01403221-59

สเตอริโอเคมี

(Stereochemistry)

โครงการจัดตั้งภาควิชาเคมี
คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

สเตอริโอเคมี (Stereochemistry)

- บทนำ
- การเขียนสูตรโครงสร้างแบบสามมิติ
- ไอโซเมอริซึม (Isomerism) คอนฟอร์เมชัน (Conformation)
- สมมาตร (Symmetry) และโมเลกุลสมมาตร
- ไครัลลิตี (Chirality)
- ชนิดของสเตอริโอเมอร์ (Types of stereomers)
- คุณสมบัติโพลาไรซ์ (Polarization)
- Diastereomers และ Meso structures

2

บทนำ

- สเตอริโอเคมี เป็นการศึกษาสูตรโครงสร้างของโมเลกุลในสามมิติ
- โดยดูการจัดเรียงตัวของอะตอมต่าง ๆ ในโมเลกุล โดยยึดอะตอมหรือหมู่อะตอมเป็นหลัก
- เพื่อบอกความแตกต่างและหาความสัมพันธ์ของโมเลกุลที่มีสูตรเหมือนกัน
- สารชีวโมเลกุล สารเคมี และยา ที่เป็นสเตอริโอเมอร์หลาย ๆ ชนิด มีคุณสมบัติในการทำปฏิกิริยากับสารที่เป็นสเตอริโอเมอร์ต่างกัน
- สเตอริโอเคมี มีบทบาทสำคัญทำให้เข้าใจกลไกของปฏิกิริยาเคมี

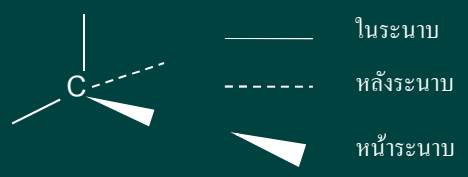
3

การแสดงรูปร่างโมเลกุลของสารที่เป็นจริง

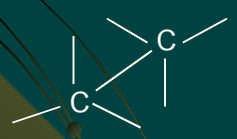
(Absolute configuration)

เขียนสูตรสามมิติของโมเลกุลที่มีไครัลเซ็นเตอร์

1. Line-dash-wedge



2. Newman projection



Newman projection

4

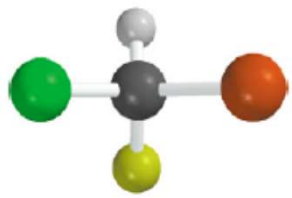
3. Fischer projection

หลักการเขียน

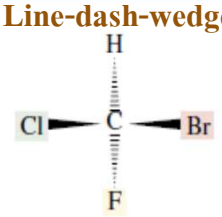
- เขียนกากบาทตั้งฉากกัน และให้จุดตัดเป็นตำแหน่งของไครัลคาร์บอน
- หมู่หรืออะตอมที่อยู่เหนือหรือใต้จุดตัดเป็นกลุ่มอะตอมที่ยื่นเข้าไปในระนาบของกระดาษ (ไกลตา)
- หมู่หรืออะตอมที่อยู่ทางซ้ายและขวามือของจุดตัดเป็นกลุ่มอะตอมที่ออกมาจากระนาบของกระดาษ (ใกล้ตา)

5

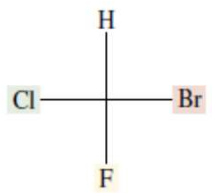
- ตัวอย่าง



Line-dash-wedge

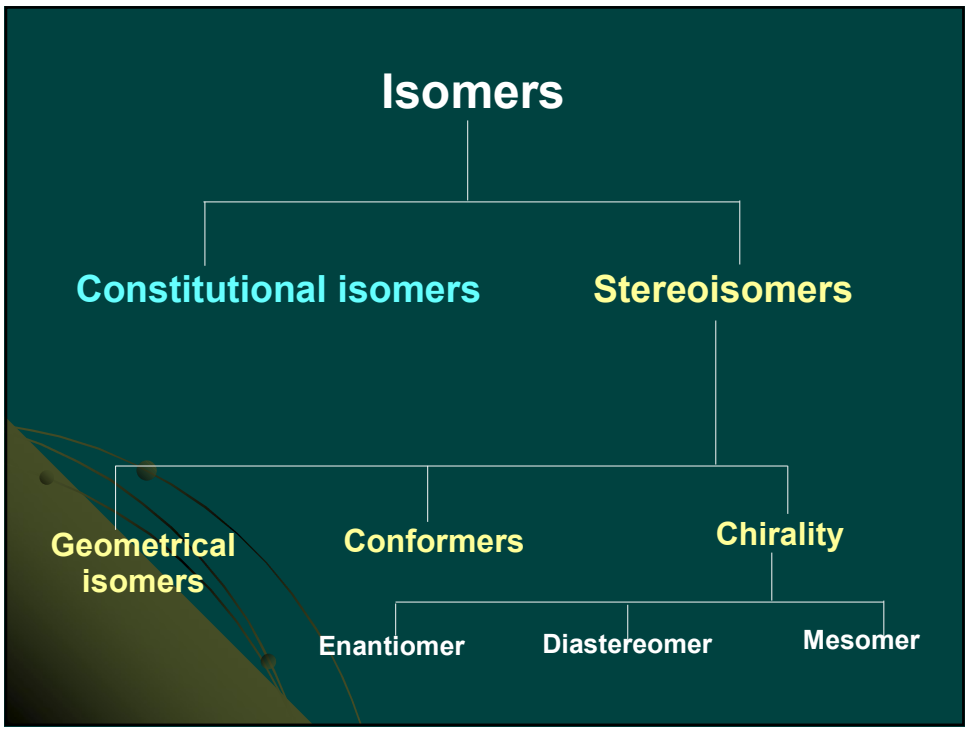


(*S*)-Bromochlorofluoromethane



Fischer projection

6



ไอโซเมอริซึม (Isomerism)

- เป็นการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของสารต่างชนิดที่มีสูตรโมเลกุลเหมือนกัน
- ไอโซเมอร์ คือ สารต่างชนิดที่มีสูตรโมเลกุลเหมือนกัน แบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ
  1. สารที่มีสูตรโครงสร้างต่างกัน (Structural isomer)
  2. สารที่การจัดเรียงอะตอมในสามมิติต่างกัน (Stereoisomer)

8

Structural isomer

- ไอโซเมอร์ที่มีสูตรโครงสร้างต่างกัน แบ่งเป็น 3 พวก คือ

1. Chain isomer สารประเภทเดียวกัน แต่การจัดเรียงตัวของคาร์บอนต่างกัน เช่น แอลเคนที่เป็นโซ่ตรง หรือ โซ่กิ่ง

$CH_3CH_2CH_2CH_3$ — *n-Butane*

$CH_3CH(CH_3)CH_3$ — Isobutane

2. Position isomer

สารประเภทเดียวกันแต่ตำแหน่งของหมู่ที่เกาะต่างกัน เช่น

$CH_3CH_2CH_2\text{-}Cl$ — 1-Chloropropane

$CH_3CH(Cl)CH_3$ — 2-Chloropropane

3. Functional isomer

สารที่มีสูตรโมเลกุลเหมือนกัน แต่หมู่ฟังก์ชันต่างกัน เช่น

C_2H_6O

$CH_3CH_2\text{-}OH$

Ethanol

$CH_3\text{-}O\text{-}CH_3$

Dimethylether

Stereoisomer

โมเลกุลที่มีการจัดเรียงอะตอมในที่ว่างสามมิติต่างกัน มี 3 ชนิด คือ

1. จีโอเมตริกไอโซเมอร์ (Geometric isomer)

   ความแตกต่างระหว่างไอโซเมอร์ ที่โมเลกุลไม่สามารถบิดตัวรอบพันธะ เช่น *cis*-2-pentene, *trans*-2-pentene

2. คอนฟอร์เมชัน (Conformation)

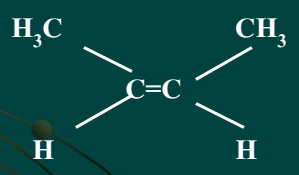
   การเปลี่ยนแปลงรูปร่างโมเลกุลเนื่องจากการหมุนของพันธะเดี่ยว เช่น น้ำตาลกลูโคสในรูปของเก้าอี้หรือเรือ

3. ไครัลลิตี (Chirality)

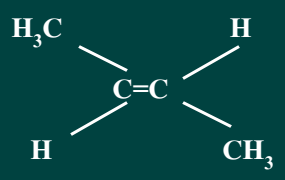
   การจัดเรียงอะตอมต่าง ๆ รอบคาร์บอนต่างกัน เช่น D-glucose, L-glucose

11

- จีโอเมตริกไอโซเมอร์ (Geometric isomer)
  - <u>เป็นไอโซเมอร์ที่มีพันธะแข็งแรงไม่สามารถหมุนตัวรอบพันธะได้</u> เช่น โมเลกุลของพันธะคู่ (แอลคีน) ที่มีการจัดตัวของหมู่ที่มาเกาะกับคาร์บอนพันธะคู่นั้นแตกต่างกัน ทำให้การจัดตัวในสามมิติต่างกัน จึงมีสมบัติทางกายภาพและเคมีต่างกัน



