الكيمياء

إعداد
صابر حكيم

كتاب **الشرح**

الجزء الثانى
الكيمياء العضوية
الباب 5

2025

الصف 3 الثانوى ar

الامتحان®

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة

انطلاقًا من اهتمامنا المتزايد بتقديم كل ما هو جديد كان شغلنا الشاغل

إعداد كتاب فى مادة الكيمياء للصف الثالث الثانوى

يتماشى مع المنهج المطور، ويكون مناسبًا للمذاكرة يومًا بيوم.

ولتحقيق السيطرة العلمية على المادة قدمنا

كتاب الشرح على جزئين :

الجزء الأول: الكيمياء غير العضوية (من الباب 1 إلى الباب 4)

الجزء الثانى: الكيمياء العضوية (الباب 5)

وكل ما نتمناه أن يحقق هذا المؤلف الفائدة المرجوة لطرفى العملية التعليمية :

الطالب والمعلم

سياستنا	تحديث وتطوير مستمر
هدفنا	تفوق وليس مجرد نجاح
شعارنا	معنا دائما فى المقدمة

والله ولى التوفيق

أسرة سلسلة الامتحان

ابحث في التيليجرام
@TOOPSEC

بطاقة فهرسة

فهرسة أثناء النشر إعداد الهيئة العامة لدار الكتب والوثائق القومية إدارة الشئون الفنية

سلسلة الامتحان فى الكيمياء - إعداد / صابر حكيم

ط١ - القاهرة : جى بى إس للطبع والنشر والتوزيع ، ٢٠٢٥م

(٢ مج) سلسلة الامتحان (للصف الثالث الثانوى)

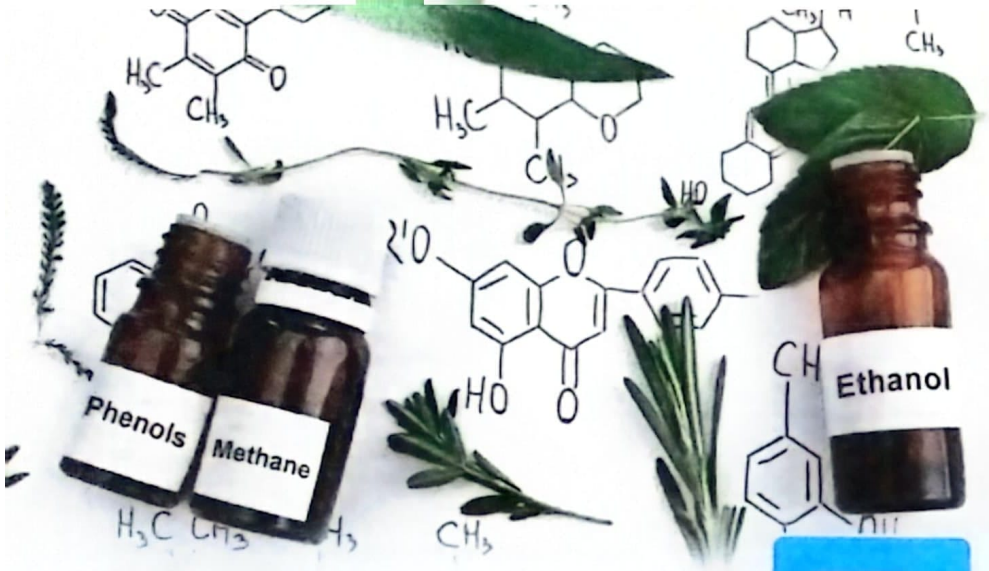
تدمك : ٠ - ٩٨٢ - ٨٣٩ - ٩٧٧ - ٩٧٨

١ - الكيمياء - تعليم وتدريس

٢ - التعليم الثانوى أ. العنوان ب. السلسلة

٥٤٠,٧

رقم الإيداع : ١٣١٣٤ / ٢٠٢٤م



الباب 5

الكيميـــاء العضـــوية

الدرس الأول	من بداية الباب. إلى ما قبل الألكانات.
الدرس الثانى	الألكانات.
الدرس الثالث	الميثان.
الدرس الرابع	الألكينات (الأوليفينات).
الدرس الخامس	الألكاينات (الأسيتيلينات).
الدرس السادس	الهيدروكربونات الحلقية.
الدرس السابع	البنزين العطرى.
الدرس الثامن	مشتقات الهيدروكربونات.
الدرس التاسع	الإيثانول.
الدرس العاشر	الفينولات.
الدرس الحادى عشر	الأحماض الكربوكسيلية.
الدرس الثانى عشر	الإسترات.

مخرجات تعلم الباب

في نهاية هذا الباب ينبغي أن يكون الطالب قادرًا على أن :

- يتعرف لنظرية القوى الحيوية.
- يقارن بين المركبات العضوية و غير العضوية.
- يميز بين الصيغ الجزيئية و الصيغ البنائية.
- يرسم متشكلات مختلفة للصيغة الجزيئية الواحدة.
- يصنف المركبات العضوية.
- يكشف على الكربون والهيدروجين فى المواد العضوية معمليًا.
- يصنف الهيدروكربونات إلى أنواعها المختلفة.
- يسمى المركبات العضوية بنظام الأيوباك.
- يشرح طرق تحضير الهيدروكربونات.
- يكتب معادلات التفاعل ويرسم أجهزة التحضير.
- يشرح الأهمية الاقتصادية للهيدروكربونات ومشتقاتها.
- يتعرف المجموعات الوظيفية للمركبات العضوية.
- يتعرف أنواع التفاعلات العضوية المختلفة وكيف أسهمت فى تحضير العديد من الملتجات التى يستخدمها فى حياتنا اليومية.
- يستنتج أن الكيمياء علم تجريبى.
- يصنف الكحولات حسب مجموعة الهيدروكسيل وحسب الكاربينول.
- يسمى الكحولات.
- يكشف عن الكحولات والفينولات ويميز بينهما.
- يوجد العلاقة بين المركبات العضوية الأخرى مثل الألدهيدات والكيتونات والأحماض.
- يتعرف التفاعلات المميزة للكحولات.
- يتعرف الأهمية الاقتصادية للكحولات.
- يتعرف أنواع الأحماض الكربوكسيلية.
- يسمى الأحماض والإسترات.
- يتعرف الخواص العامة للأحماض.
- يتعرف الأهمية الاقتصادية لكل من الأحماض والإسترات.

