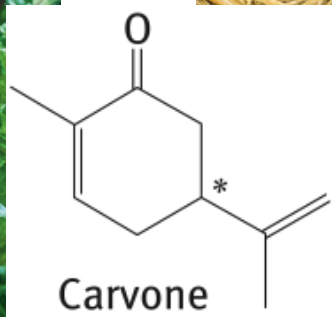


Chapter 5: Stereoisomerism

Stereoisomers are compounds that have the same structural formula in terms of order of attachment, but differ in arrangements of the atoms in space.



The difference in odor between caraway seeds and mint leaves arises from two stereoisomers of carvone due to different arrangement of atoms at the carbon (*)



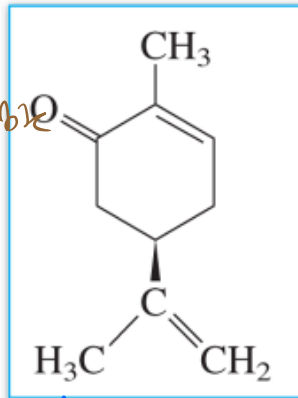
Spearmint leaves

© DKU/Getty

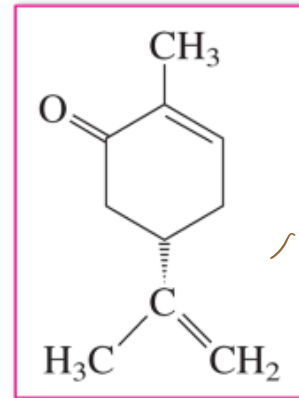


Caraway seeds

© The McGraw-Hill Companies, Inc./Elite Images



(R)-(-)-Carvone
(from spearmint oil)



(S)-(+)-Carvone
(from caraway seed oil)

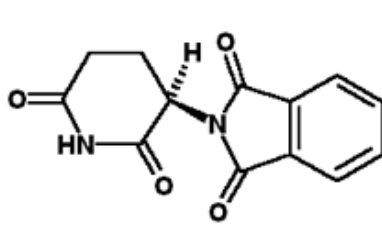
mirror image
not super impossible

enantiomers

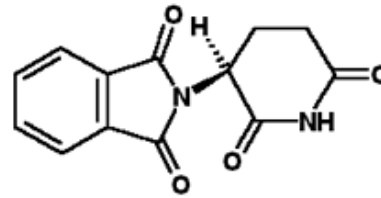
لوا سوية relation عكس
التركيب الكربوني
للمية والرابطة المتكافئة للكار
- mirror images

لوا حيا اضافة
للكربون والرابطة
الانزيم ما بنطقتوا
not super impossible

enantiomers



R-Thalidomide
(sleep-inducing)



S-Thalidomide
(teratogenic)



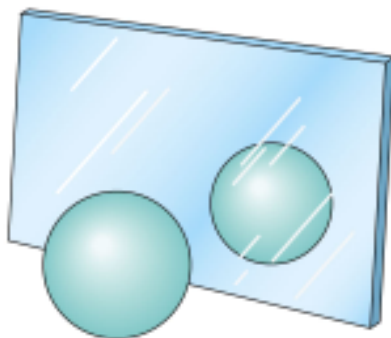
Mirror-image relationship of chiral and achiral objects

The mirror image of a left hand is not a left hand, but a right hand.

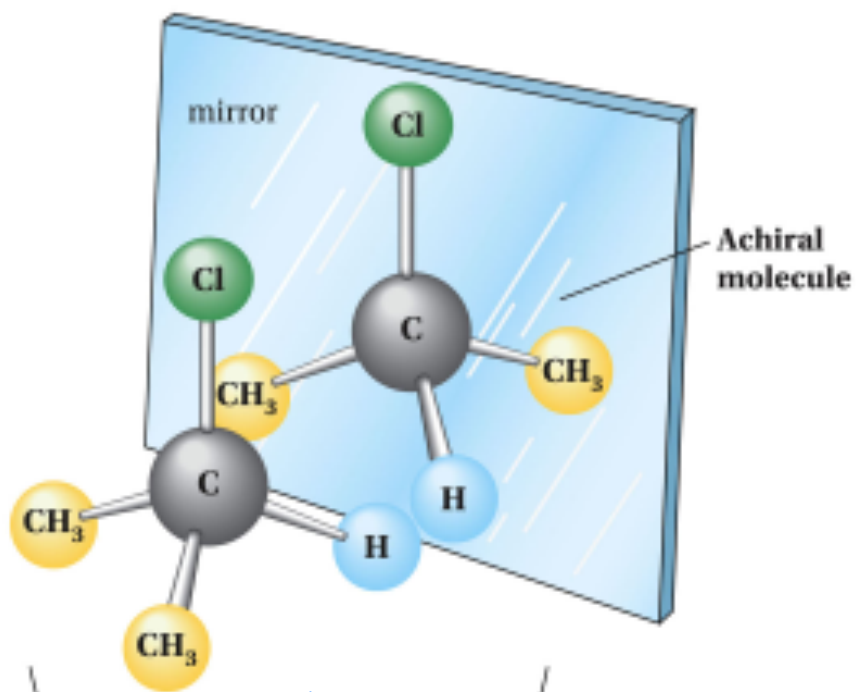


Chiral object

The mirror image of a ball is identical with the object itself.

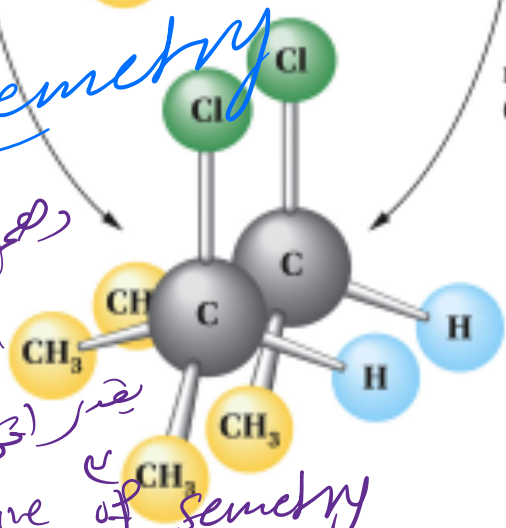


Achiral object



التركيب
Plane of symmetry

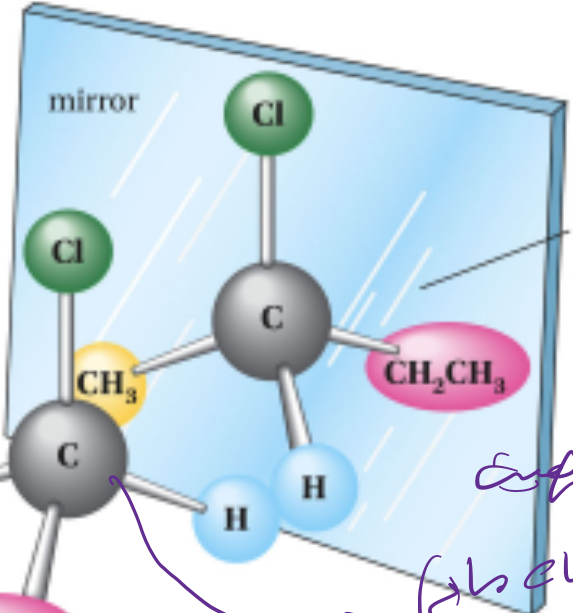
rotate 120° about the C-Cl bond



دوره بگردان حول راسه و نصف
الركب
بغير احوال انه اذا
plane of symmetry

تطبقوا
التركيب
انطبقوا لنته
متساويين

Enantiomers
 اذا كانت ياكوراك
 فكلية بيكوه
 chiral
 اليمين



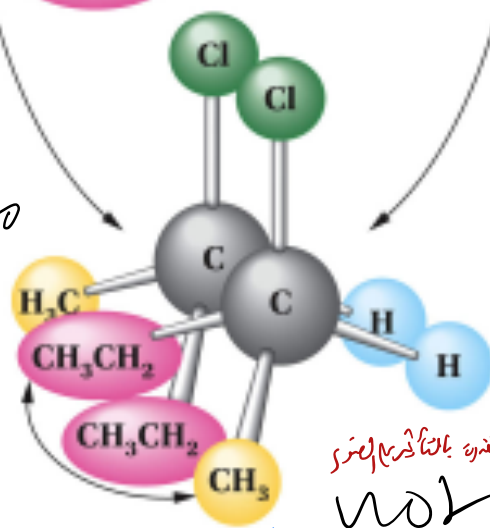
plane of symmetry
 يوجد
 يفرق
 Chiral molecule
 chiral

Rotation
 احوط

plane of symmetry
 ما انضيقوا
 لانه كل ياكوراك
 ال اربعه ان ياكوراك
 مختلفه
 rotate 120° about the C—Cl bond to superimpose central carbon, H and Cl

ما يبرر تطابق

The positions of the methyl and ethyl groups are not superimposed.



اذا كان المركب واحد chiral center واحد مندر يا يكون
 one chiral center
 مركب
 chiral
 ايه يكون chiral

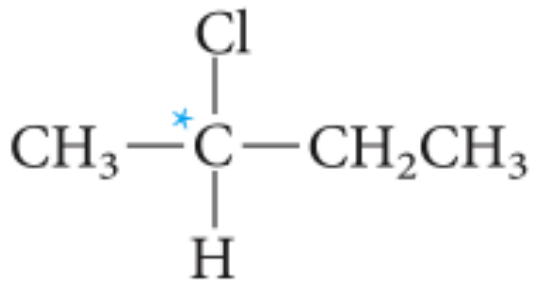
اذا كان المركب chiral يكون
 optically active
 يقدر يفرق rotation للبيكورا دللين
 در plane
 يعني كذا صالونه باننا قسرتا لغيره

not super imposable

إذا جيبه \rightarrow إذا كانت الجزيئة optically active
 لكن إذا كانت rasidic mixture - racidic mixture
 لا يكون لها optical activity
 إذا كانت الجزيئة optically active
 لكن إذا كانت rasidic mixture - racidic mixture
 لا يكون لها optical activity

Stereogenic Centers: the Stereogenic Carbon Atom

إذا كانت الجزيئة optically active
 لكن إذا كانت rasidic mixture - racidic mixture
 لا يكون لها optical activity
 إذا كانت الجزيئة optically active
 لكن إذا كانت rasidic mixture - racidic mixture
 لا يكون لها optical activity



