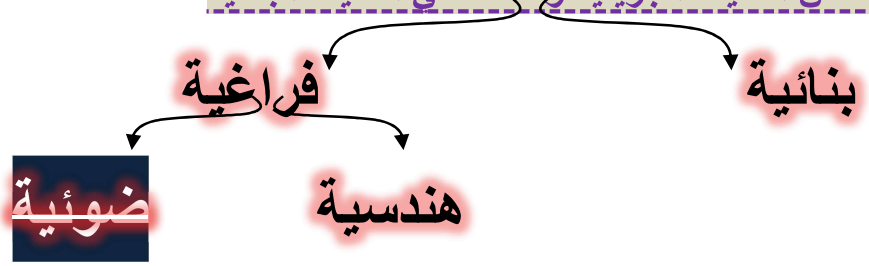
القسم 4 : أيزومرات الهيدروكربونات

مركبات لها نفس الصيغة الجزيئية وتختلف في الصيغة البنائية



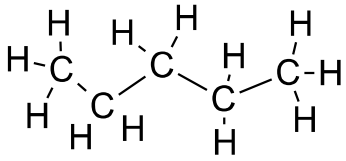
أ – **الأيزومرات البنائية** :مركبات لها نفس الصيغة الجزيئية وتختلف في الصيغة البنائية ، حيث تترتب الذرات بترتيب مختلف .

شروط الأيزومرات البنائية :
1 – لها نفس الصيغة الجزيئية
2 – ترتيب الذرات مختلف ، (أي ذرة تُرتب بترتيب مختلف عدا ذرات الهيدروجين)
3 – ترتيب الروابط (= أو ≡) مختلف

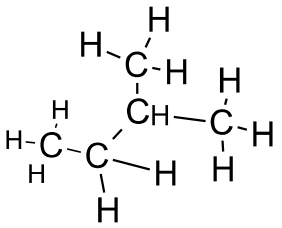
مثال1 : C_5H_{12}

عدد الأيزومرات البنائية : 3

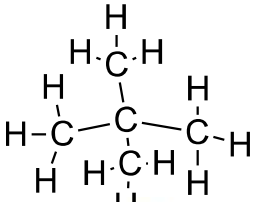
الصيغ البنائية المختصرة للأيزومرات المحتملة :

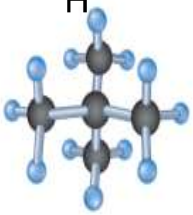


بنتان
درجة الغليان = 36°C



2- ميثيل بيوتان
درجة الغليان = 28°C





2،2- ثنائي ميثيل بروبان
درجة الغليان = 9°C

الشكل 4-17 إن هذه المركبات المشتركة في الصيغة الجزيئية متشكلات بنائية. لاحظ الاختلاف في درجات غليانها.

مبدأ هام : بنية المادة تحدد خصائصها

علل : تمثل الصيغ السابقة أيزومرات بنائية . ج : لأن لها نفس الصيغة الجزيئية ، وتختلف في ترتيب الذرات

علل : تختلف الصيغ السابقة في درجات الغليان .
ج :

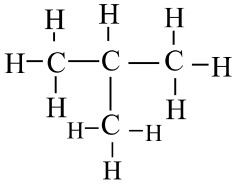
س : رتب الصيغ السابقة تصاعدياً حسب قوى تشتت لندن

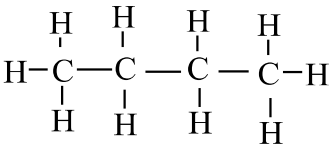
ج : ..... ← ..... ← .....

مثال2 : C_4H_{10}

عدد الأيزومرات البنائية : 2

الصيغ البنائية المختصرة للأيزومرات المحتملة :





ملاحظة هامة : لهذين الأيزومرين البنائيين **خصائص فيزيائية وكيميائية مختلفة** ، مثل درجة الانصهار – الغليان – سرعة الاحتراق

علل : **البنتان الحلقي والبنتان ليسا أيزومران بنائين** . ج : لأن الصيغة الجزيئية لما مختلفة (البنتان C_5H_{12}) ، (البنتان الحلقي C_5H_{10})

مثال3 : CH_4 C_2H_6 C_3H_8

عدد الأيزومرات البنائية : 0 0 0

الصيغة البنائية : **الصيغة البنائية للمركب الواحد فقط**

ملاحظات :

1 – للأيزومرات البنائية خصائص كيميائية وفيزيائية مختلفة بالرغم من أن لها صيغة جزيئية واحدة .