نبذة تاريخية عن الكيمياء العضوية

جدارية بمقبرة حور محب بوادى الملوك محتفظة بألوانها

- استخدم الإنسان منذ القدم الكثير من المواد المستخلصة من النباتات والحيوانات، مثل :
  - الدهون والزيوت.
  - السكر.
  - الخل.
  - الكحول.
  - العطور.
- استخدم قدماء المصريين العقاقير فى عمليات التحنيط وكذلك الأصباغ ذات الألوان الثابتة فى تلوين جدران المعابد والتى مازالت ناصعة حتى الآن.

ابحث في التيليجرام
@TOOPSEC

- فى عام 1806 قسم العالم برزيليوس المركبات إلى نوعين، هما :
  - مركبات غير عضوية يمكن الحصول عليها من مصادر معدنية بالقشرة الأرضية.
  - مركبات عضوية تستخلص من أصل نباتى أو حيوانى.

Berzelius

نظرية القوى الحيوية

وضع العالم برزيليوس نظرية فى تفسير كيفية تكوُّن المركبات العضوية أطلق عليها نظرية القوى الحيوية وهى تنص على أن المركبات العضوية تتكون داخل خلايا الكائنات الحية بواسطة قوى حيوية، ولا يمكن تحضيرها فى المختبرات (المعامل).

فشل نظرية القوى الحيوية

فى عام 1828 وجه العالم الألمانى **فوهلر** ضربة قاضية **لنظرية القوى الحيوية**، حيث تمكن من تحضير اليوريا (البولينا) فى المعمل وهى من **المركبات العضوية** التى تتكون فى بول الثدييات وذلك بتسخين محلول مائى **لمركبين غير عضويين** هما كلوريد الأمونيوم وسيانات الفضة.

$$NH_4Cl_{(aq)} + AgCNO_{(aq)} \longrightarrow AgCl_{(s)} + NH_4CNO_{(aq)}$$

كلوريد الأمونيوم — سيانات الفضة — سيانات الأمونيوم (محلول مائى)

$$NH_4CNO_{(aq)} \xrightarrow{\Delta} H_2N-CO-NH_{2(s)}$$

سيانات الأمونيوم (محلول مائى) — اليوريا

أداء ذاتى

وضح بالمعادلات الكيميائية كيفية الحصول على مركب عضوى من محلول مائى لمركبين غير عضويين.

.....

.....

.....

.....

وكانت هذه هى البداية التى انطلق منها العلماء ليملئوا الدنيا بمركباتهم العضوية فى شتى مجالات الحياة، من :

- عقاقير.
- منظفات.
- أصباغ.
- بلاستيك.
- أسمدة.
- مبيدات حشرية.

وغيرها ....

أفكار حل أسئلة Open Book تقيس :

مخرج التعلم: التعرف على نظرية القوى الحيوية.

تخضع العمليات الكيميائية التالية لنظرية القوى الحيوية، عدا .....

(أ) تكون سكر الجلوكوز وسكر الفركتوز فى نبات قصب السكر.

(ب) تكون البروتينات من بلمرة الأحماض الأمينية.

(جـ) تكون الإيثاين من تنقيط الماء على كربيد الكالسيوم.

(د) تكون حمض البالمتيك فى أشجار النخيل.

فكرة الحل :

افترضت نظرية القوى الحيوية أن المركبات العضوية (مثل : سكر الجلوكوز، البروتينات، حمض البالمتيك) تتكون داخل خلايا الكائنات الحية (النباتات والحيوانات).

الحل : الاختيار الصحيح : (جـ)

المفهوم الحديث للمركبات العضوية

أصبحت المادة العضوية تُعرف على أساس **بنيتها التركيبية** وليس على أساس مصدرها، وذلك لأن معظم المركبات العضوية التى تحضر فى المختبرات لا تتكون بالضرورة داخل أجسام الكائنات الحية.

يعرف العلم الذى يهتم بدراسة مركبات الكربون باستثناء أكاسيد الكربون وأملاح الكربونات والسيانيد بعلم الكيمياء العضوية.

عدد المركبات العضوية يتخطى العشرة ملايين ويزداد يومًا بعد يوم،

أما **المركبات غير العضوية** فعددها لا يتخطى النصف مليون.

أى أن النسبة بين عدد المركبات العضوية إلى عدد المركبات غير العضوية ٢٠ : ١ تقريبًا.

ابحث في التيليجرام
@TOOPSEC

احرص على اقتناء

كتاب الامتحان
فى الأسئلة والمسائل
بنظام Open Book
للصف 3 الثانوى

أسباب وطرق اتحاد ذرات الكربون مع بعضها

قدرة ذرات الكربون على

١ الارتباط بعضها أو بغيرها بطرق عديدة

٢ الارتباط بعضها بأشكال مختلفة

مثل

- **السلسل** وقد تكون
  - سلاسل مستقيمة
  - سلاسل متفرعة
- **الحلقات** وقد تكون
  - حلقات متجانسة
  - حلقات غير متجانسة

فقد ترتبط بـ

- روابط أحادية
- روابط ثنائية
- روابط ثلاثية

وبشكل عام ترجع قدرة عدد المركبات العضوية إلى قدرة ذرات الكربون على الارتباط ببعضها أو بغيرها بروابط تساهمية أحادية أو ثنائية أو ثلاثية أو الارتباط ببعضها بأشكال مختلفة كسلاسل مستقيمة أو متفرعة أو كحلقات متجانسة أو غير متجانسة.

البحث في التيليجرام
@TOOPSEC

* **تختلف المركبات العضوية عن المركبات غير العضوية فى كثير من الخواص،** والتى يوضحها التدريب التالى :

تدريب عملى

المقارنة بين خواص المركبات العضوية و المركبات غير العضوية

احضر بعض :

المواد العضويـــة الصلبة : مثل

شمع البرافيـن — النفثالين

المواد غير العضوية الصلبة : مثل

كبريتات النحـاس (II) الزرقاء

المواد العضويـــة السائلة : مثل

الأسيتـون — الكحول الإيثيلى

المواد غير العضوية السائلة : مثل

المـــاء

قارن بين هذه المواد من حيث :

- ☐ الذوبان.
- ☐ قابلية الاشتعال.
- ☐ التوصيل الكهربى.
- ☐ درجتى الانصهار والغليان.
- ☐ الرائحة.

