Organic Chemistry

Dr. Eman Ahmed

Isomerism

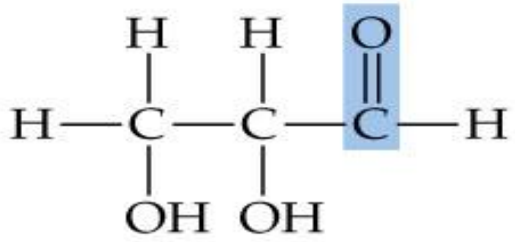
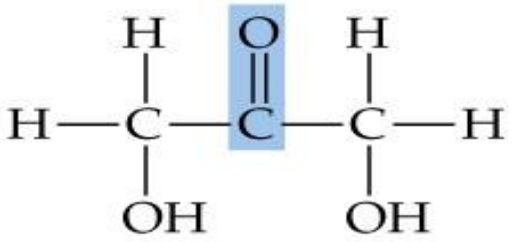
Isomerism(التشابة)

عمليه يحدث بها تكون العديد من المركبات المختلفة فى الشكل البنائى حيث تتطابق هذه المركبات فى الصيغة الكيميائية وتختلف فى ترتيب المجموعات الوظيفية المختلفة التى تشكل هذه المركبات.

Isomers (المشابهات)

جزيئات لها نفس الرمز الجزيئى وتختلف فى الشكل البنائى.

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

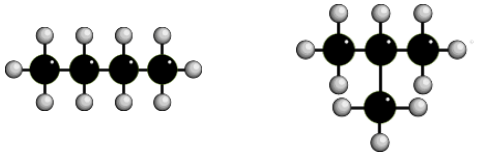
glyceraldehyde	dihydroxyacetone
	

TYPES OF ISOMERISM

STRUCTURAL ISOMERISM

Same molecular formula but different structural formulae

- **CHAIN ISOMERISM**



- **POSITION ISOMERISM**

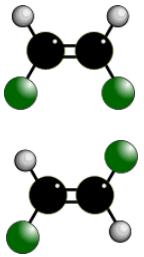
- **FUNCTIONAL GROUP ISOMERISM**

STEREOISOMERISM

Same molecular formula but atoms occupy different positions in space.

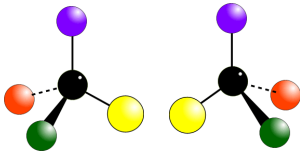
- **GEOMETRICAL ISOMERISM**

Occurs due to the restricted rotation of C=C double bonds... two forms - CIS and TRANS



- **OPTICAL ISOMERISM**

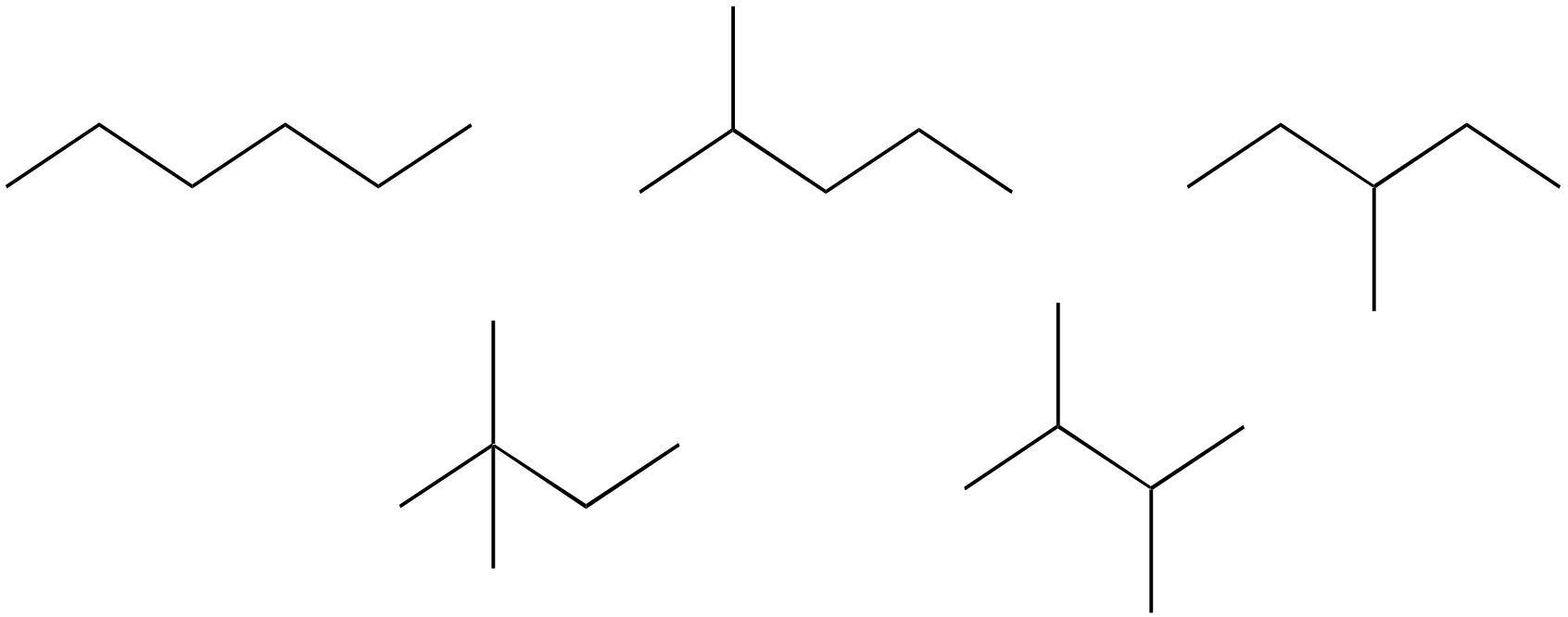
Occurs when molecules have a chiral centre. Get two non-superimposable mirror images.



Structural Isomerism
التشابه التركيبى أو البنائى

1) التشابه السلسلى Chain isomerism :

اختلاف الشكل السلسلى للمركب مع احتفاظه بنفس الوزن الجزيئى.



C_6H_{14}

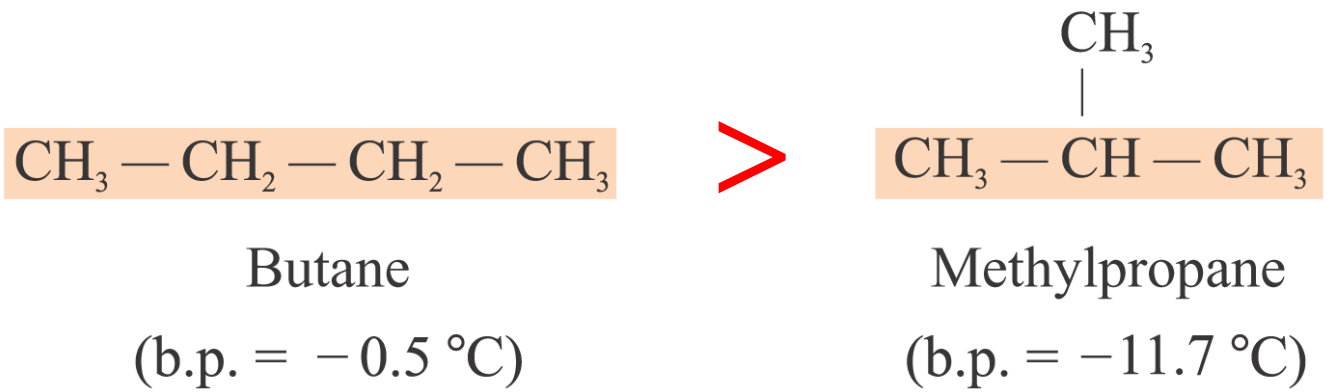
1) التشابه السلسلى Chain isomerism :

الخواص الطبيعية:

السلسلة المستقيمة لها درجة غليان أعلى من المتفرعة لزيادة مساحة سطح المركب مما يؤدى إلى تكوين روابط فاندرفالز اقوى.

الخواص الكيميائية:

مركبات لها نفس الخواص الكيميائية.

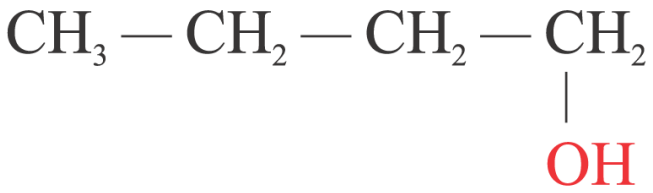


2) التشابه الموضعى Position isomerism :

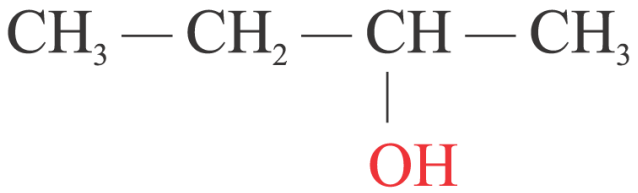
مركبات لها نفس الهيكل الكربونى ولكنها تختلف من موقع المجموعة الفعالة.

مثال 1:

Butan-1-ol and butan-2-ol
(molecular formula: $C_4H_{10}O$)



Butan-1-ol



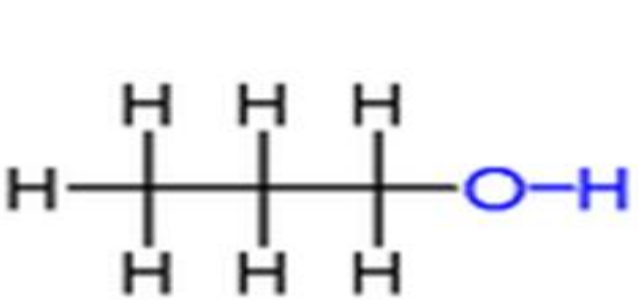
Butan-2-ol

2) التشابه الموضعى Position isomerism :

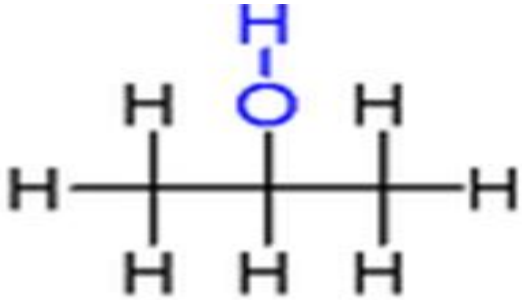
مثال 2:

propane-1-ol and propane-2-ol

(molecular formula: C_3H_8O)



I



II

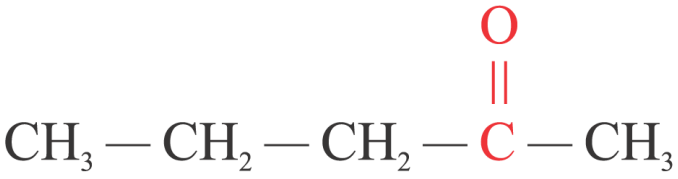
2) التشابه الموضعى Position isomerism :

Methoxypropane and ethoxyethane
(molecular formula: $C_4H_{10}O$)

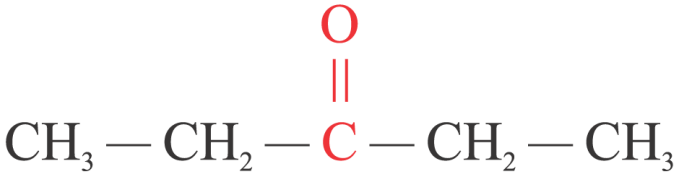
Methoxypropane

Ethoxyethane

Pentan-2-one and pentan-3-one
(molecular formula: $C_5H_{10}O$)



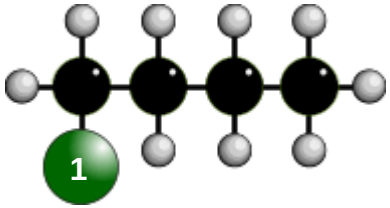
Pentan-2-one



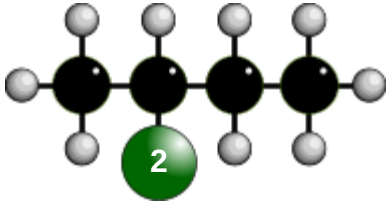
Pentan-3-one

2) التشابه الموضعى Position isomerism :