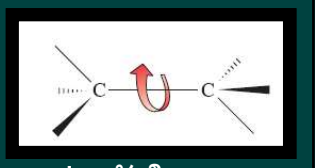
cis-2-Butene



trans-2-Butene

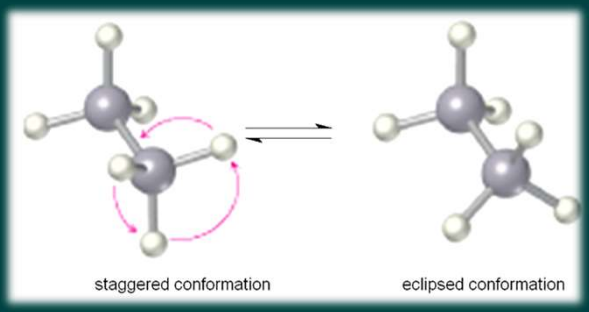
12

- คอนฟอร์เมชัน (Conformation)



  - โมเลกุลที่มีการจัดเรียงตัวของอะตอมต่างกันในสามมิติและเกิดจากการหมุนของพันธะเดี่ยว = conformer
  - แอลเคนที่มีคาร์บอนตั้งแต่ 2 อะตอมขึ้นไป จะเกิด conformation
    - Ethane (C_2H_6) และ propane มี conformer 3 แบบ
      - Staggered conformer
      - Eclipsed conformer
      - Skew conformer

13

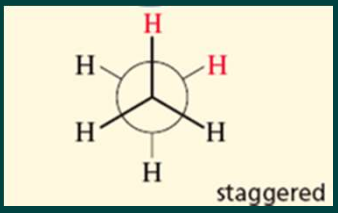


การหมุนของพันธะเดี่ยวของคาร์บอนในโมเลกุลของอีเทน

14

Staggered conformer

- มีการจัดให้ H-atom ของคาร์บอนตัวหน้าอยู่สับหว่างกับ H-atom ของคาร์บอนตัวหลัง ด้วยมุม (torsion angle) 60 องศา
- พันธะ C-H ทั้ง 6 พันธะอยู่ห่างกันมากที่สุด
- แรงผลักระหว่าง H-H มีน้อยที่สุด และพลังงานของโมเลกุลต่ำที่สุด
- โมเลกุลจะมีเสถียรภาพที่สุด

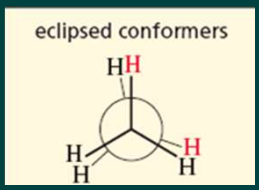


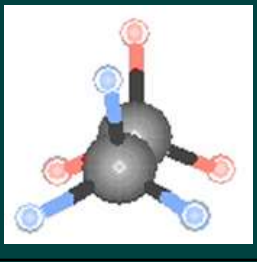
Newman Projection

15

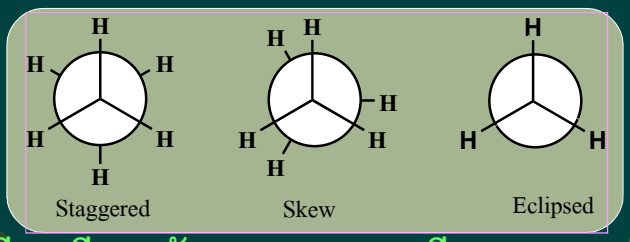
Eclipsed conformer

- มีการจัดให้ H-atom ของคาร์บอนตัวหน้าซ้อนทับกับ H-atom ของคาร์บอนตัวหลัง
- พันธะ C-H ทั้ง 6 พันธะอยู่ชิดกันมากที่สุด
- แรงผลักระหว่าง H-H มีมากที่สุด
- โมเลกุลมีพลังงานสูงที่สุดใน conformers ด้วยกัน และโมเลกุลมีความเสถียรน้อยที่สุด





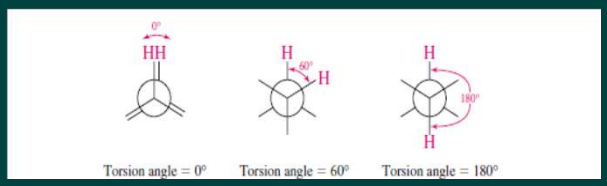
- Skew conformer
  - เป็น conformer ที่อยู่ระหว่าง staggered และ eclipsed conformers



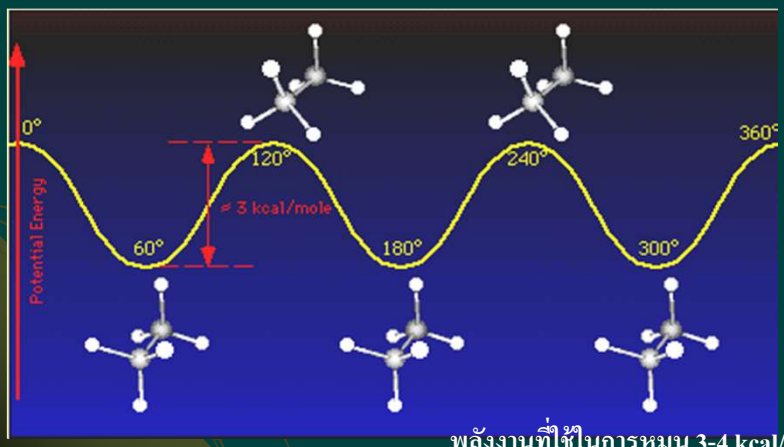
<u>เปรียบเทียบพลังงานและความเสถียรของคอนฟอร์เมอร์</u>

- พลังงาน staggered < skew < eclipsed
- ความเสถียร staggered > skew > eclipsed

17

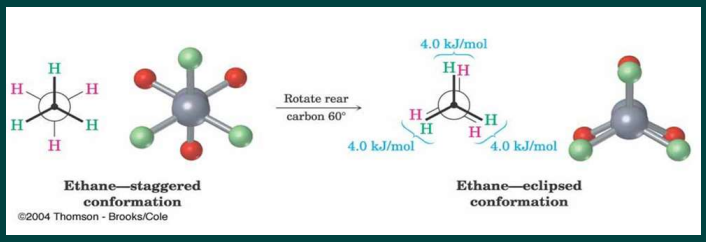


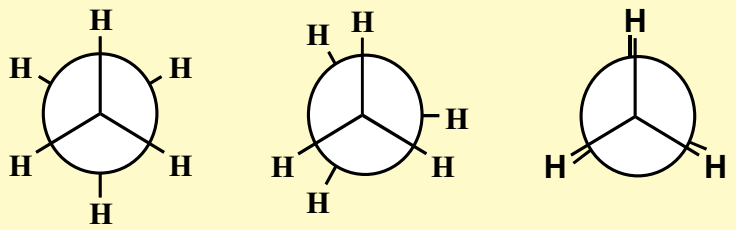
มุม torsion angle ของ conformers



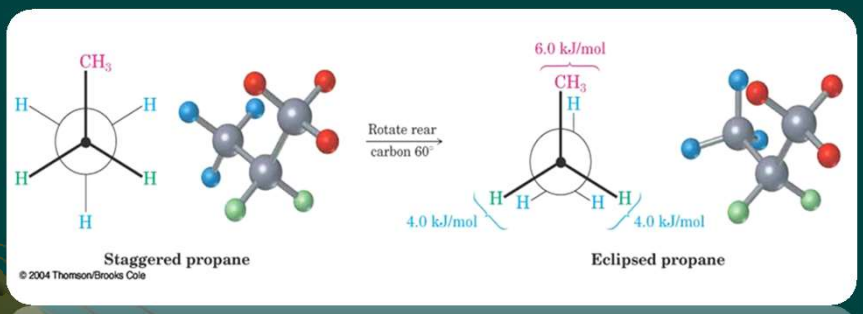
พลังงานที่ใช้ในการหมุน 3-4 kcal/mol

การเขียน conformer แบบ Newman projection

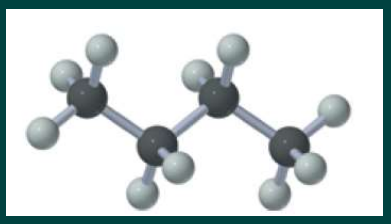




Conformers ของ Propane



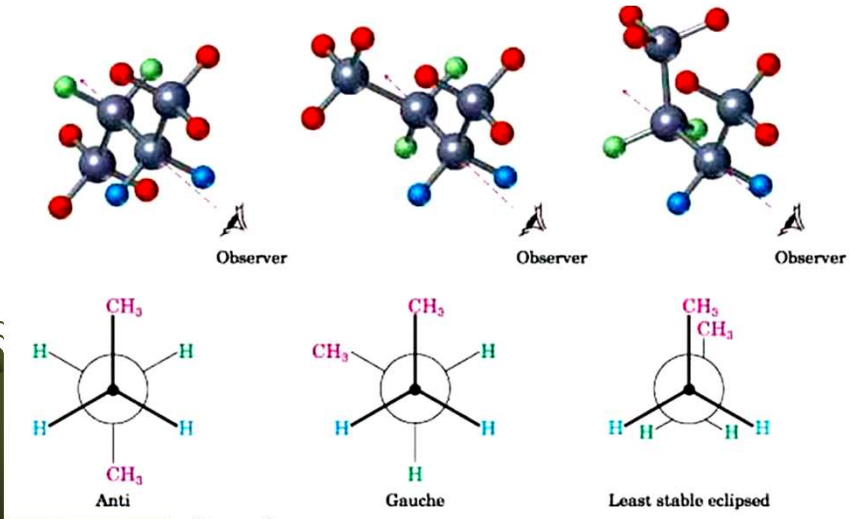
- Butane (C_4H_{10})มี conformer 4 แบบ
  - Anti conformer
  - Eclipsed conformer
  - Gauche conformer
  - Fully eclipsed conformer