الاستنتاج

يستنتج من هذه التجارب وغيرها الفرق بين المركبات العضوية و المركبات غير العضوية،
كما يوضحها الجدول التالي :

أوجه المقارنة	المركبات العضوية	المركبات غير العضوية
١ الذوبان	لا تذوب فى الماء غالبًا، وتذوب فى المذيبات العضوية مثل البنزين	تذوب فى الماء غالبًا
٢ درجتى الانصهار و الغليان	منخفضة	مرتفعة
٣ قابلية الاشتعال	تشتعل وينتج دائمًا : H_2O ، CO_2	معظمها غير قابل للاشتعال وما يشتعل منها ينتج غازات أخرى
٤ الرائحة	لها روائح مميزة غالبًا	عديمة الرائحة غالبًا
٥ التوصيل الكهربى	مواد لاإلكتروليتية غالبًا لا توصل التيار الكهربى، لعدم قدرتها على التأين	بعضها مواد إلكتروليتية توصل التيار الكهربى، لقدرتها على التأين
٦ التركيب الكيميائى	تحتوى على عنصر الكربون بشكل أساسى	تحتوى على عناصر متعددة وقد يكون منها عنصر الكربون
٧ أنواع الروابط فى الجزىء	روابط تساهمية	قد تكون روابط أيونية أو تساهمية
٨ سرعة التفاعلات	بطيئة، لأنها تتم بين جزيئات	سريعة، لأنها تتم بين أيونات غالبًا
٩ البلمرة أو التحمع انظر صفحة (٧٦)	تتميز معظمها بقدرتها على تكوين بوليمرات	لا توجد غالبًا
١٠ التشابهة الجزيئية (الأيزوميرزم)	توجد بين كثير من المركبات	لا توجد غالبًا

أفكار حل أسئلة Open Book تقيس :

مخرج التعلم: المقارنة بين المركبات العضوية و المركبات غير العضوية.

الجدول التالى يوضح بعض خواص كل من المركبين (A) ، (B) :

الخواص	المركب (A)	المركب (B)
الكتلة المولية	78.5 g/mol	74.5 g/mol
الذوبان فى الماء	لا يذوب	يذوب
درجة الانصهار	46.5°C	1416°C

ما تصنيف كل من المركبين (A) ، (B) ؟

الاختبارات	المركب (A)	المركب (B)
①	تساهمى	تساهمى
②	عضوى	أيونى
③	أيونى	عضوى
④	عضوى	عضوى

فكرة الحل :

معظم المركبات التساهمية (كالمركبات العضوية) لا تذوب فى الماء ومعظم المركبات الأيونية تذوب فيه ودرجة انصهار المركبات التساهمية أقل بكثير من درجة انصهار المركبات الأيونية.

الحل : الاختبار الصحيح : ②

ابحث في التيليجرام @TOOPSTC

* **وللتعرف على مفهوم المشابهة الجزيئية (الأيزوميرزم) ...**

يلزم التعرف أولًا على مفهومى **الصيغة الجزيئية و الصيغة البنائية** للمركبات العضوية.

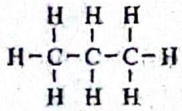
الصيغة الجزيئية و الصيغة البنائية

الصيغة الجزيئية هى صيغة تبين نوع وعدد ذرات كل عنصر فى المركب

الصيغة البنائية هى صيغة تبين نوع وعدد ذرات كل عنصر فى المركب وطريقة ارتباط الذرات مع بعضها بالروابط التساهمية

مثال

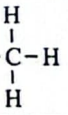
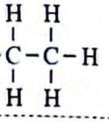
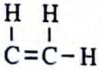
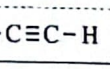
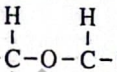
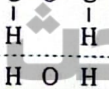
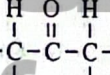
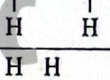
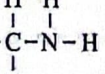
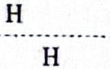
C_3H_8



تراكم معرفى الصيغة الأولية للمركب تُعبر عن أبسط نسبة عددية بين ذرات عناصر جزىء المركب.

مثال الصيغة الجزيئية للجلوكوز $C_6H_{12}O_6$ ← بقسمة عدد الذرات على 6 ← الصيغة الأولية للجلوكوز CH_2O

ولكل عنصر يدخل فى تركيب المركبات العضوية تكافؤ محدد وثابت يتضح من عدد الروابط التساهمية المحيطة بكل ذرة من ذراته، كما يتضح من الأمثلة الموضحة بالجدول التالى :

العنصر	التكافؤ	الارتباط التساهمى	تطبيق
الهيدروجين $_{1}H$	أحادى	H–	
الكربون $_{6}C$ (2 , 4)	رباعى	$-\overset{|}{\underset{|}{C}}-$	
		$-C=$	
		$-C\equiv$	
الأكسجين $_{8}O$ (2 , 6)	ثنائى	$-O-$	
		$O=$	
النيتروجين $_{7}N$ (2 , 5)	ثلاثى	$-\overset{|}{N}-$	
		$-N=$	
		$N\equiv$	
عناصر الهالوجينات X (F , Cl , Br , I)	أحادى	X–	

طرق تمثيل الصيغ البنائية للمركبات العضوية

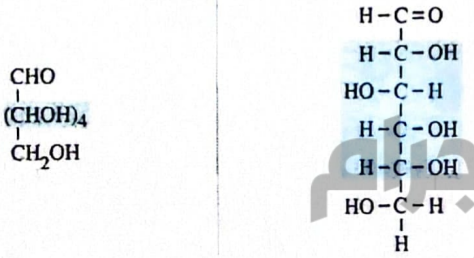
هناك عدة طرق لتمثيل الصيغ البنائية للمركبات العضوية، منها :

الصيغة البنائية المفصلة «صيغة كيكولى»	الصيغة البنائية المكثفة
تعطى صورة مفصلة لكل الذرات والروابط فى الجزىء	يتم فيها تجميع الوحدات المتكررة مع بعضها مع حذف الروابط فى معظم الأحيان