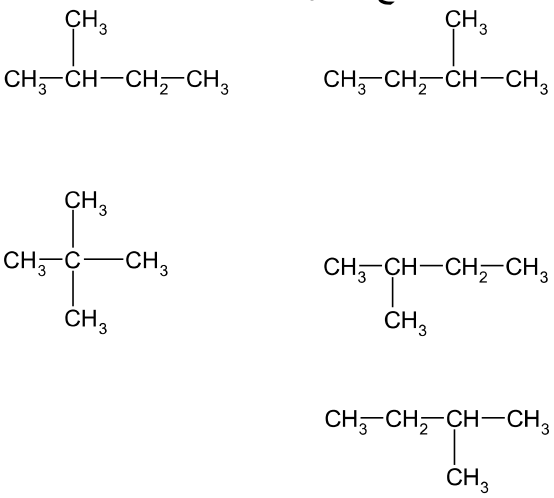
2 – كلما ازداد عدد ذرات الكربون ، زادت عدد الأيزومرات البنائية المحتملة .

عدد ذرات الكربون	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	… C_{20}
عدد الأيزومرات	0	0	0	2	3	5	9	18	35	75	300000

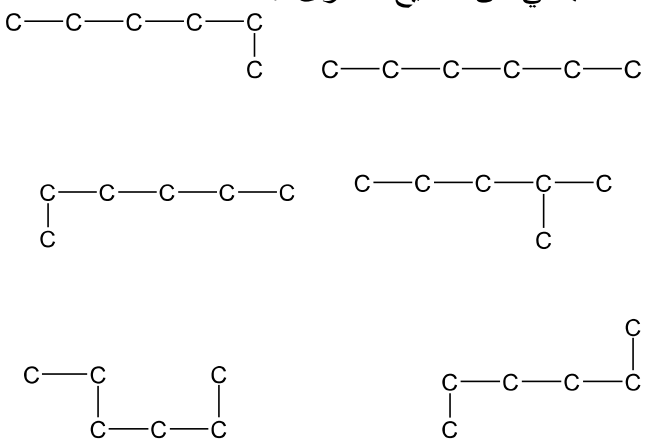
س : ارسم الصيغ البنائية للأيزومرات البنائية الممكنة للصيغ الجزيئية التالية :

أ – C_2H_6O ب – C_2H_7N ج – $C_3H_6Cl_2$

س : ضع دائرة على الصيغة التي تختلف في تركيبها البنائي عن الصيغ الأخرى .

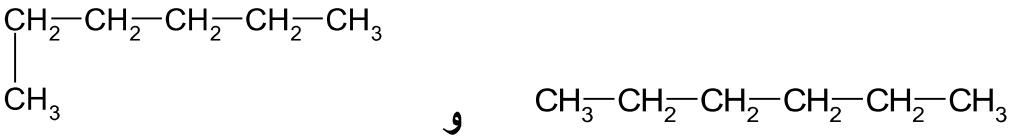


س : ضع دائرة على الصيغة التي تختلف في تركيبها البنائي عن الصيغ الأخرى .



علل : لا يمكن للجزيئين ذوي الصيغتين C_4H_{10} و $C_4H_{10}O$ أن يكونا أيزومرين بنائيين أحدهما للآخر ج : لأن لهما صيغ جزيئية مختلفة

علل : لا يُعد المركبان التاليان أيزومرين بنائيان

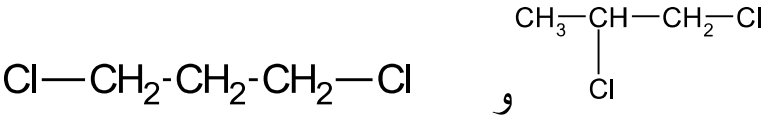


ج : لأنه على الرغم من أن لهما نفس الصيغة الجزيئية C_6H_{14} إلا أن ترتيب ذرات الكربون هو نفسه .