POSITION OF A HALOALKANE

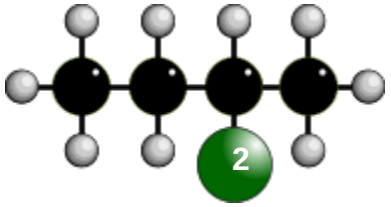


1-CHLOROBUTANE
halogen on carbon 1



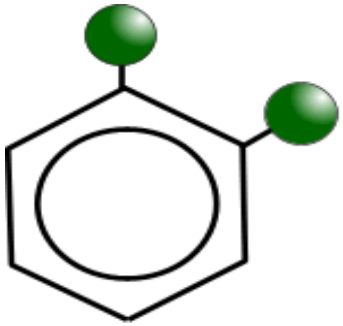
2-CHLOROBUTANE
halogen on carbon 2

BUT

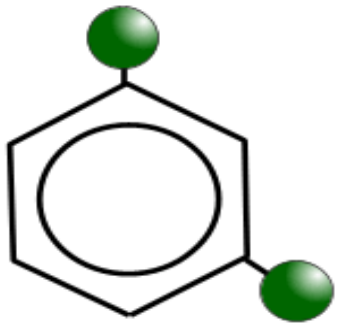


is NOT
3-CHLOROBUTANE

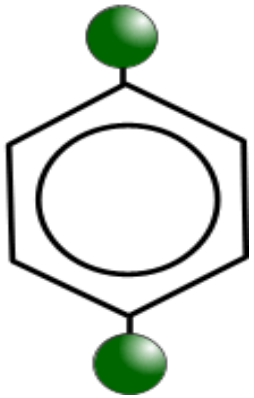
RELATIVE POSITIONS ON A BENZENE RING



1,2-DICHLOROBENZENE
***ortho* dichlorobenzene**



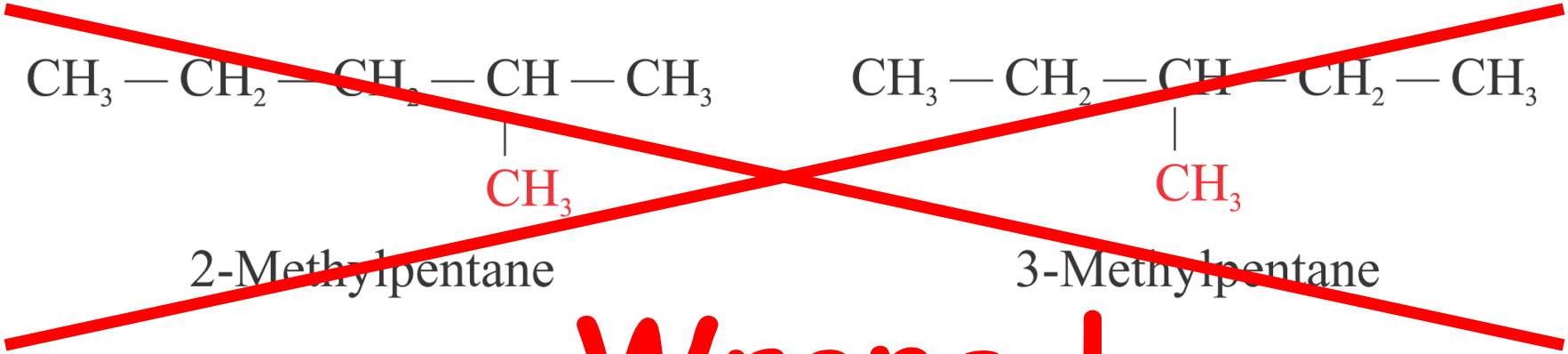
1,3-DICHLOROBENZENE
***meta* dichlorobenzene**



1,4-DICHLOROBENZENE
***para* dichlorobenzene**

سؤال:

هل التشابة فى المركبين التاليين تشابة موضعى؟



Wrong !

Chain isomerism تشابه سلسلى

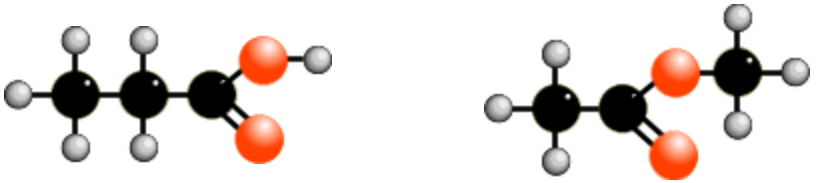
3) تشابه المجموعات الفعالة Functional Group Isomerism :

مركبات لها نفس الصيغة الكيميائية وتختلف فقط فى نوع المجموعة الفعالة و الخواص الطبيعية والكيميائية.

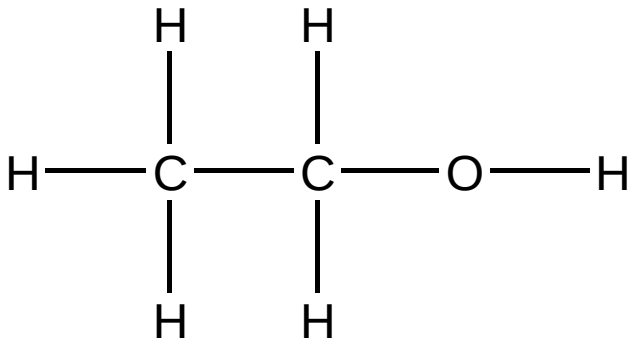
ALCOHOLS and ETHERS

ALDEHYDES and KETONES

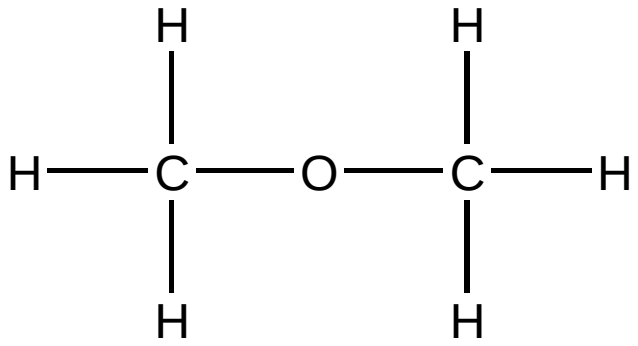
ACIDS and ESTERS



3) تشابه المجموعات الفعالة Functional Group Isomerism :



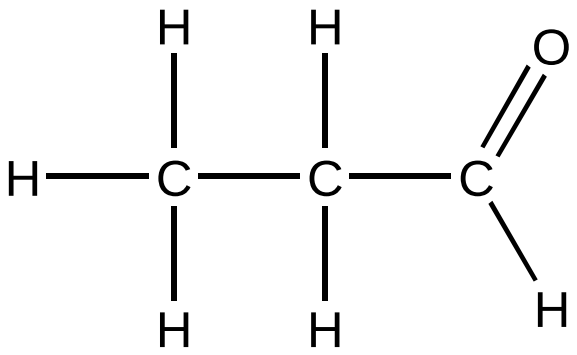
Alcohol



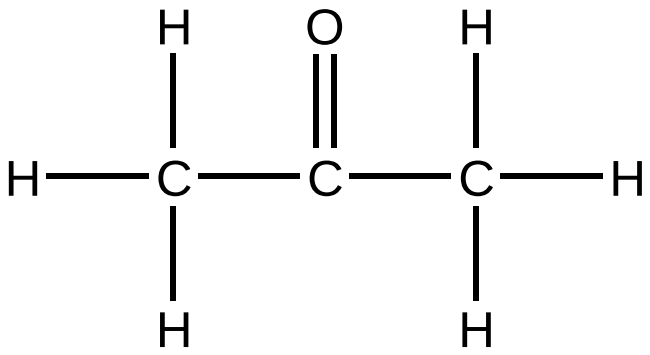
Ether

C_2H_6O

3) تشابه المجموعات الفعالة Functional Group Isomerism :



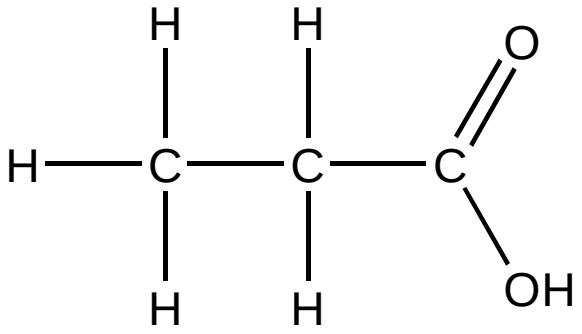
Aldehyde



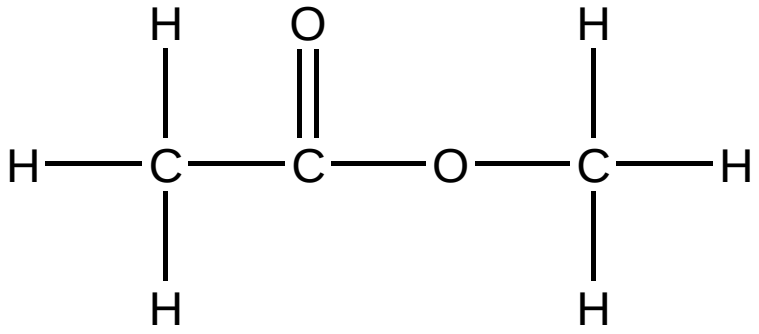
Ketone

C_3H_6O

3) تشابه المجموعات الفعالة Functional Group Isomerism :