- ความเสถียรของ conformers
  - Anti conformer > Gauche conformer > Eclipsed conformer > Fully eclipsed conformer

21

Butane conformers



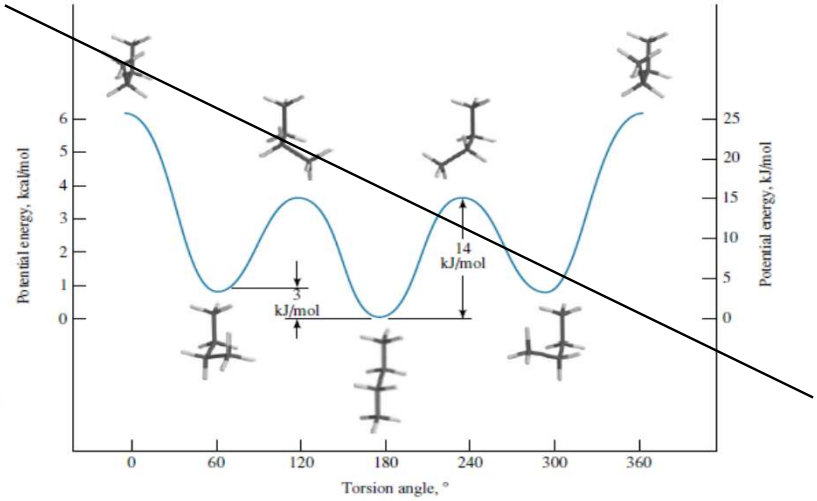
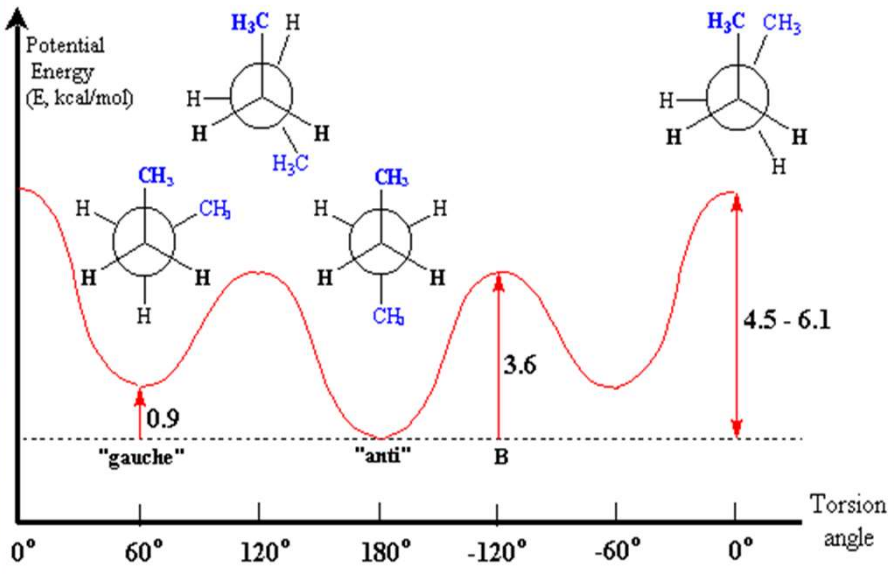


FIGURE 3.7 Potential energy diagram for rotation around the central carbon–carbon bond in butane.



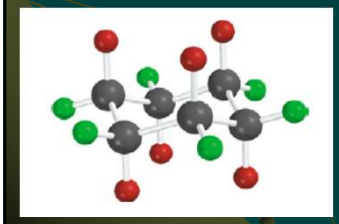
Potential energy of butane as a function of the torsion angle.

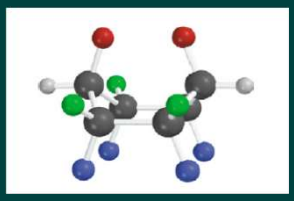
Conformers ของ cyclohexane

Cyclohexane (C_6H_{12}) มี 2 conformers ที่สำคัญ คือ

- แบบเก้าอี้ (chair conformer)
- แบบเรือ (boat conformer)

chair



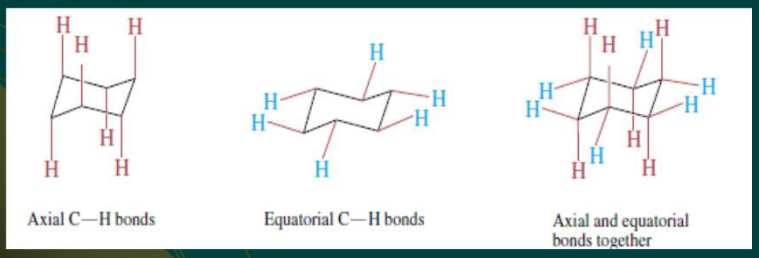


boat

25

แบบเก้าอี้ (chair conformer)

- H-atoms ของคาร์บอนตัวหน้าและตัวหลังอยู่สับหว่างกัน
- เป็น staggered conformer
- แรงผลักระหว่าง H-atoms มีน้อย
- มีเสถียรภาพมากกว่าแบบเรือ



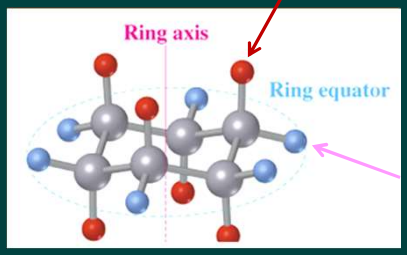
26

แบบเก้าอี้ มีโปรตอน (H-atoms) 2 ชนิด

1. Axial proton

เป็นโปรตอนที่อยู่ในแนวตั้ง โดยอยู่เหนือวง 3 อะตอม และอยู่ด้านล่างของวง 3 อะตอม

Axial proton

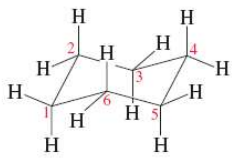


Equatorial proton

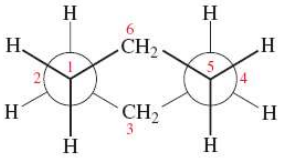
2. Equatorial proton

เป็นโปรตอนที่อยู่ในแนวข้าง โดยอยู่เหนือระนาบ 3 อะตอม และอยู่ด้านล่างของวง 3 อะตอม

27

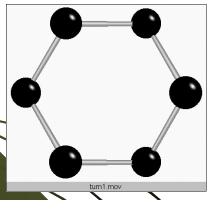


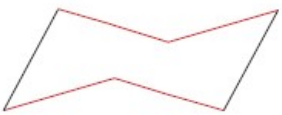
chair conformer of cyclohexane

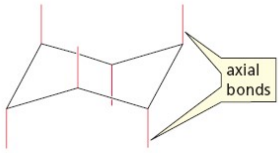


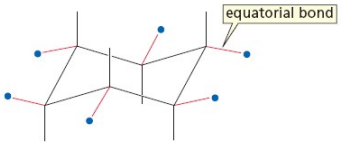
Newman projection of the chair conformer

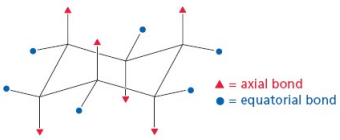
ball-and-stick model of the chair conformer of cyclohexane

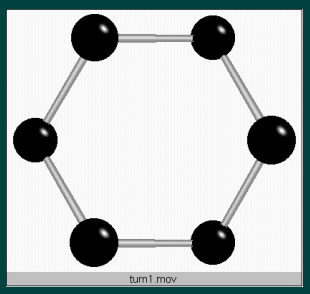


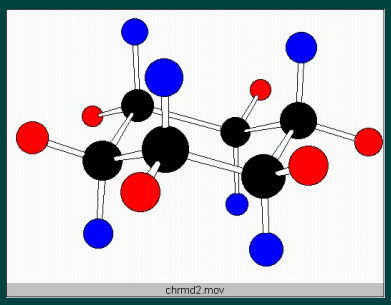


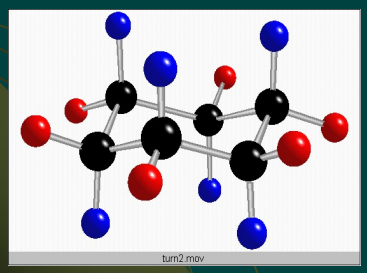


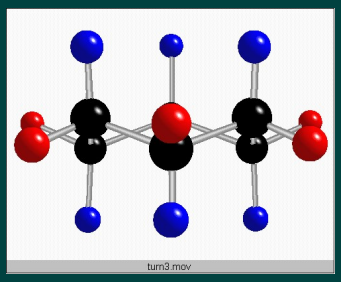






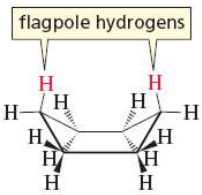




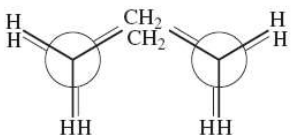


29

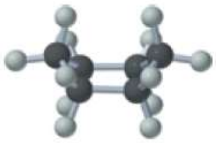
- แบบเรือ (boat conformer)
  - H-atoms ของคาร์บอนด้านหน้าและด้านหลังซ้อนทับกัน เป็น eclipsed conformer
  - แรงผลักระหว่างไฮโดรเจนอะตอมมีมาก
  - มีความเสถียรน้อยกว่าแบบเก้าอี้