تطبيق

C_4H_{10}

$C_6H_{12}O_6$



ابحث في التيليجرام @TOOPSEC

مثال ١

ارسم الصيغة البنائية للمركبات التالية :

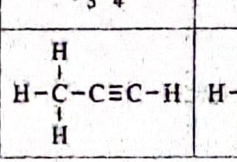
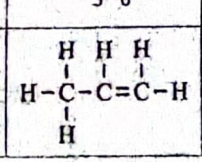
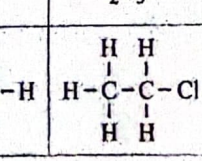
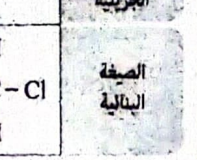
• C_2H_5Cl • C_3H_6 (يحتوى على رابطة =) • C_3H_4 (يحتوى على رابطة ≡) • CH_4O

فكرة الحل

يلزم أن تحاط كل ذرة من ذرات عنصر :

* الكربون بأربعة روابط تساهمية.
* الهيدروجين برابطة واحدة تساهمية.
* الأكسجين برابطتين تساهميتين.
* الكلور برابطة واحدة تساهمية.

الحل

الصيغة الجزيئية	C_2H_5Cl	C_3H_6	C_3H_4	CH_4O
الصيغة البنائية				

مثال ٢

أعد كتابة الصيغ البنائية الآتية بطريقة صحيحة، بشرط عدم تغيير صيغتها الجزيئية :

١ $CH_3-CH-CH_2-\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}H-CH_3$

٢ $CH_2-\overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{C}}-CH_2=CH_2$

الحل

١ $CH_3-CH_2-CH_2-\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}-CH_3$

٢ $CH_3-\overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{C}}-CH=CH_2$

مثال ٣

حول الصيغ البنائية المكثفة الآتية إلى صيغ بنائية تتضح فيها الروابط التساهمية :

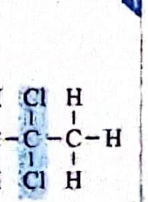
١ $CH_3CCl_2CH_3$

٢ $CH_3(CH_2)_2CHCH_2$

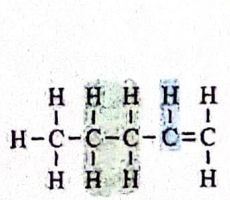
٣ $(CH_3)_2C(CH_2CH_3)_2$

الحل

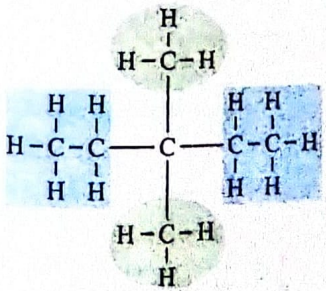
١



٢



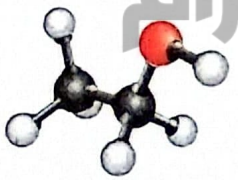
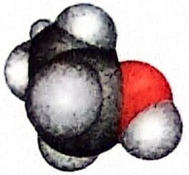
٣



النماذج الجزيئية

- **لا تعبر الصيغة البنائية عن الشكل الصحيح للجزىء،** **لأنها** تُظهر الجـزىء وكأنه مسطـحًا إلا أنه مجسمًا تتجه ذراته فى الأبعاد الفراغية الثلاثة.
- **ولتوضيح الشكل الصحيح للجزىء** تستخدم النماذج الجزيئية وهى نماذج تُمثل فيها ذرات كل عنصر بلـون و حـجم محددين.
- **ومن هذه النماذج .. نموذج الكرات و العصى والنموذج الفراغى ويوضحهما الجدول التالى :**

مكونات نموذج الكرات والعصى

الجزىء	نموذج الكرات و العصى	النموذج الفراغى
CH_4		
C_2H_5OH		

ابحث في التيليجرام
@TOOPSEC

أفكار حل أسئلة Open Book تقيس :

مخرج التعلم: التمييز بين الصيغ الجزيئية والصيغ البنائية.

كل مما يلى من الصيغ البنائية، عدا .....

ا ب C_2H_2 ج CH_3CH_3 د

فكرة الحل :

∵ الصيغ البنائية قد تكون مفصلة لكل الذرات والروابط فى الجزىء. ∴ يستبعد الاختيار ا

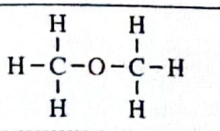
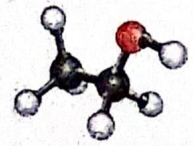
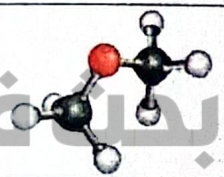
∵ الصيغ البنائية قد تكون مكثفة. ∴ يستبعد الاختيارين ب ، د

الحل : الاختيار الصحيح : ج

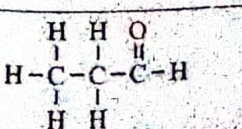
الأيزوميرزم (المشابهة الجزيئية) (التشكل)

هى ظاهرة اتفاق عدة مركبات عضوية فى صيغة جزيئية واحدة واختلافها فى الصيغ البنائية وبالتالى اختلافها فى الخواص الفيزيائية والكيميائية.