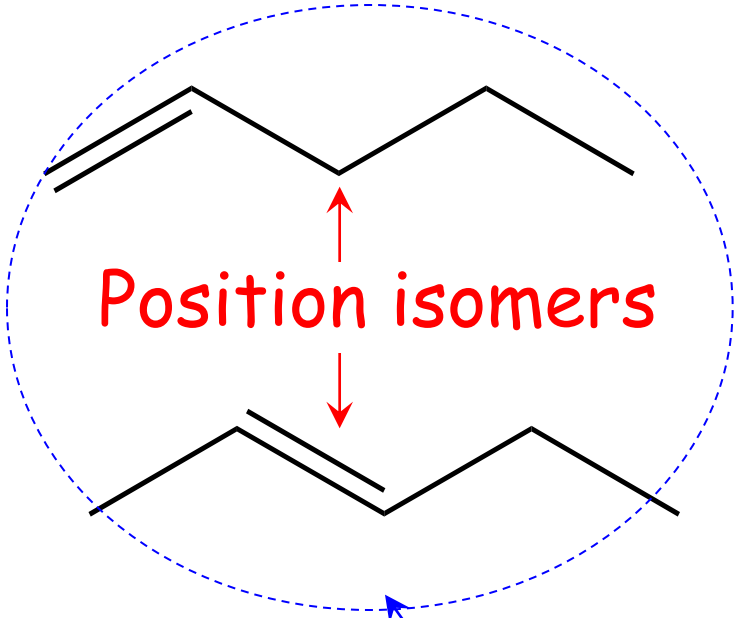


Carboxylic acid

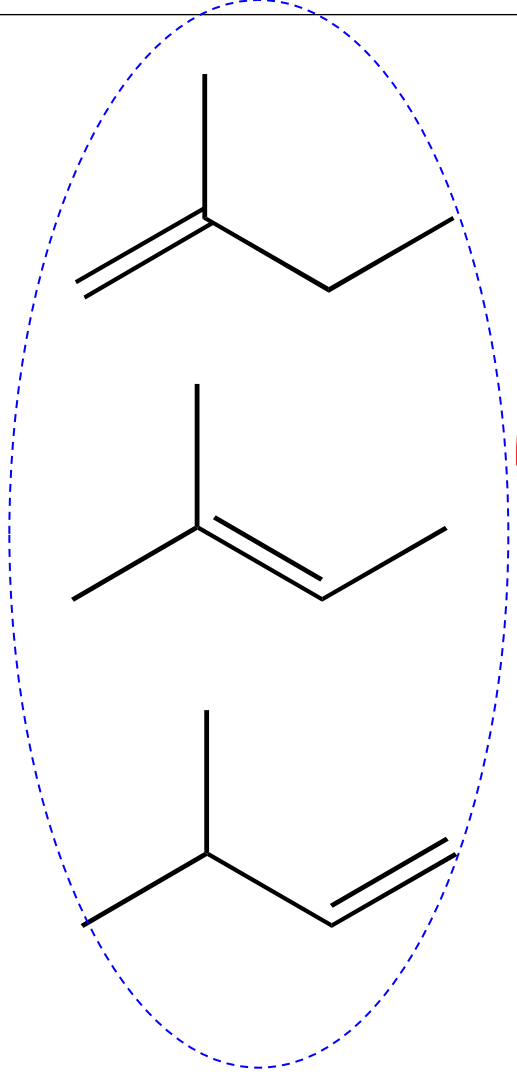


Ester

$C_3H_6O_2$



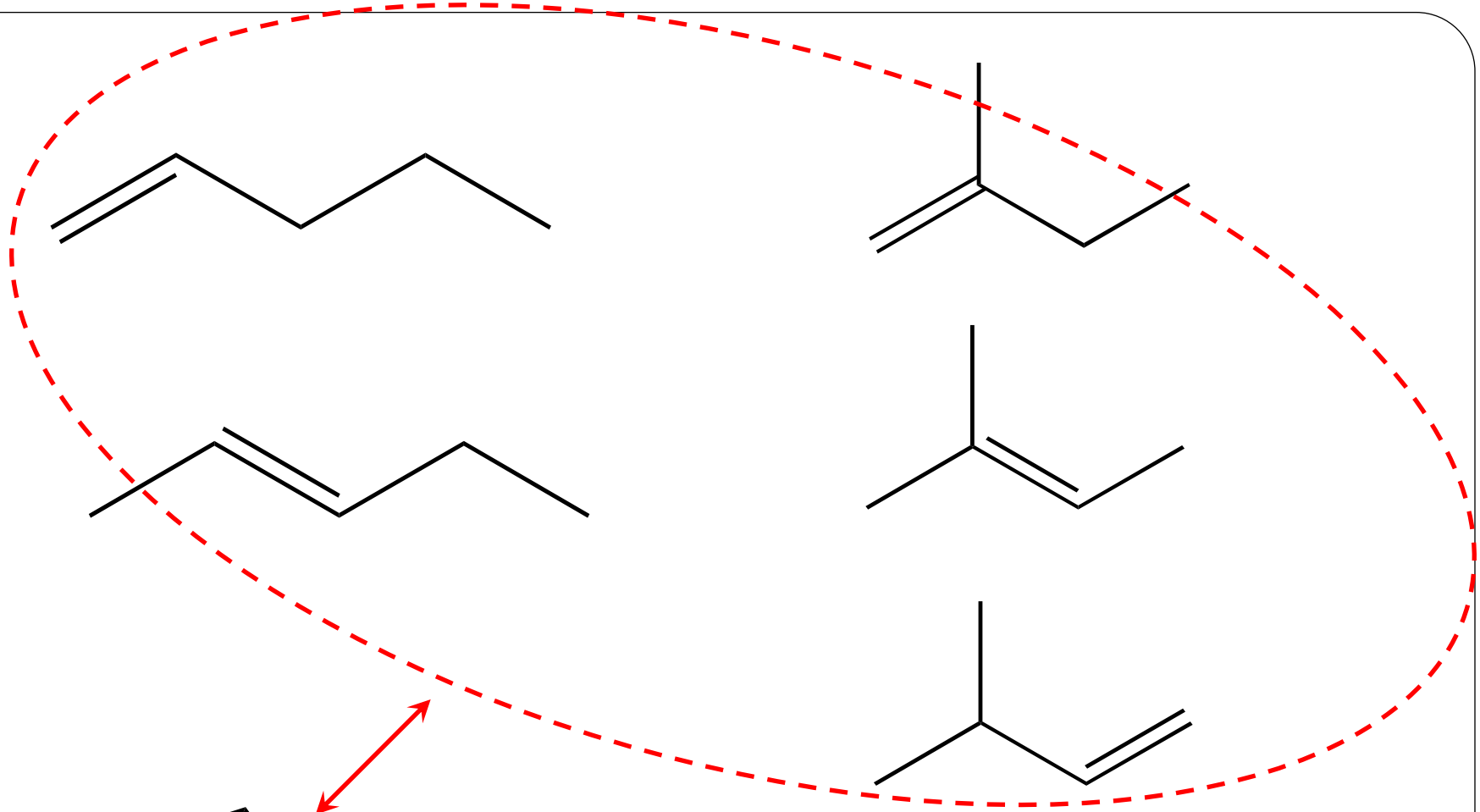
Position isomers

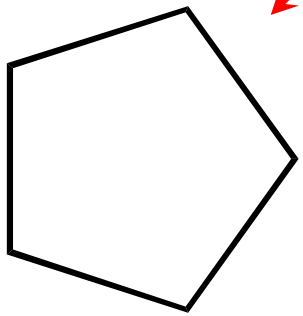


Position isomers

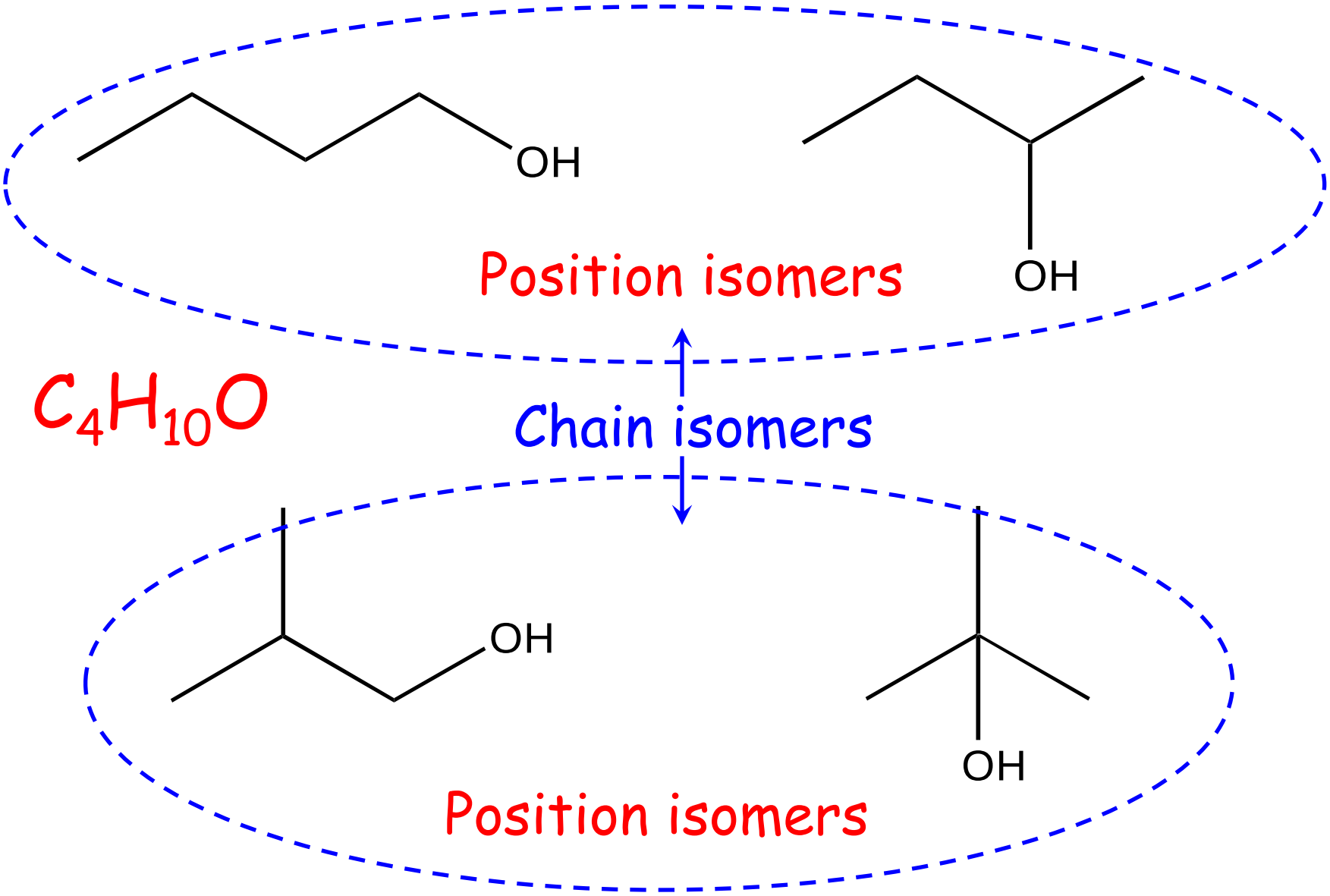
Chain isomers

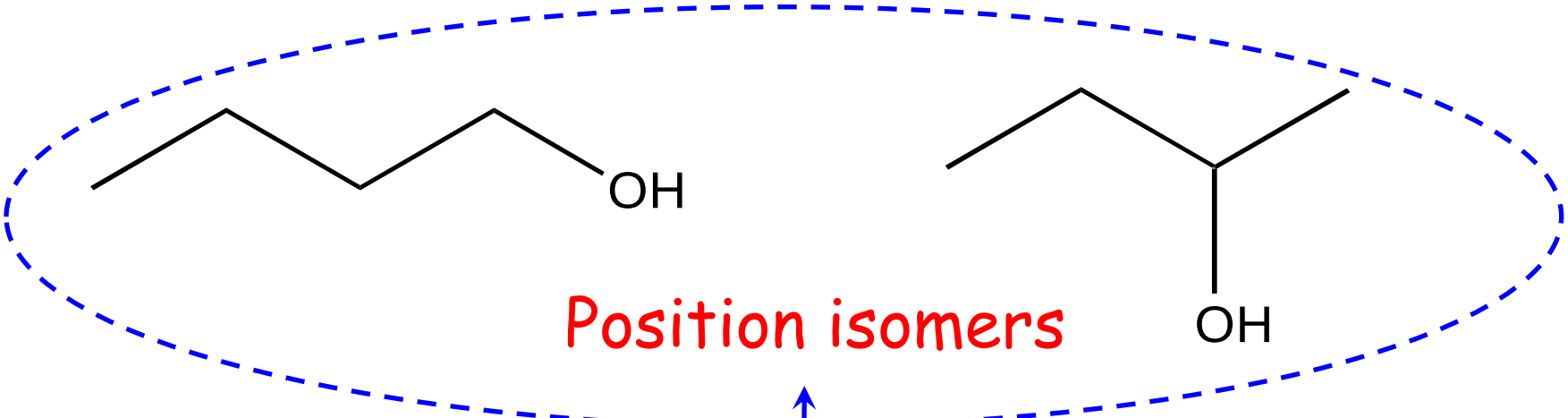
C_5H_{10}





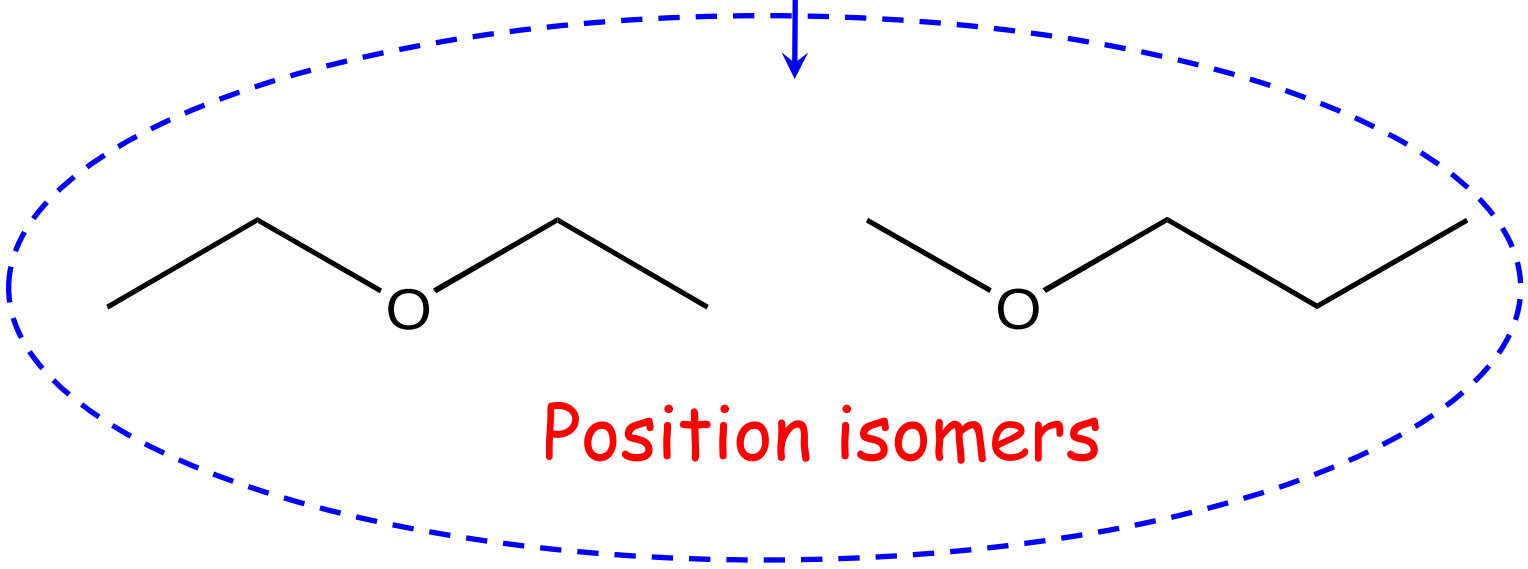
Functional group isomers


OH
OH
Position isomers
$C_4H_{10}O$
Chain isomers
OH
OH
Position isomers



$C_4H_{10}O$

functional group isomers

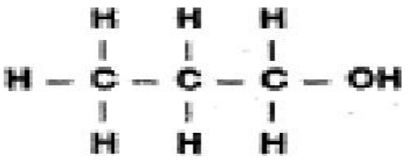


ISOMERS

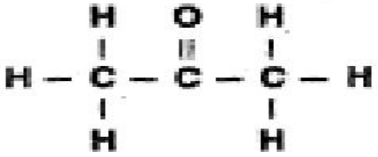
Name _____

Isomers have the same chemical formula but different structural formulas. Match the structure in Column I with its isomer in Column II.

