক নিরক্ষীয় অবস্থায় রূপান্তরিত হয়েও বিক্রিয়া ঘটতে পারে। সেক্ষেত্রে কিছু সময়ের প্রয়োজন হবে। তাই অক্ষীয় OH মূলক ধীর গতিতে এস্টারে রূপান্তরিত হয়।

10.6 কাইরাল কার্বনবিহীন জৈব যৌগের আলোকসক্রিয়তা ও জ্যামিতিক সমাবয়বতা

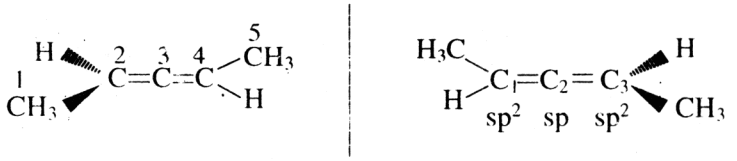
আমরা একক 9-এ জেনেছি যে, কোন জৈব যৌগে যদি কাইরাল কার্বন থাকে তবে সাধারণত যৌগটি আলোকসক্রিয় হয়। আবার একাধিক কাইরাল কার্বন থাকা সত্ত্বেও কিছু কিছু যৌগের সমাবয়ব আলোকসক্রিয় হয় না [যেমন মেসোটারটারিক অ্যাসিড]। এখানে এখন তিন শ্রেণীর জৈব যৌগের উল্লেখ করা হবে যাদের কাইরাল কার্বন নেই অথচ যৌগগুলি আলোকসক্রিয়। এই যৌগগুলি হলো—

প্রতিস্থাপিত কিউমিউলিনস্, স্পাইরো যৌগ ও বাইফিনাইলস।

10.6.1 প্রতিস্থাপিত কিউমিউলিনস্ (Cumulenes)

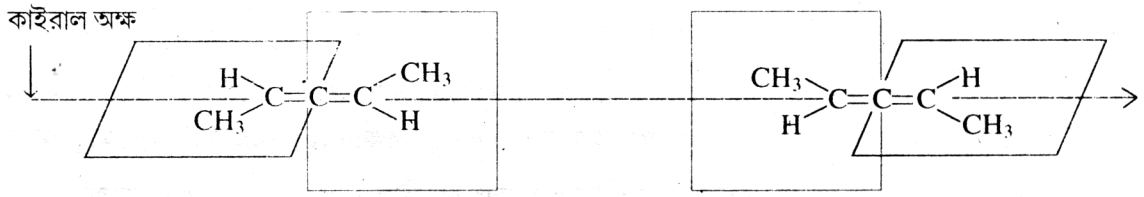
কিউমিউলিনস্-এর সাধারণ গঠন-সংকেত হলো।

এখানে $a \neq b$ এবং $d \neq e$, n-এর মান জোড় সংখ্যা হলে কিউমিউলিনস আলোকসক্রিয় হবে। আবার n-এর মান বিজোড় সংখ্যা হলে কিউসিউলিনস জ্যামিতিক সমাবয়বতা দেখাবে। যখন n=2, তখন কিউমিউলিনটি হবে প্রতিস্থাপিত অ্যালিন (Allene) বা প্রোপাডাইইন। এই অ্যালিনস যৌগগুলি সম্বন্ধে অনেক তথ্য জানা আছে। আমরা এখানে অ্যালিনস-এর ত্রিমাত্রিক সমাবয়বতা সম্বন্ধে সংক্ষিপ্ত আলোচনা করবো। যদি $a = H$ এবং $b = CH_3$ হয়, তবে যৌগটি হবে 2,3–পেন্টাডাই-ইন।