علل : يُعد المركبن التاليان أيزوميران بنائيان

ج : لأنه أن لهما نفس الصيغة الجزيئية C_6H_{14} واختلاف ترتيب ذرات الكربون

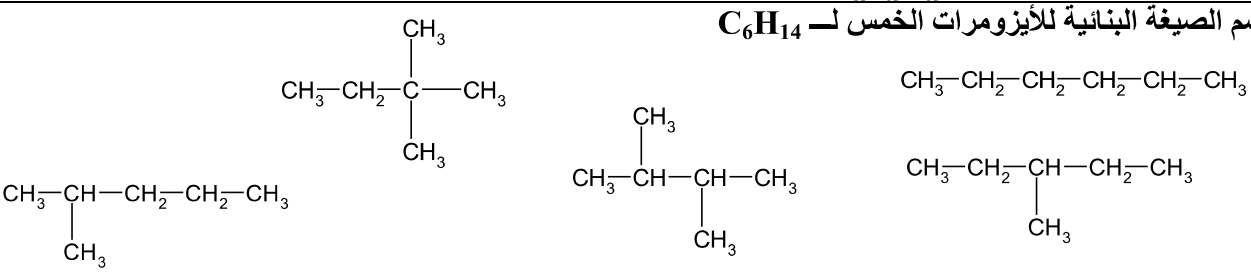
علل : يُعد المركبان التاليان أيزوميرين بنائيين



ج : لأن لهما نفس الصيغة الجزيئية $C_3H_6Cl_2$ ، بترتيب ذرات مختلف للكلور على سلسلة الكربون

س : ارسم الصيغة البنائية للأيزومرات الخمس لـ C_6H_{14}

ج :



تخير : المركبات العضوية التي تختلف فقط في ترتيب الذرات المترابطة تسمى :

أ – بوليمرات تكاثف . ب – بوليمرات إضافة . جـ - أيزومرات بنائية . د – أيزومرات هندسية .

س : ارسم الصيغة البنائية لأيزوميرين بنائيين لـ C_7H_{16}

س : ارسم جميع الصيغ البنائية المكثفة التي تمثل C_5H_{12}

س : الأيزومرات البنائية مركبات لها صيغ جزيئية متماثلة وبنائية مختلفة . أي المركبات التالية تمثل أيزومرات بنائية ؟
بنتان ، بنتان حلقي ، 2 ـ ميثيل بنتان ، هكسان ، ميثيل بيوتان حلقي .

(بنتان حلقي وميثيل بيوتان حلقي) (2 ـ ميثيل بنتان و هكسان)

علل : تمثل التراكيب البنائية التالية أيزومرات بنائية على الرغم من أن لهما نفس الصيغة الجزيئية ، ونفس ترتيب الذرات؟

$CH_3—CH_2—CH_2—CH_2—CH=CH_2$

$CH_3—CH_2—CH_2—CH=CH—CH_3$

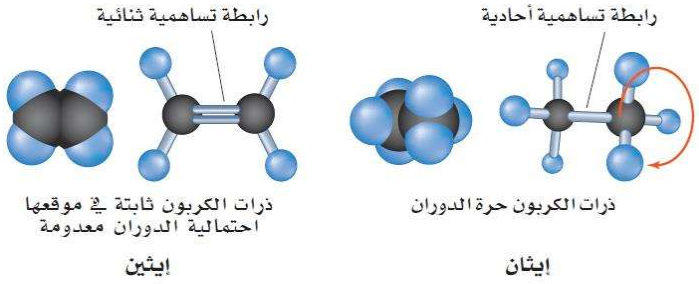
$CH_3—CH_2—CH=CH—CH_2—CH_3$

ب – الأيزومرات الفراغية

1 - هندسية **2 – ضوئية**

ب1 : الأيزومرات الهندسية : أيزومرات ترتبط فيها **كل الذرات بالترتيب نفسه** ، ولكنها **تترتب بشكل مختلف في الفراغ** .

علل : الألكينات تحقق الأيزومرية الهندسية ج : لوجود الرابطة التساهمية الثنائية (المزدوجة (=)التي تمنع ذرتي الكربون من الدوران بحرّية مع بعضهما البعض حيث تصبح ثابتة في مكانها .

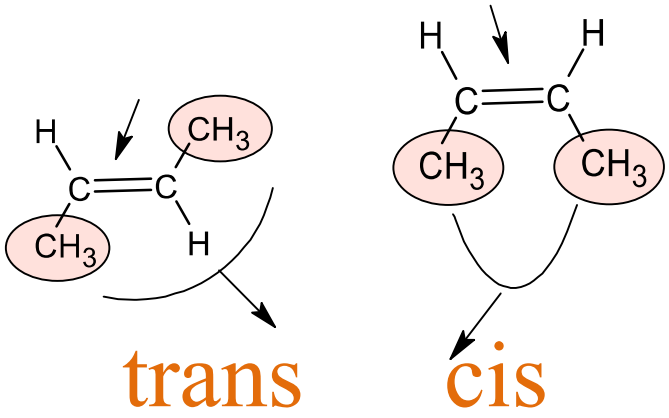


الشكل 4-18 تكون ذرتا الكربون المرتبطتان برابطة تساهمية أحادية في الإيثان حرة الدوران حول الرابطة، في حين تقاوم ذرتا الكربون الثنائيتا الربط في الإيثين عملية الدوران.
فسّر كيف يؤثر اختلاف القدرة على الدوران في الذرات أو مجموعات الذرات المرتبطة بذرات الكربون ذات الربط الأحادي أو الثنائي.