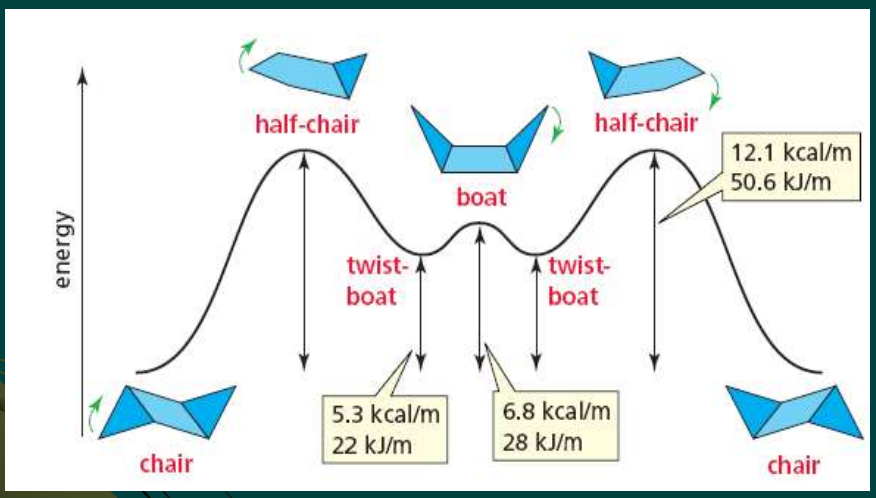
boat conformer of cyclohexane



Newman projection of the boat conformer



ball-and-stick model of the boat conformer of cyclohexane



พลังงานที่ใช้เปลี่ยน conformers ของ cyclohexane

31

ไครัลโมเลกุล (Chiral molecules)

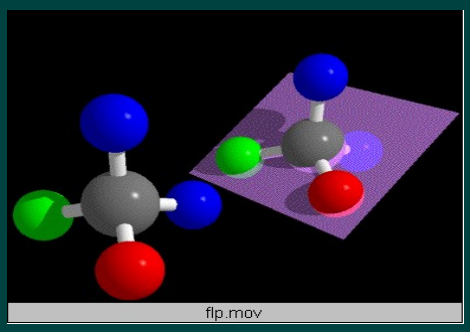
- โมเลกุลของสารอินทรีย์ที่มีการจัดเรียงอะตอมหรือหมู่อะตอมรอบคาร์บอนแตกต่างกัน
- ไครัลโมเลกุลมีสมบัติทางกายภาพและเคมีเหมือนกัน ยกเว้นสมบัติการทำปฏิกิริยากับสารไครัลอื่น และการหมุนระนาบโพลาไรซ์ต่างกัน
- แบ่งเป็น อิแนนทิโอเมอร์ (Enantiomer) และไดอะสเตอริโอเมอร์ (Diastereomer)
- ควรต้องรู้พื้นฐานเรื่องสมมาตรก่อน

32

สมมาตร (Symmetry)

- วัตถุรูปทรงเรขาคณิตมักมีสมมาตร เช่น รูปทรงกระบอก รูปเตตระฮีดรอน รูปทรงกลม เป็นต้น
- สมมาตรมีหลายแบบ: ศูนย์สมมาตร แกนหมุนสมมาตร และระนาบสมมาตร
- ในที่นี้จะอธิบายเฉพาะ ระนาบสมมาตร (Plane of symmetry) ที่เกี่ยวข้อง
- ถ้าแบ่งวัตถุออกเป็น 2 ซีก ตามแนวเส้นตรงหรือระนาบใด ๆ ก็ตาม พบว่าแต่ละซีกเป็นภาพในกระจกเงาของกันและกันจะบอกว่า วัตถุมีสมมาตร

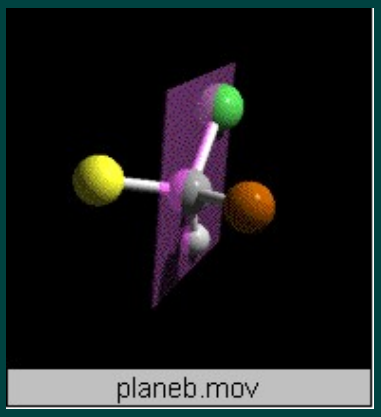
33



มีสมมาตร

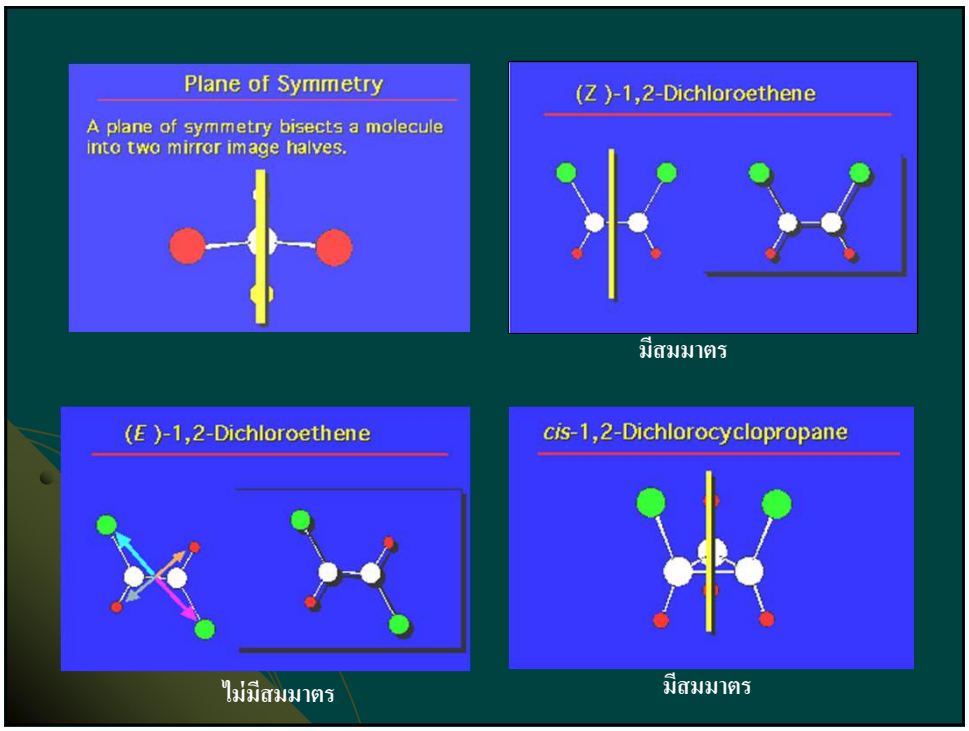
$CH_3CH_2CH_2Cl$ - symmetry

$CH_3CH_2\underset{\underset{OH}{|}}{C}H\text{-}Cl$ - asymmetry



ไม่มีสมมาตร

34



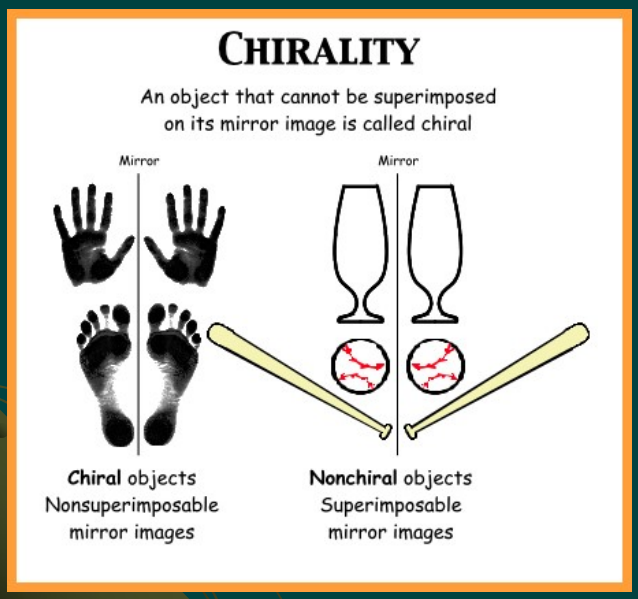
- เส้นตรงหรือระนาบที่ใช้แบ่งเรียก ระนาบสมมาตร (Plane of symmetry)
  - วัตถุที่มีระนาบสมมาตรเรียก วัตถุที่มีสมมาตร (Symmetric object)
  - แต่ถ้าไม่มีเรียก วัตถุที่ไม่มีสมมาตร (Asymmetric object)
- โมเลกุลหรือสารก็เช่นกัน ถ้ามีระนาบที่แบ่งโมเลกุล แล้วทำให้ทั้งสองส่วนที่แบ่งเป็นเงาของกันและกัน โมเลกุลนั้นจะมีระนาบสมมาตร (Symmetric molecule)
- โมเลกุลที่ไม่มีระนาบสมมาตร เรียกว่าเป็น Asymmetric molecule

36

ไครัลลิตี (Chirality)