2,3–পেন্টাডাইইন

এই যৌগটি ও তার প্রতিবিম্ব সম্পূর্ণ উপরিপাত হয় না (non–superimposable)। তাই যৌগটি আলোকসক্রিয়। উপরে চিহ্নিত (ডানদিকের ছবি) C_1 ও C_3 কার্বনদুটি sp^2 সঙ্করিত (Hybridised) ; কিন্তু C_2 কার্বন sp সঙ্করিত। এর ফলে C_1, C_2 ও C_1-কার্বনের সঙ্গে যুক্ত H ও CH_3 মূলক একই তলে অবস্থিত। আবার C_2, C_3 ও C_2-কার্বনের সঙ্গে যুক্ত H ও CH_3 মূলক অন্য একটি তলে অবস্থিত। এই তলদুটি পরস্পর লম্ব। নিচের চিত্রে (চিত্র-1) কাইরাল অক্ষ (chiral axis) সহ তলদুটি দেখান হয়েছে। একটি তল অনুভূমিক ও অন্যটি উল্লম্ব (মাছ যখন জলে সাঁতার কাটে তখন লেজটি যেমন উল্লম্ব অবস্থায় থাকে ঠিক (তেমনি)।

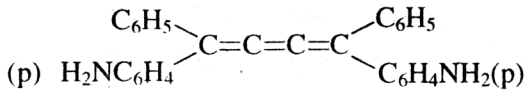


চিত্র–1

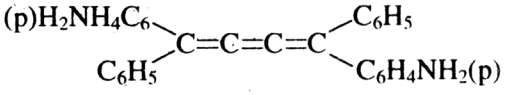
আলোকসক্রিয় অ্যালিনস্

কাইরাল কার্বন থাকলে যেমন যৌগ আলোকসক্রিয় হয়, তেমনি কাইরাল অক্ষ থাকলেও যৌগ আলোকসক্রিয় হতে পারে।

নিচের যৌগটিতে তিনটি দ্বিবন্ধ আছে। যৌগটি আলোকসক্রিয় নয়। এটির দুটি জ্যামিতিক সমাবয়ব (geometrical isomers) দেখান হলো। একটি সিস্ ও অন্যটি ট্রান্স্।



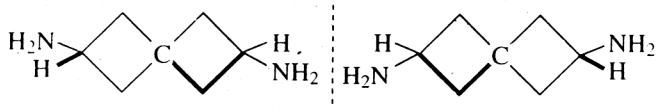
সিস্



ট্রান্স্

10.6.2 প্রতিস্থাপিত স্পাইরানস (Spirans) :

অ্যালিনের দুটি দ্বিবন্ধের জায়গায় যদি দুটি চক্র (বা বলয়) থাকে তবে যৌগটিকে স্পাইরো যৌগ বলা হবে। স্পাইরো যৌগের বৈশিষ্ট্য হলো চক্রদুটি পরস্পর একটি সাধারণ কার্বন দিয়ে যুক্ত। স্পাইরানের চক্রদুটি পরস্পর লম্ব। তাই প্রতিস্থাপিত স্পাইরান যৌগ অ্যালিনের মতই আলোকসক্রিয় হয়।



আলোকসক্রিয় স্পাইরো যৌগ ও তার প্রতিবিম্ব

10.6.3 প্রতিস্থাপিত বাইফিনাইলস (Biphenyls) :

বাইফিনাইল যৌগসমূহের আলোকসক্রিয়তা সম্বন্ধে এই পর্যায়ের একক 7এ আলোচনা করা হয়েছে। তাই এদের ত্রিমাত্রিক সমাবয়বতা সম্বন্ধে এখানে আর আলোচনা করা হলো না।

10.7 সারাংশ

এই এককটি পড়ে আমরা বৃত্তাকার যৌগের এবং কাইরাল কার্বনবিহীন জৈব যৌগের ত্রিমাত্রিক সমাবয়বতা সম্বন্ধে যে যে তথ্য জানতে পারলাম সেগুলি হলো :