مثال : 2 – بيوتين

وجود الرابطة التساهمية الثنائية (المزدوجة) يمنع ذرتا الكربون من الدوران ، فتصبح الذرتان ثابتتان في مكانهما

شروط الأيزومرات الهندسية :
1 – لها نفس الصيغة الجزيئية
2 – نفس ترتيب الذرات
3 – وجود رابطة تساهمية ثنائية بين ذرتي كربون
4 – ترتيب الذرات مختلف في الفراغ (وضع cis أو trans)



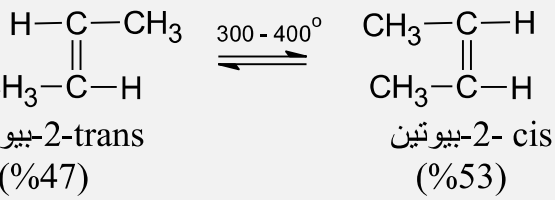
تقع مجموعتي ميثيل على جانبي الرابطة **على الجانب نفسه من الجزئ** ، وضع "cis" أو " سيس " أو "مع" أو "م"

تقع مجموعتي الميثيل على جانبي الرابطة **على جوانب متقابلة من الجزئ** ، وضع "trans" أو " ترانس " أو "ضد" أو "ض"

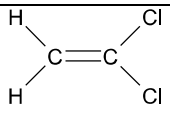
استنتاج : الأيزومرات الهندسية تنتج عن الترتيبات المختلفة للمجموعات حول الرابطة الثنائية .

علل : لا يمكن أن تتحول الصيغة "cis" إلى "trans" بسهولة .
ج : بسبب عدم قدرة ذرات كربون الرابطة التساهمية الثنائية (C = C) على الدوران .

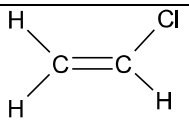
ملاحظة إيضاحية خارج المنهاج : يمكن أن يتحول الأيزومر من الوضع cis إلى الوضع trans تحت ظروف قاسية من درجات الحرارة ، والتعرض للأشعة فوق البنفسجية أو باستخدام حفاز .



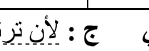
trans-2-بيوتين (%47) ⇌ cis-2-بيوتين (%53)

علل : لا يمثل التركيب التالي  **أيزومر هندسي**

ج : لأن ترتيب الذرات ليس على جانب واحد من الرابطة

علل : لا يمثل التركيب التالي  **أيزومر هندسي**

ج : لعدم وجود مجموعتين مختلفتين مرتبطتين بذرتي الكربون (يوجد مجموعة واحدة هي ذرة كلور واحدة)

علل : لا يمثل التركيب التالي  **أيزومر هندسي** **ج :** لأن ترتيب الذرات في الفضاء لن يحقق الوضع مع أو ضد

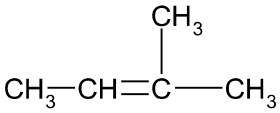
س : ارسم الأيزومرات الهندسية للجزئ التالي ، وحدد حالة (م)،(ض)

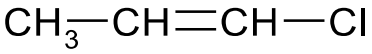
ج : مركز الأيزوميرالهندسي ذرتي الكربون على جانبي الرابطة التساهمية الثنائية وبالتالي يكون هناك الإحتمالان التاليان

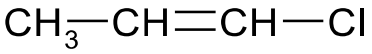
س : ارسم الصيغ البنائية للأيزومرات الهندسية لكل مما يلي :

أ – $CH_3 – CH_2 –CH_2 – CH = CH – CH_3$ **ب - 3 – ميثيل - 2 – بنتين .**

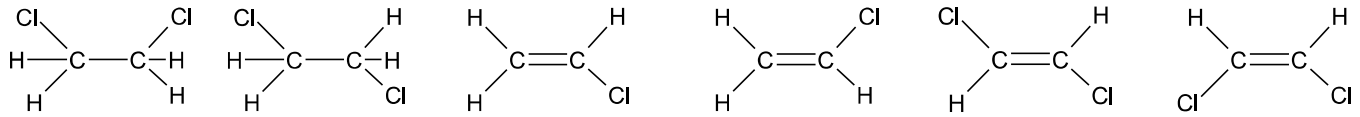
س : أي مما يلي له أيزومرات هندسية ، مع الرسم في حالة وجود الأيزومر الهندسي