تطبيق ١ مركب الكحول الإيثيلى و مركب إثير ثنائى الميثيل أيزومران لهما نفس الصيغة الجزيئية ولكنهما يختلفان فى الصيغة البنائية وبالتالى يختلفان فى الخواص الفيزيائية والكيميائية، كما يتضح من الجدول التالى :

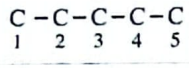
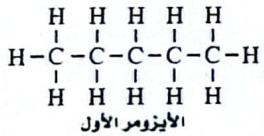
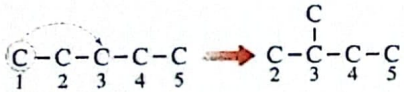
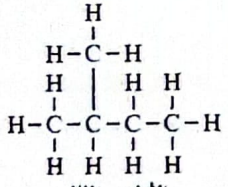
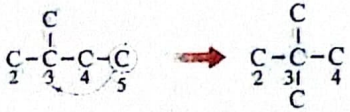
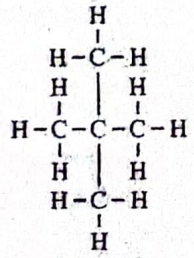
المركب	الكحول الإيثيلى	إثير ثنائى الميثيل
الصيغة الجزيئية	C_2H_6O	
الصيغة البنائية		
	CH_3-CH_2-OH	CH_3-O-CH_3
نموذج الكرات و العصى		
الحالة الفيزيائية	سائل	غاز
درجة الغليان	78.5°C	-29.5°C
درجة الانصهار	-117.3°C	-138°C
التفاعل مع الصوديوم	يتفاعل	لا يتفاعل

تطبيق ٢ أيزومرى البروبانون و البروبانال :

المركب	البروبانون	البروبانال
الصيغة الجزيئية	C_3H_6O	
الصيغة البنائية		
	$CH_3-C(=O)-CH_3$	$CH_3-CH_2-C(=O)-H$

مثال ١

ارسم الأيزومرات المحتملة للمركب الذى صيغته الجزيئية C_5H_{12}

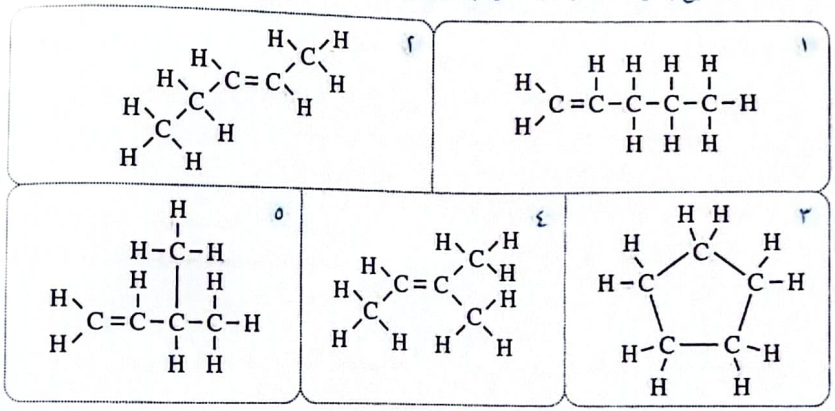
فكرة الحل	الحل
١ يرسم أولًا سلسلة مستقيمة من ذرات الكربون الخمسة	
تضاف ذرات الهيدروجين إليها بحيث تحاط كل ذرة كربون بأربع روابط تساهمية أحادية	 الأيزومر الأول
٢ تنقل ذرة الكربون رقم 1 لتضاف إلى ذرة الكربون رقم 3	
ثم تضاف ذرات الهيدروجين كما سبق	 الأيزومر الثانى
٣ تنقل ذرة الكربون رقم 5، لتضاف إلى ذرة الكربون رقم 3	
ثم تضاف ذرات الهيدروجين كما سبق	 الأيزومر الثالث

للتأكد من صحة الأيزومرات يتم جمع عدد ذرات كل من عنصرى الكربون والهيدروجين وكتابة الصيغة الجزيئية فى كل مرة

ابحث في التيليجرام @TOOPSEC

مثال ٢

أمامك خمس صيغ بنائية .. اختر منها ما يعتبر أيزومرات.



فكرة الحل

∵ الأيزومرات مركبات عضوية لها نفس الصيغة الجزيئية.

∴ نجمع عدد ذرات عنصرى الكربون والهيدروجين فى كل صيغة بنائية لتعيين الصيغة الجزيئية لها.

الحـــل

الصيغة البنائية	١	٢	٣	٤	٥
الصيغة الجزيئية	C_5H_{10}	C_5H_{10}	C_5H_{10}	C_5H_{10}	C_5H_{10}

∵ الصيغ البنائية الخمسة لها نفس الصيغة الجزيئية.

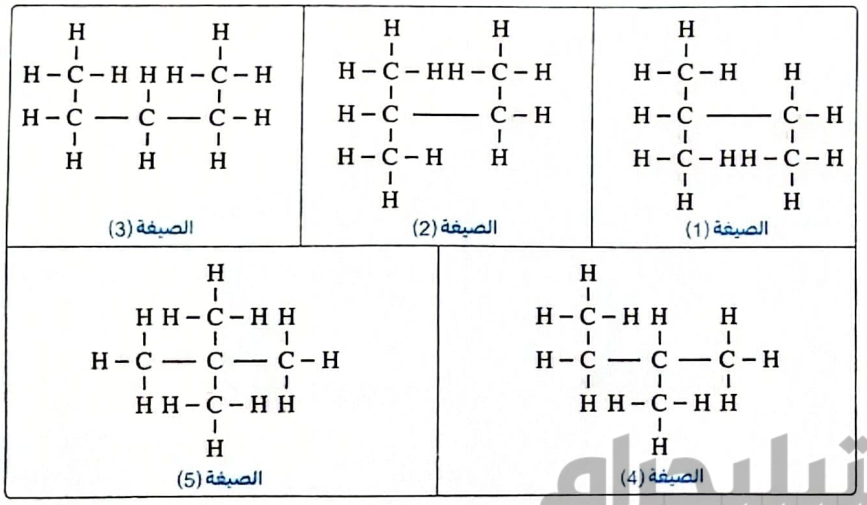
∴ الصيغ البنائية الخمسة تمثل أيزومرات لصيغة جزيئية واحدة.

احرص على اقتناء
كتاب الامتحان
في بنك الأسئلة والمسائل للامتحانات التدريبية والمراجعة النهائية
جزءان 3 الثانوى

أفكار حل أسئلة Open Book تقيس :

مخرج التعلم: رسم صيغ بنائية مختلفة للصيغة الجزيئية الواحدة.