- সাইক্লোহেক্সেনের অণুবিন্যাস অনমনীয় চেয়াররূপটি শক্তির মাত্রা সবচেয়ে কম হবে কারণ এতে বন্ধনগুলি স্টাগারড অবস্থায় থাকে। চেয়ার অণুবিন্যাসে অক্ষীয় (a) এবং নিরক্ষীয় (e) দুধরনের H-পরমাণু আছে।
- সাইক্লোহেক্সের চেয়ার-চেয়ার পরিবর্তনে অক্ষীয় (a) এবং নিরক্ষীয় (e) এর মধ্যে স্থান পরিবর্তন হয়।
- চেয়ার অণুবিন্যাস ছাড়াও সাইক্লোহেক্সেনের আর কতকগুলি নমনীয় অণুবিন্যাস সম্ভব। যেমন নৌকা, অর্ধচেয়ার, মোচড়ান চেয়ার ইত্যাদি। নৌকা অণুবিন্যাসে দুটি সম্পূর্ণ গ্রহণগ্রস্থ C—C বন্ধন থাকায় এটির শক্তির মাত্রা সর্বাধিক হয়।
- কিন্তু মোচড়ান (twist) নৌকা অণুবিন্যাসে গ্রহণগ্রস্থ অবস্থায় কোন বন্ধন না থাকায় এটির শক্তির মাত্রা কম।
- এক-প্রতিস্থাপিত সাইক্লোহেক্সেন অণু অক্ষীয় (a) এবং নিরক্ষীয় (e) প্রতিস্থাপিত অণুবিন্যাসের মধ্যে সাম্যাবস্থায় থাকে। কিন্তু নিরক্ষীয় প্রতিস্থাপিত অণুবিন্যাসে ত্রিমাত্রিক বিন্যাস বাধা (steric strain) থাকে না। পক্ষান্তরে অক্ষীয় প্রতিস্থাপিত অণুবিন্যাসে দুটি গাউশ (gauche) পারস্পরিক ক্রিয়া থাকায় এটির শক্তির মাত্রা বেশি হবে। অতএব সাম্যাবস্থায় অক্ষীয় থেকে নিরক্ষীয় প্রতিস্থাপিত অণুবিন্যাস অধিকতর স্থায়ী এবং পরিমাণে খুবই বেশি থাকে।

- 1,1–দ্বিপ্রতিস্থাপিত অণুবিন্যাসে সমাবয়ব হয় না, কিন্তু সাম্যাবস্থায় বৃহত্তর মূলকটি নিরক্ষীয় অবস্থায় থাকলে তা অধিকতর স্থায়ী হবে।
- 1,2–দ্বিপ্রতিস্থাপিত সাইক্লোহেক্সেন সিস যৌগটি (a,e) বা (e,a) অণুবিন্যাসে থাকবে, যেদুটি পরস্পরের এনান্সিয়োমার। ট্রান্স যৌগটি (a,a) বা (e,e) চেয়ার অণুবিন্যাসে থাকবে। যেহেতু (e,e) চেয়ার অণুবিন্যাসের শক্তির মাত্রা (a, a) এর থেকে অনেক কম বলে এটি অধিকতর স্থায়ী এবং সাম্যাবস্থায় সবচেয়ে বেশি পরিমাণে থাকবে।
- 1,3–দ্বিপ্রতিস্থাপিত সাইক্লোহেক্সেন (a,a) ও (e,e) অণুবিন্যাসে সাম্যাবস্থায় থাকবে। যেহেতু (e,e) অণুবিন্যাসটি শক্তির মাত্রা (a,a) এর থেকে অনেক কম বলে সাম্যাবস্থায় (e,e) অণুবিন্যাসটি খুব বেশি পরিমাণে থাকবে। ট্রান্স যৌগটি (a,e) বা (e,a) রূপে থাকে, উভয়েই আলোকনিষ্ক্রিয় এবং সমশক্তিবিশিষ্ট হবে।
- 1,4–দ্বিপ্রতিস্থাপিত সিস যৌগটি (a,e) বা (e,a) রূপে সাম্যাবস্থায় সমান পরিমাণে থাকবে, কারণ এদের শক্তির মাত্রা সমান। প্রত্যেকটি আলোকনিষ্ক্রিয় কারণ সমমিত তল আছে। 1,4-ট্রান্স যৌগটি (a,a) বা (e,e) রূপে সাম্যাবস্থায় থাকবে, কিন্তু (a,a) রূপের শক্তি (e,e) থেকে অধিক হওয়ায় সাম্যাবস্থায় (e,e) রূপটি সর্বাধিক পরিমাণে থাকবে এবং (a,a) রূপটি নগণ্য পরিমাণে থাকবে।
- কাইরাল কার্বনবিহীন জৈব যৌগ কাইরাল অক্ষের উপস্থিতির জন্য আলোকসক্রিয় হয় অথবা বিজোড় সংখ্যক কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধ থাকার জন্য কিউমিউলিনস্ যৌগগুলি জ্যামিতিক সমাবয়বতা দেখায়।