أ - 

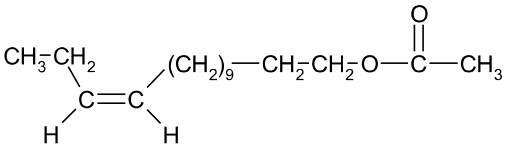
ب - 

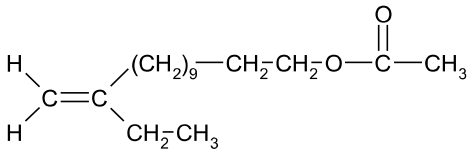
ج - 

س : أي مما يلي يمثل أيزومرات هندسية وأيها لا يمثل ولماذا ؟

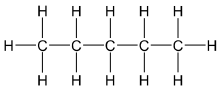


س : أي من المركبين التاليين يمثل أيزومير هندسي ، ولماذا ؟





س : أي مما يلي يمثل الجزيء نفسه .

أ - 

ب - $CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$

جـ - $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$

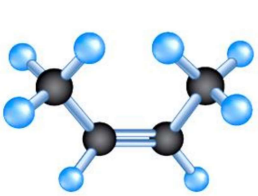
د - C_5H_{12}

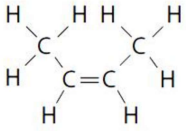
(الجواب أ ، جـ ، د)

ملاحظات هامة على الأيزومرات الهندسية :

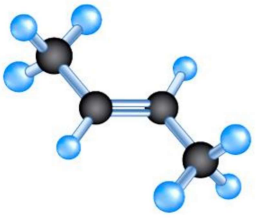
1 – يؤثر الاختلاف في هندسة الجزيئات على الخصائص الفيزيائية للأيزومرات مثل درجة الانصهار ودرجة الغليان

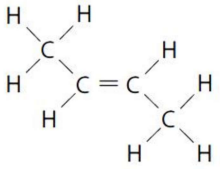
الشكل 19-4 يختلف هذان المتشكلان لـ 2 – بيوتين في الترتيب الفراغي لمجموعتي الميثيل عند الأطراف. لا تستطيع ذرات الكربون الثنائية الربط الدوران بعضهما حول بعض. فتبقى مجموعتا الميثيل ثابتتين في أحد هذه الترتيبات.





سيس-2-بيوتين (C_4H_8)
درجة الانصهار = -139°C
درجة الغليان = 3.7°C



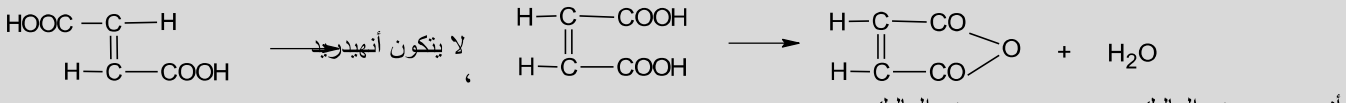


ترانس -2-بيوتين (C_4H_8)
درجة الانصهار = -106°C
درجة الغليان = 0.8°C

2 – تختلف الأيزومرات الهندسية في بعض الخصائص الكيميائية

مثال إيضاحي خارج المنهاج :

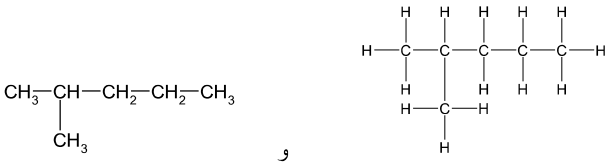
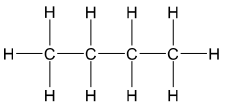
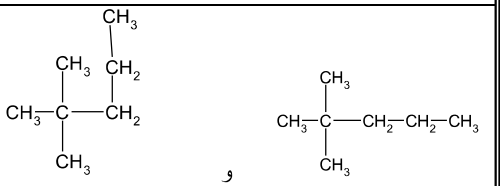
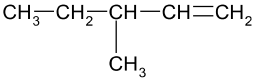
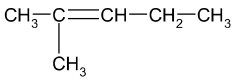
يمكن لحمض الماليك "cis" أن يكوّن أنهيدريد الحض ، بينما لا يكوّن حمض الفيومريك الوضع "trans" الأنهيدريد



3 - مثال : العقاقير : إذا كان المركب نشط بيولوجياً ، يكون أحياناً الأيزومران cis و trans لهما تأثيرات مختلفة جداً.