Enantiomeric
 بنتان يكونا بالأسان
 العنصرية الكيميائية
 ليسا متطابقين
 رصمة هي اتجاه الدوران
 واحد للعين ودوران للآخر
 وبغض النظر
 ~~~~~

كيف يعرف انه هيا ياتلف  
 ليس هيا ياتلف  
 هيا العنصرية، ويحدد عين  
 ويبار انه اذا كانت هيا  
 فقط رصمة، واما اذا كانت هيا  
 (-)  
 يدورهم بينه قوسين بينه ايت  
 اسم المركب

Carbon atoms with four different groups attached to them are called stereogenic carbon atoms (also called chiral carbon)

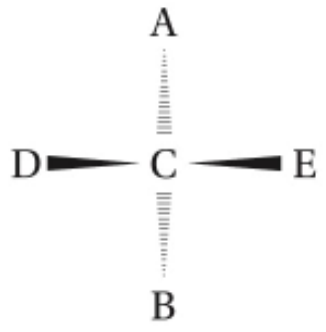
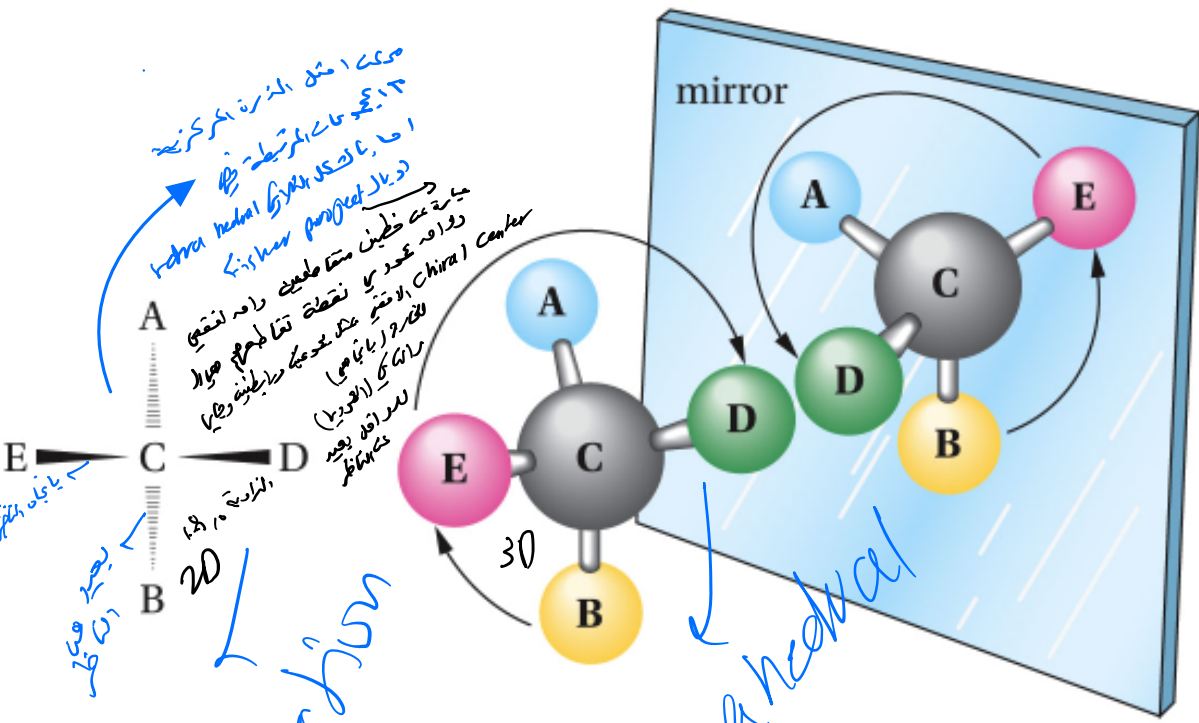
صورت اخیل المیزون المکرکزیه  
 ۱۳. مجموعاۃ المکرزیه  
 ا. ح. یا ا. ح. المیزون المکرکزیه  
 دو بال (Fischer projection)

حیاطه عن خطین متساویین واه انقی  
 وراهه عددی Chiral Center  
 لاقترا (یا یاها هم)  
 را انکی (الووی)  
 حیا انظر  
 المیزون

باید المیزون  
 بینه صفا  
 ۲۰

Fischer Projection

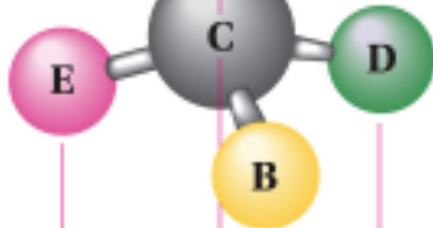
بهنا نهال



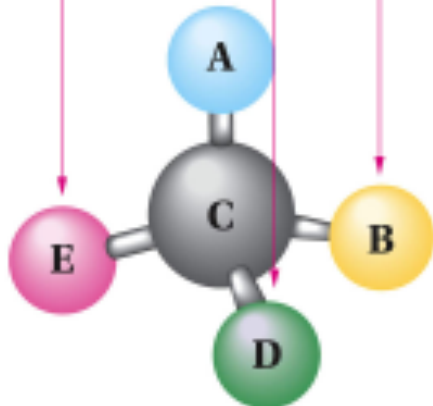


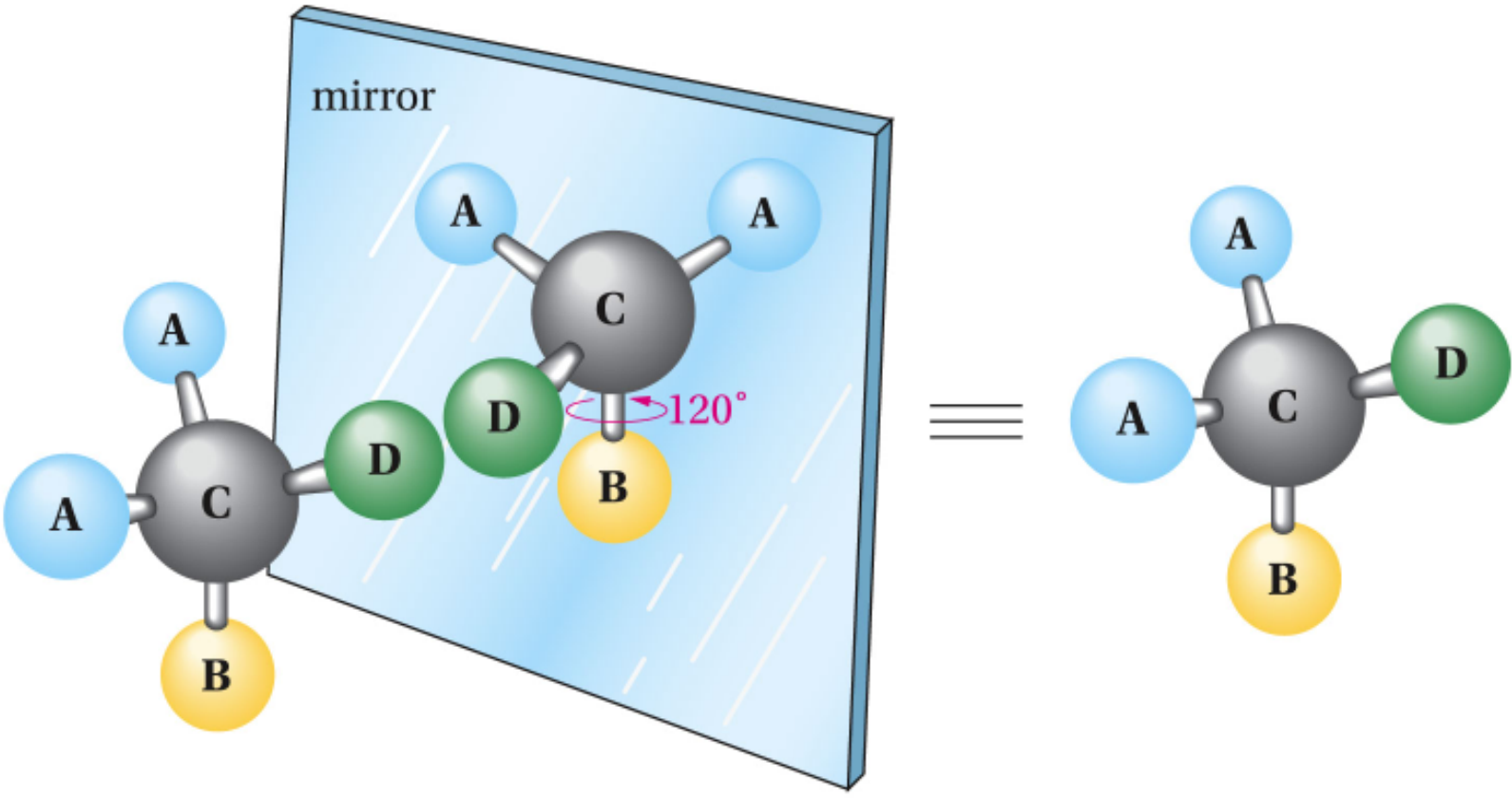


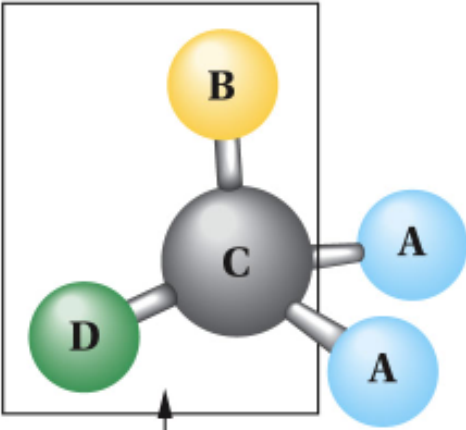
molecule in the mirror in Figure 5.4



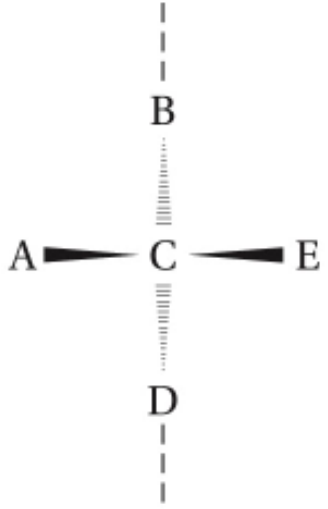
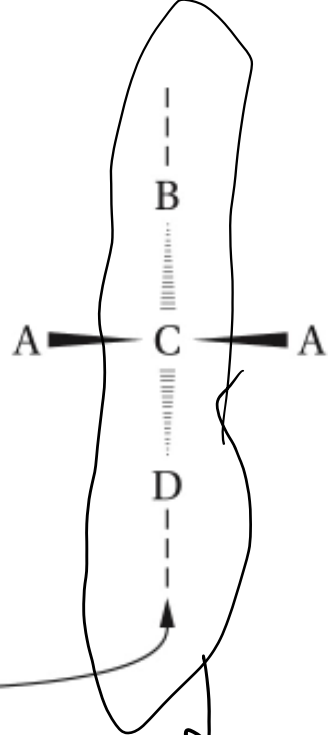
molecule to left of mirror in Figure 5.4







≡



plane of symmetry  
(achiral)  
[molecule C(A<sub>2</sub>BD)  
from Fig. 5.6]

not a plane of symmetry  
(chiral)  
[molecule C(ABDE)  
from Fig. 5.4]

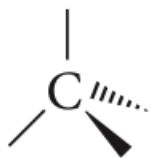
optically inactive  
Achiral  
Plane...  
optically active  
Chiral  
Plane...  
optically active

B  
2A

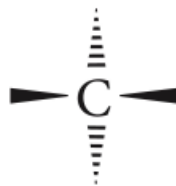
Handwritten notes in Arabic script, including 'B', '2A', and 'بعض الازواج'.

Plane of Symmetry  
بعض الازواج  
بعض الازواج  
Chiral  
Achiral

Locate the stereogenic center in 3-methylhexane and draw the two enantiomers of 3-methylhexane.



or

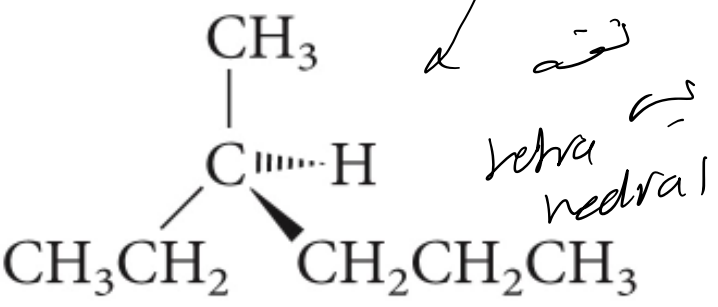
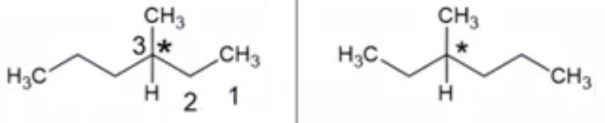


3-methylhexane  
3-methylhexane

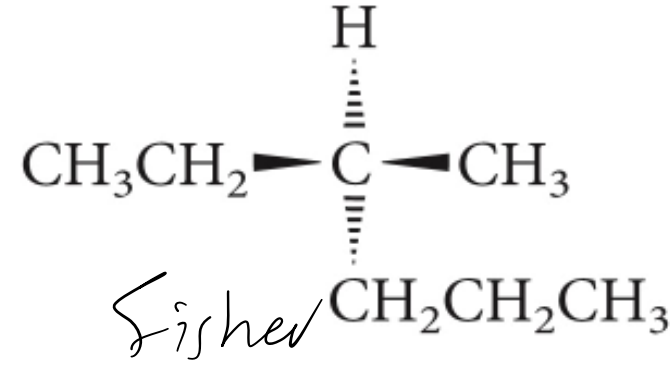


Two handwritten arrows point from the text '3-methylhexane' to the two enantiomeric structures shown below.

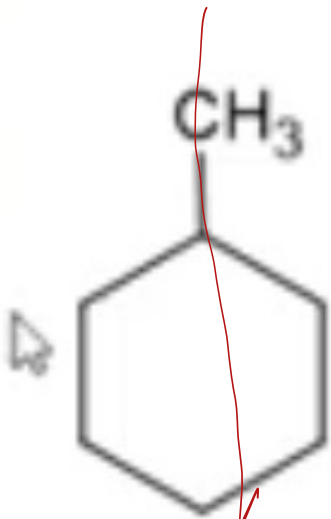
enantiomeric isomers



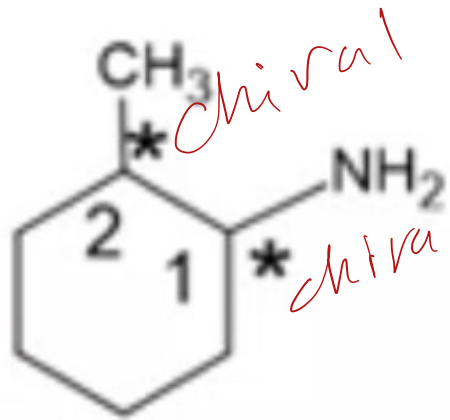
or



اس کا مرکز کربن ہے  
 کا مرکز  
 Chiral center



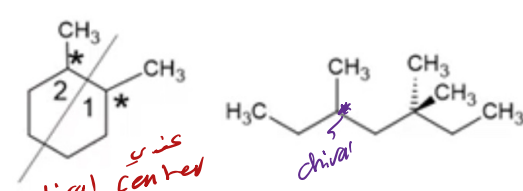
چاروں حصوں میں  
 chiral center  