أمامك 5 صيغ بنائية لمركبات عضوية :

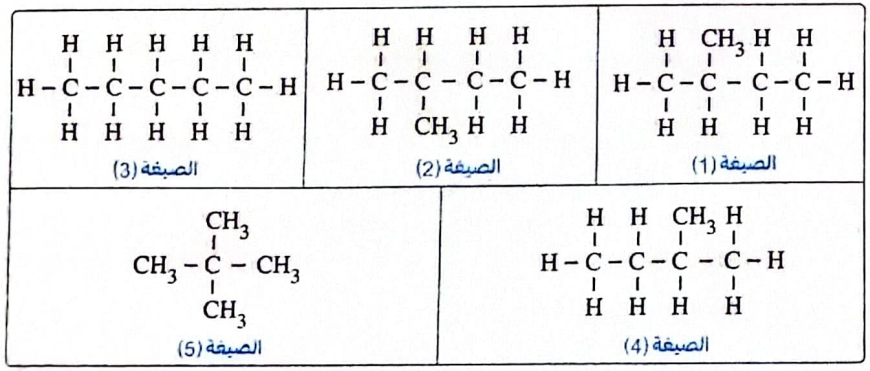


ما عدد الأيزومرات فى الصيغ البنائية السابقة ؟

أ) 2 ب) 3 جـ) 4 د) 5

فكرة الحل :

يمكن إعادة رسم الصيغ البنائية الخمسة، كالتالى :



∵ الصيغ (1) ، (2) ، (4) هى لنفس المركب.

∴ عدد الأيزومرات = 3

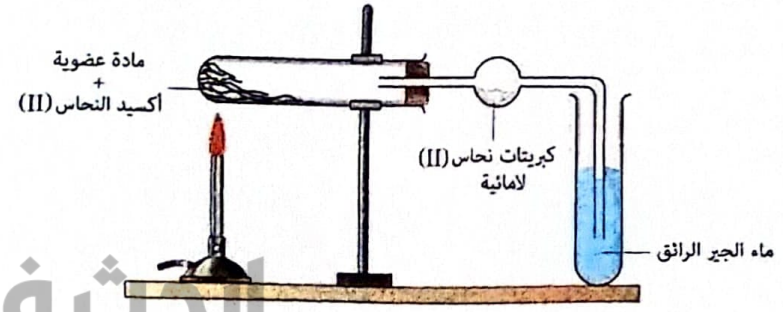
الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

ابحث في التليجرام
@TOPSEC

تجربة الكشف عن عنصرى الكربون و الهيدروجين فى المركبات العضوية

الخطوات

1. سخن مقدار صغير من مادة عضوية (قماش ، جلد ، ورق ، بلاستيك ، ...) مع أكسيد النحاس (II).
2. مرر البخار و الغاز الناتجين على مسحوق كبريتات النحاس (II) اللامائية البيضاء، ثم على ماء الجير الرائق.



المشاهدة

- تحول لون كبريتات النحاس (II) اللامائية البيضاء إلى اللون الأزرق.
- تعكر ماء الجير الرائق.

التفسير

- يختزل الهيدروجين الموجود فى المادة العضوية مركب أكسيد النحاس (II) مكونًا بخار ماء تمتصه كبريتات النحاس (II) البيضاء فيتحول لونها إلى اللون الأزرق.

$$2H + CuO_{(s)} \xrightarrow{\Delta} Cu_{(s)} + H_2O_{(v)}$$

- يختزل الكربون الموجود فى المادة العضوية مركب أكسيد النحاس (II) مكونًا غاز ثانى أكسيد الكربون الذى يعكر ماء الجير الرائق.

$$C + 2CuO_{(s)} \xrightarrow{\Delta} 2Cu_{(s)} + CO_{2(g)}$$

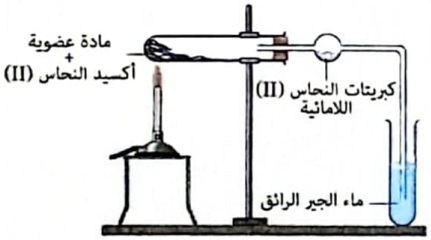
الاستنتاج

- تحتوى المركبات العضوية على عنصرى الكربون و الهيدروجين بشكل أساسى.

أفكار حل أسئلة Open Book تقيس :

مخرج التعلم: الكشف عن الكربون والهيدروجين فى المواد العضوية معمليًا.

الشكل المقابل : يوضح الجهاز المستخدم فى الكشف عن وجود عنصرى الكربون و الهيدروجين فى المركبات العضوية.



أى مما يأتى يعبر عن المادة العضوية المستخدمة والتغير الحادث فى كتلة كل من أكسيد النحاس (II) و كبريتات النحاس (II) اللامائية و ماء الجير الرائق ؟

الاختيارات	المادة العضوية	أكسيد النحاس (II)	كبريتات النحاس (II) اللامائية	ماء الجير الرائق
①	ريش طائر	تقل كتلته	تزداد كتلتها	تقل كتلته
②	سيانات الأمونيوم	تقل كتلته	تقل كتلتها	تزداد كتلته
③	ورق	تزداد كتلته	تقل كتلتها	تقل كتلته
④	بلاستيك	تقل كتلته	تزداد كتلتها	تزداد كتلته

ابحث في التيليجرام @TOOPSEC

فكرة الحل :

∵ سيانات الأمونيوم مركب غير عضوى.

∴ يستبعد الاختيار ②

∵ الهيدروجين الموجود فى المادة العضوية يختزل مركب أكسيد النحاس (II) إلى نحاس وبالتالى تقل كتلته.

$$2H + CuO_{(s)} \xrightarrow{\Delta} Cu_{(s)} + H_2O_{(v)}$$

∴ يستبعد الاختيار ③

∵ الكربون الموجود فى المادة العضوية يختزل أكسيد النحاس (II) مكونًا غاز ثانى أكسيد الكربون الذى يعكر ماء الجير الرائق وبالتالى تزداد كتلته.

$$C + 2CuO_{(s)} \xrightarrow{\Delta} 2Cu_{(s)} + CO_{2(g)}$$

∴ يستبعد الاختيار ①

الحل : الاختيار الصحيح : ④

تصنيف المركبات العضوية

يتكون البناء الأساسى لأى مركب عضوى من عنصرى الكربون و الهيدروجين، ويمكن تصنيف المركبات العضوية كما يتضح من المخطط التالى :