المتشكلات في الغذاء تسمى الدهون ذات متشكلات ترانس بدهون ترانس. وتحضر الكثير من الأطعمة المغلّفة باستخدام دهون ترانس؛ لأن لها فترة حفظ أطول. وتشير الدلائل إلى أن هذه الدهون تزيد من نوع الكولسترول الضار، وتقلل من النوع النافع، مما يزيد من احتمالية الإصابة بأمراض القلب.

س – حدد إن كان كل زوج من الأزواج التالية يمثل <u>المركب نفسه</u> أم يمثل <u>أيزومرين</u> أم <u>مركبين مختلفين</u>(انظر كتاب الطالب) .

 و	 و C_4H_8
 و	 و 

س : ارسم وسم الأيزومرات البنائية والهندسية للصيغة الجزيئية C_4H_8

س : تخير الإجابة الصحيحة من بين الإجابات التالية :

1 ـ تعرف المركبات العضوية بكونها مركبات مرتبطة بشكل تساهمي وتحتوي على الكربون عدا
أ ــ أكاسيد الكربون ب ــ الكربونات ج ـ أكاسيد الكربون والكربونات د ــ لا شيئ مما ذكر

2 ــ المركبات العضوية كثيرة لأن ذرات الكربون
أ ــ لها سالبية عالية ج ــ صغيرة جدا
ب ــ تستطيع أن ترتبط بذرات أخرى بطرق متعددة د ــ مستقرة وشائعة جدا في الطبيعة

3 ــ تنوع المركبات العضوية كبير جدا لأن الكربون
أ ــ له عدة أشكال تآصلية ب ــ له عدة نظائر ج ــ له مركبات ذات أيزومرات متعددة د ــ له مركبات نشطة جدا

4 ــ عندما يزيد عدد ذرات الكربون في صيغته الجزيئية ، فإن عدد الأيزومرات الممكنة
أ ــ يزيد ب ــ يقل ج ــ يبقى كما هو د ــ لا يوجد علاقة

5 ــ أي صيغة هي الأكثر فائدة في تمييز الأيزومرات
أ ــ الصيغة الجزيئية ب ــ الصيغة البنائية ج ــ الصيغة الأولية د ــ الصيغة الأيونية

6 ــ أي صيغة تبين أعداد الذرات وأنواعها في الجزئ ولا تبين الروابط
أ ــ الصيغة الجزيئية ب ــ الصيغة البنائية ج ــ الصيغة الأولية د ــ الصيغة الأيونية

7 ـ أي صيغة تبين أعداد الذرات وأنواعها في الجزئ وكذلك تبين الروابط
أ ــ الصيغة الجزيئية ب ــ الصيغة البنائية ج ــ الصيغة الأولية د ــ الصيغة الأيونية

8 ــ أي من التمثيل التالي هو الأفضل إظهارا لشكل الجزئ ؟
أ ـ الصيغة الجزيئية ب ــ الصيغة البنائية ج ــ الصيغة الأولية د ــ النموذج ثلاثي الأبعاد

9 ــ أي مما يلي لا يمكنه التمييز بين أيزومرات مركب ؟
أ ـ الصيغة الجزيئية ب ــ الصيغة البنائية ج ــ الصيغة الأولية د ــ النموذج ثلاثي الأبعاد

10 ــ الأيزومرات هي مركبات لها
ا ــ الصيغة الجزيئية نفسها لكن تركيبها البنائي مختلف ج ــ صيغ جزيئية مختلفة وتركيب بنائي مختلف
ب ـ الصيغة الجزيئية نفسها و تركيبها البنائي نفسه د ـ صيغ جزيئية مختلفة وتركيب بنائي واحد

11 ــ في اي مما يلي تكون الذرات مرتبطة في الترتيب نفسه لكنها منتظمة بشكل مختلف في الفضاء ؟
أ ــ الأيزومرات البنائية ب ــ الأيزومرات الهندسية ج ــ النماذج ثلاثية الأبعاد د ــ المركبات العضوية

12 ــ ما نوع الرابطة الذي يكون ثابتا ولا يسمح للذرات بأن تدور بشكل حر
أ ــ الروابط الأيونية ب ــ الروابط الثنائية ج ــ الروابط الأحادية د ــ الروابط الهيدروجينية

13 ــ عندما تكون ذرتان متماثلتين في الجهة نفسها من الرابطة الثنائية ، يكون الجزئ
أ ــ مع (م) (cis) ب- ضد (ض) (trans) ج ـ تركيبيا د ــ حر الدروان