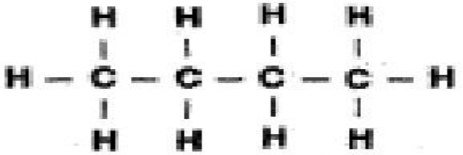
I

1. 

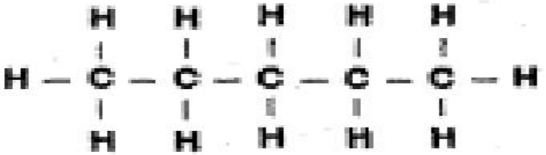
_____

2. 

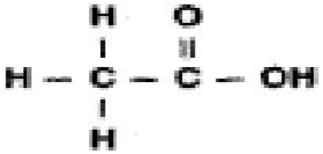
_____

3. 

_____

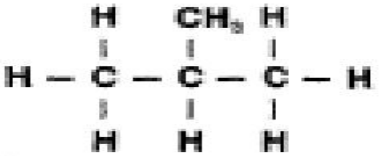
4. 

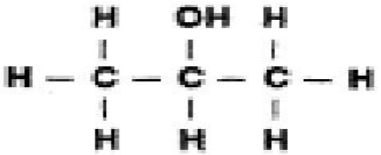
_____

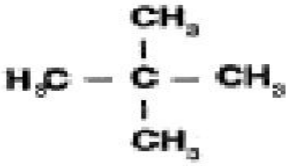
5. 

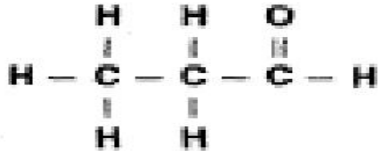
_____

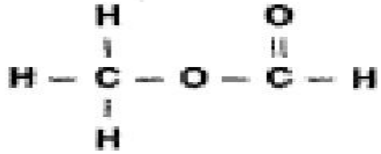
II

a) 

b) 

c) 

d) 

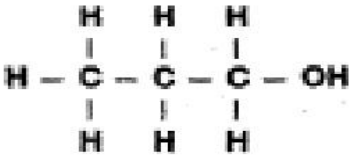
e) 

ISOMERS

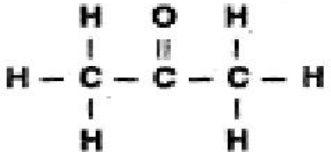
Name _____

Isomers have the same chemical formula but different structural formulas. Match the structure in Column I with its isomer in Column II.

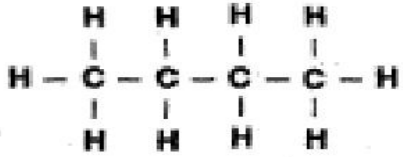
I

1. 

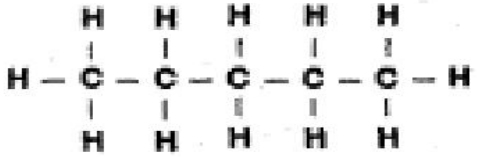
b) _____

2. 

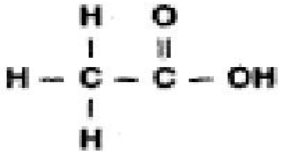
d) _____

3. 

a) _____

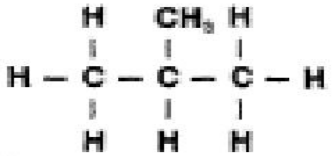
4. 

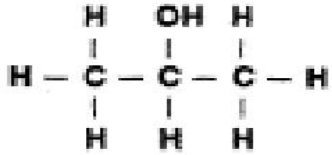
c) _____

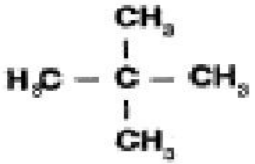
5. 

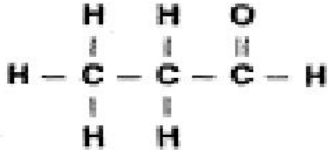
e) _____

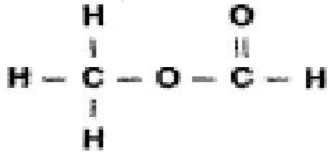
II

a) 

b) 

c) 

d) 

e) 

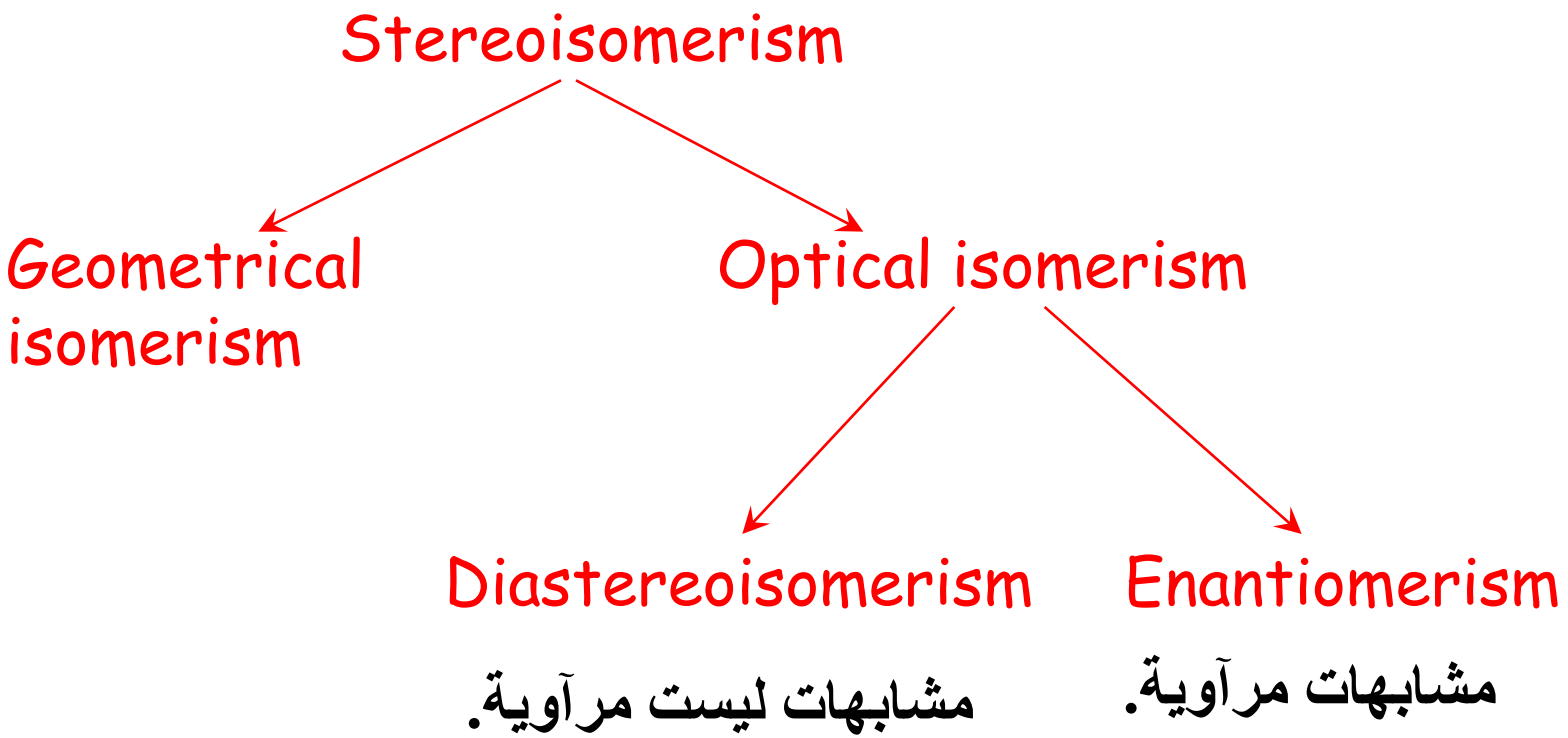
Stereoisomerism
التشابه الفراغى

Stereoisomerism

يكون بناء الروابط متطابق ولكن موضع الذرات والمجموعات الفعالة فى الفراغ مختلف وهذا النوع من التشابة يتضمن:

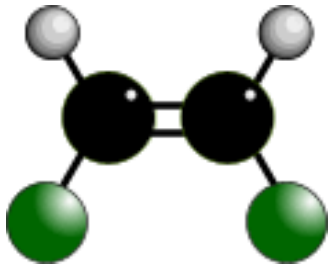
- **GEOMETRICAL ISOMERISM (تشابه هندسى)**
- **OPTICAL ISOMERISM (تشابه ضوئى)**

Categories of Stereoicomerism Isomerism



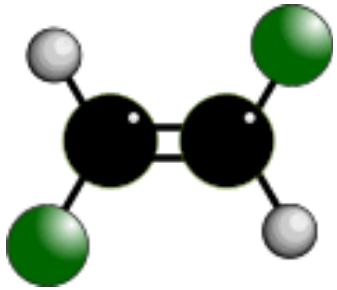
1) التشابه الهندسى GEOMETRICAL ISOMERISM :

يحدث هذا النوع من التشابة فى معظم الألكينات ليتكون نوعين من المشابهات (*cis, trans*). تختلف هذه المشابهات فى الخواص الطبيعية مثل الكثافة ودرجة الغليان أوالأنصهار وتتشابه فى الخواص الكيميائية.



CIS

Groups/atoms are on the SAME SIDE of the double bond



TRANS

Groups/atoms are on OPPOSITE SIDES across the double bond

Different compounds- different properties.

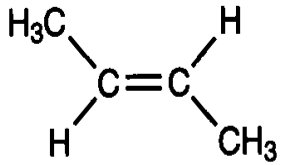
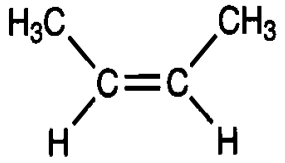
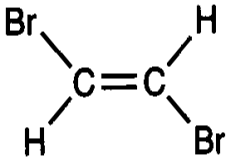
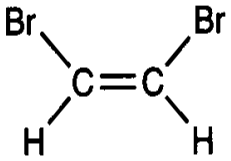
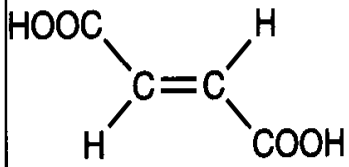
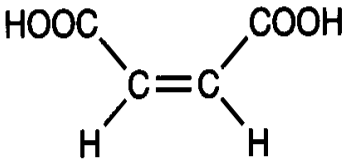
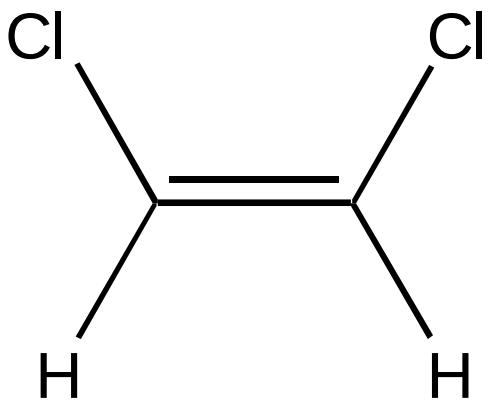
Trans isomer	Melting point/K	Density/g cm^{-3}	*Cis* isomer	Melting point/K	Density/g cm^{-3}
	168	0.604		134	0.621
	267	2.23		220	2.25
	573	1.64		412	1.59

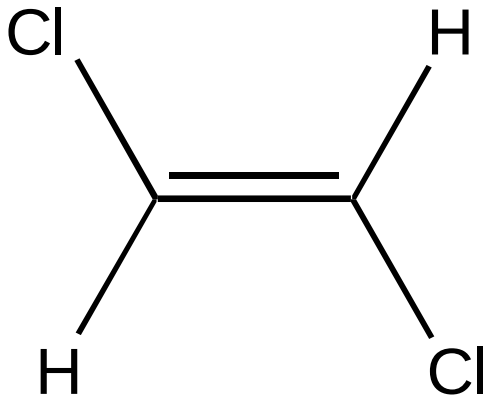
Table 6 Physical properties of some geometric isomers.

