وائل غالب محمد الحاسي

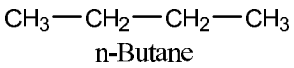
2 . المتشكلات البنائية

إن التشكل ظاهرة واسعة الانتشار في المركبات العضوية وهي تعني وجود أكثر من صيغة بنائية لصيغة جزيئية واحدة أي أنها تختلف في أسلوب الربط بين الذرات وبالتالي فهي مركبات مختلفة وتنقسم إلى ثلاث أنواع هي:-

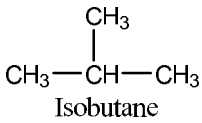
1. متشكلات هيكلية Skeletal isomers
2. متشكلات موقعيه Positional isomers
3. متشكلات وظيفية Functional isomers

أولاً/ المتشكلات الهيكلية في الألكانات

تعتبر الألكانات أبسط المركبات العضوية التي توضح هذا النوع من المتشكلات فكل الألكانات غير الحلقية لها الصيغة العامة C_nH_{2n+2} وجميع روابط كربون ـ كربون فيها تكون أحادية فهي تختلف فقط في توزيع الهيكل الكربوني فمثلاً الصيغة الجزيئية C_4H_{10} يمكن أن تكون لأحد المركبين التاليين:-



n-Butane



Isobutane

رسم تراكيب المتشكلات Drawing structural isomers

القواعد المتبعة لرسم تراكيب المتشكلات هي نفسها التي تستخدم في رسم الصيغ النقطية للجزيئات electron dot formula مع اختلاف بسيط هو أننا نستخدم خط لكل زوج من الإلكترونات بدلاً من نقطتين وفي ما يلي القواعد المستخدمة في رسم هذه التراكيب:-

1. كل ذرة في الصيغة الجزيئية يجب أن تستخدم بدون زيادة أو نقصان.
2. التكافؤ the valence يمثل عدد الروابط التي يكونها كل عنصر بحيث يجب أن ترتبط كل ذرة بعدد روابط مساو لتكافؤها أما بالنسبة للذرات ذات التكافؤ المتعدد polyvalent فيجب الأخذ بالاعتبار النقاط التالية:-

أ. يتم ربط الذرات الأعلى تكافؤ مع بعضها بروابط أحادية single bonds

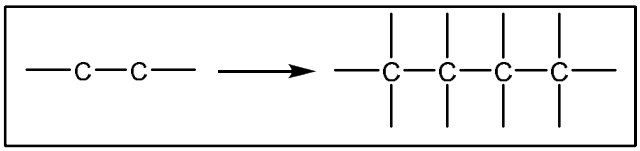
ب. ترتبط الذرات أحادية التكافؤ monovalent بالذرات متعددة التكافؤ حتى تصل إلى التشبع .

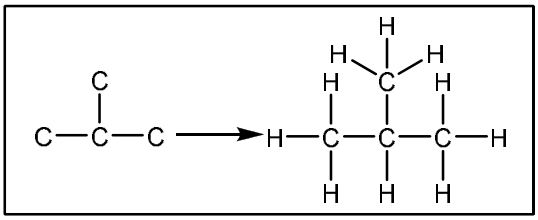
ج. إذا كان عدد الذرات أحادية التكافؤ في الصيغة الجزيئية غير كاف فندخل الروابط الزوجية أو الثلاثية بين الذرات متعددة التكافؤ حتى يكتمل تكافؤها كما يمكن رسم الحلقات كما سيتضح في المتشكلات الوظيفية.

د. يتم رسم تراكيب المتشكلات للصيغة الجزيئية بتغيير ترتيب الذرات والروابط في الجزئ.

س١ ارسم متشكلات الصيغة الجزيئية C_4H_8 ؟

يتم ربط ذرات الكربون ببعض أولاً لأنها أعلى تكافؤ ثم يستكمل تكافؤ كل ذرة كربون بذرات الهيدروجين.





ثانيا / المتشكلات الموقعية Positional isomers

يتميز هذا النوع من المتشكلات بأن لها نفس الهيكل الكربوني ولكنها تختلف فقط في موقع المجموعة غير الكربونية أو في موقع الرابطة الزوجية أو الثلاثية.