14 ــ عندما تكون ذرتان متماثلتين في جهتين متقابلتين من الرابطة الثنائية ، يكون الجزئ
أ ــ مع (م) (cis) ب- ضد (ض) (trans) ج ـ تركيبيا د ــ حر الدروان

15 ــ كم من الأيزومرات البنائية يوجد لـ CH_4 ؟
أ ــ لا يوجد ب ــ اثنان ج ــ ثلاثة د ـ خمسة

16 ـ كم من الأيزومرات البنائية يوجد لـ C_2H_6 ؟
أ ــ لا يوجد ب ــ اثنان ج ــ ثلاثة د ـ خمسة

17 ـ كم من الأيزومرات البنائية يوجد لـ C_3H_8 ؟
أ ــ لا يوجد ب ــ اثنان ج ــ ثلاثة د ـ خمسة

18 ـ كم من الأيزومرات البنائية يوجد لـ C_4H_{10} ؟
أ ــ واحد ب ــ اثنان ج ــ ثلاثة د ـ خمسة

19 ـ كم من الأيزومرات البنائية يوجد لـ C_5H_{12} ؟
أ ــ لا يوجد ب ــ اثنان ج ــ ثلاثة د ـ خمسة

20 ــ أي مما يلي لا يُعتبر من خواص الأيزومرات الهندسية :
أ ــ لهما نفس الصيغة الجزيئية ب ــ تحتوي على رابطة تساهمية ثنائية بين ذرتي كربون
ج ــ لهما نفس الخواص الكيميائية ج ــ يختلفان في الخواص الفيزيائية

21 ــ كم عدد الأيزومرات البنائية والهندسية الممكنة لـ " 2- بيوتين "
أ ـ 2 أيزومر بنائي ، 5 أيزومر هندسي ب ـ 3 أيزومر بنائي ، 2 أيزومر هندسي
ج ـ 2 أيزومر بنائي ، 2 أيزومر هندسي د ــ 5 أيزومر بنائي ، 2 أيزومر هندسي

الخلاصة

- المتشكلات مركبان أو أكثر لهما الصيغة الجزيئية نفسها، ولكنها تختلف في صيغها البنائية.
- تختلف المتشكلات البنائية في الترتيب الذي ترتبط به الذرات معًا.
- ترتبط الذرات جميعها في المتشكلات الفراغية بالترتيب نفسه، ولكنها تختلف في تركيبها الفراغي (الاتجاهات في الفراغ).

25. الفكرة الرئيسة **اكتب** المتشكلات البنائية المحتملة للألكان ذي الصيغة الجزيئية C_6H_{14} جميعها، على أن تظهر فقط سلاسل الكربون.

26. فسِّر الفرق بين المتشكلات البنائية والمتشكلات الفراغية.

27. ارسم أشكال كل من سيس–3–هكسين وترانس–3–هكسين.

28. استنتج لماذا تستفيد المخلوقات الحية من شكل كيرالي واحد فقط من المادة؟

29. قوّم يُنتج تفاعل معين 80% ترانس–2–بنتين و 20% سيس–2– بنتين. ارسم شكل هذين المتشكلين الهندسيين، وكوِّن فرضية لتفسير سبب تكون المتشكلين بهذه النسبة.

30. اعمل نماذج ابتداءً بذرة كربون واحدة، ارسم متشكلين ضوئيين بربط الذرات أو المجموعات التالية مع ذرة الكربون:

$-H, -CH_3; -CH_2CH_3; -CH_2CH_2CH_3.$

25. ارجع إلى الدرس لكتابة الصيغ البنائية. ستمثل الإجابات 5 متشكلات بنائية هي: 2– ميثيل بنتان، و 3– ميثيل بنتان، و 2، 3– ثنائي ميثيل بيوتان، و2، 2– ثنائي ميثيل بيوتان، وهكسان.

26. تختلف المتشكلات البنائية بعضها عن بعض في الترتيب الذي ترتبط به ذراتها معًا، ففي الوقت الذي تكون فيه الذرات في المتشكلات الفراغية مرتبطة بالترتيب نفسه فإنها تكون مختلفة في ترتيبها الفراغي (الاتجاهات في الفراغ).

27. ارجع إلى الدرس لكتابة الصيغ البنائية. تقع ذرات الهيدروجين المرتبطة مع ذرات الكربون الثنائية الربط في سيس–3–هكسين على الجهة نفسها من السلسلة الكربونية. أما في تركيب ترانس فتقع ذرات الهيدروجين على جهات متعاكسة من السلسلة الكربونية.