1) التشابه الهندسى GEOMETRICAL ISOMERISM :

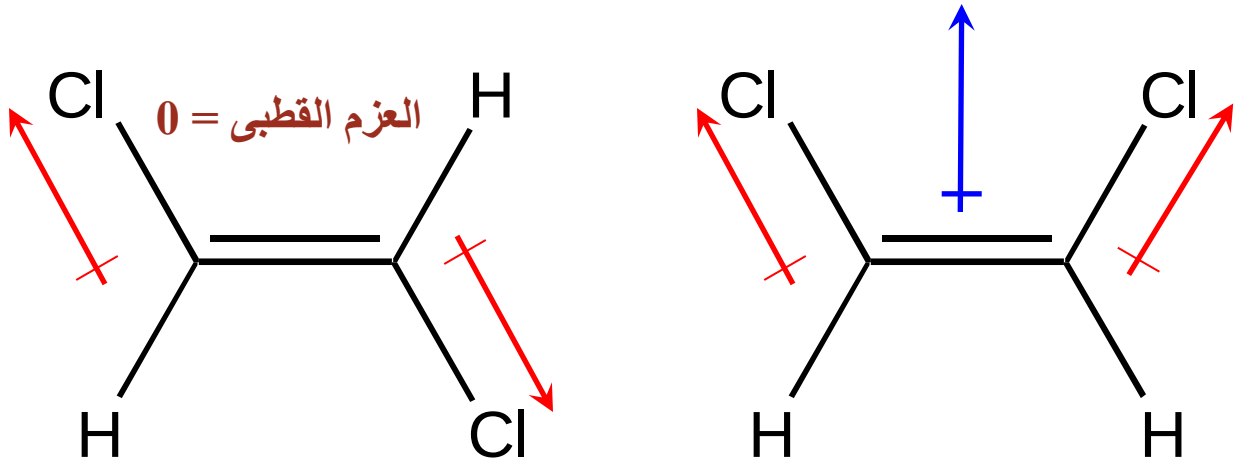
يحدث هذا النوع من التشابة فى معظم الألكينات ليتكون نوعين من المشابهات (*cis, trans*). تختلف هذه المشابهات فى الخواص الطبيعية مثل الكثافة ودرجة الغليان أوالأنصهار وتتشابه فى الخواص الكيميائية.

1.





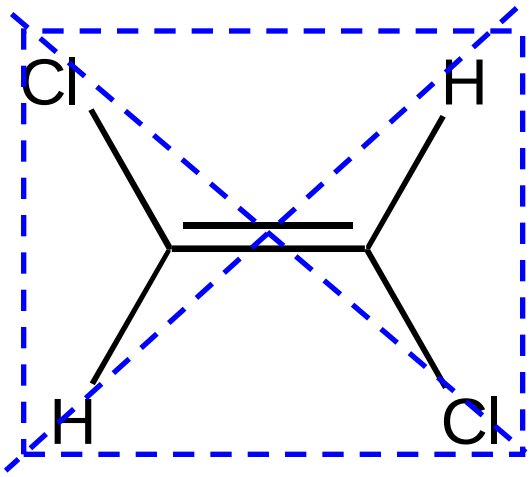
m.p.	−80°C	−50°C
b.p.	60°C	48°C

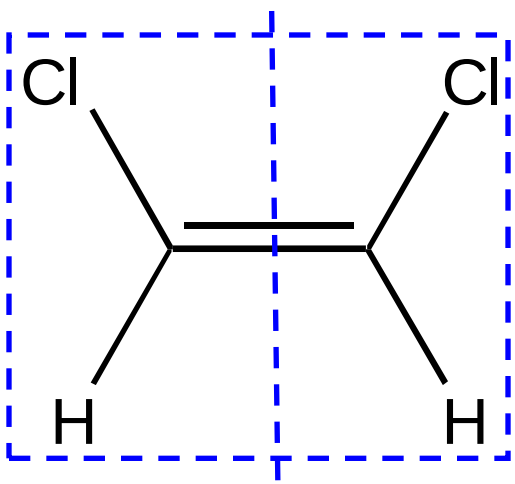


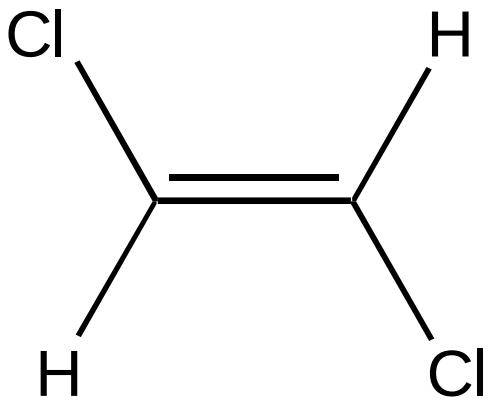
روابط فاندر فالز: *cis > trans*.

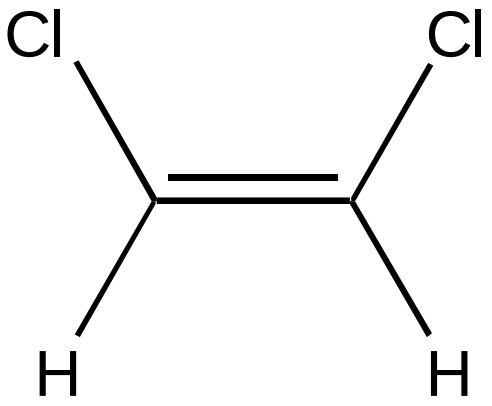
تعتمد درجة الغليان على روابط فاندرفالز المتكونة بين الجزيئات.

$\Rightarrow$ b.p. : *cis > trans*





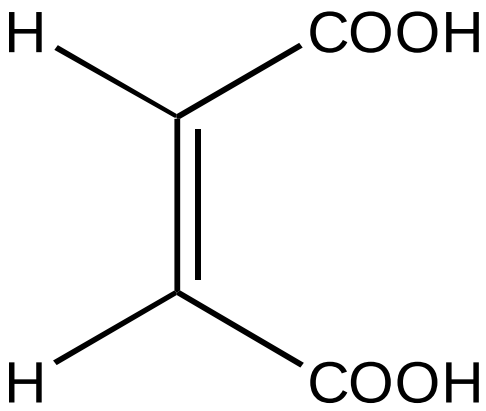


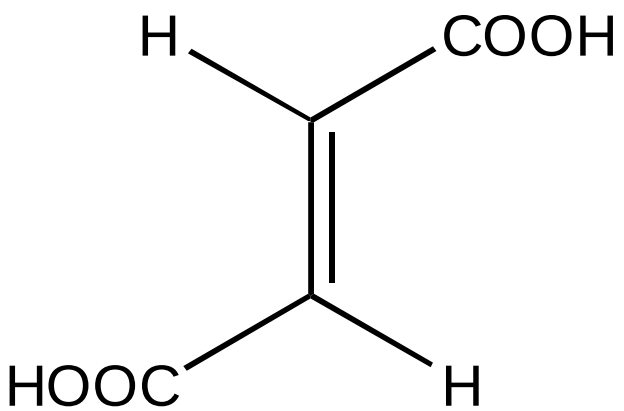


تعتمد درجة الأنصهار على التناسق بين المركبات.

$\Rightarrow$ m.p. : *trans* > *cis*

2.



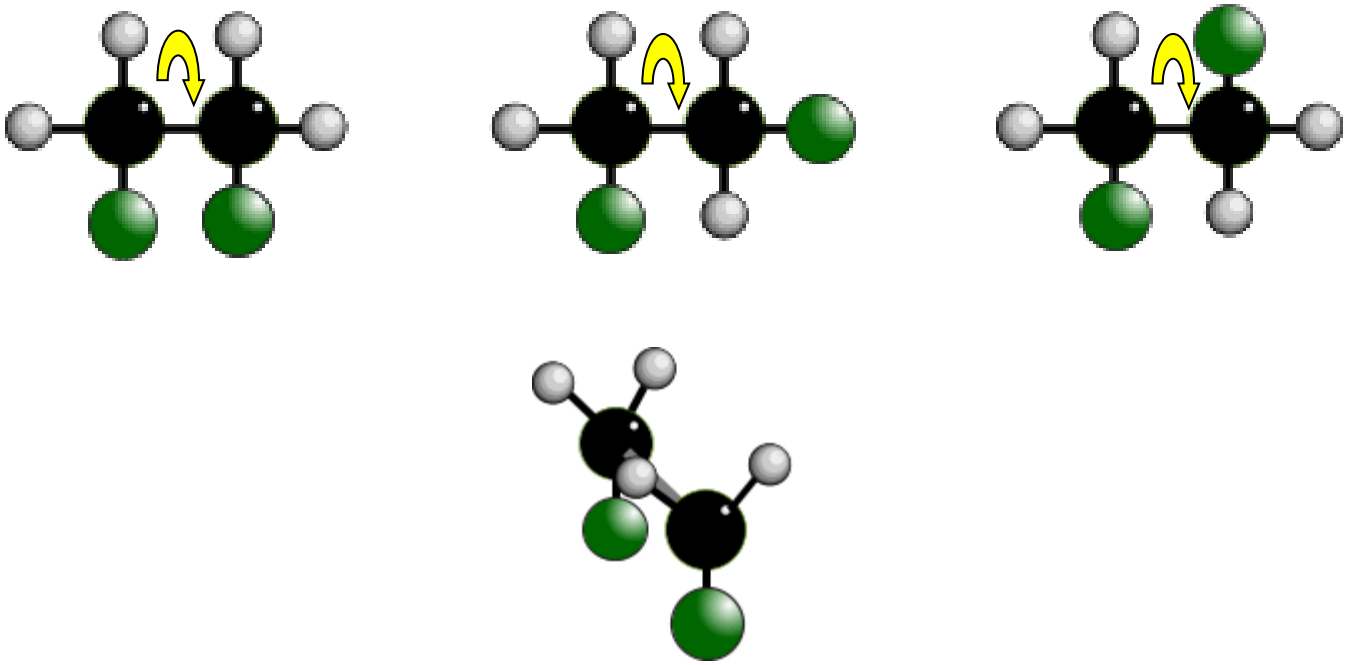


m.p. 130°C << 290°C

1) التشابه الهندسى GEOMETRICAL ISOMERISM :

RESTRICTED ROTATION OF C=C BONDS

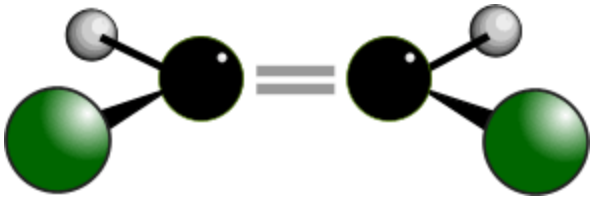
الرابطة الفردية لها حريه الدوران حول مركزها ليتكون العديد من المركبات المتشابهة.

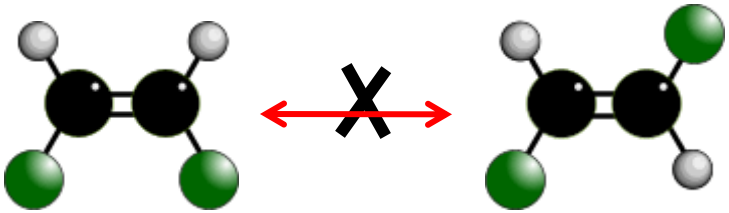


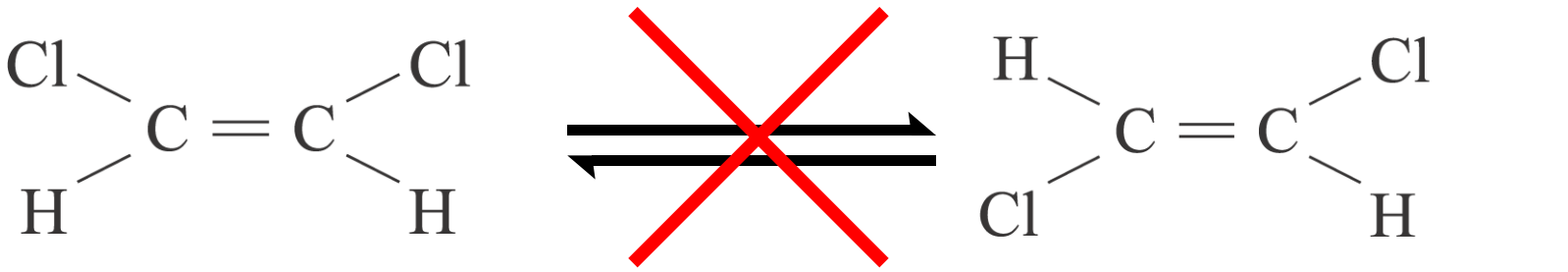
1) التشابه الهندسى GEOMETRICAL ISOMERISM :

RESTRICTED ROTATION OF C=C BONDS

الرابطة الزوجية ليس لها حريه الدوران حول مركزها.







cis-1,2-dichloroethene

trans-1,2-dichloroethene

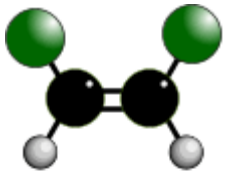
لا يمكن تحويل المشابهات الهندسية لبعضهما على درجات الحرارة المنخفضة لصعوبة دوران الرابطة الزوجية حول مركزها.