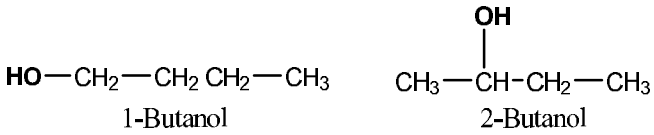
ثالثاً / المتشكلات الوظيفية Functional isomers

هذه المتشكلات هي عبارة عن تراكيب تختلف في تصنيفها العضوي لأنها تختلف في نوع المجموعة الوظيفية.

أمثلة تطبيقية

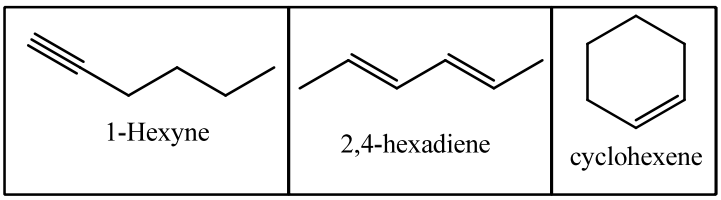
س2 ما هي المتشكلات الموقعية لمركب الـ Butanol

تختلف في موقع مجموعة الهيدروكسيل على الهيكل الكربوني ولها الصيغة الجزيئية $C_4H_{10}O$

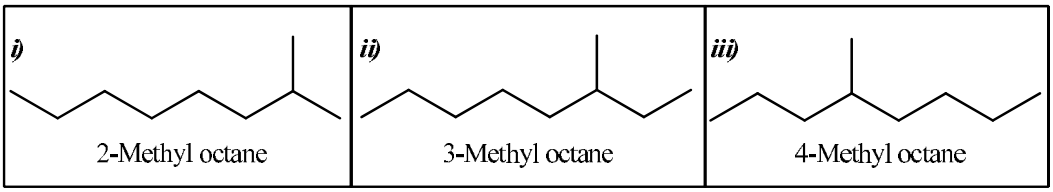


س3 أعطي المتشكلات الوظيفية للصيغة الجزيئية C_6H_{10} ؟

يمكن أن تكون هذه الصيغة لعدة مركبات تختلف في المجموعات العضوية مثل الألكاين أو الدايين أو ألكين حلقي ولكل نوع يمكن أن يكون له عدة متشكلات هيكلية وموقعية وفي ما يلي مثال لكل نوع:-

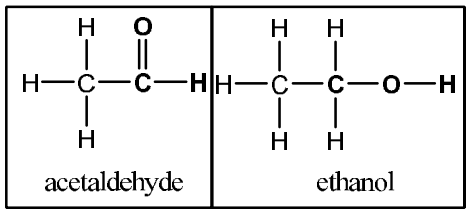


س4 ارسم ثلاث متشكلات للصيغة الجزيئية C_9H_{20} بحيث تكون فيها 8 ذرات كربون في سلسلة طولية؟