28. تستفيد المخلوقات الحية عمومًا من تركيب كيرالي واحد فقط في المادة؛ لأن هذا التركيب وحده يتلاءم مع الموقع النشط في الإنزيم.

29. ارجع إلى الدرس لكتابة الصيغ البنائية. ينتج متشكل ترانس بنسبة أعلى؛ لأن بناءه يسمح لمجموعتي الميثيل والإيثيل الكبيرتين بالتباعد بعضهما عن بعض أكثر من تركيب سيس.

30. ارجع إلى الدرس لكتابة الصيغ البنائية. يجب أن تُظهر الصيغ المجموعات المعطاة مرتبطة مع ذرة كربون واحدة. كما يجب أن تختلف في كون اثنتين من المجموعات المرتبطة في الفراغ قد عكس مكان كلٍّ منهما.

إتقان المفاهيم

64. فيمَ تتشابه المتشكلات؟ وفيم تختلف؟

65. صف الاختلاف بين متشكلات سيس وترانس من حيث الترتيب الهندسي.

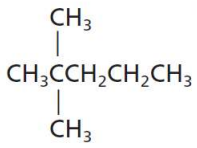
66. ما خصائص المادة الكيرالية؟

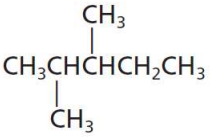
67. **الضوء** كيف يختلف الضوء المستقطب عن الضوء العادي، ومن ذلك ضوء الشمس؟

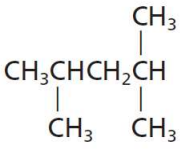
68. كيف تؤثر المتشكلات الضوئية في الضوء المستقطب؟

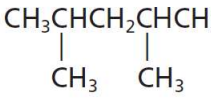
إتقان حل المسائل

69. عيّن زوج المتشكلات البنائية في مجموعة الصيغ البنائية المكثفة الآتية:

a.


c.


b.


d.


70. اكتب صيغًا بنائية مكثفة لأربعة متشكلات مختلفة تحمل الصيغة الجزيئية C_4H_8.

إتقان المفاهيم

64. للمتشكلات الصيغة الجزيئية نفسها ولكنها تختلف في الصيغ البنائية. قد يكون لها خصائص كيميائية وفيزيائية مختلفة.

65. تقع أكبر المجموعات في متشكلات سيس على ذرات الكربون في الرابطة الثنائية على الجهة نفسها من الرابطة؛ في حين تقع في متشكلات ترانس على الجهات المتعاكسة.

66. للمادة الكيرالية متشكلان: أحدهما D والآخر L.

67. تهتز موجات الضوء المستقطب في مستوى واحد، أما في الضوء العادي فتهتز في جميع المستويات المحتملة.

68. تسبب دوران الضوء المستقطب.

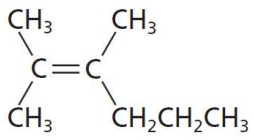
إتقان حل المسائل

69. قد تشمل إجابات الطلاب أي شكلين ما عدا b و d لأنهما متماثلان (نفس الشكل).

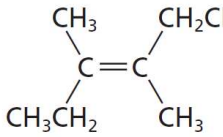
70. ارجع إلى الدرس لكتابة الصيغ البنائية المكثفة. يجب أن تُظهر إجابات الطلاب الصيغ البنائية المكثفة لكل من بيوتان حلقي، 1 – بيوتين، 2– ميثيل بروبين.

71. عيّن زوج المتشكلات الهندسية من بين الأشكال الآتية، مبينًا سبب اختيارك، ثم فسّر علاقة الصيغة البنائية الثالثة بالصيغتين الآخرين:

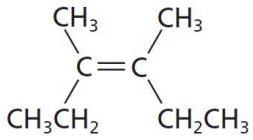
a.



b.



c.



72. اكتب متشكلين سيس وترانس للجزيء المُمَثل بالصيغة المكثفة الآتية، وميّز بينهما:

$CH_3CH = CHCH_2CH_3$

71. b و c متشكلان هندسيان، يمثلان زوج متشكلات سيس/ ترانس. a هو متشكل بنائي لكل من b و c.

72. ارجع إلى الدرس لكتابة المتشكلين. ذرتا الهيدروجين المرتبطتان بذرتي الكربون ثنائيتي الربط تقعان على الجهة نفسها من السلسلة الكربونية في متشكل سيس وعلى جهات متقابلة من السلسلة الكربونية في متشكل ترانس.