1) التشابه الهندسى GEOMETRICAL ISOMERISM :

اى من المركبات التالية بها تشابه هندسى؟

تشابه هندسى ✓

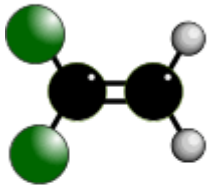
مجموعتين مختلفتين حول ذرة الكربون



مجموعتين مختلفتين حول ذرة الكربون

لا يوجد تشابه هندسى ✗

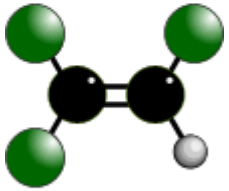
مجموعتين متشابهتين حول ذرة الكربون



مجموعتين متشابهتين حول ذرة الكربون

لا يوجد تشابه هندسى ✗

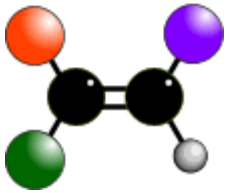
مجموعتين مختلفتين حول ذرة الكربون



مجموعتين متشابهتين حول ذرة الكربون

تشابه هندسى ✓

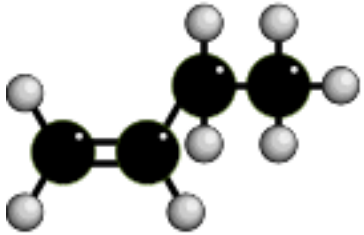
مجموعتين مختلفتين حول ذرة الكربون



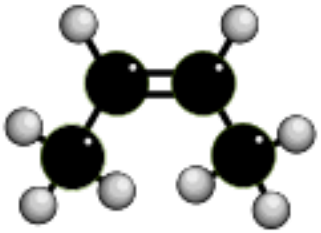
مجموعتين مختلفتين حول ذرة الكربون

1) التشابه الهندسى GEOMETRICAL ISOMERISM :

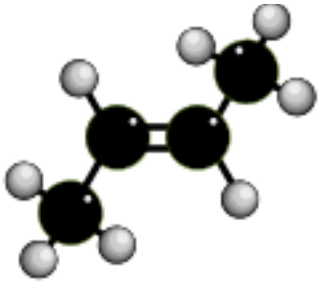
Isomerism in butene



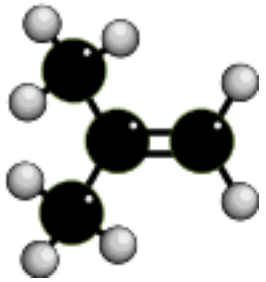
BUT-1-ENE



cis BUT-2-ENE



trans BUT-2-ENE



2-METHYLPROPENE

2) التشابه الضوئى OPTICAL ISOMERISM :

التشابه الضوئى هو احد انواع التشابه الفراغى يحدث عندما يتواجد ذرات كربون غير متناسقة فى المركب.

ذرة الكربون غير المتناسقة(Chiral centres) هى ذرة كربون يوجد حولها أربع تكافؤات مختلفة.

عدم التناسق Chirality: فى الكيمياء يكون الجزئ غير متناسق إذا لم ينطبق على صورته فى المرآة حتى إذا تم تدويره حول نفسه.

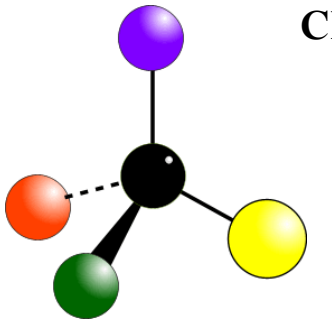
2) التشابه الضوئى OPTICAL ISOMERISM :

التشابه الضوئى هو احد انواع التشابه الفراغى يحدث عندما يتواجد ذرات كربون غير متناسقة فى المركب.

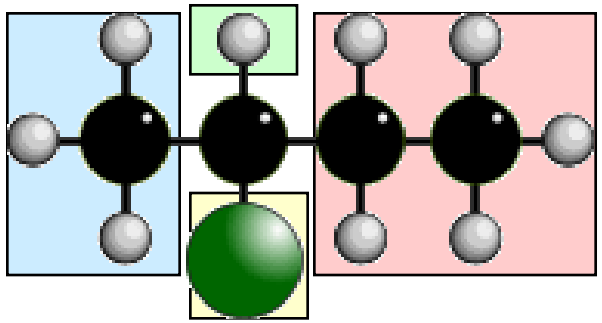
ذرة الكربون غير المتناسقة(Chiral centres) هى ذرة كربون يوجد حولها أربع تكافؤات مختلفة.

عدم التناسق Chirality: فى الكيمياء يكون الجزئ غير متناسق إذا لم ينطبق على صورته فى المرآة حتى إذا تم تدويره حول نفسه.

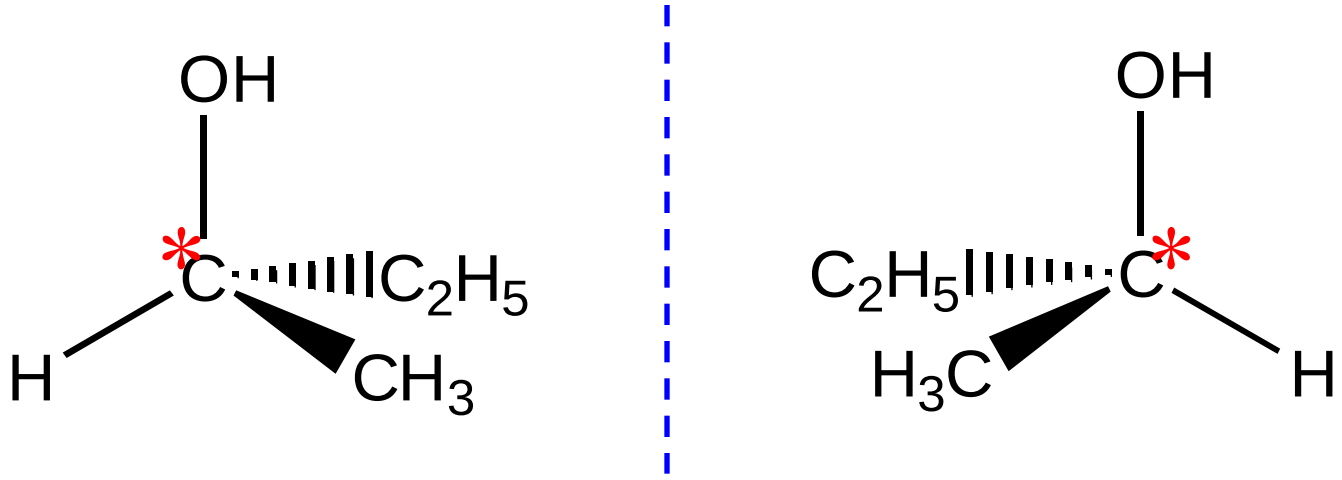
CHIRAL CENTRES



There are four different colours arranged tetrahedrally about the carbon atom



2-chlorobutane exhibits optical isomerism because the second carbon atom has four different atoms/groups attached



*C is known as the chiral center or asymmetric centre

2) التشابه الضوئى OPTICAL ISOMERISM :

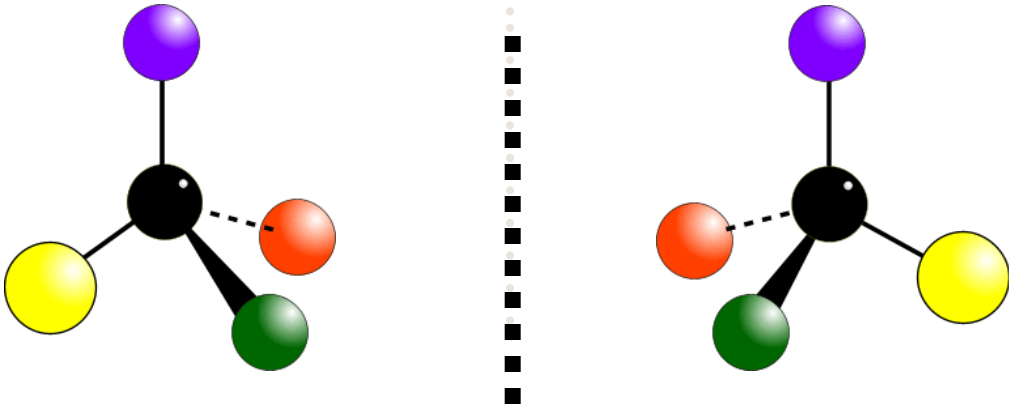
حدد أى من ذرات الكربون المكونة لهذه الجزيئات Chiral و أيها Not chiral ثم حدد أى من هذه المركبات لها نشاط ضوئى .

$CH_3CH_2CH_2CH_2Cl$ 1-chlorobutane	C 3 H's around it C 2 H's around it C 2 H's around it C 2 H's around it	NOT chiral NOT chiral NOT chiral NOT chiral	✗
$CH_3CH_2CHClCH_3$ 2-chlorobutane	C 3 H's around it C 2 H's around it C H, CH_3, Cl,C_2H_5 around it C 3 H's around it	NOT chiral NOT chiral CHIRAL NOT chiral	✓
$(CH_3)_2CHCH_2Cl$ 1-chloro-2-methylpropanane	C 3 H's around it C 2 CH_3's around it C 2 H's around it	NOT chiral NOT chiral NOT chiral	✗
$(CH_3)_3CCl$ 2-chloro-2-methylpropanane	C 3 H's around it C 3 CH_3's around it	NOT chiral NOT chiral	✗

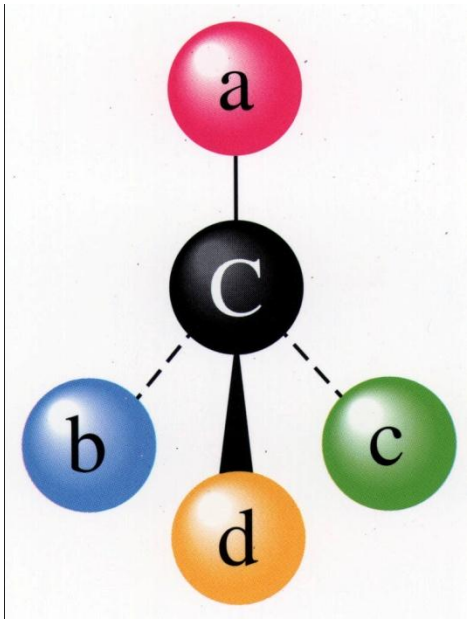
2) التشابه الضوئى OPTICAL ISOMERISM :

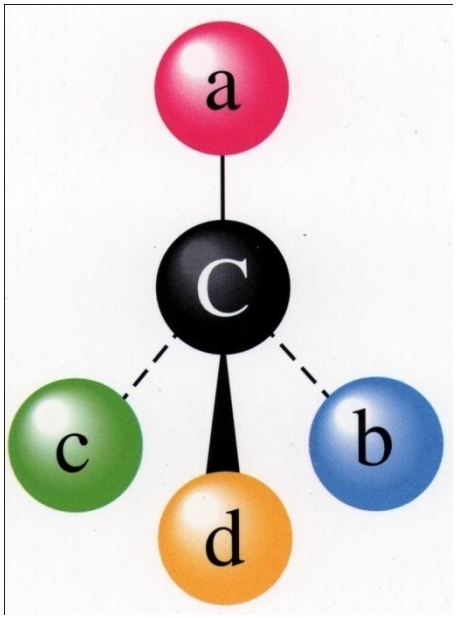
Enantiomers

الأنانتيوميرات: هى مشابهات فراغية جزيئاتها لا تنطبق صورها فى المرآة على بعض ويكون لها خواص كيميائية وفيزيائيه متطابقة فيما عدا قدرتهما على تحويل الضوء المستقطب الخطى بنفس القيمة ولكن فى اتجاهين مختلفين .