10.8 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

(1) সাইক্লোহেক্সেন অণুর একটি হাইড্রোজেন কোন্ পরমাণু বা মূলক দিয়ে প্রতিস্থাপিত হলে কোন অণুবিন্যাসটি অধিকতর স্থায়ী হবে এবং কেন? চেয়ার অণুবিন্যাসের সাহায্যে উত্তর দিন।

(2) 1,2–ডাইমিথাইল সাইক্লোহেক্সেনের চেয়ার অণুবিন্যাস অঙ্কন করুন এবং দেখান কোন অণুবিন্যাসটি সবচেয়ে বেশি স্থায়ী। এই অণুবিন্যাসগুলির মধ্যে সিস-ট্রান্স অণুবিন্যাস চিহ্নিত করুন।

(3) 1,3–ডাইব্রোমো সাইক্লোহেক্সেনের চেয়ার অণুবিন্যাসগুলি অঙ্কন করুন। কোন অণুবিন্যাসটি অধিকতর স্থায়ী এবং কোনটি সবচেয়ে কম স্থায়ী? কারণ উল্লেখ করুন।

(4) 'রাসায়নিক বিক্রিয়ার উপর অণুবিন্যাসের প্রভাবের ফলে বিক্রিয়ার গতি হ্রাস বা বৃদ্ধি হতে পারে'—উদাহরণের সাহায্যে বুঝিয়ে দিন। (অবশ্যই উদাহরণটি প্রতিস্থাপিত সাইক্লোহেক্সেন যৌগের বিক্রিয়া হতে হবে)।

(5) নিচের যৌগদুটির মধ্যে কোনটি আলোকসক্রিয় সমাবয়ব দেবে তা উল্লেখ করে কারণ ব্যাখ্যা করুন।

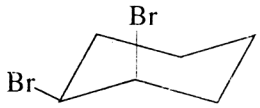
(i) $CH(Cl)=C=CH(Cl)$

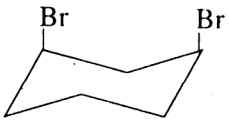
(ii) $CH(Cl)=C=C=CH(Cl)$

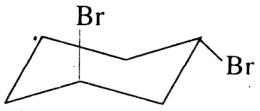
(6) 1,2–ডাইব্রোমো সাইক্লোপেন্টেনের দুটি জ্যামিতিক সমাবয়ব অঙ্কন করুন। দেখান যে একটি সমাবয়বের একজোড়া এনানসিওমার হতে পারে এবং অন্যটি মেসো যৌগ।

(7) নিচের অণুবিন্যাসগুলির মধ্যে কোনটি সিস ও কোনটি ট্রান্স চিহ্নিত করুন।

(i)

(ii) 

(iii) 

(iv) 

(8) প্রাসঙ্গিকতা উল্লেখ করে উদাহরণের সাহায্যে সাক্‌সি-মোর তত্ত্বটি বিশ্লেষণ করুন।

10.9 উত্তরমালা

অনুশীলনী–1

(i) ও (ii) 10.2 অংশ দেখুন।

(iii) বায়ার পীড়ন ও পিটজার পীড়নের যোগফলের উপর নির্ভর করে।

(iv) 10.2.1 ও 10.2.2 অংশ দেখুন।

অনুশীলনী–2

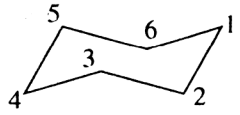
(i) 1,3 ও 5 কার্বন তিনটি একটি তলে এবং 2, 4 ও 6 কার্বন তিনটি অন্য তলে অবস্থিত। তলদ্বয়ের দূরত্ব 50 pm।

(ii) 10.4 দেখুন।

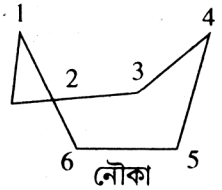
(iii) শক্তি বৃদ্ধির ক্রমানুসারে :
চেয়ার < মোচড়ান নৌকা < নৌকা < অর্ধচেয়ার