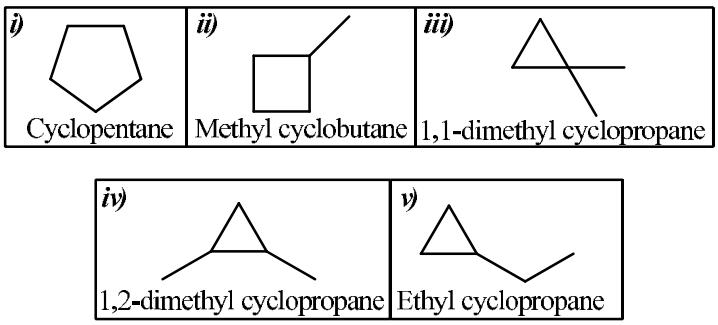


س5 ما هي متشكلات الصيغة الجزيئية C_2H_4O؟

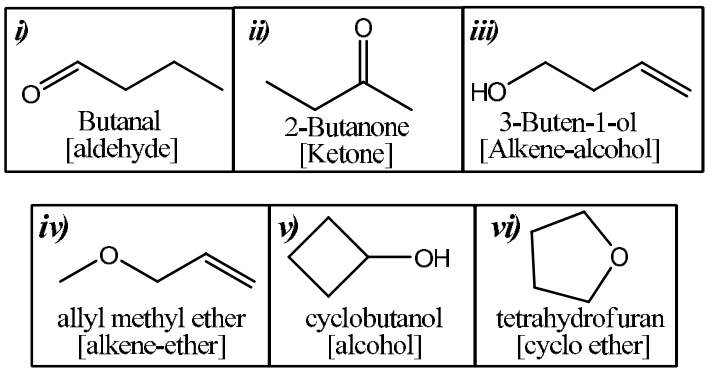
يوجد لهذه الصيغة متشكلين وظيفيين فقط



س6 ارسم خمس متشكلات حلقية للصيغة الجزيئية C_5H_{10} ؟



س7 أوجد ست متشكلات وظيفية للصيغة الجزيئية C_4H_8O ؟



درجة عدم التشبع Degree of unsaturation

هي رقم يزودنا بمعلومات حول عدم تشبع الجزئ ويعني أما وجود روابط متعددة أو حلقات أو كلاهما في التركيب البنائي للمركب من خلال توفر الصيغة الجزيئية فقط وبالتالي تعبر عن عدد جزيئات الهيدروجين الناقصة من الصيغة الجزيئية للألكان المقابل والتي يطلق عليها أحياناً اسم دليل النقص الهيدروجيني ويرمز له بالرمز **IHD** **I**ndex of **H**ydrogens **D**eficiency وتفيد معرفة درجة عدم التشبع داخل الهيكل الكربوني بالتنبؤ بنوعية بعض التفاعلات التي يمكن أن يخضع لها الجزئ.

باستخدام علاقة رياضية بسيطة يمكن تحديد درجة عدم تشبع الجزئ فإذا كان لدينا مركب له الصيغة العامة C_nH_m ويحتوي على ذرات مختلفة heteroatoms (غير الكربون والهيدروجين) مثل الأكسجين أو النيتروجين أو الهالوجين فيمكن حسابها كما يلي:-

$$No.\ of\ unsaturation = \frac{(2n+2)-m}{2}$$

حيث ***n*** ← عدد ذرات الكربون

m ← عدد ذرات الهيدروجين

في حالة وجود عناصر أخرى فأن مدلول *n* و *m* يجب أن يحور حسب النقاط التالية:-

i. يضاف عدد *1* مقابل كل ذرة هالوجين في الصيغة الجزيئية.

ii. يطرح عدد *1* مقابل كل ذرة نيتروجين أو فوسفور.

iii. عند احتواء الصيغة الجزيئية على أكسجين أو كبريت فأن ذلك لن يؤثر على العلاقة المستخدمة.

مما سبق يتضح أن درجة عدم التشبع ما هي إلا رقم يشير إلى عدد الحلقات أو الروابط المتعددة في المركب ولا يقدم أي معلومة حول تركيب الجزئ البنائي أو المجموعة الوظيفية له فعلى سبيل المثال إذا كان رقم عدم التشبع لجزئ ما هو *"1"* فهذا يعني أن الجزئ يجب أن يحتوي على حلقة أو رابطة بآي واحدة فقط وفي الجزيئات التي تحتوي على أكسجين أو نيتروجين فلا يمكن معرفة نوع الرابطة الزوجية الموجودة في الجزئ من خلال رقم عدم التشبع (C=N , C=O , C=C) ولا يمكن أن يحتوي الجزئ على رابطة ثلاثية لأن ذلك يتطلب أن يكون رقم عدم التشبع *"2"* وأيضا لجزئ له رقم عدم تشبع *"2"* يمكن أن يحتوي على رابطتين زوجيتين أو حلقتين أو رابطة زوجية وحلقة.