 plane of symmetry  
 اس لیے  
 not  
 chiral



اس لیے

chiral

plane ---



عندي  
2 chiral center  
بما مركب كامل  
Chiral  
لانه كندا

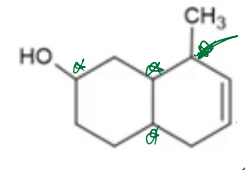
plane of symmetry

فقط شرط انه اذا كان  
عندي اكثر من  
Chiral Center  
ايه المركب كله يكون  
Chiral

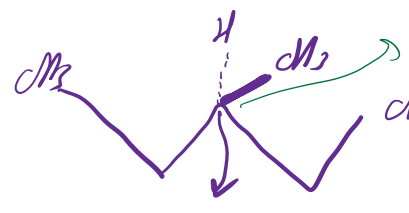
هو ان يكون ممكن ان  
نصو نمجد اذا يكون اولاً  
حيدل - - - Plan

يعني كما يكون عندي  
2 chiral center  
او اكثر المركب ممكن  
يكون Chiral اولاً  
كسبه ان plane

اما اذا كان عندي  
one chiral center  
فبده تفكر في  
لانه ممكن يكون  
Chiral  
plane



البرافين  
الساكن  
والثري  
صانفيل Chiral مكانه



Achiral

لانه ممكن ان  
رسم اليمين  
المخبر عنيه متكافئ

صالح بنوم  
Chiral  
لوضفة  
ممكن

عنه اعينه رصوية المجموع بالنسبة لبعضها لبعضها بالفضاء

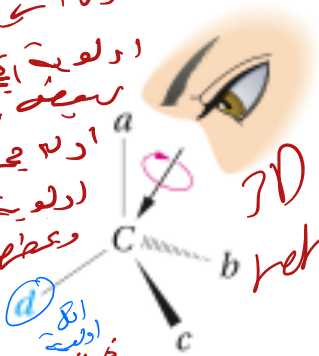
# Configuration and the R-S Convention

اولا انحول الى زوايا  
اولوية المجموع بالنسبة  
بعضها لبعضها  
اولا مجموعا اقل  
اولوية دلائل  
وعظها ياتك

اذا انتقلت مكانا  
اولوية للمجموعة الثالثة  
كلها اولوية وكانت عليه  
الانتقال مع عقارب الساعة  
ينقل من  
لذلك المركب R

بـ اذا كانت عليه الانتقال مع عقارب  
ساعة اولوية للدلائل اولوية عكسا  
تتغير لانه يكون R  
Configuration S

3D  
hehva



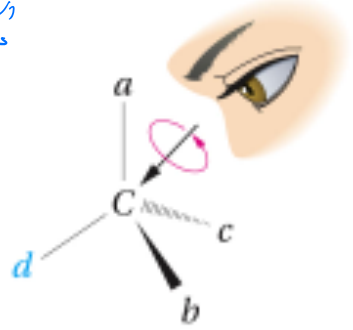
or

$a \rightarrow b \rightarrow c$  clockwise

R

عقارب  
الساعة

منه



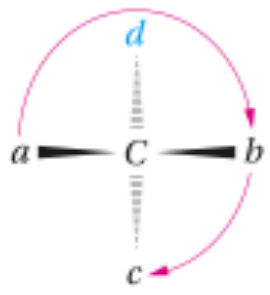
or

$a \rightarrow b \rightarrow c$  counterclockwise

S

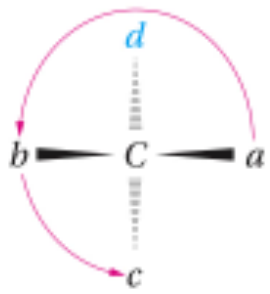
SS

Fisher



$a \rightarrow b \rightarrow c$  clockwise

R



$a \rightarrow b \rightarrow c$  counterclockwise

S



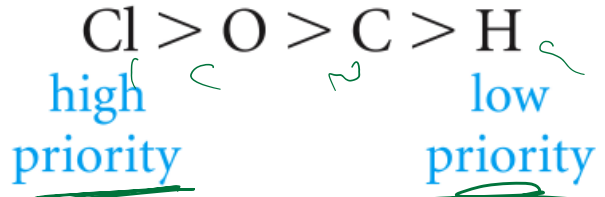
قواعد  
أعداد الأولوية  
للمجموع

الساكنة  
المتعادلة

# Rule 1

The atoms directly attached to the stereogenic center are ranked according to atomic number. The higher the atomic number, the higher the priority

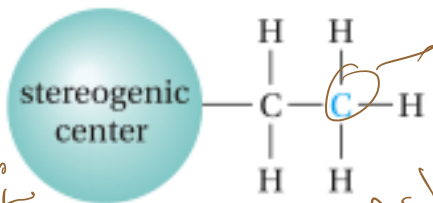
العدد الذري  
atomic number  
العدد الأولي



الأولوية

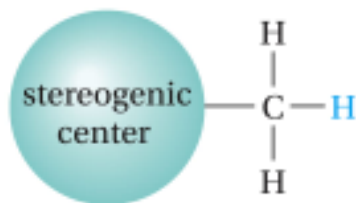
## Rule 2

If a decision cannot be reached with rule 1, work outward from the stereogenic center until a decision is made. Example of ethyl and methyl below.



ethyl

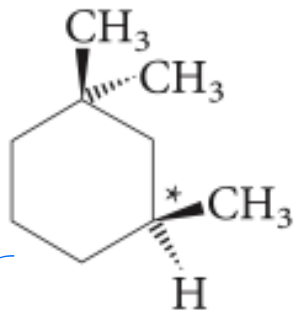
أعلى من



methyl

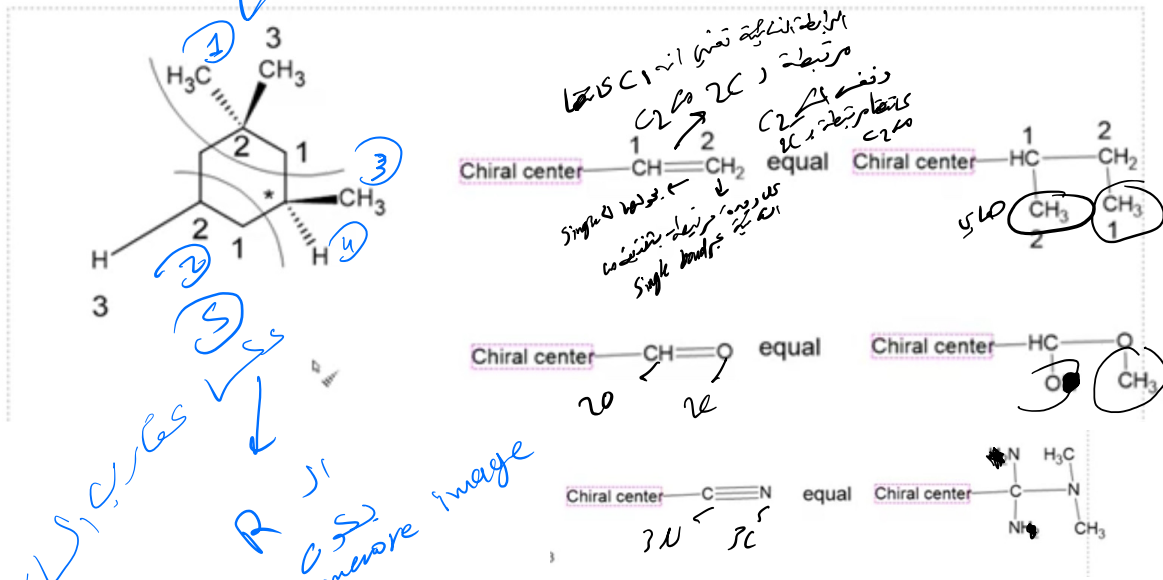
أعلى من