অনুশীলনী–3

(i) চেয়ার অণুবিন্যাস বলার কারণ হলো ছয়টি কার্বনের মধ্যে চারটি কার্বন মিলে (এখানে 2, 3, 5 ও 6) একটি চেয়ারে বসার স্থান কল্পনা করা হয়েছে। আর 1,2 ও 6 কার্বন তিনটি মিলে হেলান দেবার জায়গা এবং 3,4 ও 5 কার্বনগুলি পা রাখার জায়গা ভাবা যায়।

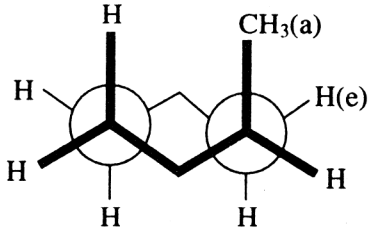


চেয়ার

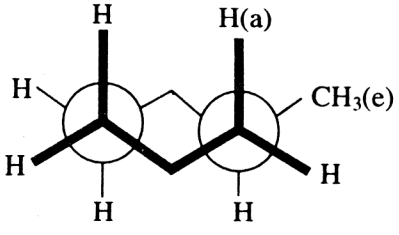


নৌকা

নৌকা কনফরমেশনটিতে 2, 3, 5 ও 6 কার্বন চারটি মিলে নৌকার তলদেশ কল্পনা করা হয়েছে।

(ii) 

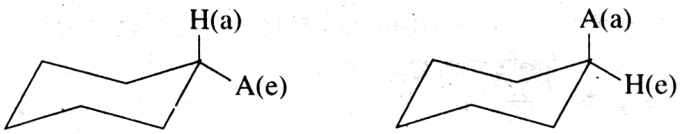
CH_3-মূলক অক্ষীয়



CH_3-মূলক নিরক্ষীয়

সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

(1)

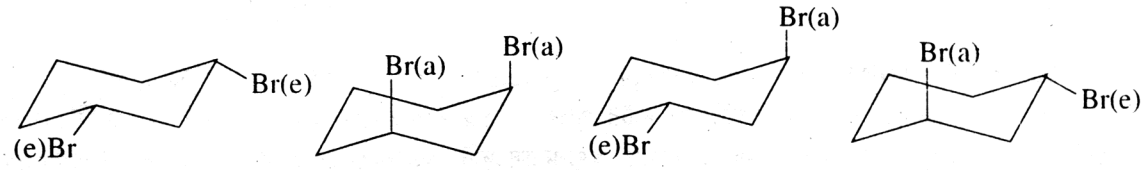


A = প্রতিস্থাপিত পরমাণু বা মূলক

নিরক্ষীয় (e) প্রতিস্থাপিত অণুটি অধিকতর স্থায়ী কারণ এটিতে ত্রিমাত্রিক বিন্যাস বাধা (1,3–interaction) থাকে না। অক্ষীয় (a) প্রতিস্থাপিত অণুতে এই বিন্যাস বাধা থাকে। তাই অক্ষীয় হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত যৌগটির শক্তির মাত্রা বেশি হয় এবং স্থায়িত্ব কম হয়।

(2) 10.4.2 অংশ দেখুন।

(3) 1,3–ডাই–ব্রোমো সাইক্লোহেক্সেনের অণুবিন্যাস এরূপ



e : e a : a a : e e : a

সিস্– e : e, a : a

ট্রান্স– a : e, e : a

সিস্–1:3 — a:a–অণুবিন্যাসটিতে দুটি ব্রোমিন অক্ষীয় হওয়ায় বন্ধনবিহীন 1:3 দ্বিঅক্ষীয় ক্রিয়া (1:3 diaxial interaction) সবচেয়ে বেশি। কিন্তু e:e অণুবিন্যাসটিতে এই বাধা সবচেয়ে কম।

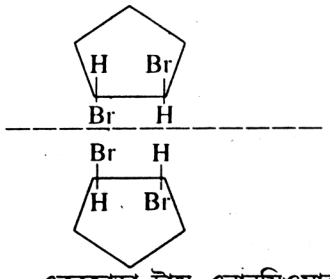
তাই 1:3 — e:e সিস্ অণুবিন্যাস অন্য অণুবিন্যাসগুলি অপেক্ষা বেশি স্থায়ী।