المركبات العضوية

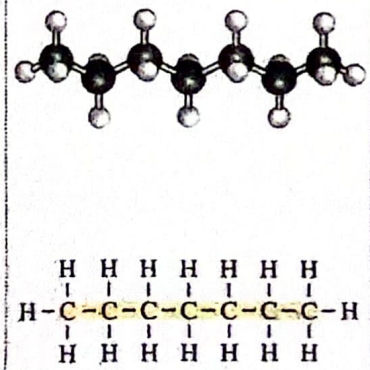
- **هيدروكربونات**: مركبات عضوية تحتوى على عنصرى الكربون و الهيدروجين فقط
  - مثل: C_2H_6 ، C_3H_8
- **مشتقات هيدروكربونية**: مركبات عضوية تحتوى على عنصرى الكربون والهيدروجين بالإضافة لعناصر أخرى كالأكسجين والنيتروجين وغيرها
  - مثل: C_2H_5OH ، CH_3NH_2

الهيدروكربونات

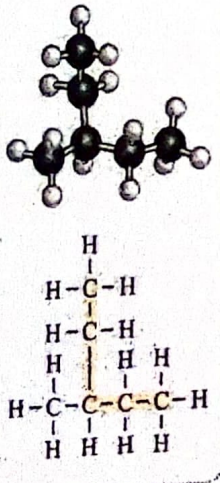
هى مركبات عضوية تحتوى على عنصرى الكربون والهيدروجين فقط.

تتخذ مركبات الهيدروكربونات إحدى هذه الصور الثلاث :

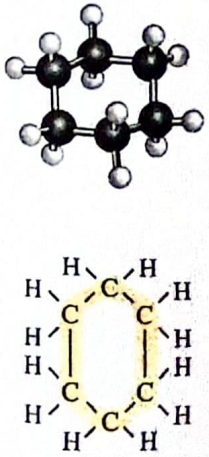
سلسلة مستقيمة



سلسلة متفرعة

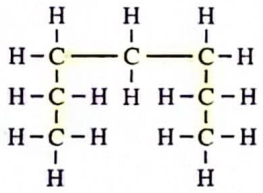


حلقة متجانسة

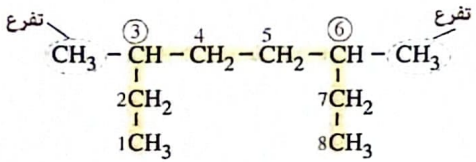


خطأ شائع

من الأخطاء الشائعة افتراض أن الصيغة البنائية المقابلة تعبر عن سلسلة متفرعة بناءً على شكلها، **والصواب أنها** تعبر عن سلسلة مستقيمة حيث تتصل كل ذرات الكربون معًا فى سلسلة واحدة.



الصيغة البنائية المقابلة تعبر عن سلسلة متفرعة، حيث يحدث تفرع عند ذرتى الكربون ③ ، ⑥.



ابحث في التيليجرام
@TOOPSEC

ابحث في التيليجرام
@TOOPSEC

أفكار حل أسئلة Open Book تقيس :

مخرج التعلم: تصنيف المركبات العضوية.

١ **من المركبات التالية :**

المركب (Z)	المركب (Y)	المركب (X)	المركب (W)

كل مما سبق يُعد من الهيدروكربونات (A) ، عدا المركب .....

الاختيارات	الهيدروكربونات (A)	المركب
(أ)	الحلقية غير الأروماتية	(X)
(ب)	الحلقية غير الأروماتية	(Z)
(ج)	الأروماتية	(W)
(د)	الأروماتية	(Y)

فكرة الحل :

المركب الأروماتي يحتوى على الأقل على 6 ذرات كربون وجميعها حلقية.

الحل : الاختيار الصحيح : (ج)

٢ **ألكان ذو سلسلة متفرعة كتلته المولية 58 g/mol استنتج الصيغة الجزيئية لهذا المركب، مع رسم صيغته البنائية.**

[C = 12 , H = 1]

فكرة الحل :

من الصيغة العامة للألكانات : C_nH_{2n+2}

$$12n + 2n + 2 = 58$$

$$14n = 56 \Rightarrow n = 4$$

الحل : الصيغة الجزيئية : C_4H_{10}

الصيغة البنائية :

أفكار حل أسئلة Open Book تقيس :

مخرج التعلم: تصنيف الهيدروكربونات إلى أنواعها المختلفة.

١ كل مما يلى يُعبر عن تصنيف الهيدروكربونات،

عدا .....

(أ) أليفاتية ← مفتوحة السلسلة ← مشبعة.

(ب) أليفاتية ← حلقية ← مشبعة.

(جـ) أليفاتية ← مفتوحة السلسلة ← غير مشبعة.

(د) أليفاتية ← أروماتية ← حلقية غير مشبعة.

فكرة الحل :

∵ الهيدروكربونات الأليفاتية إما أن تكون مفتوحة السلسلة أو حلقية.

∴ تستبعد الاختيارات (أ)، (ب)، (جـ)

∵ الهيدروكربونات إما أن تكون أليفاتية أو أروماتية.

الحل : الاختيار الصحيح : (د)

٢ الهيدروكربون الذى صيغته الجزيئية $C_{20}H_{40}$

يعتبر من .....

(أ) الألكانات.

(ب) الألكينات الحلقية.

(جـ) الألكاينات.

(د) الهيدروكربونات غير المشبعة.

فكرة الحل :

∵ الصيغة الجزيئية $C_{20}H_{40}$ تتبع الصيغة العامة C_nH_{2n}

∴ هذا الهيدروكربون قد ينتمى إلى سلسلة الألكينات وهى هيدروكربونات غير مشبعة

أو سلسلة الألكانات الحلقية المشبعة.

الحل : الاختيار الصحيح : (د)

الألكانات (البرافينات)

الألكانات هى هيدروكربونات أليفاتية مشبعة مفتوحة السلسلة الكربونية، ترتبط ذرات الكربون فى جزيئاتها بروابط أحادية قوية من النوع سيجما (σ).

الصيغة العامة (القانون العام) للألكانات مفتوحة السلسلة : C_nH_{2n+2}

حيث (n) يساوى عدد ذرات الكربون فى المركب.

للإيضاح فقط

توصف الألكانات بأنها مشبعة لأن جميع الروابط فى جزيئاتها أحادية من النوع سيجما، وبالتالى تُظهر ميلًا ضعيفًا للتفاعلات الكيميائية.