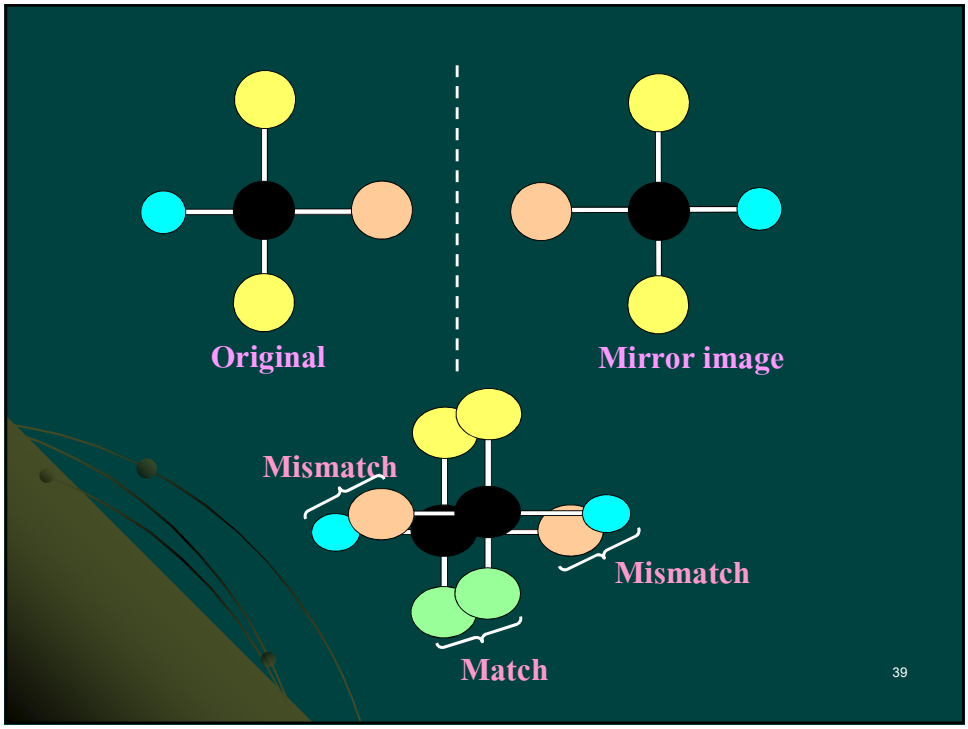
- เมื่อนำมือซ้ายไปส่องกระจก ภาพในกระจกเงา (mirror image) คือมือขวา ซึ่งมือทั้งสองไม่สามารถซ้อนทับกันสนิท เรียกลักษณะนี้ว่า การซ้อนทับกันไม่สนิท (superimposable)
- วัตถุหรือสารที่ไม่สามารถทับกันสนิทกับภาพของมันในกระจกเงา เรียกวัตถุหรือสารนั้นว่า มีไครัลลิตี หรือ เป็นไครัลวัตถุ ไครัลโมเลกุล

37



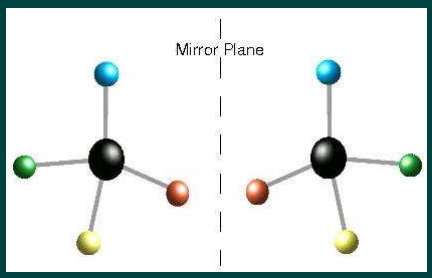
www.creation-science-prophecy.com/amino/

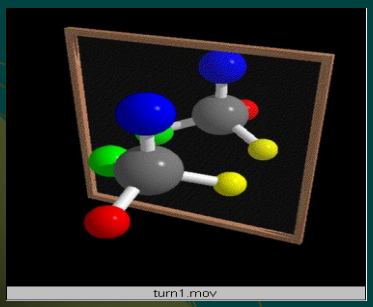
38

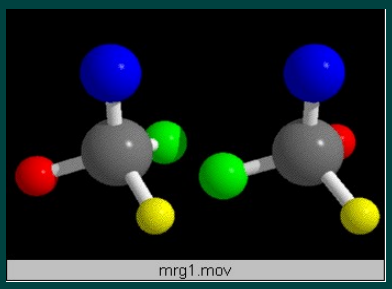


สมบัติของไครัลลิตี คือ การไม่มีระนาบสมมาตร

ดังนั้นโมเลกุลที่ไม่มีระนาบสมมาตรจะไม่สามารถซ้อนทับกับโมเลกุลที่เป็นภาพในกระจกเงาของมัน (asymmetric molecule= chiral molecule)

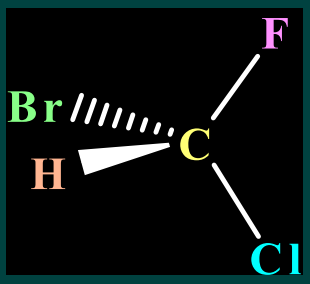


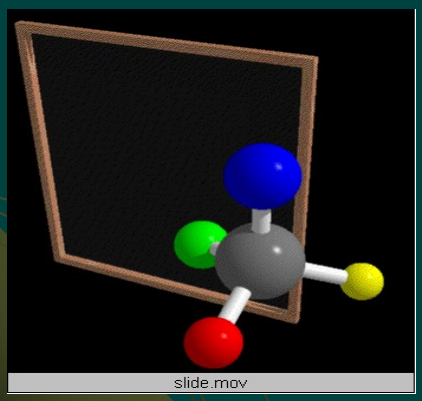


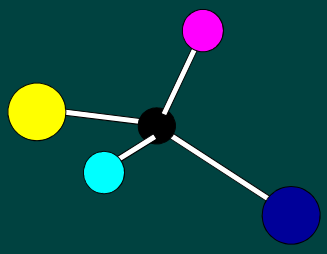


40

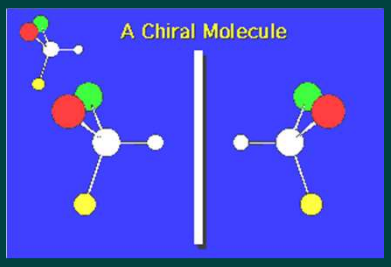
Asymmetrical carbon

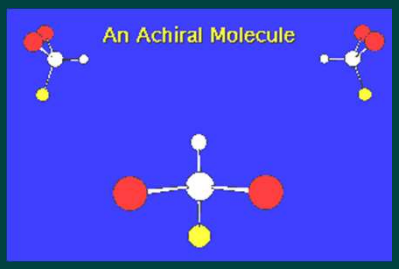


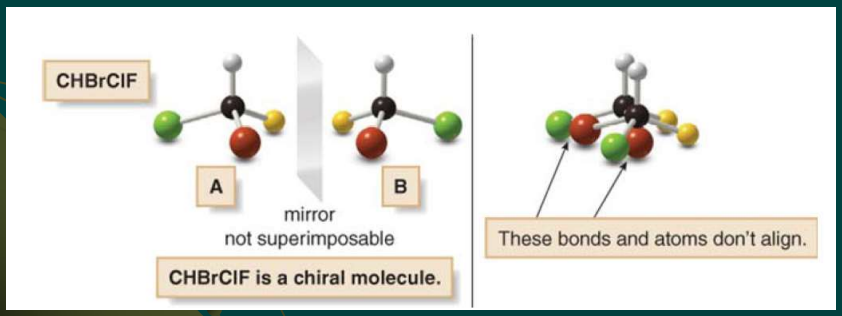




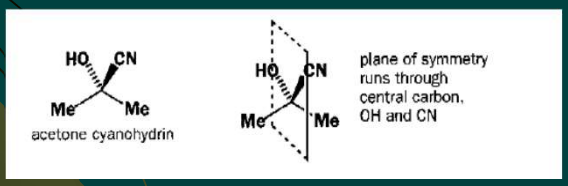
41



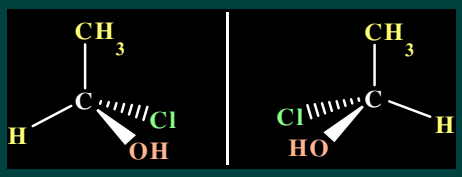




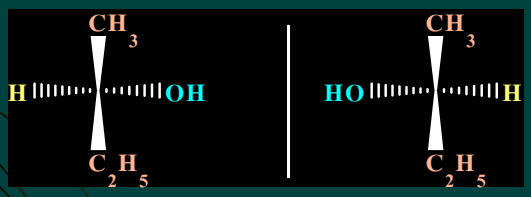
- โมเลกุลที่มีระนาบสมมาตร (symmetric molecule) เป็นโมเลกุลที่ไม่เป็นไครัล แต่เป็น achiral molecule
  สารอินทรีย์ที่ คาร์บอนเป็นอะตอมกลาง และพันธะทั้งสี่ของคาร์บอนต่อกับอะตอมหรือหมู่อะตอมที่ไม่เหมือนกัน เรียก คาร์บอนนี้ว่า asymmetric carbon หรือ chiral carbon
- โมเลกุลที่มี asymmetric carbon และ mirror image ของมันไม่สามารถซ้อนทับสนิทกับตัวมันได้ (superimposable) เรียกว่า เป็นสาร <u>อิแนนทิโอเมอร์ (enantiomer)</u>



43



Enantiomers ต่อกัน



Enantiomers ต่อกัน

44

การหมุนระนาบของแสงโพลาไรซ์

(Rotation of plane-polarized light)