س8 احسب رقم عدم التشبع لكل مركب من المركبات الآتية؟

a] C_8H_{14} **b]** $C_{20}H_{32}$ **c]** $C_5H_9NO_2$ **d]** $C_8H_{12}Br_2$ **e]** $C_9H_{17}ClO_2$

a] C_8H_{14}

$$No.\ of\ unsaturation = \frac{(2n+2)-m}{2} = \frac{(2x8+2)-14}{2} = \frac{18-14}{2} = \frac{4}{2} = 2$$

b] $C_{20}H_{32}$

$$No.\ of\ unsaturation = \frac{(2n+2)-m}{2} = \frac{(2x20+2)-32}{2} = \frac{42-32}{2} = \frac{10}{2} = 5$$

c] $C_5H_9NO_2$

$$No.\ of\ unsaturation = \frac{(2x5+2)-(9-1)}{2} = \frac{12-8}{2} = \frac{4}{2} = 2$$

📖 *في الفقرة c تم طرح عدد 1 من ذرات الهيدروجين مقابل ذرة النيتروجين مع إهمال ذرتي الأكسجين.*

d] $C_8H_{12}Br_2$

$$No.\ of\ unsaturation = \frac{(2x8+2)-(12+2)}{2} = \frac{18-14}{2} = \frac{4}{2} = 2$$

📖 *في الفقرة d تم إضافة عدد 2 لذرات الهيدروجين مقابل ذرتي بروم.*

e] $C_9H_{17}ClO_2$

$$No.\ of\ unsaturation = \frac{(2x9+2)-(17+1)}{2} = \frac{20-18}{2} = \frac{2}{2} = 1$$

📖 *في الفقرة e تم إضافة عدد 1 لذرات الهيدروجين مقابل ذرة كلور مع إهمال ذرات الأكسجين.*

س10 احسب عدد ذرات الهيدروجين في كل صيغة من الصيغ الجزيئية التالية؟

i. $C_8H_?O_2$ ويحتوي على حلقتين ورابطة زوجية واحدة.

ii. $C_7H_?N$ يحتوي على رابطتين زوجيتين.

iii. $C_9H_?NO$ يحتوي على حلقة وثلاث روابط زوجية.

من معرفة رقم عدم التشبع من المعلومات التي أمام كل صيغة ومن خلال التعويض في العلاقة الرياضية ينتج عدد ذرات الهيدروجين.

i] $C_8H_?O_2$, *No of unsaturation : 2 for rings*
1 for double bond

$$3 = \frac{(2x8+2)-m}{2} \Rightarrow 6=18-m \Rightarrow m=12$$

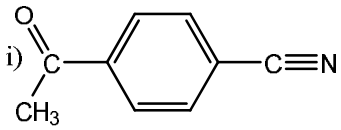
ii] $C_7H_?N$, *No of unsaturation : 2 for double bonds*

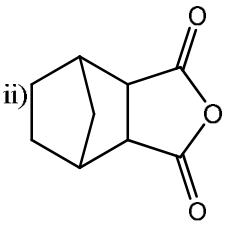
$$2 = \frac{(2x7+2)-(m-1)}{2} \Rightarrow 4=16-m+1 \Rightarrow m=13$$

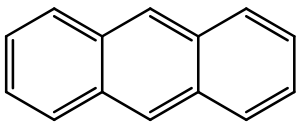
iii] $C_9H_?NO$, *No of unsaturation : 1 for ring*
3 for double bonds

$$4 = \frac{(2x9+2)-(m-1)}{2} \Rightarrow 8=20-m+1 \Rightarrow m=13$$

س10 احسب قيمة عدم التشبع في التراكيب التالية بدون عد الذرات؟

i) 

ii) 

iii) 

i) *3 for ring* *2 for double bonds* *2 for triple bonds* *degree of unsaturation=**7***	**ii)** *3 for ring* *2 for double bonds* *degree of unsaturation=**5***	**iii)** *3 for ring* *7 for double bonds* *degree of unsaturation=**10***