إذا ما تدرست أتوه  
لقد رأيت على المجموعات  
التي لها أعلى الأوية  
من خلال الأرقام الكبرية  
بواسطة بار  
بظلال (تنقل) chiral  
عناجيد ضوئية المجموعات  
واحد المجموعة إلى الهام  
الذوية atomic number



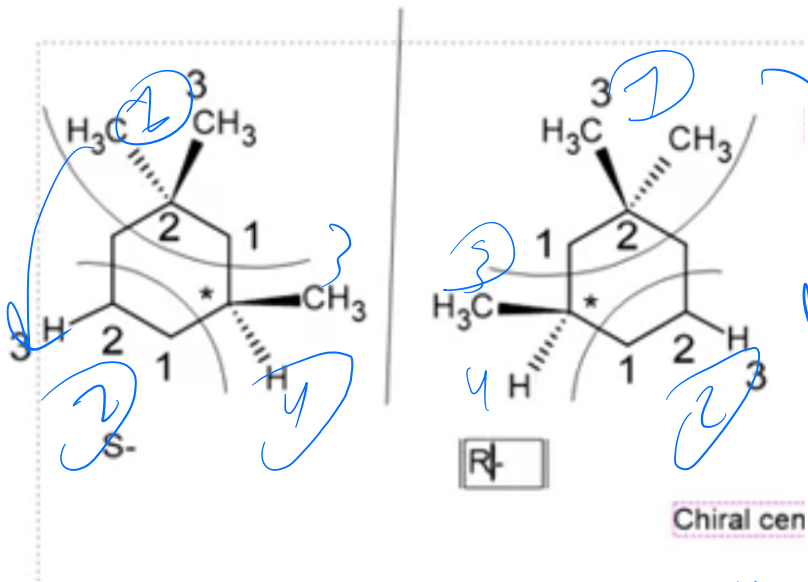
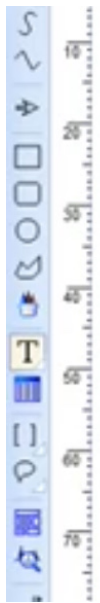
1,1,3-trimethylcyclohexane

تفسیر



اگر ربطہ کی سلسلہ تفسیر انہی C1 کا ہے  
 مرتبہ (C2) C2 کا ہے  
 دوسرے مرتبہ (C2) کا ہے  
 کی نظام مرتبہ کا ہے  
 Single bond کی ربطہ بہت کم ہے  
 کی ربطہ کی ربطہ کی ربطہ

عکس تصویر  
 R یا S  
 تصویر  
 mirror image



عکس تصویر  
 تصویر

اگر اس کے ساتھ حرکت کر کے (R/S) کی  
 تصویر  
 Configuration  
 تصویر کی تصویر

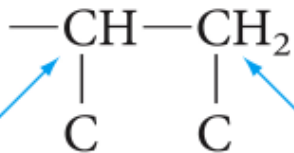
تجزیہ زیادہ د  
 بہ ہندولہ کے بہت کم ہے  
 بالخصوص برائے ڈیٹا کے  
 R-d  
 S-L

### Rule 3

القواعد الثلاثة الأولى  
القواعد الثلاثة الأولى

Multiple bonds are treated as if they were an equal number of single bonds.

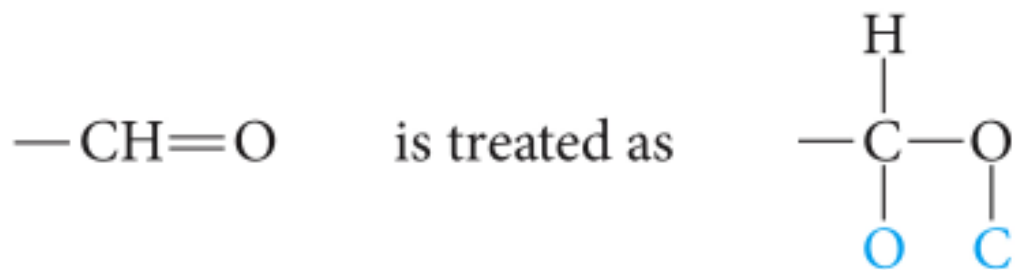
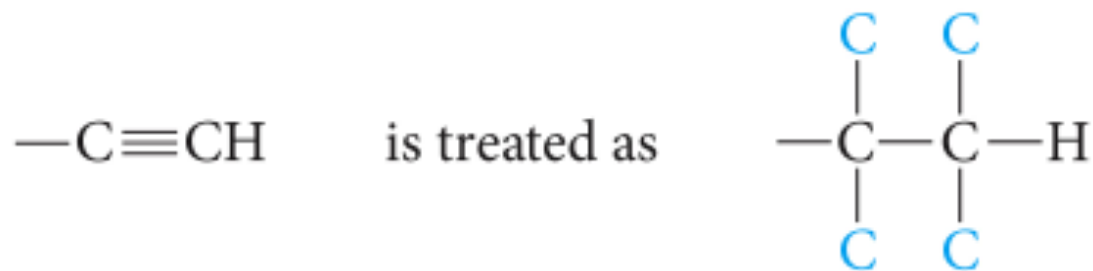
double/triple bond  
atom لا تعتبر  
باعتبار  
C=C  
C-O



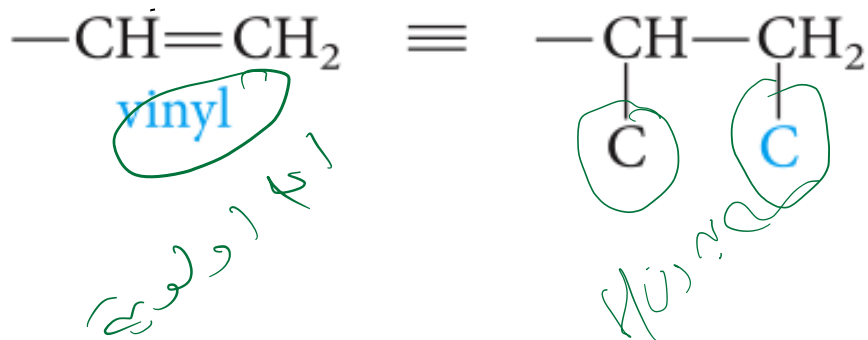
This carbon is treated as if it were singly bonded to two carbons.

This carbon is treated as if it were singly bonded to two carbons.

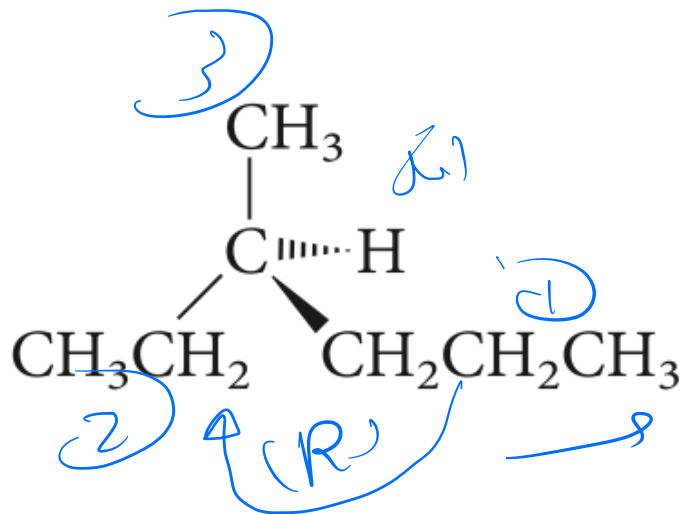
القواعد الثلاثة الأولى



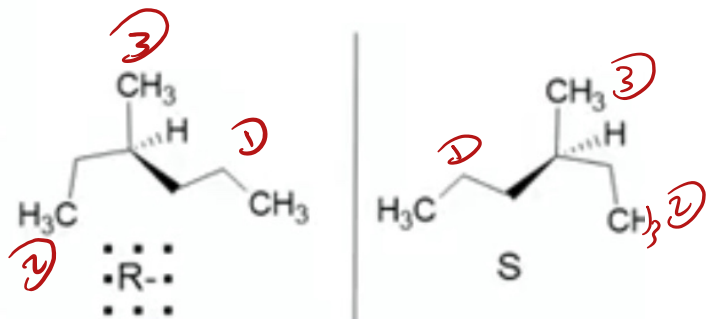
Which group has the higher priority, isopropyl or vinyl?



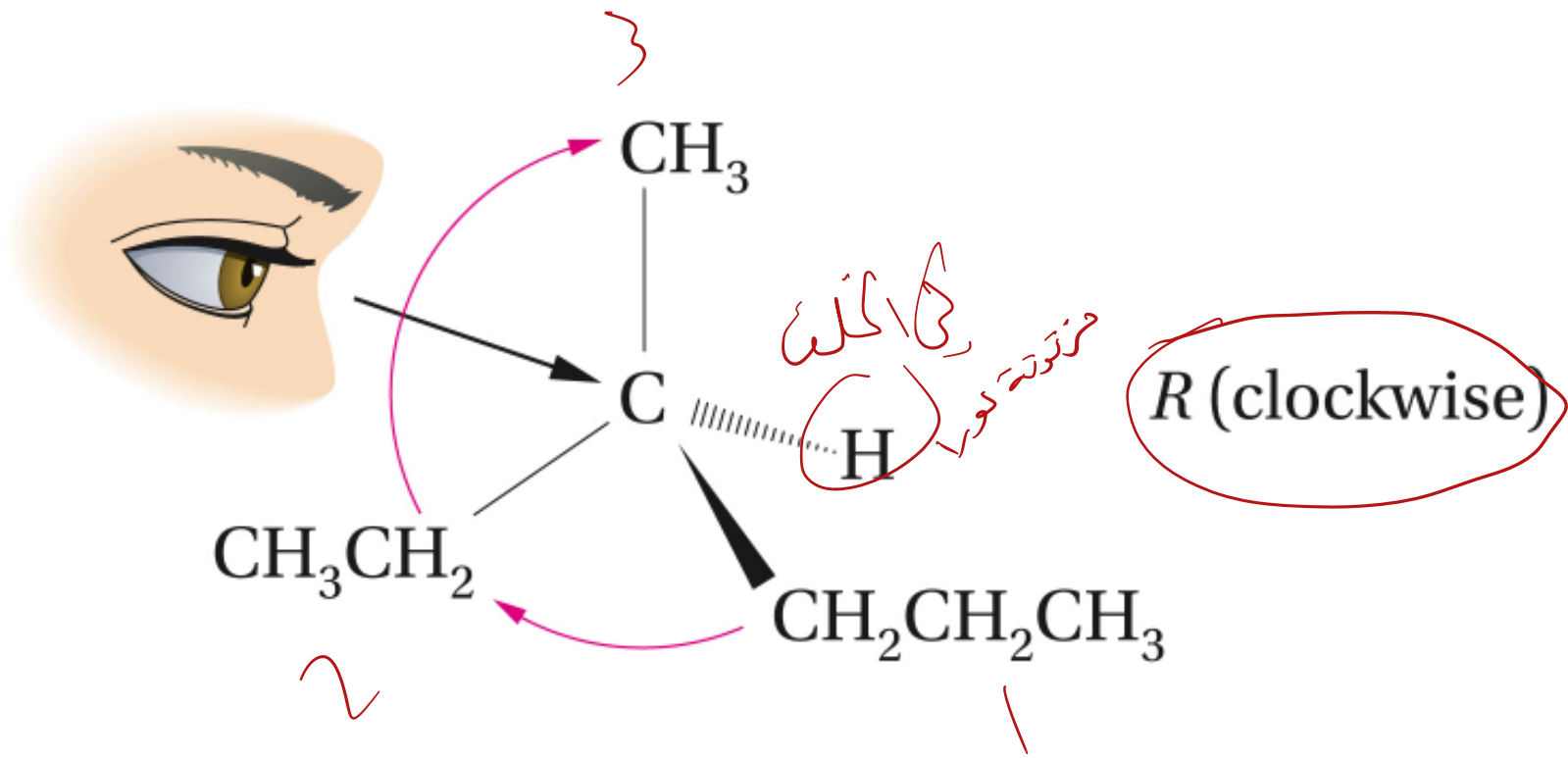
Assign the configuration (R or S) to the following enantiomer of 3-methyl-hexane



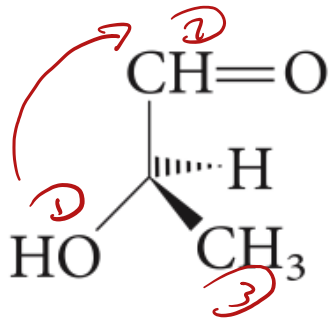
تساوي  
الذرات  
والدوران



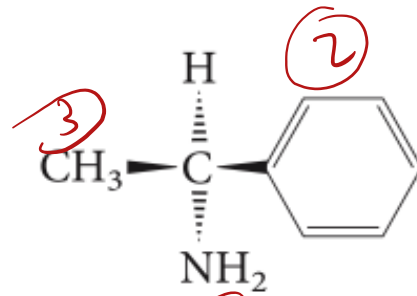
مما





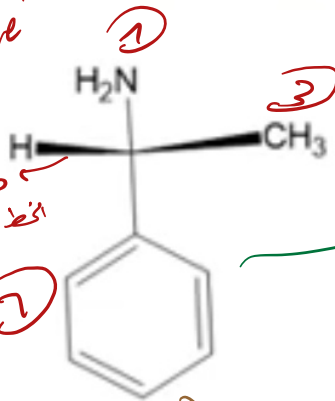


(R)



(S)

mirror image



(R)

يعني اذنا الخطابي في Fischer

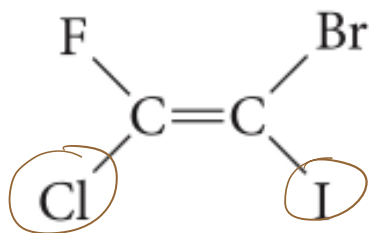
اد 3D ريكته او بائجا  
 بعينه Configurational R او S  
 بعينه ريك بعينه  
 نوازل و عا اطي ال نوازل  
 بعينه Configurational  
 اد بعينه

اديا R عا  
 ريك S او R  
 بعينه

واقعة بائجا  
 الخطابي بعينه  
 اد بعينه بعينه  
 بعينه  
 بعينه  
 بعينه  
 بعينه

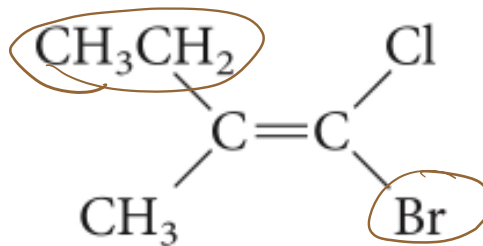
# The *E-Z* convention for *Cis-Trans* Isomers

~~Z-E~~  
Z E



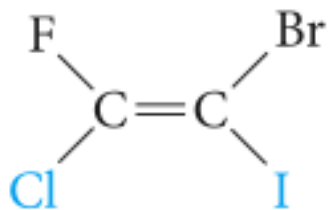
*cis or trans?*

*cis, Z*

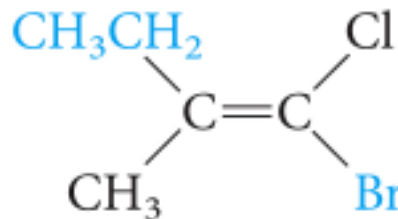


*cis or trans?*