- สมบัติของไครัลโมเลกุล- สารที่เป็นอิแนนทิโอเมอร์กัน มีการจัดเรียงอะตอมในโมเลกุลคล้ายกัน ยกเว้น ที่ไครัลอะตอมมีการจัดตัวของหมู่อะตอมในที่ว่างต่างกัน ดังนั้น สมบัติกายภาพและเคมีส่วนมากจึงเหมือนกัน
- ยกเว้น อิแนนทิโอเมอร์ที่บริสุทธิ์แต่ละชนิด มีสมบัติที่แตกต่างกัน 2 อย่าง คือ
  - ทำปฏิกิริยากับไครัลโมเลกุลอื่นได้ต่างกัน
  - หมุนระนาบของแสงโพลาไรซ์ ในทิศทางตรงข้าม

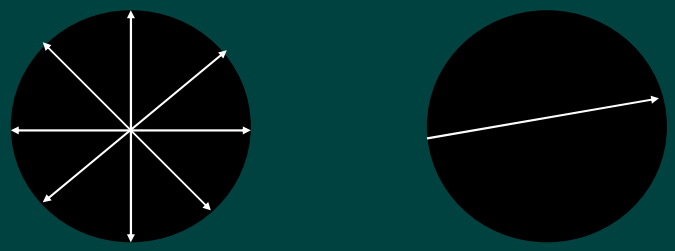
45

ระนาบแสงโพลาไรซ์

(Plane of polarized light)

- แสงธรรมดาเคลื่อนที่เป็นคลื่น สั่น ในระนาบที่ตั้งฉากกับทิศทางของการเคลื่อนที่ (มีการสั่นทุกทิศทาง)
- แสงโพลาไรซ์ (polarized light) เป็นแสงที่มีความยาวคลื่นเดียวและการสั่นของคลื่นถูกกรองให้เหลือเพียงระนาบเดียว
- แผ่นโพลาไรซ์ (polarizer) เป็นตัวกรองแสงให้มีเพียงระนาบเดียว
- เครื่องมือที่ใช้วัดคือ โพลาริมิเตอร์

46



A = Ordinary light

B = Plane polarized light

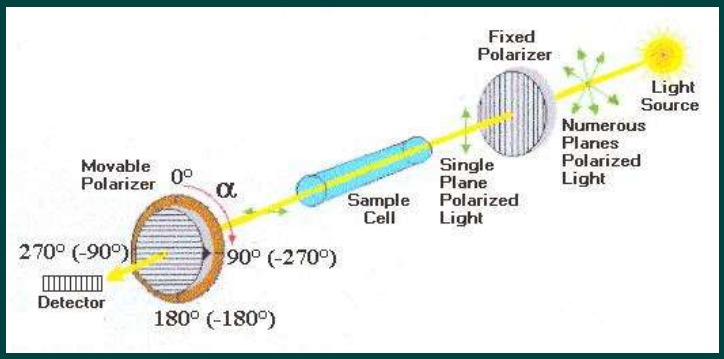
47

โพลาริมิเตอร์ (Polarimeter)

- เครื่องมือใช้วัดมุมของการหมุนของระนาบแสงโพลาไรซ์ของสารที่มีคุณสมบัติ optically active
- มุมที่หมุน ขึ้นกับ สูตรโครงสร้าง อุณหภูมิ ความยาวคลื่นของแสง และความเข้มข้นของสาร
- ส่วนประกอบของเครื่อง
  - แหล่งกำเนิดแสง (Light source)
  - โพลาไรเซอร์ (Polarizer)
  - หลอดบรรจุสารตัวอย่าง (Sample tube)
  - ตัววัดมุมของแสง (Analyzer)

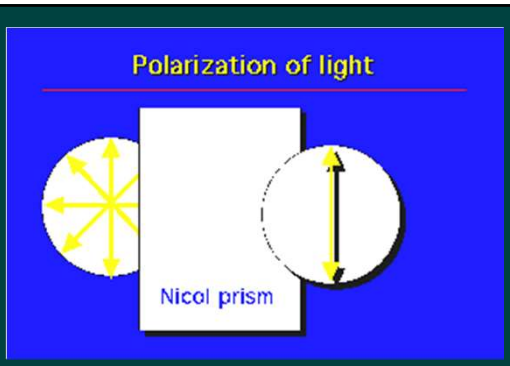
48

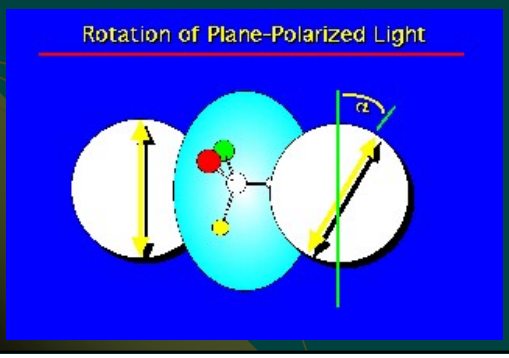
Polarimeter



Polarimeter

49





สารอิแนนทิโอเมอร์
หมุนระนาบของแสงโพลาไรซ์

- พบว่า เมื่อผ่านลำแสงโพลาไรซ์ไปในสารละลายของอิแนนทิโอเมอร์บริสุทธิ์ชนิดเดียว ระนาบของแสงจะถูกหมุนไปทางซ้าย หรือขวา ด้วยมุมคงที่
- ถ้าผ่านแสงนี้ไปในสารละลายอีกอิแนนทิโอเมอร์หนึ่งที่เป็นเงาของมัน โดยใช้ปริมาณสารที่เท่ากัน จะหมุนระนาบของแสงไปใน <u>ทิศตรงข้ามด้วยมุมเท่ากัน</u>
- อิแนนทิโอเมอร์ที่หมุนระนาบโพลาไรซ์ได้เรียก optical isomer หรือมีสมบัติ <u>optically active</u>
- สารที่ไม่สามารถหมุนระนาบโพลาไรซ์ เรียก <u>optically inactive</u>

51

Specific rotation

- Specific rotation คือ การหมุนระนาบแสงโพลาไรซ์ ของสารที่มีสมบัติ optically active

$$[\alpha]_{\lambda}^{t} = \frac{\alpha}{C\ell}$$

$[\alpha]$ = specific rotation

t = อุณหภูมิ (^{o}C)

λ = ความยาวคลื่นแสงที่ใช้ (nm)

α = มุมแสงที่วัดได้ (องศา, degree)

C = ความเข้มข้นของสารละลาย (g/cm^3)

ℓ = ความยาวของหลอดตัวอย่าง (dm)

52

λ = ส่วนใหญ่ใช้ความยาวคลื่น 589 nm ซึ่งเป็น D-line ของ Sodium lamp

t = ส่วนใหญ่ใช้ที่ 20 °C

ตัวแปรอื่นขึ้นกับการวิเคราะห์

<u>ตัวอย่าง</u>

สาร mandelic acid 28 mg ละลายใน ethanol 1 cm^3 วางใน 10 cm polarimeter cell วัดที่ 20 °C ด้วย 589 nm ได้ optical rotation angle -4.35 ° left

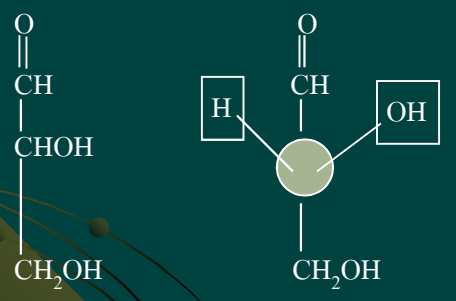
$$[\alpha]_D^{20} = \frac{\alpha}{C\ell} = \frac{-4.35^\circ}{(0.028\ g/cm^3) \times (1dm)} = -155.4^\circ$$

53

- Optically active molecule มีค่า specific rotation เฉพาะตัว
  1. บิดหรือหมุนระนาบแสงโพลาไรซ์ ไปทางซ้าย เรียก levorotation, (-) หรือ (l)
  2. บิดหรือหมุนระนาบแสงโพลาไรซ์ ไปทางขวา เรียก dextrorotation, (+) หรือ (d)
- สารที่เป็นอิแนนทิโอเมอร์กันหมุนระนาบแสงโพลาไรซ์เป็นมุมที่เท่ากัน แต่ทิศทางตรงข้าม
- สารผสมที่มีปริมาณเท่ากันของอิแนนทิโอเมอร์ที่คู่กันไม่หมุนระนาบของแสงโพลาไรซ์ เรียก ราซิมิกมิกเจอร์ (racemic mixture)

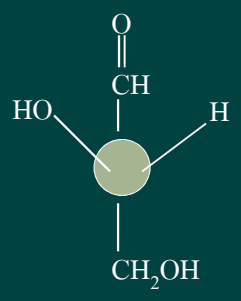
54

ตัวอย่างไครัลโมเลกุล



Glyceraldehyde (+)-glyceraldehyde

$[\alpha]_D^{20} = +8.7°$



(-)-glyceraldehyde

$[\alpha]_D^{20} = -8.7°$

55

- Achiral molecule ไม่หมุนระนาบแสงโพลาไรซ์
- Racemic mixture ไม่หมุนระนาบแสงโพลาไรซ์
- ตัวอย่าง $CH_3CH_2CH(CH_3)CH_2OH$ 2-Methyl-1-butanol