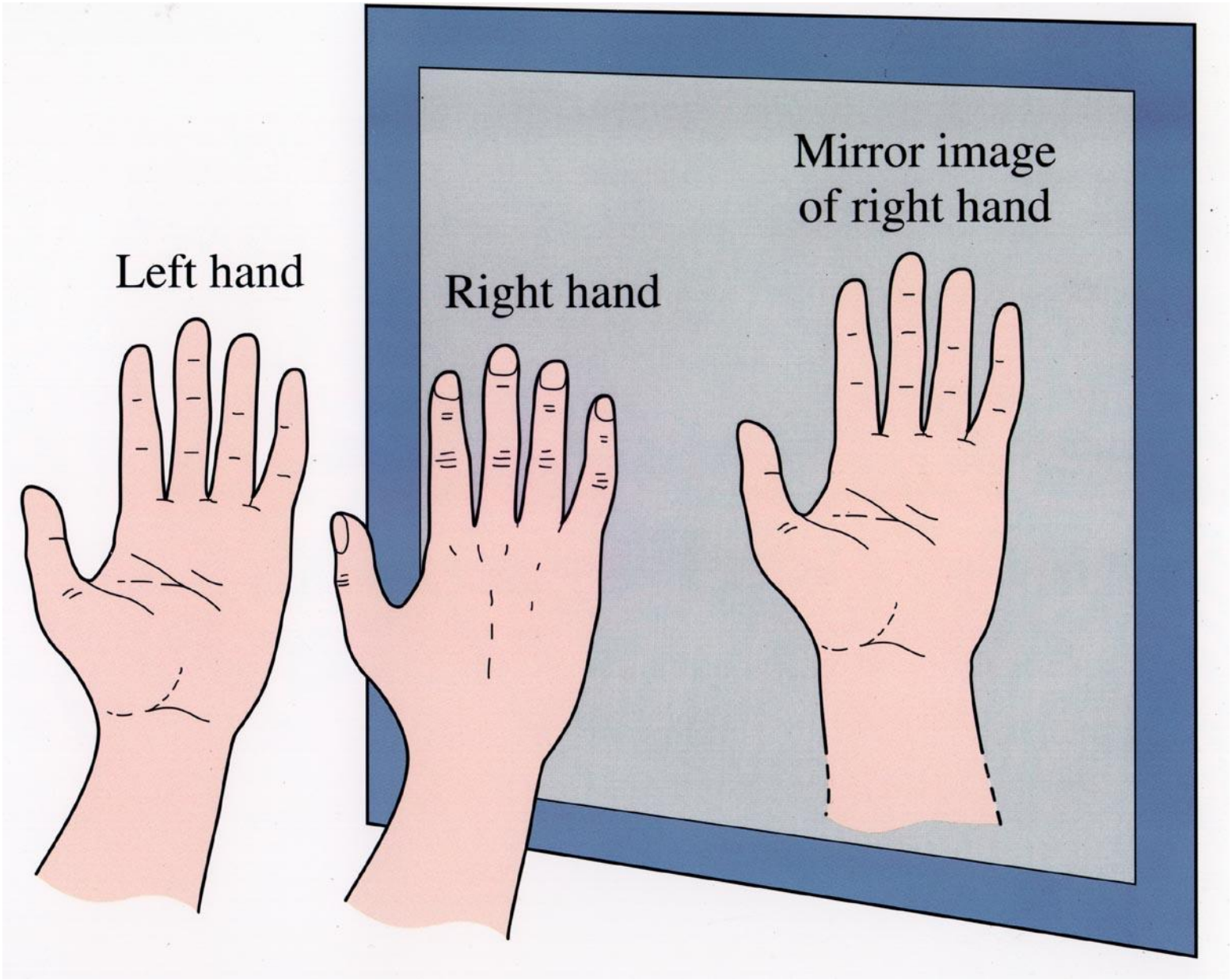
mirror

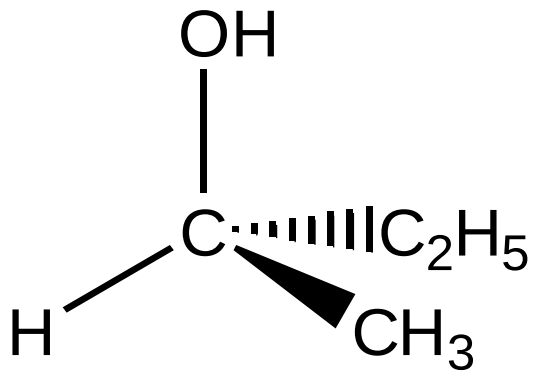


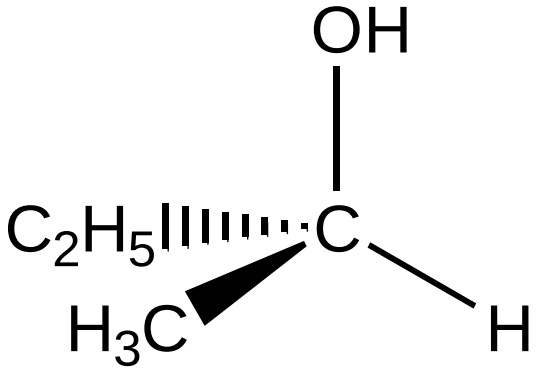


It is not **superimposable** with its mirror image

$\Rightarrow$ It exhibits **chirality**


Mirror image
of right hand
Left hand
Right hand





Enantiomers

صورتان مرآتان لبعضهما.

غير متتطابقتان.

قدرتهما على تحويل الضوء المستقطب الخطى بنفس القيمة ولكن فى اتجاهين مختلفين .

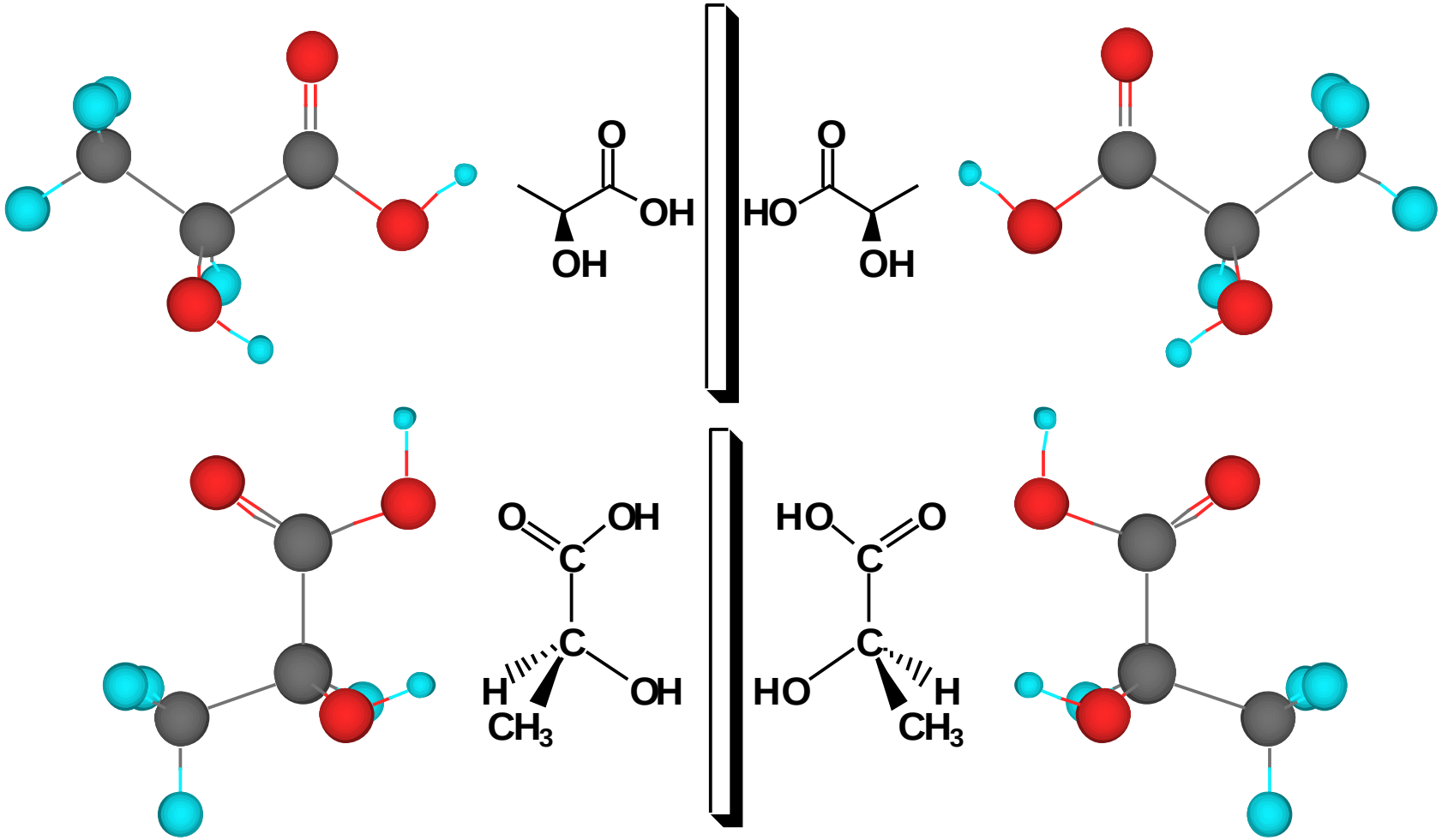
مقدار التحول الضوئى يقدر عمليا ولا يمكن التنبؤ به من خلال التركيب الكيميائى.

(+) or (-)butan-2-ol

m.p.	99.5°C	99.5°C

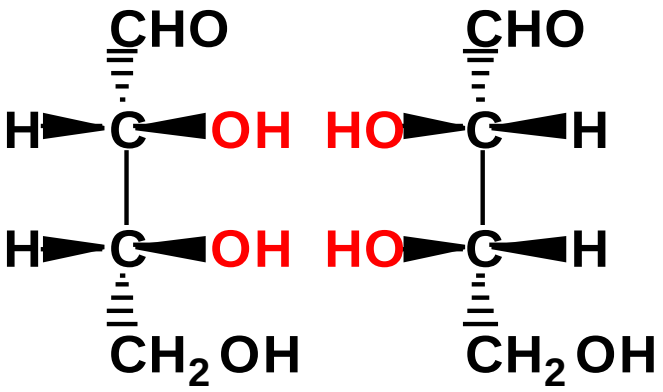
Enantiomers

- The enantiomers of lactic acid
  - drawn in two different representations

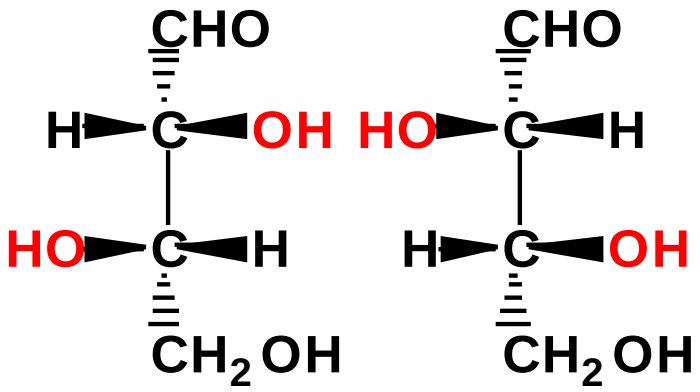


Enantiomers

- 2,3,4-Trihydroxybutanal
  - two chiral centers
  - $2^2 = 4$ stereoisomers exist; two pairs of enantiomers



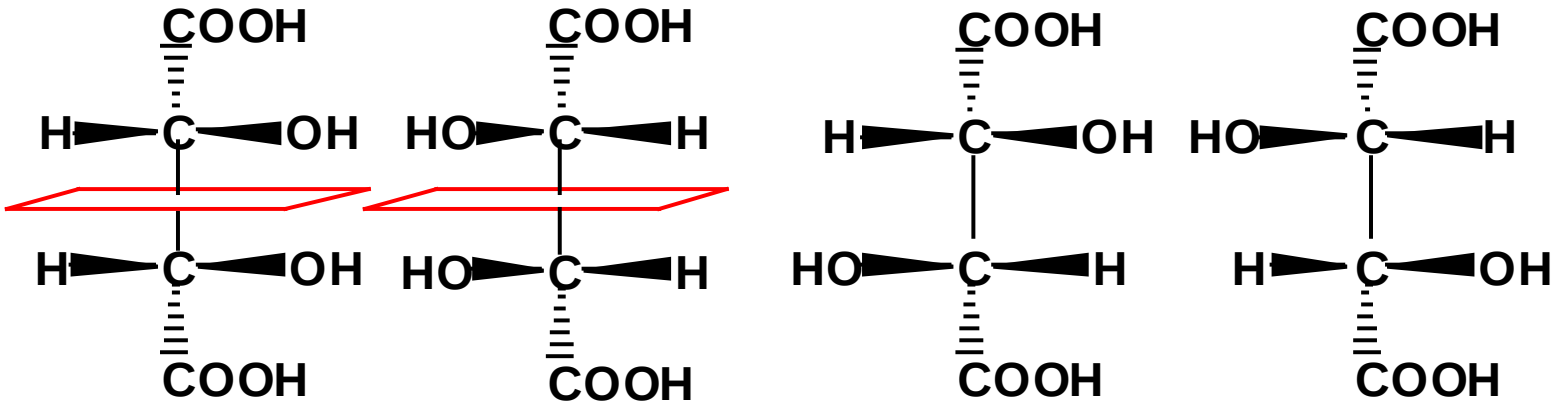
A pair of enantiomers (Erythreose)



A pair of enantiomers (Threose)

Enantiomers

- 2,3-Dihydroxybutanedioic acid (tartaric acid)
  - two chiral centers; $2^n = 4$, but only three stereoisomers exist