*trans, E*

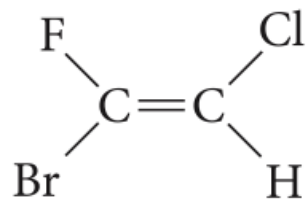
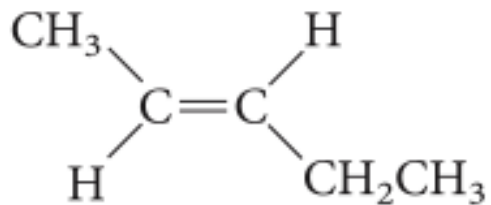


(Z)-1-bromo-2-chloro-2-fluoro-1-iodoethene



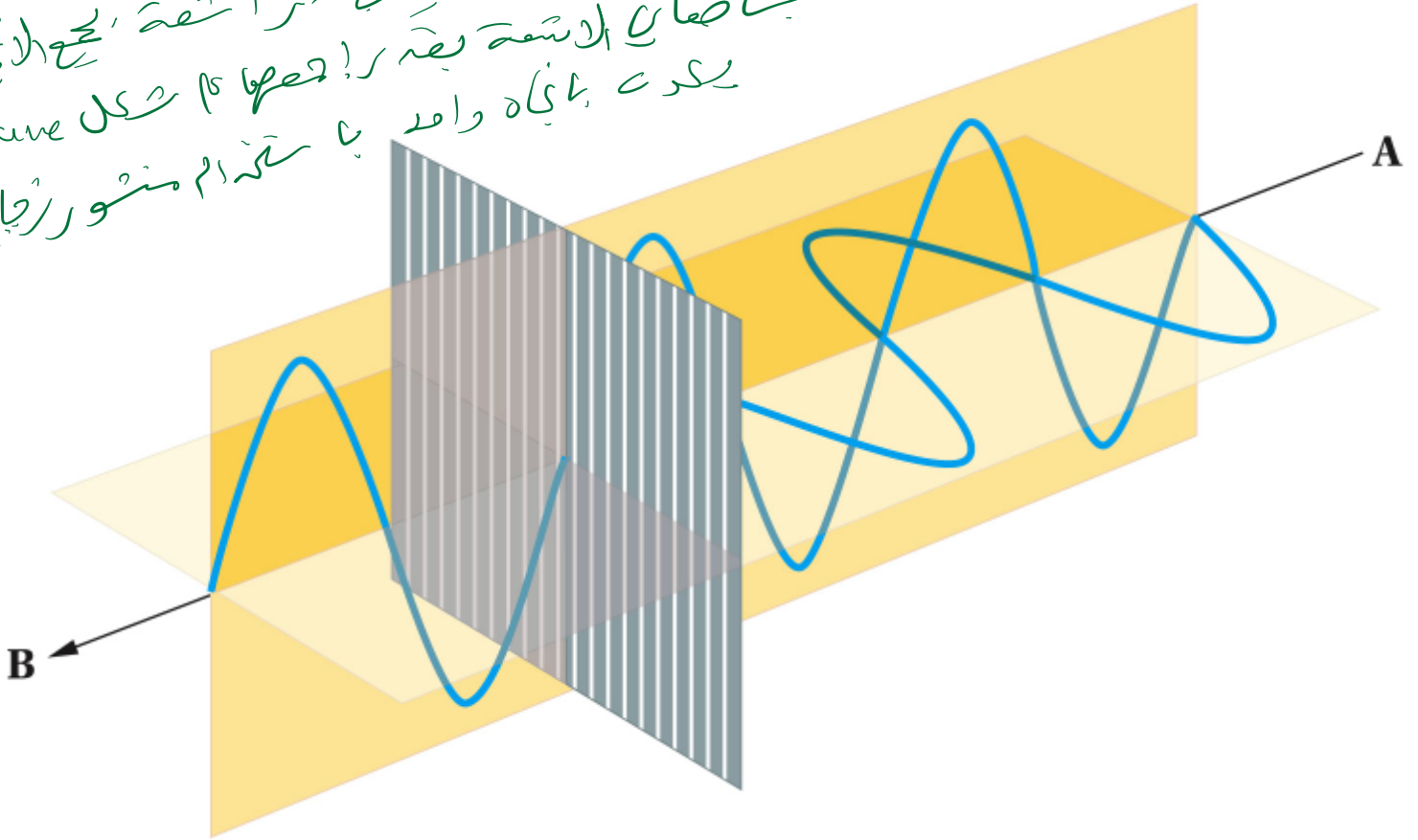
(E)-1-bromo-1-chloro-2-methyl-1-butene

Name each compound by the E-Z system

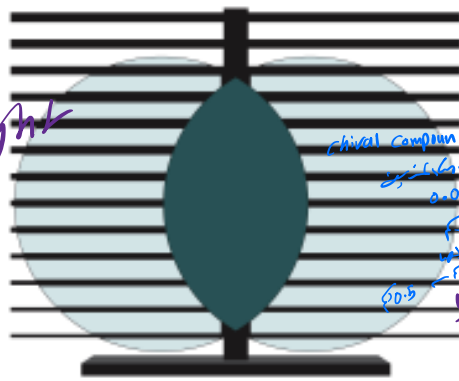


# Polarized Light and Optical Activity

ای تصویر عادی را به صورت عمودی یا افقی  
بصورتی که در آن به صورت عمودی یا افقی  
یکدست باقی‌مانده باشد با استفاده از منشور ریچلی



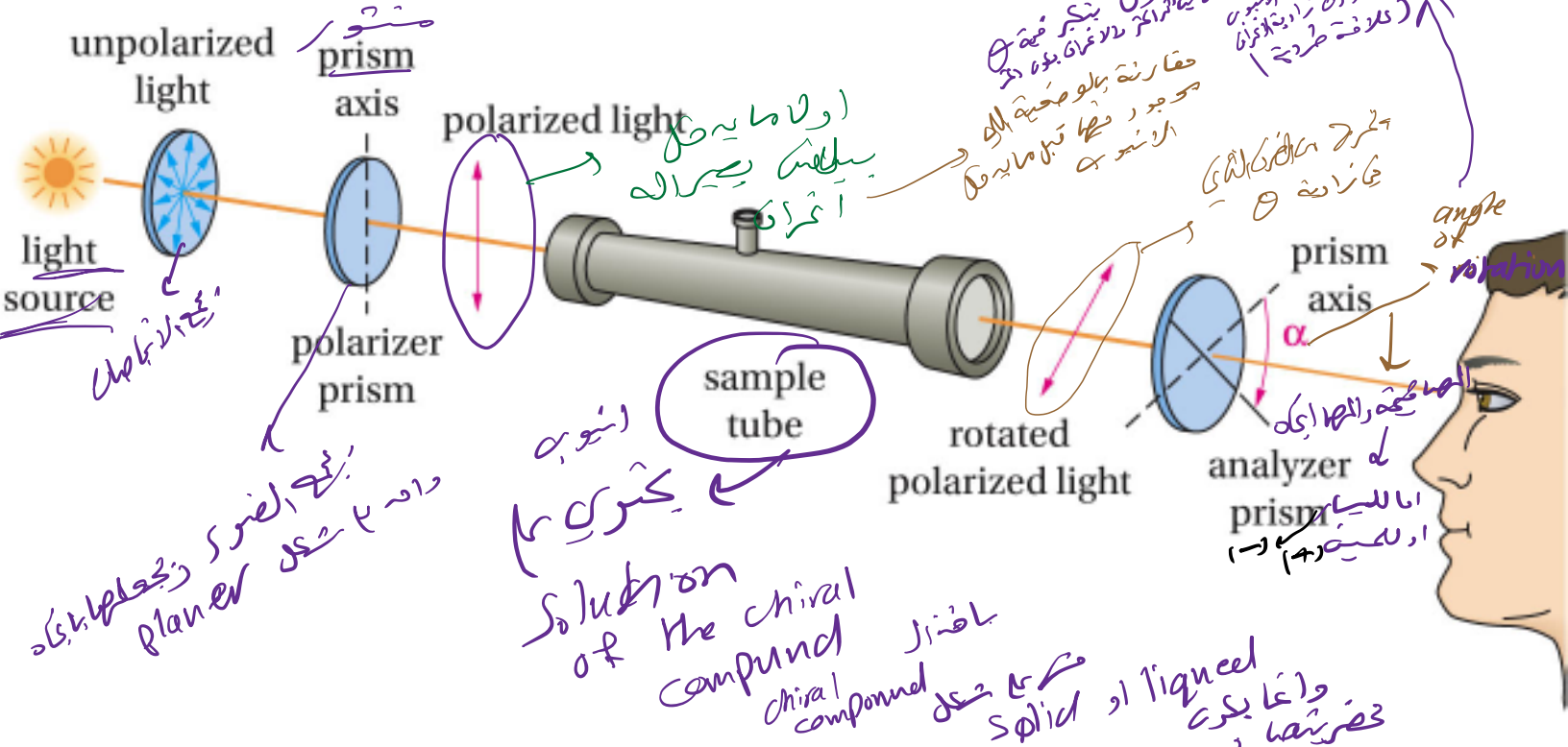
ایک خاص زاویہ پر  
 Plane of polarize light  
 Chiral compound

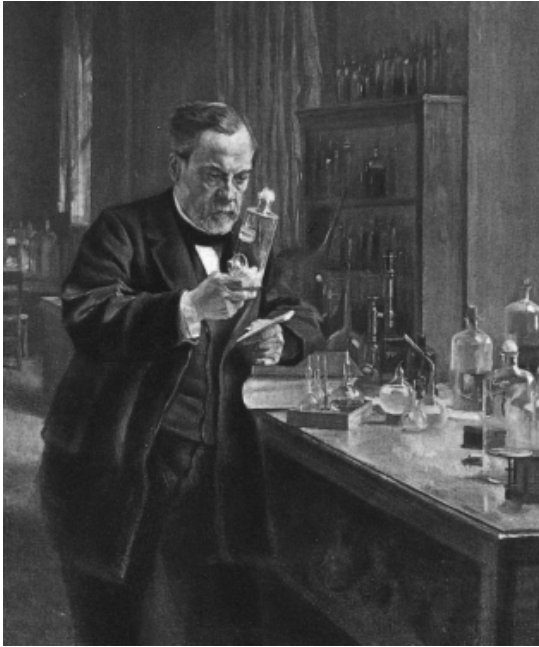


Chiral compound  
 Solution  
 0.05  
 0.05

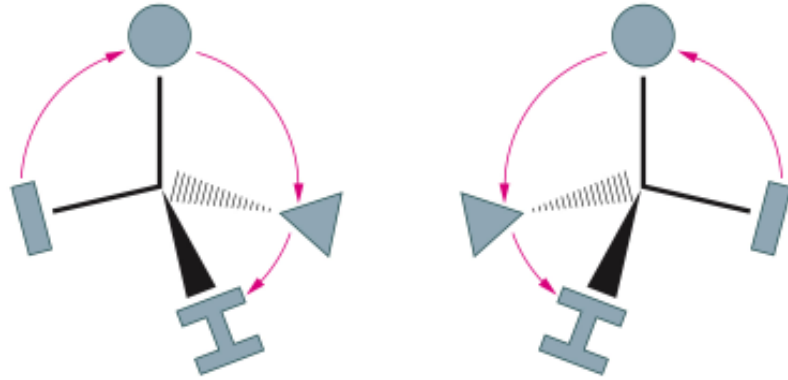
تغیر  
 gram/ml

Concentration  
 Plane  
 angle of rotation





Solution تریگز معینہ



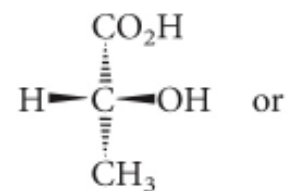
Specific rotation =  $[\alpha]_{\lambda}^t = \frac{\alpha}{l \times c}$  (solvent)

کیسے یہی اصل انرا دیکھ جائیے  
 رتبع صغرت لکریے ملک ای صغرت  
 قنریا لیکہ اخر صغرت بعد صغرت صغرت

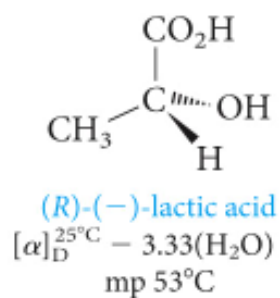
rotation  
 قیسا یا سنگھم  
 الجہاز

l → طول  
 c → الغسوت (گرم)

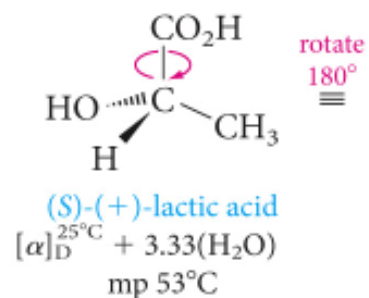
g/ml → الغسوت بظاہر  
 لانه صغرت لار  
 قنریا



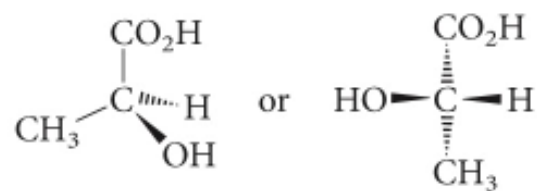
or



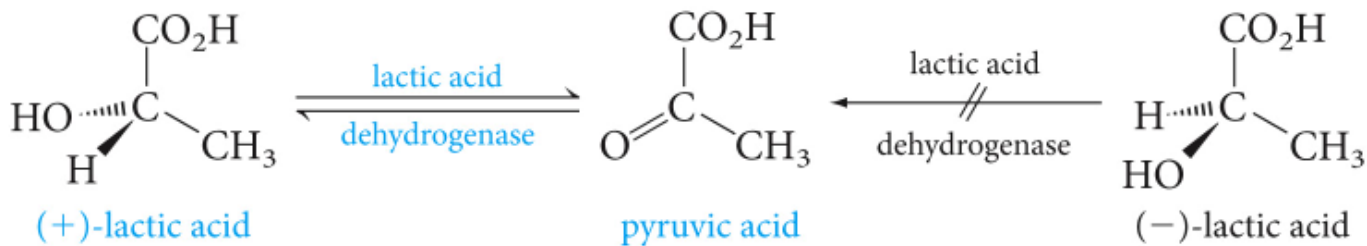
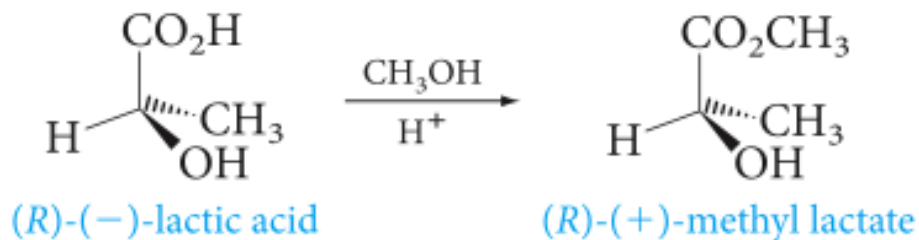
mirror



rotate  
 $180^\circ$   
 $\equiv$

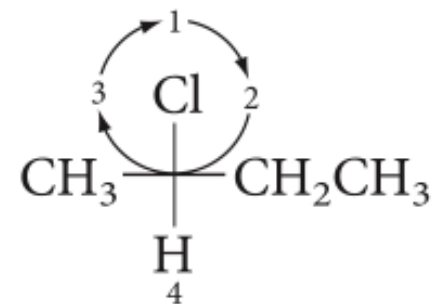
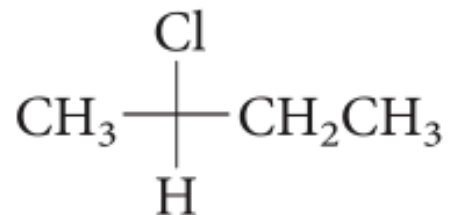


# Properties of Enantiomers

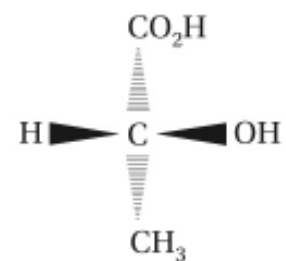




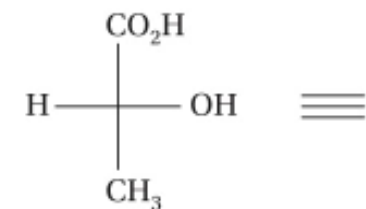
## Fischer Projection Formulas



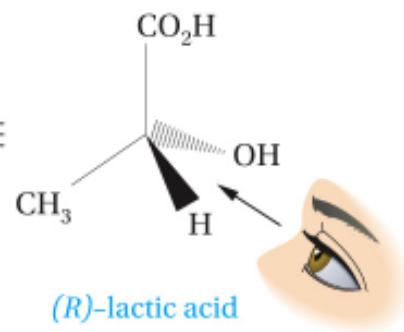
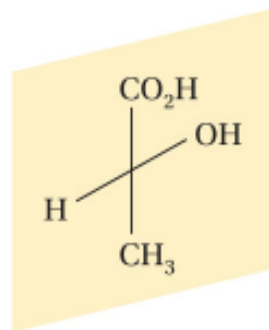
clockwise = *R*



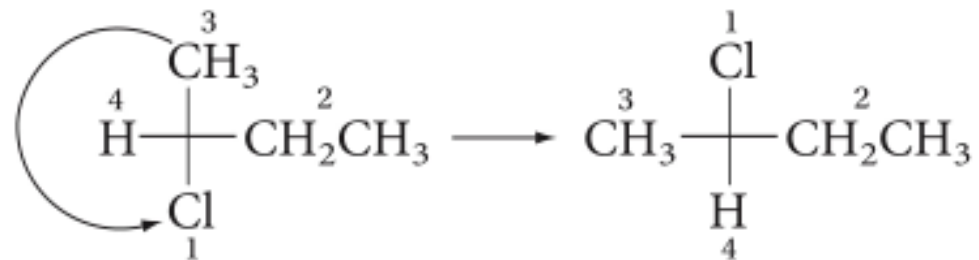
*(R)*-lactic acid



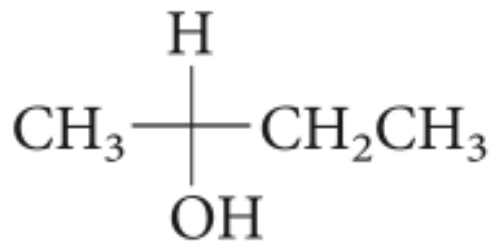
Fischer projection  
formula of  
*(R)*-lactic acid



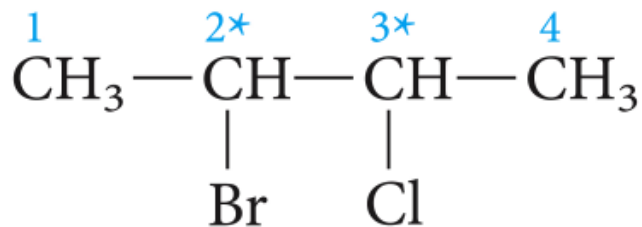
*(R)*-lactic acid



Determine the absolute configuration of of the following enantiomer of 2-butanol from its Fischer projection



# Compounds with More Than One Stereogenic Center; Diastereomers



2-bromo-3-chlorobutane

$$\text{Number of stereoisomers} = \underline{\underline{2^n}}$$

$n = \#$  of chiral centers