	(+)- 2-Methyl-1-butanol	(-)- 2-Methyl-1-butanol
Melting point (°C)	129	129
Density (g/mL)	0.82	0.82
α (degree)	1.41	-1.41
Specific rotation	+5.90	-5.90

56

- สารที่เป็น Enantiomer ต่อกัน ทำปฏิกิริยากับสารที่เป็นไครัลทำให้
  - อัตราการเกิดปฏิกิริยาแตกต่างกัน
  - ให้ผลิตภัณฑ์ต่างกัน

57

การกำหนด configuration แบบ D และ L

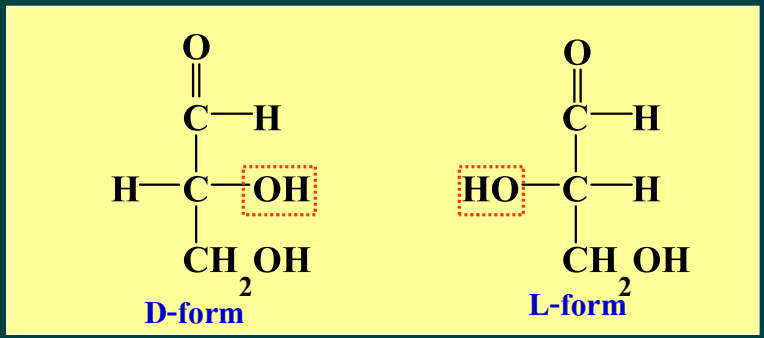
- สารอินทรีย์เช่น คาร์โบไฮเดรตมีการจัดเรียงโครงสร้างของ หมู่อะตอมที่ซับซ้อน โดยเฉพาะตำแหน่งของ H และ OH ทำให้มี การกำหนดการจัดเรียงโครงสร้างขึ้น
- จากสูตรแบบฟิชเชอร์ของ

(+)-glyceraldehyde ที่ OH อยู่ขวามือเป็น D-form

(-)-glyceraldehyde ที่ OH อยู่ซ้ายมือเป็น L-form

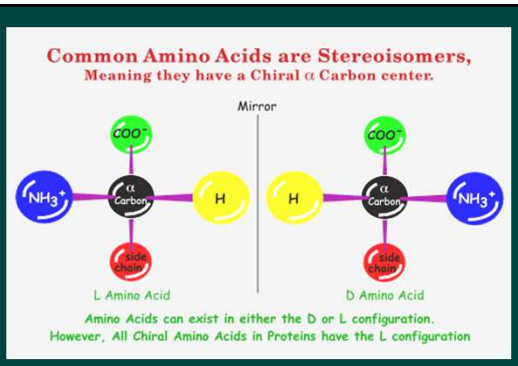
-Cl และ NH_2 เป็นหมู่ที่เกาะในโมเลกุลที่การจัดตัวคล้ายคาร์โบไฮเดรตยังใช้หลักเกณฑ์นี้ได้

58

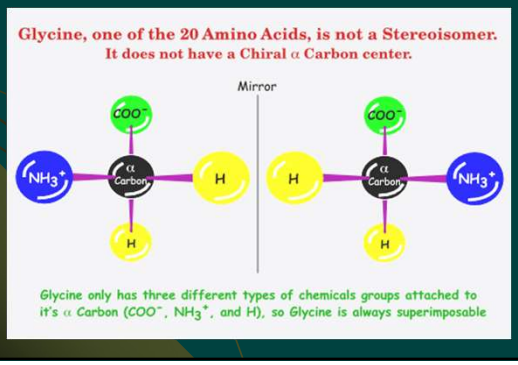


D-(+) glyceraldehyde L-(-) glyceraldehyde

59



Amino acid ส่วนใหญ่เป็น stereoisomer แบบ L-amino acid



ยกเว้น Glycine ไม่เป็น Stereoisomer เพราะไม่มีไครัลคาร์บอน

60

การกำหนด configuration แบบ R และ S

ปัจจุบันนักเคมีจัด configuration โดย การจัดเรียงหมู่อะตอมรอบไครัลคาร์บอนอะตอมตามลักษณะการเวียนซ้ายหรือขวารอบไครัลอะตอม

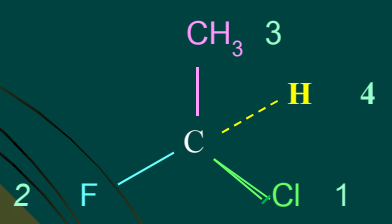
- ถ้าอะตอมหรือหมู่อะตอมจัดเรียงเวียนทางขวา (rectus) คือ R
- ถ้าอะตอมหรือหมู่อะตอมจัดเรียงเวียนทางซ้าย (sinister) คือ S
- อิแนนทิโอเมอร์ที่การจัดเรียงแบบ R คู่ของมันต้องมีการจัดเรียงแบบ S และเมื่อผสมอิแนนทิโอเมอร์ทั้งสองเท่าๆกันจะได้ราซิมิก (racemic mixture)

61

หลักกำหนดการจัดเรียงแบบ R และ S

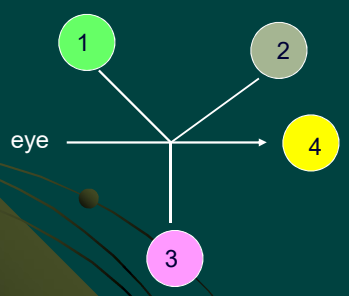
1. ให้ตำแหน่งอะตอม/หมู่อะตอมที่ต่อกับไครัลคาร์บอนที่จะหาคอนฟิกิวเรชัน เรียงตามลำดับโดย

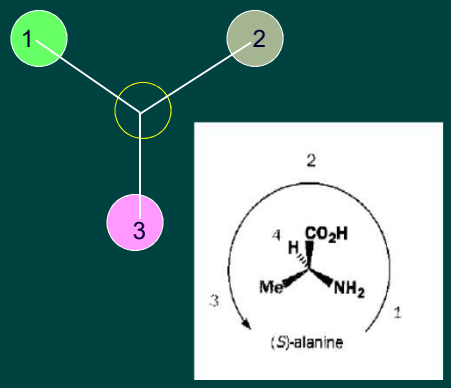
   - เลขอะตอม ของอะตอมแรกที่เกาะกับไครัลคาร์บอน (อะตอมที่เลขอะตอมมากกว่าอยู่อันดับก่อน)



62

2. จัดโมเลกุลให้ไครัลคาร์บอนอยู่ศูนย์กลาง ให้หมู่ที่อันดับสุดท้าย อยู่ตรงข้ามกับตาที่มอง แล้วเขียนภาพนิวแมนให้ไครัลคาร์บอน ทับกับหมู่ที่อันดับสุดท้าย

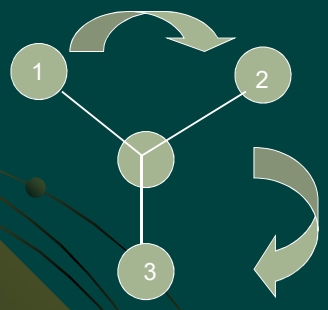




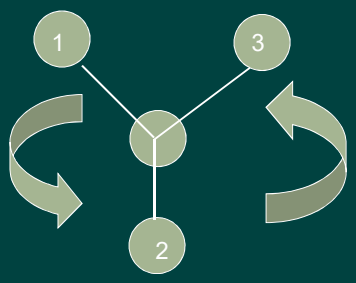
63

3. เขียนลูกศรจากหมู่อันดับแรกเรียงไปอันดับสองและสาม ตามลำดับ ถ้าเวียนตามเข็มนาฬิกาหรือวนขวา เท่ากับไครัลคาร์บอนเป็นแบบ R