(4) 10.5 অংশ দেখুন।

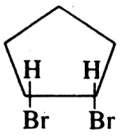
(5) (1) আলোকসক্রিয় সমাবয়ব এবং (2) জ্যামিতিক সমাবয়ব দেবে।

ব্যাখ্যা—10.6.1 অংশ দেখুন।

(6)



একজোড়া ট্রান্স–এনানসিওমার



সিস্-মেসো

(7) (i) 1:2 ; e:e–ট্রান্স্

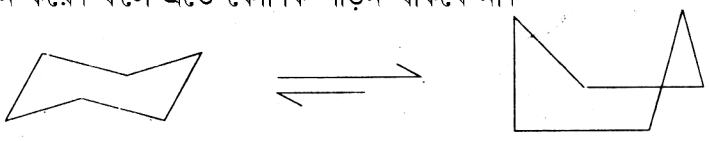
(ii) 1:2 ; e:a–সিস্

(iii) 1:3 ; a:a–সিস্

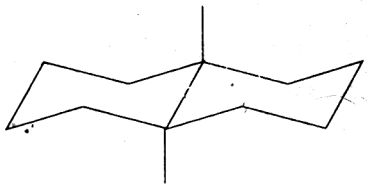
(iv) 1:3 ; a:e–ট্রান্স্

(8) বয়ার পীড়ন তত্ত্বে সাইক্লো-অ্যালকেনগুলিকে সমতলিক কল্পনা করা হয়েছিল। সাইক্লোপেন্টেন ও সাইক্লোহেক্সেনের কৌণিক পীড়ন যথাক্রমে $+0.44^{/}$ ও $-5°16^{/}$। সাইক্লোহেক্সেন থেকে ক্রমান্বয়ে উচ্চতর সাইক্লো-অ্যালকেনগুলির যোজক কোণের বিকৃতি বেশি হতে থাকবে। ফলে এদর স্থায়িত্ব কম হবে। কিন্তু বাস্তবে তা নয়। উচ্চতর সাইক্লোহেক্সেনগুলি প্রায় একই আণবিক গুরুত্ববিশিষ্ট মুক্তশৃঙ্খল অ্যালকেন যৌগগুলির মতই স্থায়। বায়ার তত্ত্ব দিয়ে এর ব্যাখ্যা করা যায় না।

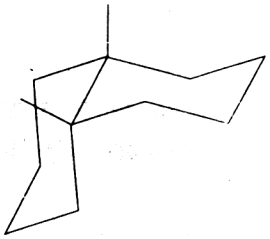
এর পরিপ্রেক্ষিতেই সাকসি (1890) তাঁর নতুন তত্ত্ব পেশ করেছিলেন। সাকসির তত্তব অনুসারে সাইক্লোহেক্সেন অণু সামতলিক নয়। কার্বন পরমাণুগুলি ভিন্ন তলে অবস্থিত হয়ে নৌকা ও চেয়ার কনফরমেশনে অবস্থান করে। ফলে এতে কৌণিক পীড়ন থাকবে না।



সাকসির এই পীড়নহীন চক্রের তত্ত্ব (Theory of strainless rings) কিন্তু সহজে স্বীকৃতি পায়নি। কারণ সাইক্লোহেক্সেনের চেয়ার ও নৌকা অণুবিন্যাস দুটির পৃথক অস্তিত্ব সমবন্ধে কোনও প্রমাণ মেলেনি। মোর (1918) বলেছিলেন যে সাইক্লোহেক্সেনের নৌকা ও চেয়ার অণুবিন্যাস দুটি দ্রুত রূপান্তরিত হয়ে সাম্যাবস্থায় থাকে। কিন্তু ডেকালিনের ক্ষেত্রে এই রূপান্তর সম্ভব নয়। সিস ও ট্রান্স ডেকালিনের আলাদা অস্তিত্ব পরে প্রমাণিত হয়েছে।



(e:e)–ট্রান্স-ডেকালিন



(e:a)–সিস–ডেকালিন