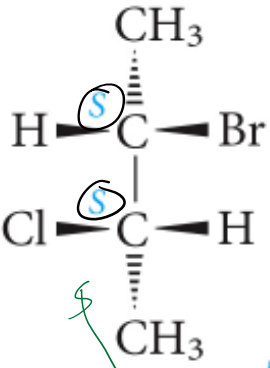
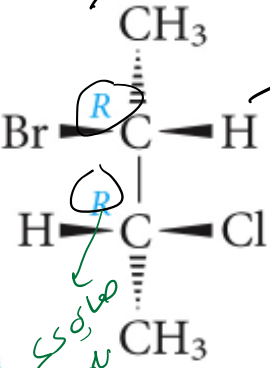
*عدد ال Chiral*

تعی

بفعل عمود  
ذرات الكربون

mirror

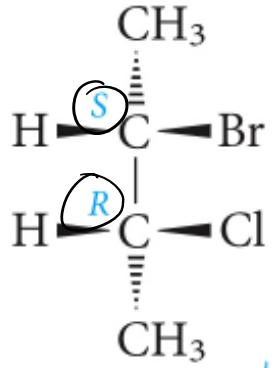
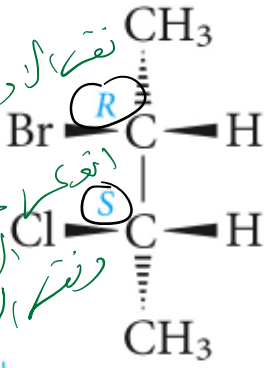
بنزلة الذرات  
المرتبة بشكل  
جائز



mirror

نفسه الادل

انواع  
الذرات  
نفسه الادل

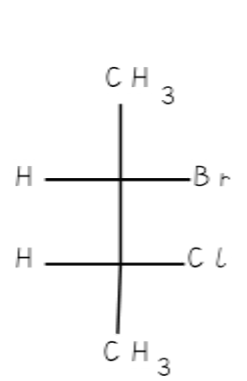
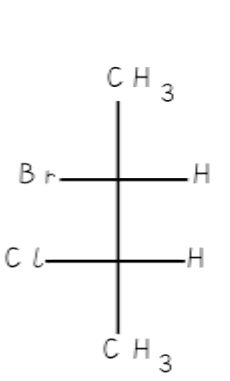
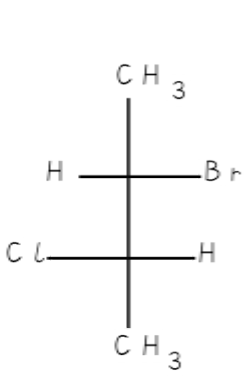
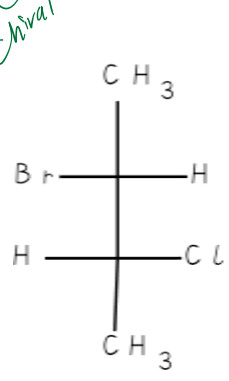


enantiomers

enantiomers

صافوي  
مع الكربون  
Congruation  
Chiral

نفسه الادل

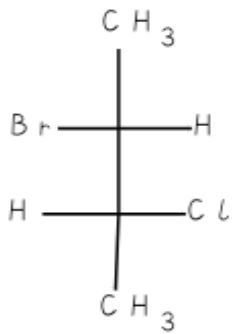


I

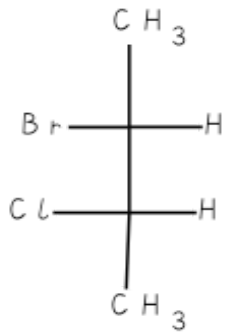
II

III

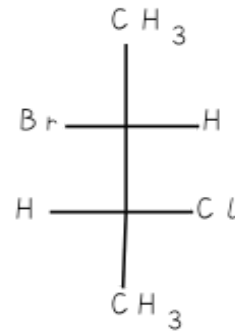
IV



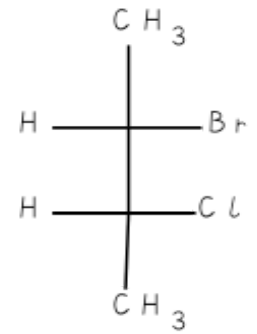
I



~~III~~

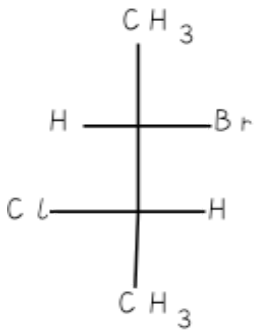


I

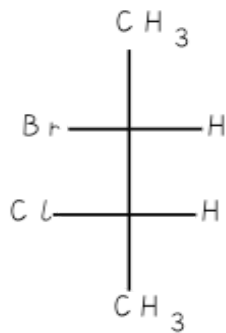


IV

↑  
diastereoisomers

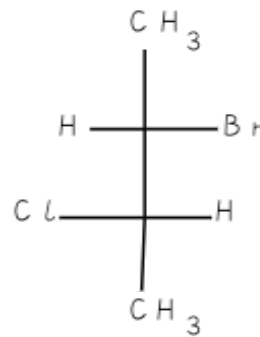


II

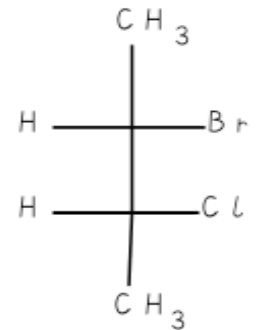


III

↓  
2. isomers  
diastereoisomers

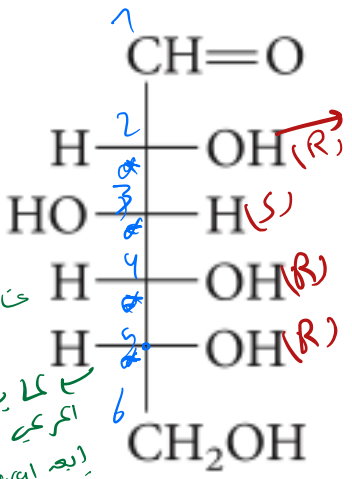


II



IV

↓  
2. isomers  
enantiomeric



Configuration  
 1-2  
 2-3  
 3-4  
 4-5  
 5-6  
 Chiral  
 Configuration (R)  
 Configuration (R)

کائنات کو الہ کا امین  
 صورتاً (R)  
 Configuration  
 ہاذا کائنات الہ  
 بہ کوہ (S)

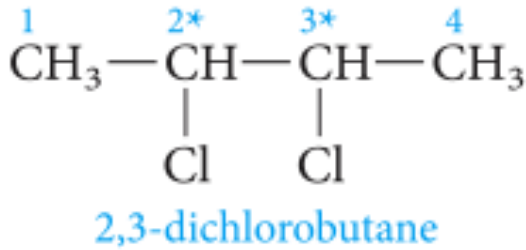
amino acid  
 (R)  
 (S)  
 (R)  
 (S)

4 chiral

glucose

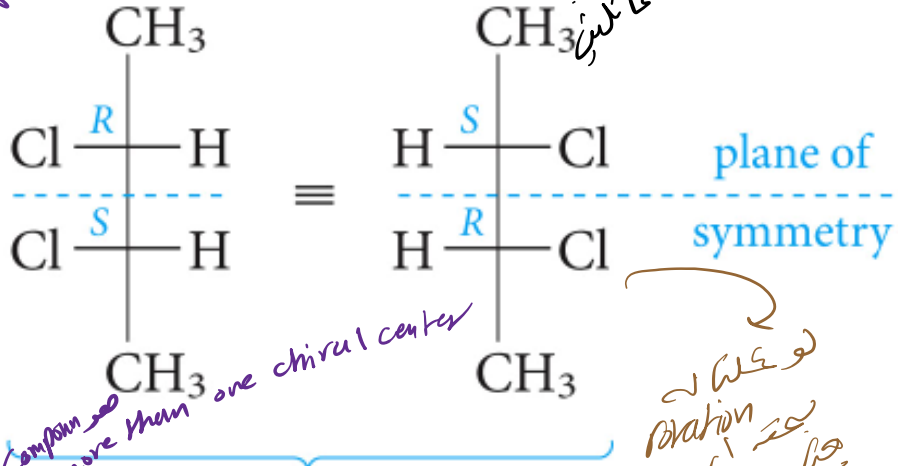
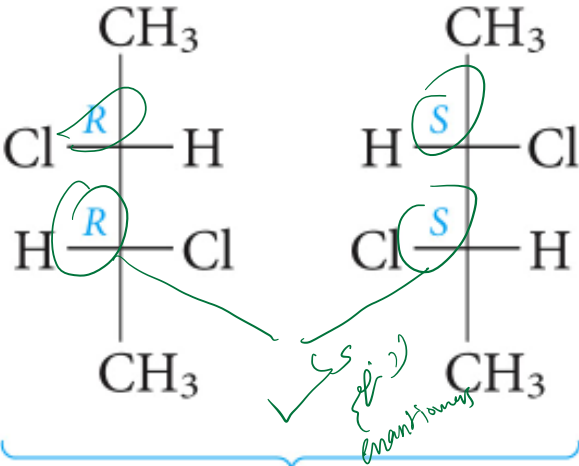
Given is the Fischer projection of glucose (blood sugar), how many stereoisomers of this sugar are possible?

# Meso Compounds; the Stereoisomers of Tartaric Acid



مساویاتی Plan  
 مینوری image  
 مینو Compound  
 کایرنا مینو

بعضی  
 نصف  
 Plan  
 2chiral  
 مینو مینو  
 اگر مینو مینو



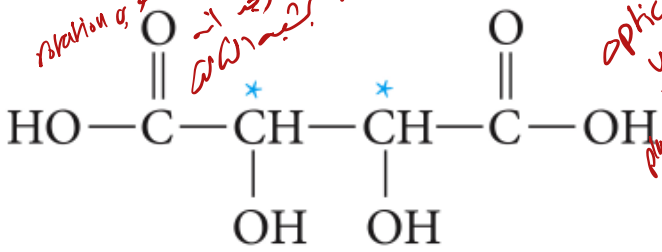
one chiral center  
 identical, achiral  
 a meso form  
 مینو مینو  
 مینو مینو  
 مینو مینو

مینو مینو  
 مینو مینو  
 مینو مینو  
 مینو مینو

3 stereoisomers  
 مینو مینو



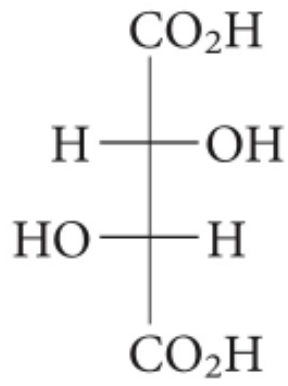
۱- آئینه *mirror*   
 ۲- تصویر متقابل   
 ۳- انعکاس   
 ۴- تصویر متقابل   
 ۵- تصویر متقابل   
 ۶- تصویر متقابل   
 ۷- تصویر متقابل   
 ۸- تصویر متقابل   
 ۹- تصویر متقابل   
 ۱۰- تصویر متقابل



tartaric acid

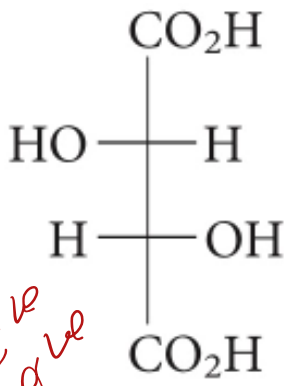
optically inactive   