แต่ถ้าทวนเข็มนาฬิกาหรือวนซ้ายเท่ากับไครัลคาร์บอนเป็นแบบ S



R-configuration



S-configuration

64

เกณฑ์การจัดอันดับหมู่อะตอม

ตามกฎของ Cahn-Ingold-Prelog Priority order

1. ธาตุที่เลขอะตอมมากกว่ามีอันดับก่อน

อันดับ	1	2	3	4	5	6
อะตอม	Br	Cl	O	N	C	H

2. ธาตุเดียวกันหลายไอโซโทป ให้ไอโซโทปที่มีมวลมากกว่ามีอันดับก่อน

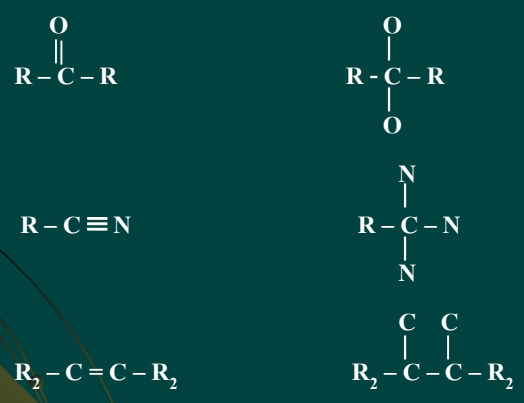
   Deuterium มาก่อน Hydrogen

3. ถ้าเป็นธาตุเดียวกันให้พิจารณาอะตอมของธาตุถัดไป

65

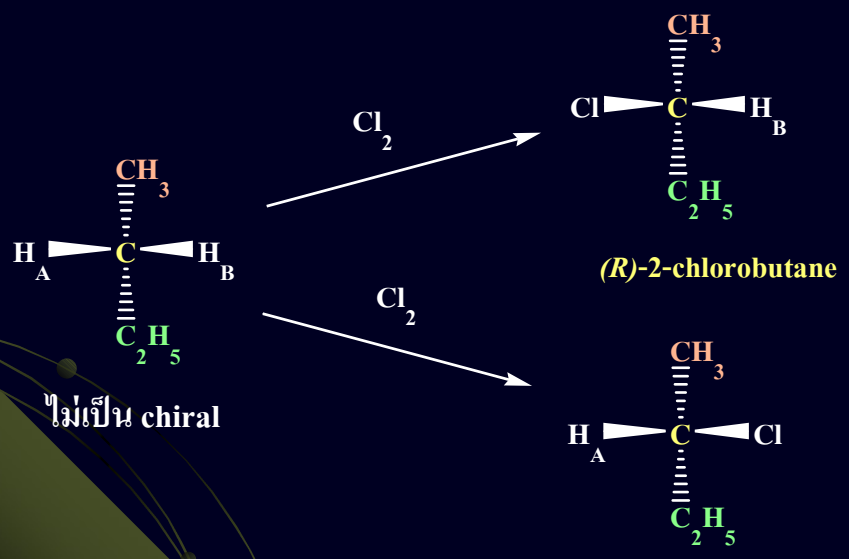
4. อะตอมที่ต่อกับพันธะคู่หรือพันธะสาม ให้ถือว่ามันต่อด้วยพันธะเดี่ยวสองพันธะ หรือสามพันธะ ตามลำดับ และพันธะคู่ของ cis- มาก่อนของ trans-

เช่น



66

ตัวอย่าง

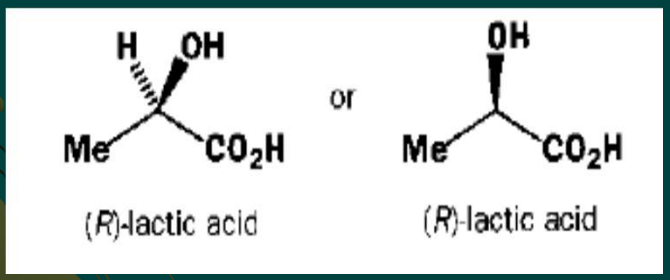


ไม่เป็น chiral

67

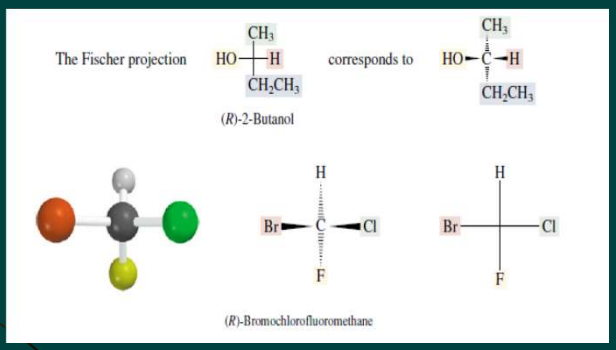
- สรุปอันดับของอะตอม/หมู่อะตอม

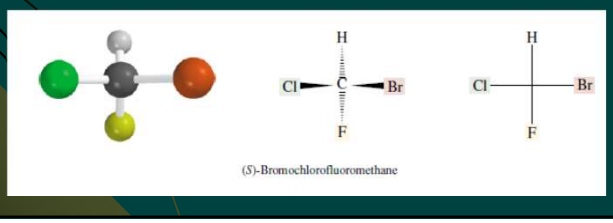
  - I, Br, Cl, F, OR, OH, NO_2, NR_2, NHR, NH_2, CO_2R, COOH, CHO, CH_2OH, CR_3, CH_2R, CH_3, D, H



68

ตัวอย่าง





69

สารที่มีไครัลอะตอมมากกว่าหนึ่ง

สารที่มีไครัลคาร์บอนมากกว่าหนึ่งอะตอม สามารถเขียนสูตรโครงสร้างที่แตกต่างกันเป็น 2^n สูตร (n = จำนวนไครัลคาร์บอน)

เช่นน้ำตาลที่มีคาร์บอน 4 อะตอม ไครัลคาร์บอนที่ตำแหน่ง C_2, C_3

	C_2	C_3	ความน่าจะเป็น
1 CHO	R	R	(2R,3R)
2 CHOH	R	S	(2R,3S)
3 CHOH	S	R	(2S,3R)
4 CH_2OH	S	S	(2S,3S)

70

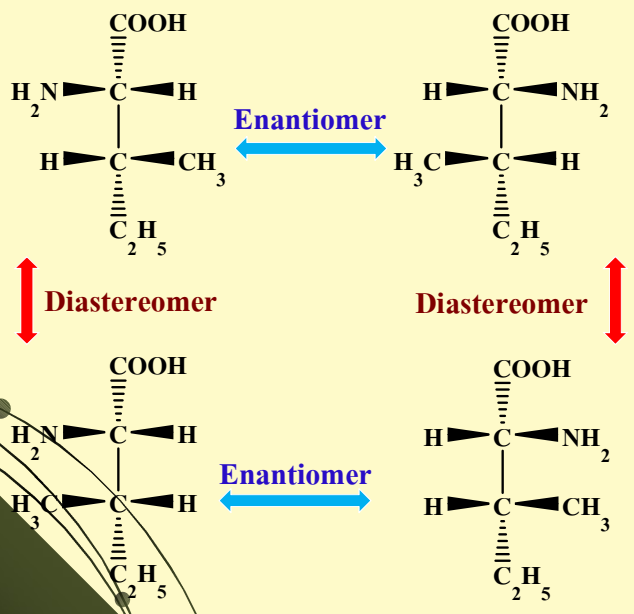
Diastereomers

- เมื่อโมเลกุลมีมากกว่าหนึ่งไครัลคาร์บอน พบว่า optical isomers ไม่ได้เป็น enantiomer กันและกันทุกสาร
- บางชนิดเป็น diastereomers ซึ่งคือ stereoisomer ที่ไม่ได้เป็นเงาใน กระจกของกัน และกัน

Meso structures

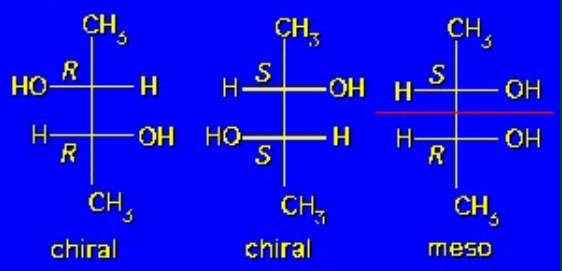
- อิแนนทิโอเมอร์ที่มีมากกว่า 1 ไครัลคาร์บอนและสามารถซ้อน ทับกันสนิท นั่นคือเป็นสารเดียวกัน เรียกว่าเป็น Meso structures

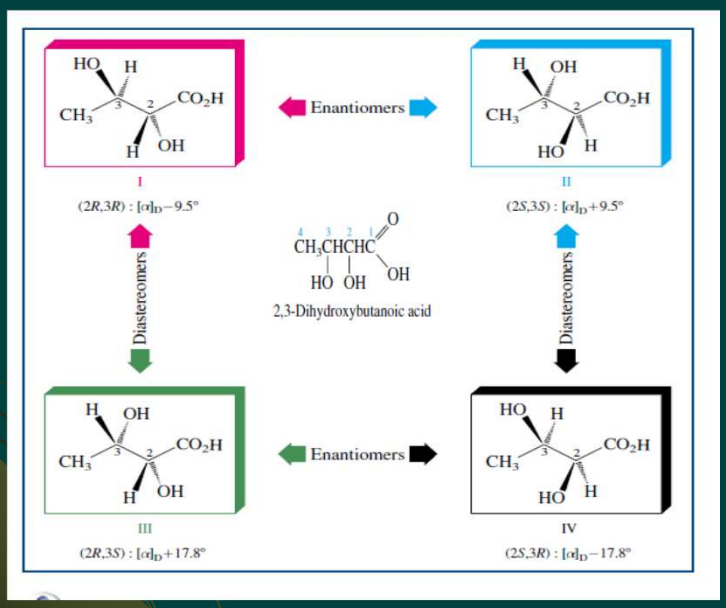
71



72

2,3-Butanediol





74

ราซิมิก racemic mixture และ Resolution

- เมื่อนำคู่อิแนนทิโอเมอร์ (เป็น optically active) มาผสมกันในปริมาณที่เท่าๆ กันจะได้ racemic mixtures ที่ไม่เป็น optically active และแยกออกจากกันยาก
- วิธีที่ใช้แยกเรียกว่า Resolution โดย
  - นำ racemic mixtures นั้นทำปฏิกิริยากับสารอื่นที่เป็น อิแนนทิโอเมอร์ชนิดเดียวเท่านั้นและเป็น optically active ด้วย ทำให้เกิดสารที่เป็น diastereomers สองชนิด จึงแยก diastereomers ทั้งสอง แล้วค่อยเปลี่ยนสาร (ทำปฏิกิริยา) ให้กลับมาเป็นอิแนนทิโอเมอร์ที่แยกกัน

75