س11 ما هي قيمة عدم تشبع المركبات التالية؟

a) 2-hexene b) methyl cyclopentane c) 3-hexyne

📖 *نوجد الصيغة الجزيئية من خلال الصيغة العامة لكل نوع من الهيدروكربونات ثم نعوض في علاقة عدم التشبع.*

a) يتكون المركب من 6 ذرات كربون واللاحقة في الاسم تدل على أنه alkene غير حلقي وبالتالي يتبع الصيغة العامة C_nH_{2n} فتكون صيغته الجزيئية هي C_6H_{12}

$$\text{No. of unsaturation} = \frac{(2x6+2)-12}{2} = 1$$

b) يتكون من 6 ذرات كربون وهو cycloalkane يتبع الصيغة العامة C_nH_{2n} فتكون الصيغة الجزيئية هي نفسها في الفقرة a وبالتالي نفس قيمة عدم التشبع.

c) يتكون من 6 ذرات كربون وهو alkyne ويتبع الصيغة العامة C_nH_{2n-2} فتكون الصيغة الجزيئية للجزئ هي C_6H_{10}

$$\text{No. of unsaturation} = \frac{(2x6+2)-10}{2} = 2$$

س12 مركب zingibrene يستخلص من الزنجبيل ويمتاز برائحته الجميلة وصيغته الجزيئية هي $C_{15}H_{24}$ ولا يحتوي على روابط ثلاثية وجد عند هدرجة مول واحد منه يمتص ثلاث مولات من الهيدروجين ويعطي مركب له الصيغة الجزيئية $C_{15}H_{30}$ فكم عدد الروابط الزوجية وكم حلقة يحتويها جزئ هذا المركب؟

📖 *من الصيغة الجزيئية لمركب الـ zingibrene نجد أن مقدار عدم التشبع يساوي 4 وبما أن المول الواحد منه يمتص ثلاث مولات هيدروجين فهذا يعني وجود ثلاث روابط زوجية إضافة إلى حلقة واحدة.*

س13 مركب يتكون من 13 ذرة كربون ويحتوي على رابطة ثلاثية ورابطة زوجية وحلقة وثلاث ذرات بروم وباقي الذرات هيدروجين. كم عدد ذرات الهيدروجين في المركب؟

No. of unsaturation: 2 for triple bonds
1 for double bonds
1 for ring
*degree of unsaturation=**4***

وبالتعويض في علاقة عدم التشبع نجد أن عدد ذرات الهيدروجين هو 17 والصيغة الجزيئية لهذا المركب هي $C_{13}H_{17}Br_3$

س14 مركب يتكون من 7 ذرات كربون و5 ذرات هيدروجين وذرة أكسجين ويحتوي على رابطتين زوجيتين ورابطة ثلاثية وحلقة واحدة وباقي الذرات كلور. كم عدد ذرات الكلور في المركب؟

No. of unsaturation : 2 for tripl bonds
2 for double bonds
1 for ring
*degree of unsaturation=**5***

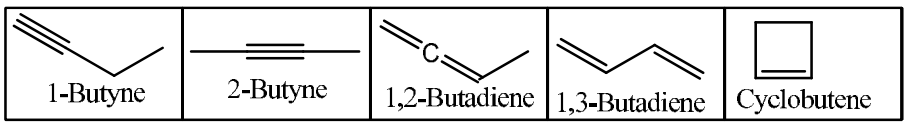
$$5=\frac{(2x7+2)-(5+Cl)}{2} \Rightarrow 10=16-5-Cl \Rightarrow Cl=1$$

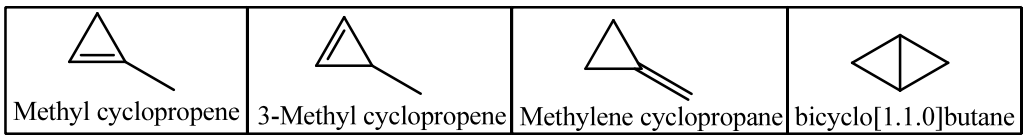
س16 من خلال احتساب رقم عدم التشبع لكل صيغة من الصيغ التالية وضح عدد الحلقات أو الروابط الزوجية في كل حالة مع رسم التراكيب الممكنة لكل صيغة؟

i) C_4H_6 ii) C_4H_6NOCl

i)