 یعنی ماخذه القدره   
 یعنی *plane of symmetry*   
 ۲- *chiral*   
 ۱- *chiral*

بعضی وقت‌ها   
 یعنی *enantiomeric isomers*   
 آن‌ها *identical*   
 آن‌ها *identical*



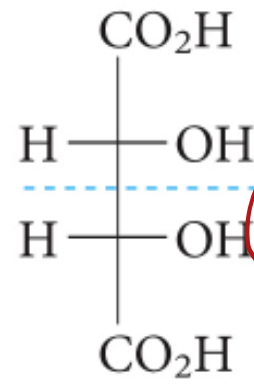
(R,R)

+12  
170



(S,S)

-12  
170



meso (R,S)

0  
140

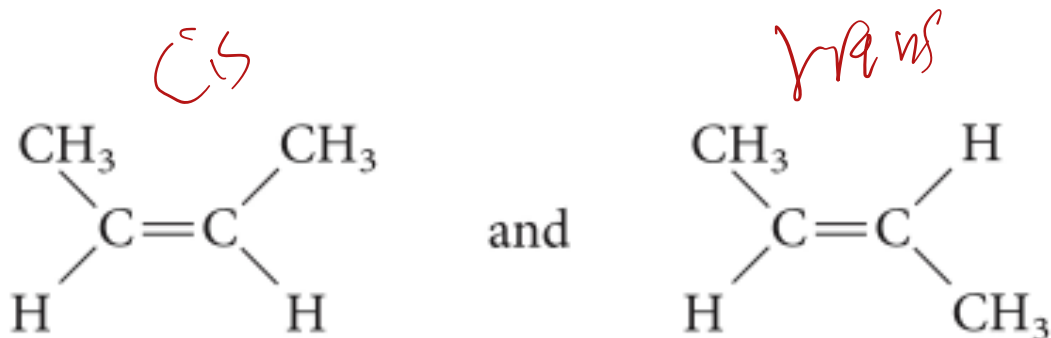
plane of symmetry

۱- *chiral*   
 ۲- *chiral*   
 ۳- *chiral*   
 ۴- *chiral*   
 ۵- *chiral*   
 ۶- *chiral*   
 ۷- *chiral*   
 ۸- *chiral*   
 ۹- *chiral*   
 ۱۰- *chiral*

۱- *optically inactive*   
 ۲- *optically inactive*   
 ۳- *optically inactive*   
 ۴- *optically inactive*   
 ۵- *optically inactive*   
 ۶- *optically inactive*   
 ۷- *optically inactive*   
 ۸- *optically inactive*   
 ۹- *optically inactive*   
 ۱۰- *optically inactive*

Configuration   
 $[\alpha]_D^{20}$  (H<sub>2</sub>O)   
 Melting point, °C

# Stereochemistry A Recap of Definitions

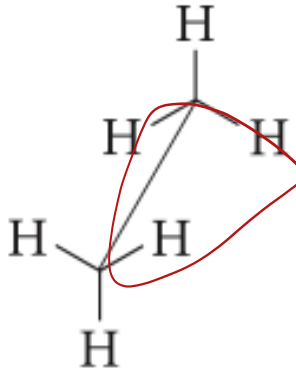


Cis-trans 2-butene (Z and E notation)

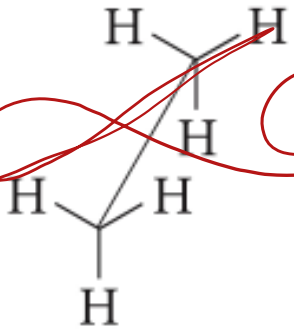
*distereo*  
*isomers*

*stereo*  
*isomers* →

*epimers* is di

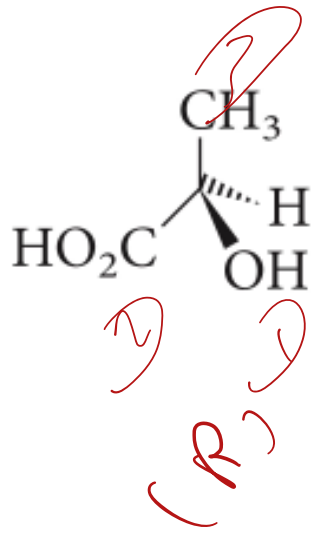


and

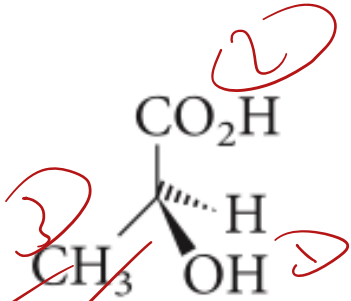


Staggered and eclipsed

کیٹا ایکٹو  
 مہرہ اون پر محوراء دائرہ  
 بالقرائے رادیا علی دائرہ  
 بریکہ بعضی دوی  
 الا انتقال یت  
 اد م محوراء و محور  
 الیکه رادیا لکیر



and



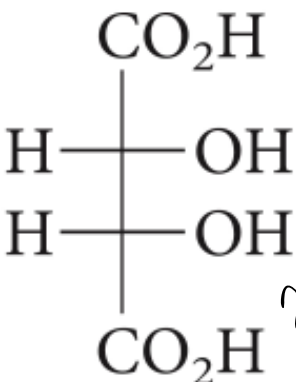
(R)- and (S)-lactic acids

Enantiomeric

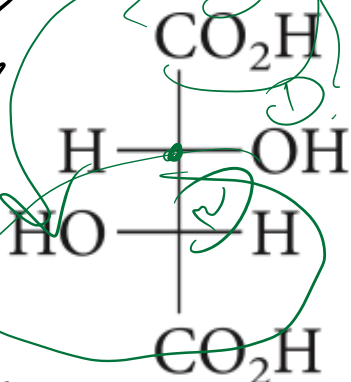
(S) →

صایع  
 لکیر الی جابج  
 یا لکیر

Meso- and (RR)-tartaric acids



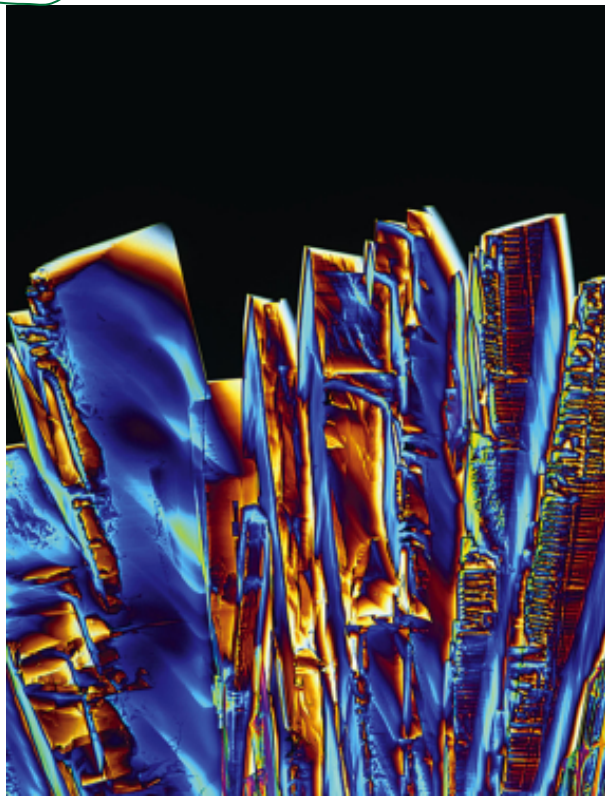
meso



(R,R)

Handwritten notes in Urdu and English:

- عکس عکس (Enantiomers)
- میرر (Mirror)
- meso
- (R,R)
- میرر (Mirror)
- میرر (Mirror)
- میرر (Mirror)

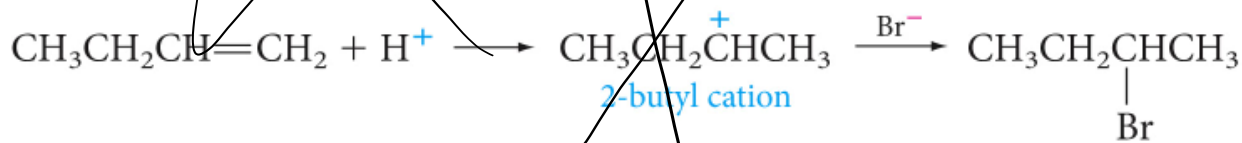
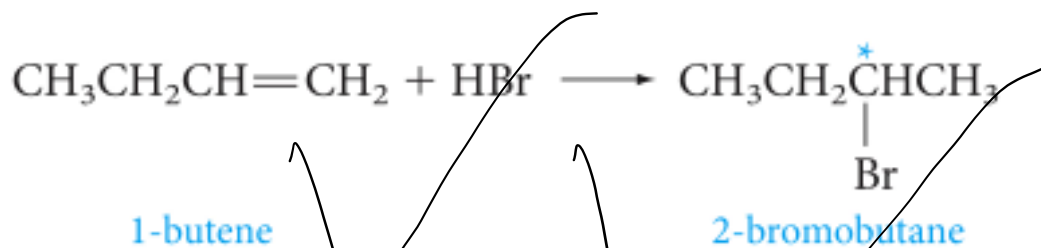


Tartaric acid crystals under polarized light

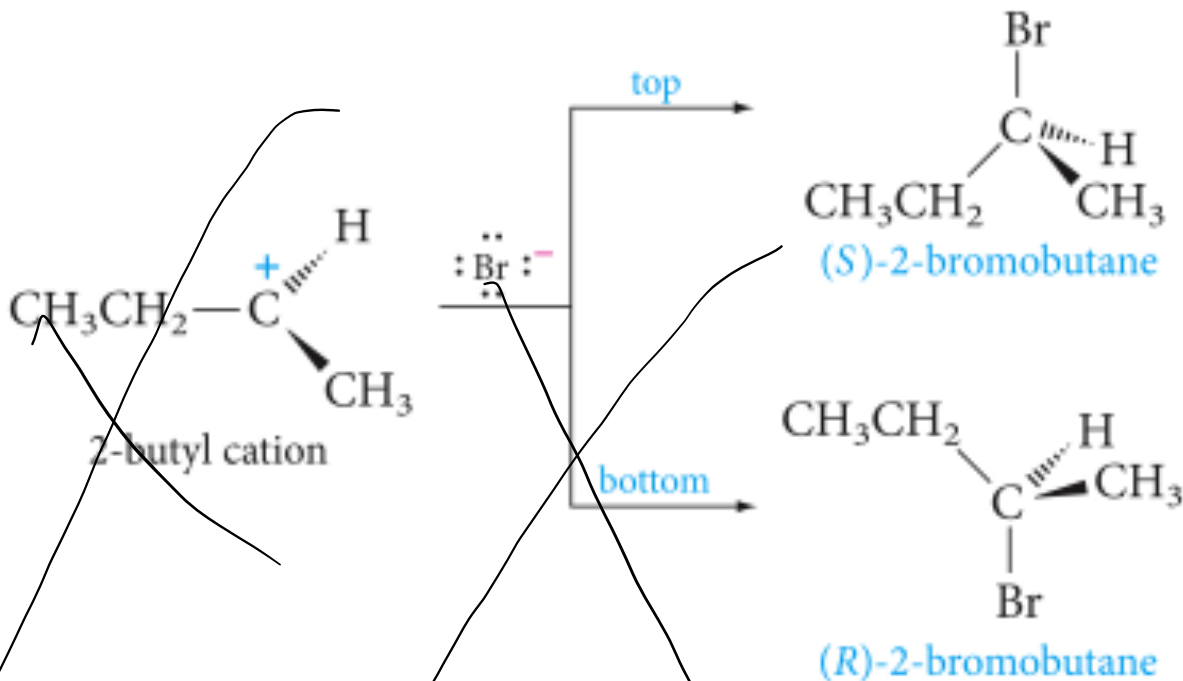
Handwritten Urdu notes:

تارتارک عکس عکس  
میرر

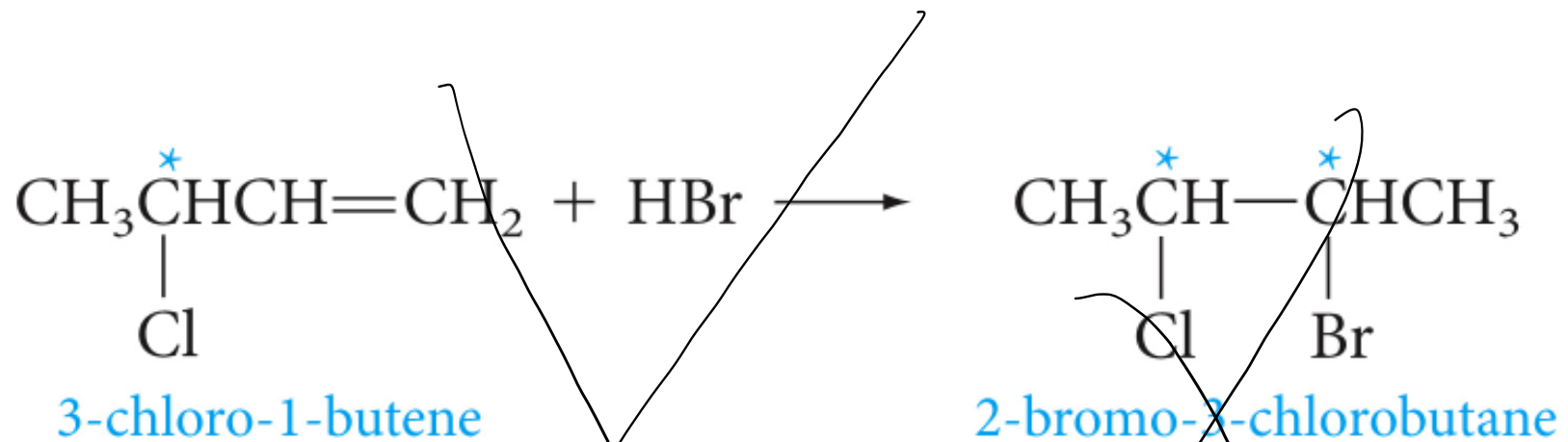
# Stereochemistry and Chemical Reactions



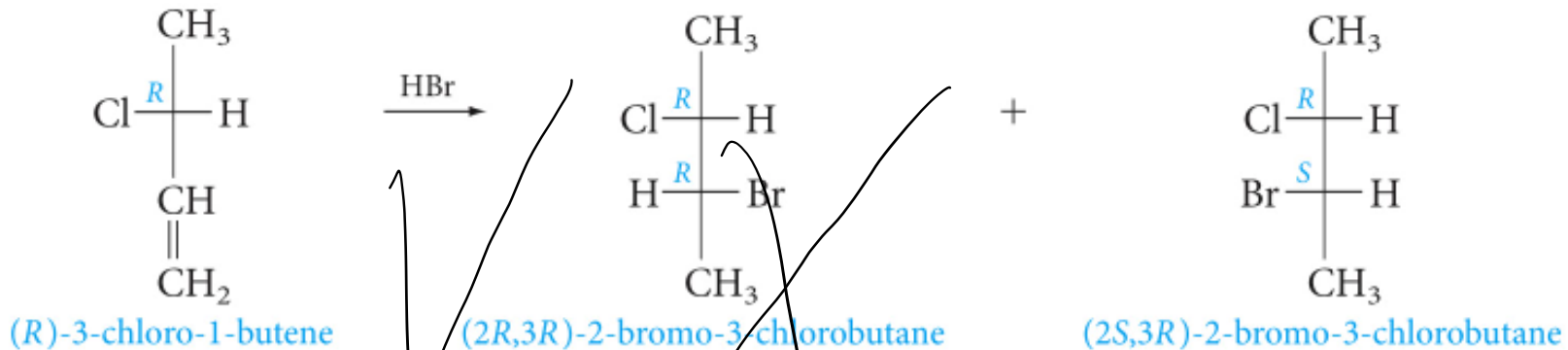
20-50



When chiral products are obtained from achiral reactants, both enantiomers are formed at the same rates, in equal amounts.