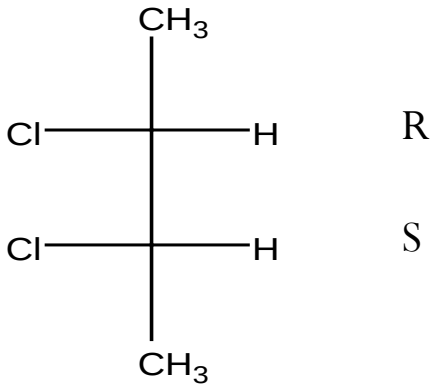


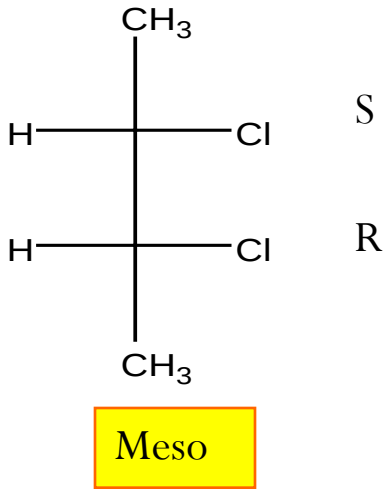
A meso compound (plane of symmetry)

A pair of enantiomers

- Meso compound: an achiral compound possessing two or more chiral centers that also has chiral isomers

Meso Compounds

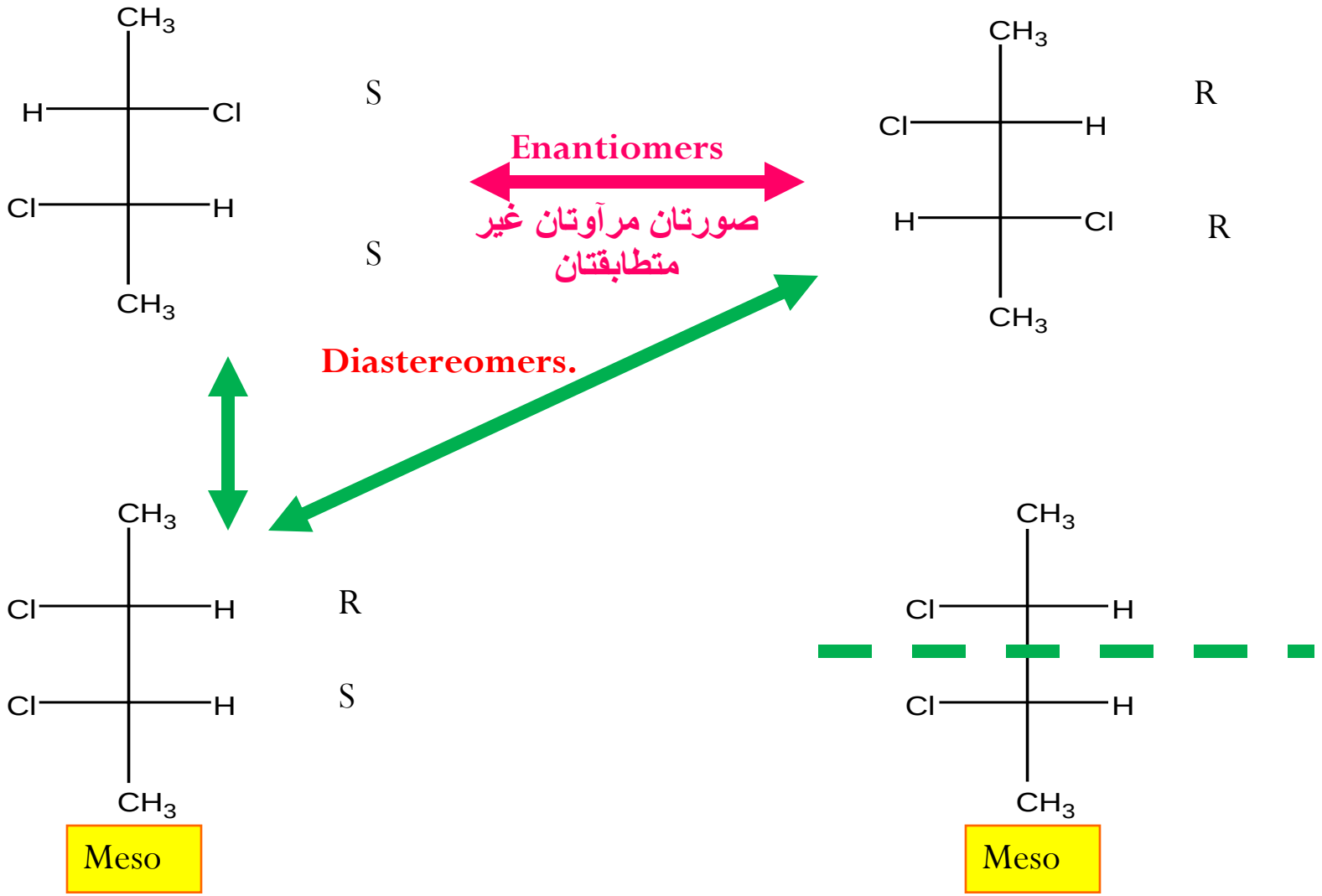




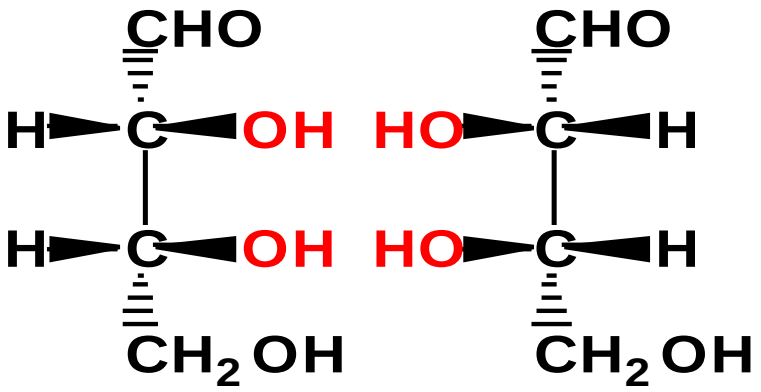
Diastereomers

الدياستوميرات: هى مشابهات فراغية جزيئاتها لا تنطبق صورها فى المرآة على بعض ويكون لها خواص كيميائية وفيزيائيه متطابقة فيما عدا قدرتهما على تحويل الضوء المستقطب الخطى بنفس القيمة ولكن فى اتجاهين مختلفين .

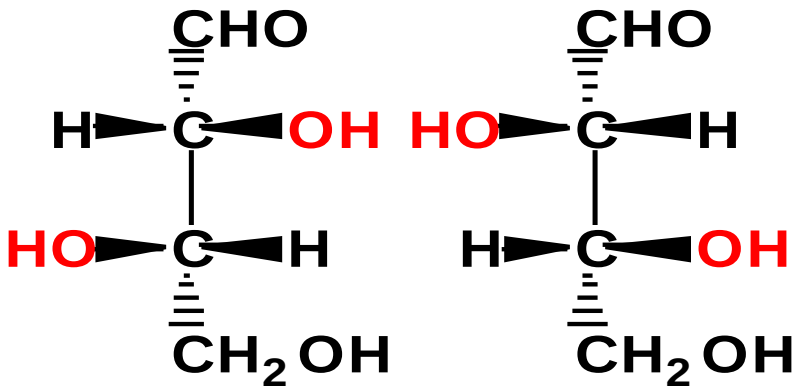
Meso Compounds



المخلوط الراسيمى: هو مخلوط يحتوى على زوجى الأنانتيوميرات (+) و (-) ولذلك هذا المخلوط لا يحول الضوء المستقطب حيث يلغى المشابه (+) تأثير المشابه(-) والعكس مما يلغى تأثير هذه المشابهات على الضوء المستقطب.

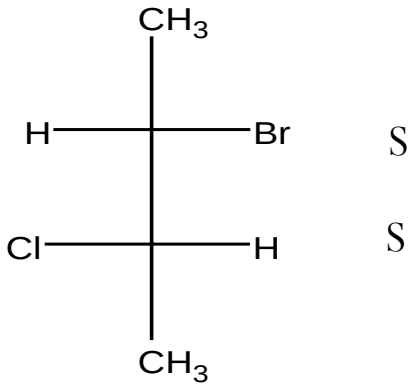


A pair of enantiomers (Erythreose)



A pair of enantiomers (Threose)

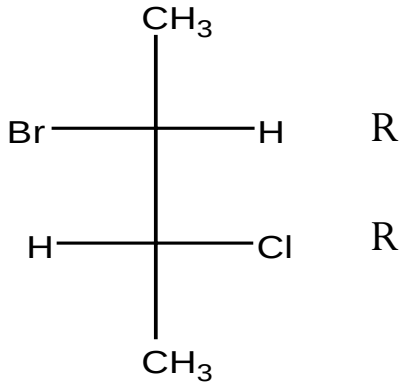
Enantiomers & Diastereomers



S

S

Enantiomers

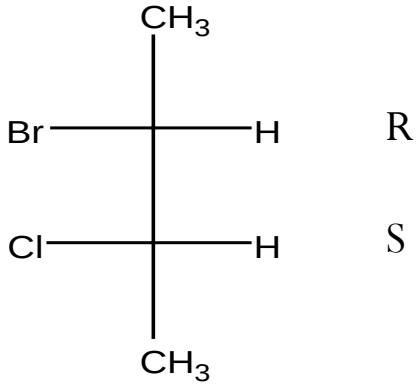


R

R

(*2S,3S*) 2-bromo-3-chlorobutane

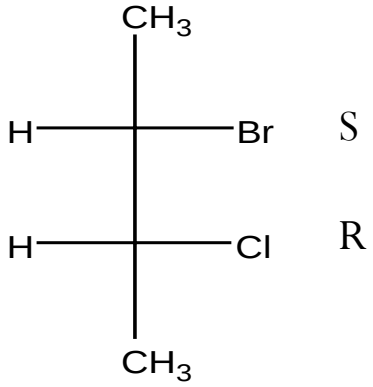
(*2R,3R*) 2-bromo-3-chlorobutane



R

S

Enantiomers



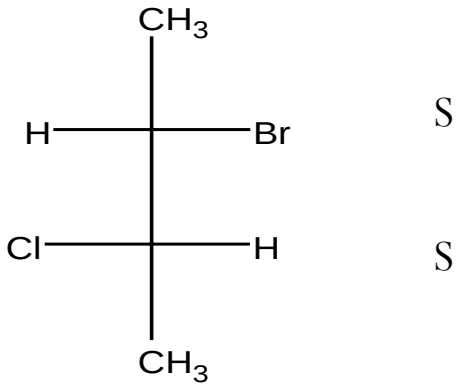
S

R

(*2R,3S*) 2-bromo-3-chlorobutane

(*2S,3R*) 2-bromo-3-chlorobutane

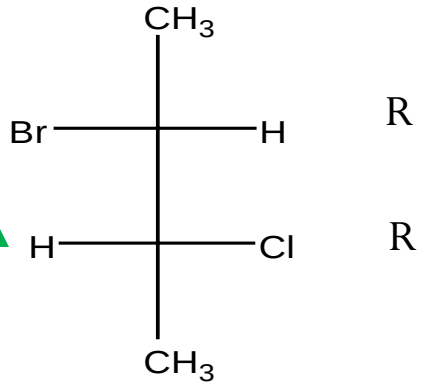
Enantiomers & Diastereomers



S

S

(*2S,3S*) 2-bromo-3-chlorobutane



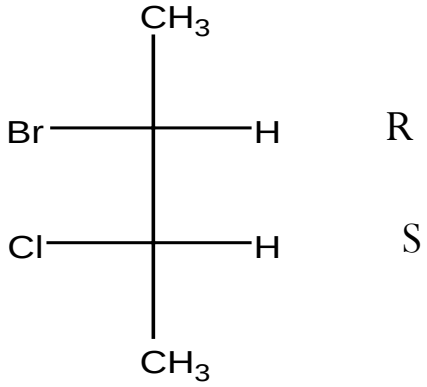
R

R

(*2R,3R*) 2-bromo-3-chlorobutane

Diastereomers

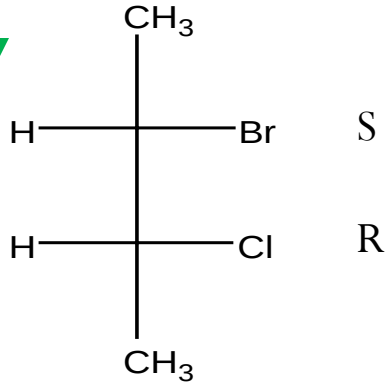
Diastereomers



R

S

(*2R,3S*) 2-bromo-3-chlorobutane



S

R

(*2S,3R*) 2-bromo-3-chlorobutane