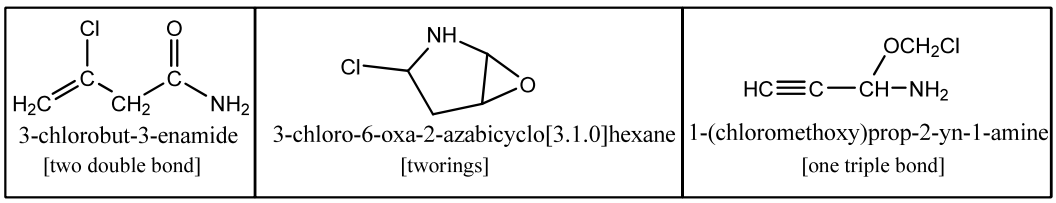
$$\text{No. of unsaturation}=\frac{(2x4+2)-6}{2}=2$$

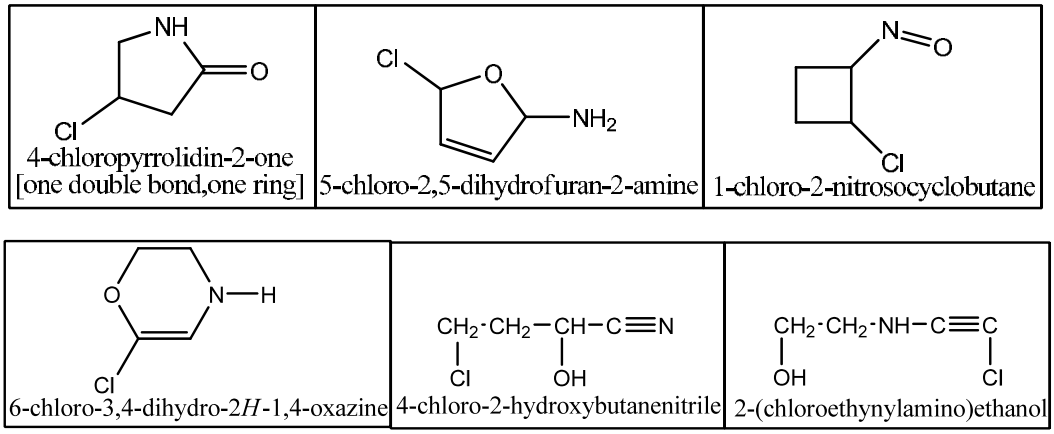




ii)

$$\text{No. of unsaturation}=\frac{(2x4+2)-(6+1-1)}{2}=2$$

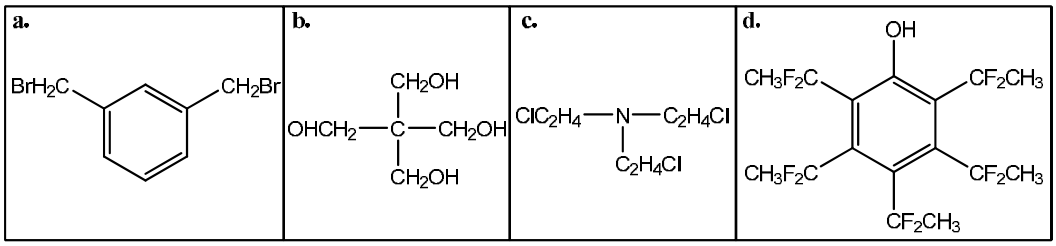




س17 عندما تكون المستبدلات متعددة فأنها تسبق ببادئة تدل على عددها (di , tri) وكذلك يمكن أن تسبق بـ (bis , tris , ..etc) ارسم تركيب كل مما يلي:-

a. 1,3-bis(bromomethyl)benzene
b. tetrakis(hydroxymethyl)methane
c. tris(2-chloroethyl)amine
d. pentakis(1,1-difluoroethyl)phenol