Reaction of a chiral reagent with an achiral reagent when it creates a new stereogenic center, leads to diastereomeric products at different rates and in unequal amounts.

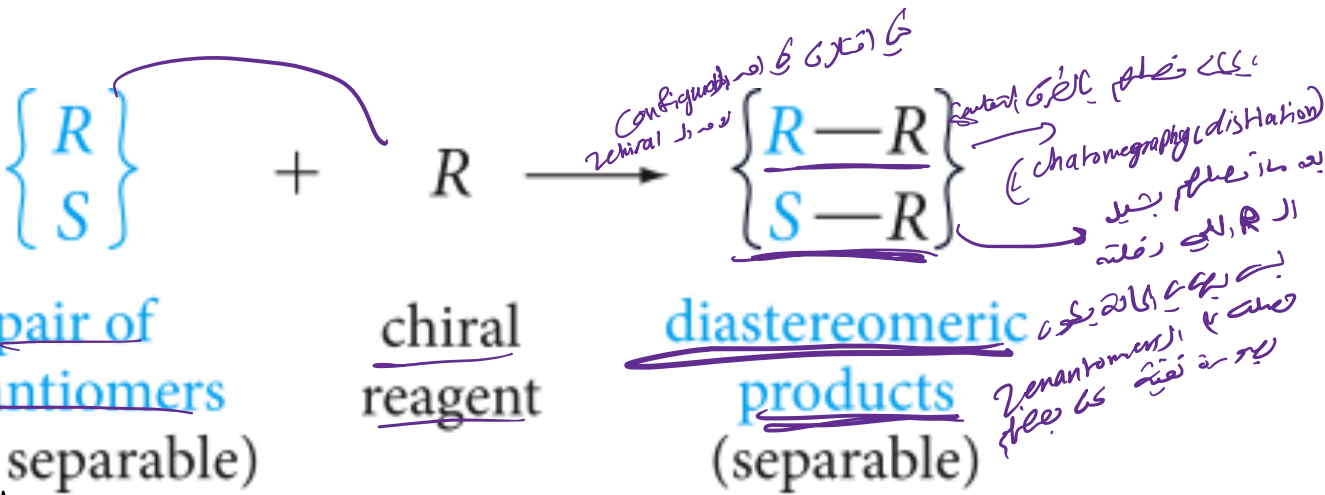


Reaction of a chiral reagent with an achiral reagent, when it creates a new stereogenic center, leads to diastereomeric products at different rates and in unequal amounts.



# Resolution of a Racemic Mixture

To separate a racemic mixture, we first react with a chiral reagent. The product will be a pair of diastereomers. These, differ in all types of physical properties and can therefore be separated by ordinary methods.



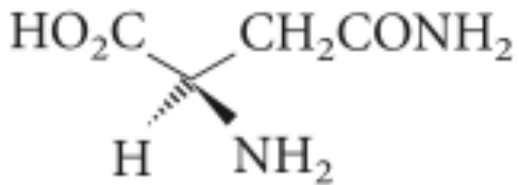
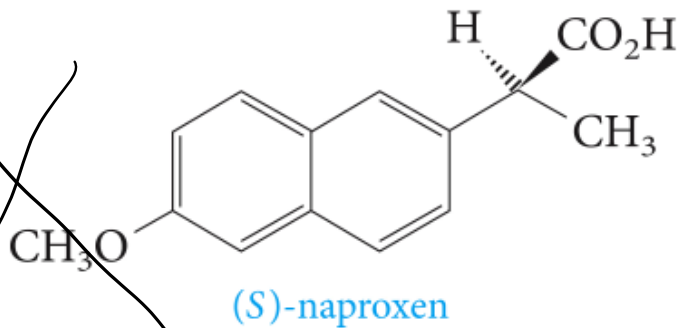
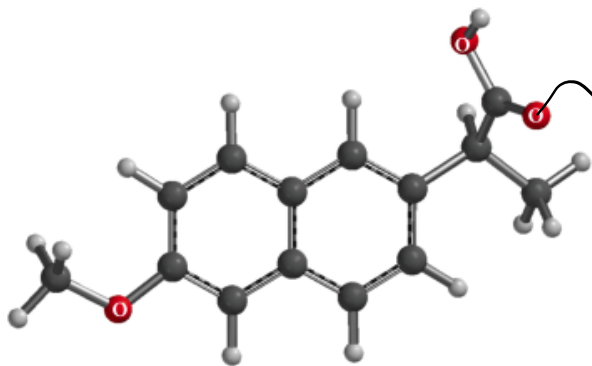
لحل ذلك نحتاج  
 كإنعكاس  
 Racemic  
 لا يمكن فصله  
 لكننا نستخدم  
 مادة كيميائية  
 لا تتفاعل مع  
 الأجزاء  
 (not separable)

الغريبة مع المركب  
 دلالة بالracemic  
 هذا هو  
 أفضل الطرق التقليدية  
 racemic  
 منه هو كل تقريبا

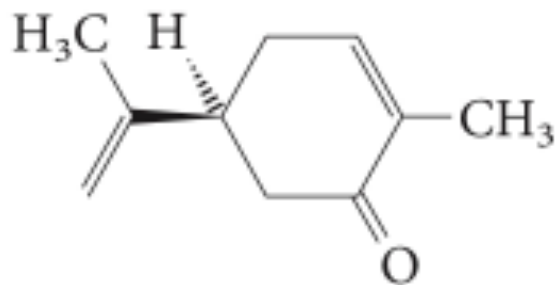
لأنه هو  
 أفضل الطرق التقليدية  
 racemic  
 منه هو كل تقريبا

هذا التفاعل في  
 configuration  
 chiral  
 لا يغير  
 في كل من  
 chiroptical (distillation)  
 بعد ما نصل  
 ال R التي  
 رطلته  
 في  
 diastereomeric  
 products  
 (separable)  
 في  
 enantiomers  
 لا يمكن فصله

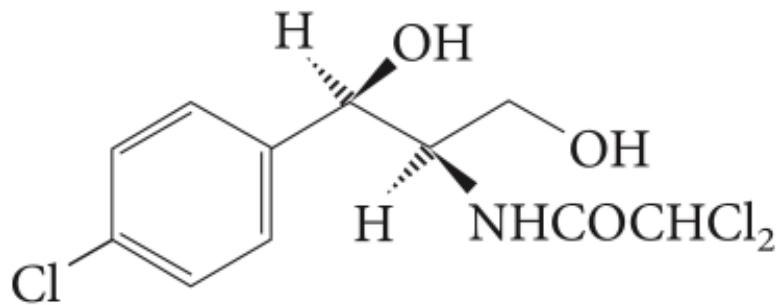
في  
 استخدام الطرق التقليدية  
 2 diastereomeric mix  
 mirror  
 يمكن ذلك بطريقة  
 غير مباشرة، أنه أحسن  
 ل diastereomeric  
 isomers  
 في  
 enantiomeric  
 isomers  
 يمكن فصله



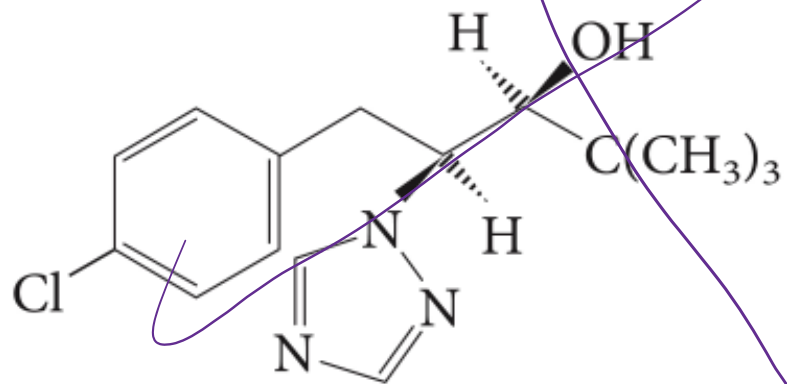
(R)-asparagine



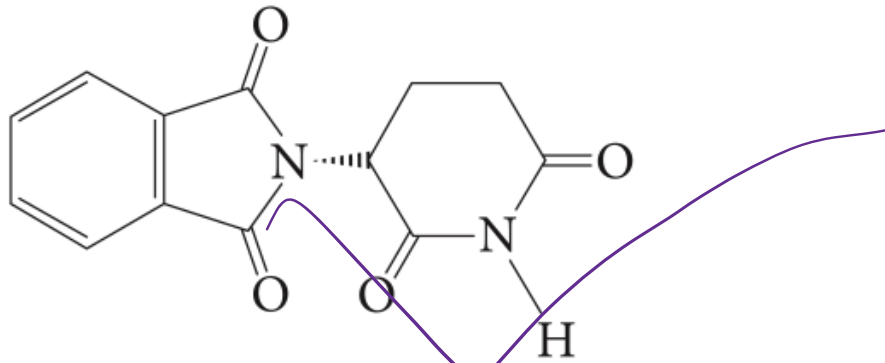
(S)-carvone



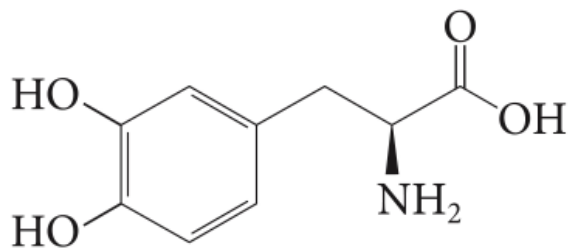
(*R,R*)-chloramphenicol



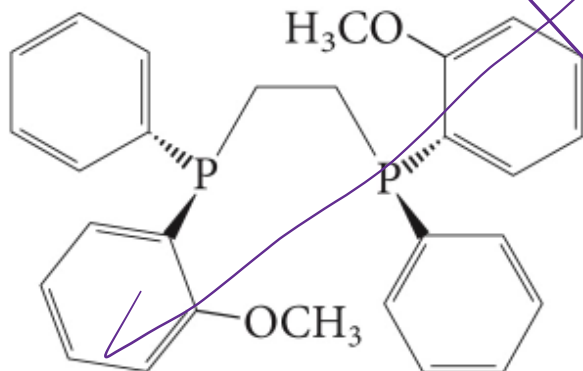
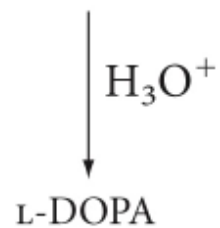
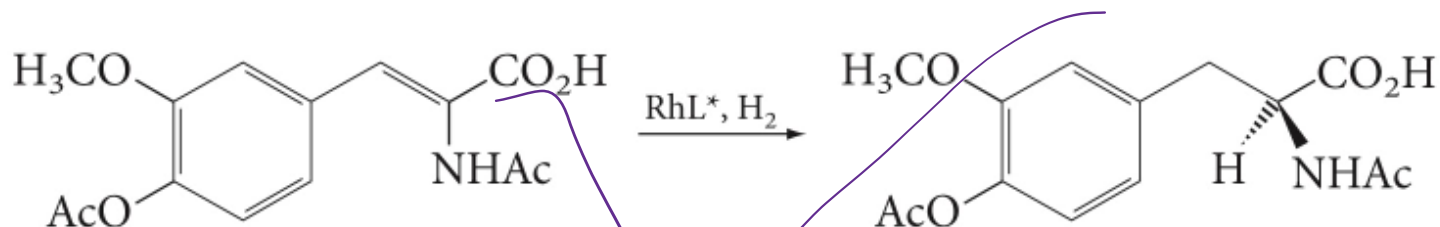
(*S,S*)-paclobutrazol



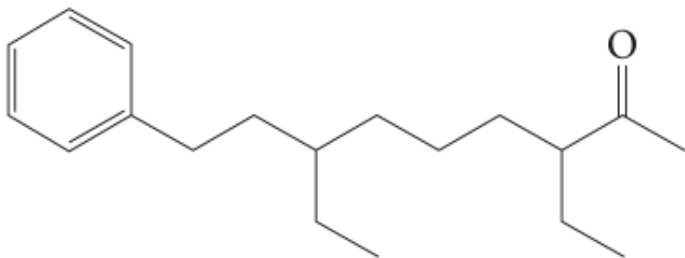
(R)-thalidomide



L-DOPA



L = (R,R)-DiPAMP Ligand



Mature crocodiles secrete from their skin glands the compound with the following structure. The compound is thought to be a communication pheromone for nesting and mating.

How many stereogenic centers are in the compound? Mark them with an asterisk.

How many stereoisomers of this compound are possible.