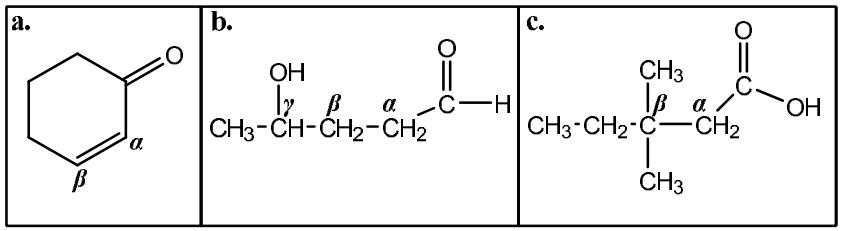
📖 في الفقرة a تعني البادئة 1,3-bis أن مجموعتي بروموميثيل مستبدلتين على ذرتي كربون C3,C1 وفي الفقرة b تشير البادئة tetrakis لوجود أربع مستبدلات على ذرة كربون الميثان وفي الفقرة c تدل على وجود ثلاث مستبدلات على ذرة النيتروجين وفي الفقرة d تعني وجود خمس مستبدلات على حلقة الفينول.

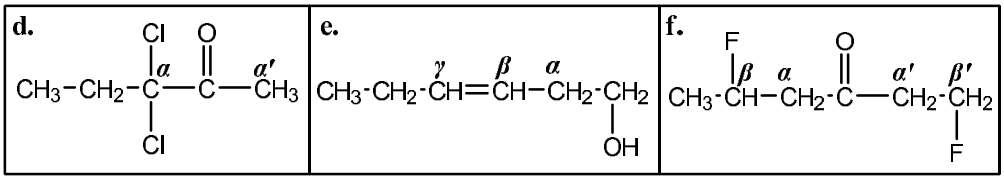


س18 أعطي مثال نوعي لكل فئة من المركبات التالية:-

a. α,β-unsaturated cyclic ketone
b. γ-hydroxy aldehyde
c. β,β-dimethyl carboxylic acid
d. α,α`-dichloro ketone
e. β,γ-unsaturated alcohol
f. β,β`-difluoro ketone

الأحرف اليونانية تحدد مواقع المستبدلات أو الروابط الزوجية أو الثلاثية بالنسبة للمجموعة الوظيفية.





تدريبات إضافية

س19 في المركبات التالية استبدل ذرة هيدروجين واحدة بذرة كلور ثم اوجد المتشكلات الموقعية الممكنة في كل حال؟

i. n-Hexane
ii. 2,2,5-trimethyl hexane
iii. 2,4,6-trimethyl heptane

س20 ما هي المتشكلات الوظيفية لكل مركب مما يلي؟

i. 1-Octene
ii. 3-Methyl-1-butanol

س21 اوجد المتشكلات في الحالات التالية:

1. ثلاث متشكلات للصيغة الجزيئية $C_2H_3Br_2F$ مع تسمية كل متشكل وفقا لقواعد IUPAC؟
2. للصيغة الجزيئية C_4H_8BrF عدد 12 متشكل ارسمهم؟
3. أعطي 8 متشكلات لألدهيدات وكيتونات لها الصيغة الجزيئية $C_5H_{10}O$ ؟
4. سبع متشكلات لأحماض كربوكسيلية لها الصيغة الجزيئية $C_6H_{12}O_2$ ؟
5. 14متشكل لكحولات وإيثيرات لها الصيغة الجزيئية $C_5H_{12}O$ ؟
6. 8متشكلات لأمينات لها الصيغة الجزيئية $C_4H_{11}N$ ؟
7. متشكل له أقل سلسلة كربونية وصيغته الجزيئية C_8H_{18} ؟
8. متشكل له أطول سلسلة كربونية وصيغته الجزيئية $C_{12}H_{26}$ ؟
9. متشكل له أطول سلسلة كربونية للصيغة الجزيئية $C_{10}H_{20}O_2$ ؟
10. متشكل يحتوي على عدة روابط ثلاثية وصيغته الجزيئية C_9H_6 ؟
11. متشكلين للصيغة $C_{10}H_{22}$ يكون فيها مجموعتي ألكيل مستبدلين على سلسلة طولية تتكون من *6* ذرات كربون؟
12. متشكل له أقصر سلسلة طولية وصيغته الجزيئية هي $C_{13}H_{28}$؟

س22 هل تدل قيمة عدم التشبع على موقع الرابطة الزوجية أو على حجم الحلقة؟

س23 عينة لمركب غير معروف وجد عن طريق مطياف الكتلة أنها تحتوي على *85.6%* كربون والباقي هيدروجين فكم عدد الحلقات أو الروابط الزوجية التي يمكن أن يحتويها المركب علماً بأن الوزن الجزيئي للمركب هو *56* ؟

س24 احسب رقم عدم التشبع للصيغ الجزيئية التالية؟

1. C_5H_6	**2.** $C_{12}H_{20}$	**3.** $C_{40}H_{56}$	**4.** C_6H_5N
5. $C_9H_{16}Br_2$	**6.** $C_{20}H_{32}O$	**7.** $C_5H_8N_2$	**8.** $C_{20}H_{34}O_5$
9. $C_{14}H_9Cl_5$	**10.** $C_8H_9Cl_3$	**11.** naphthalene	**12.** 2,4,6-octatriene

س25 ما هو رقم عدم التشبع للصيغ التالية ثم ارسم التراكيب المحتملة لكل صيغة؟

1. $C_3H_4Cl_2$	**2.** C_4H_8O	**3.** $C_4H_4O_2$	**4.** $C_5H_5NO_2$
5. $C_5H_9NO_2$	**6.** $C_8H_{10}ClNO$	**7.** $C_{10}H_{16}O_2$	**8.** $C_7H_{10}Cl_2$

س26 مركب صيغته الجزيئية $C_{11}H_{14}$

أ. ما هو أكبر عدد من الروابط الثلاثية يمكن أن تتضمنها هذه الصيغة؟

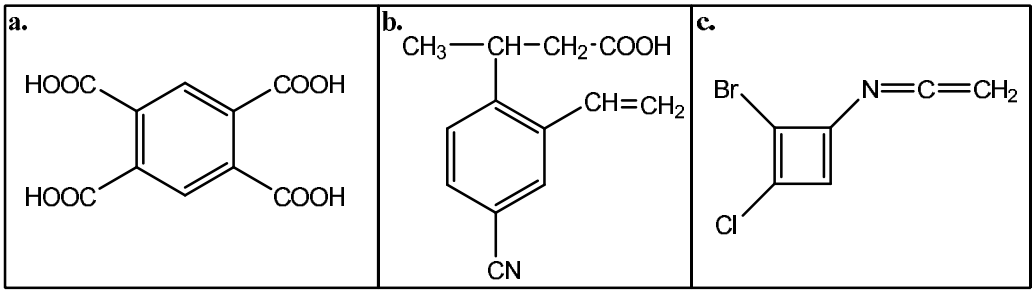
ب. وما هو أكبر عدد من الروابط الزوجية الممكنه لهذه الصيغة؟

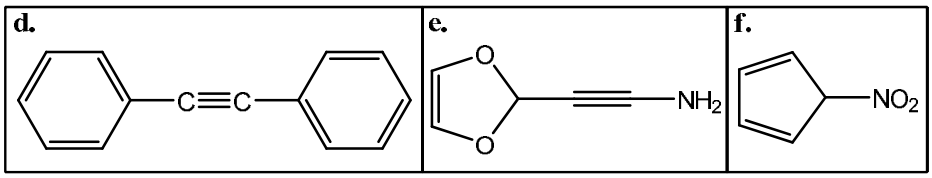
ج. إذا كان المركب يحتوي على رابطة زوجية فكم يكون العدد الأقصى من الحلقات التي يحتويها؟

س27 يستخدم مركب الـ Diazepam في علاج القلق antianxiety تحت اسم Valium ويحتوي هذا المركب على ثلاث حلقات وثمان روابط زوجية وله الصيغة الجزيئية $C_{16}H_?ClN_2O$ فكم عدد ذرات الهيدروجين في هذا المركب؟

س28 يوجد سبع متشكلات لها الصيغة الجزيئية C_6H_{10} ويحتوي كل متشكل على رابطة ثلاثية. ارسم التراكيب البنائية لهذه المتشكلات؟

س29 من دون استخدام الصيغة الجزيئية احسب قيمة دليل النقص الهيدروجيني للمركبات التالية:





This document was created with Win2PDF available at http://www.daneprairie.com.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.