اشتق مصطلح البرافينات من أصل كلمتين لاتينيتين معناهما «قليل الميل».

مثال

ما عدد ذرات الهيدروجين فى الألكان الذى يحتوى على 3 ذرات كربون ؟
وما النسبة المئوية الكتلية للكربون فى هذا المركب ؟ [C = 12 , H = 1]

الحل

∵ الصيغة العامة للألكانات : C_nH_{2n+2} ، n = عدد ذرات الكربون = 3

∴ عدد ذرات الهيدروجين فى هذا الألكان = $2n + 2 = (2 \times 3) + 2 = 8$

الكتلة المولية من $C_3H_8 = (3 \times 12) + (8 \times 1) = 44\ g/mol$

النسبة المئوية الكتلية للكربون = $\frac{\text{كتلة الكربون فى مول من المركب}}{\text{الكتلة المولية للمركب}} \times 100\% = \frac{3 \times 12}{44} \times 100\% = 81.8\%$

تسمية المركبات العضوية

١ التسمية الشائعة :

أطلق الكيميائيون القدامى على المركبات العضوية التى كانوا يعرفونها – آنذاك – أسماء تشير غالبًا إلى المصدر الذى استخلص منه هذه المركبات وقد عُرفت هذه الأسماء بالأسماء الشائعة.

٢ التسمية حسب نظام الأيوباك :

مع التقدم المستمر وكثرة المركبات العضوية أصبح من الضرورى إيجاد طريقة منظمة لتسمية هذه المركبات، ولهذا قام الاتحاد الدولى للكيمياء البحتة والتطبيقية – والذى يترجم إلى –

International Union of Pure and Applied Chemistry

بوضع نظام بقواعد محددة لتسمية المركبات العضوية، يُعرف بنظام الأيوباك IUPAC، يُمكن كل من يقرأ أو يكتب اسم المركب من التعرف الدقيق على تركيبه البنائى.

ابحث في التليجرام @TOOPSEC

★ وفيما يلى سوف يتم التعرف على تسمية الألكانات مفتوحة السلسلة المستقيمة و المتفرعة حسب نظام الأيوباك.

أولاً تسمية الألكانات مستقيمة السلسلة حسب نظام الأيوباك

تتم تسمية الألكانات مستقيمة السلسلة بإضافة الخاتمة (– ان) إلى البادئة المعبرة عن عدد ذرات الكربون فى المركب.

ويوضح الجدول المقابل أسماء البادئات المعبرة عن عدد ذرات الكربون فى المركب :

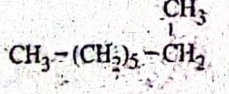
عدد ذرات الكربون	أسماء البادئات
1	ميث – meth –
2	إيث – eth –
3	بروب – prop –
4	بيوت – but –
5	بنت – pent –
6	هكس – hex –
7	هبت – hept –
8	أوكت – oct –
9	نون – non –
10	ديك – dec –

للإيضاح فقط

البادئات (ميث ، إيث ، بروب ، بيوت) هى أسماء شائعة، أما أسماء البادئات التالية لها فهى مقاطع يونانية تعبر عن أعدادها (بنت تعنى خمسة، هكس تعنى ستة، وهكذا ....)

مثال ١

اكتب تسمية الأيوباك للمركب المُعبر عنه بالصيغة البنائية التالية :



فكرة الحل

∵ الصيغة الجزيئية لهذا المركب C_8H_{18} وجميع ذرات الكربون تتصل معًا فى سلسلة واحدة.

∴ هذه الصيغة تعبر عن ألكان مستقيم السلسلة، حيث ينطبق عليه القانون العام للألكانات C_nH_{2n+2}

∵ هذا الألكان يحتوى على 8 ذرات كربون. ∴ بادئة اسم المركب : أوكت –

∵ المركب ألكان مستقيم السلسلة. ∴ خاتمة اسم المركب : – ان

الحـــل

اسم هذا المركب : أوكتان.

مثال ٢

اكتب الصيغة الجزيئية و البنائية للإيثان.

فكرة الحل

∵ بادئة اسم المركب : إيث – ∴ المركب يحتوى على 2 ذرة كربون.

∵ خاتمة اسم المركب : – ان ∴ المركب من الألكانات التى صيغتها العامة : C_nH_{2n+2}

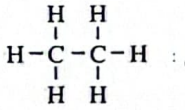
بالتعويض عن قيمة (n) فى الصيغة العامة للألكانات بالمقدار 2

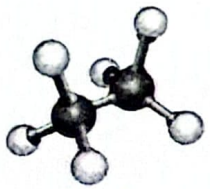
∴ الصيغة الجزيئية للإيثان : $C_2H_{(2\times2)+2} \longrightarrow C_2H_6$

∵ الإيثان من الألكانات.

∴ كل الروابط بين ذرات الكربون من النوع سيجما الأحادية.

∴ الصيغة البنائية للإيثان :

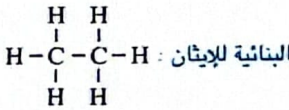




جزىء إيثان

الحـــل

الصيغة الجزيئية للإيثان : C_2H_6 ، الصيغة البنائية للإيثان :



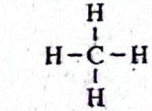
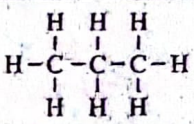
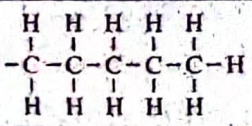
مثال ٣

اكتب الصيغة الجزيئية و البنائية لكل من

(١) الميثان. (٢) البروبان. (٣) البنتان.

فكرة الحل

الحـــل

المركب	عدد ذرات كربون المركب (n)	تطبيق الصيغة العامة (C_nH_{2n+2})	الصيغة الجزيئية	الصيغة البنائية
(١) الميثان	1	$C_1H_{(2\times1)+2}$	CH_4	
(٢) البروبان	3	$C_3H_{(2\times3)+2}$	C_3H_8	
(٣) البنتان	5	$C_5H_{(2\times5)+2}$	C_5H_{12}	

ابحث في التليجرام @TOOPSEC

السلسلة المتجانسة

يوضح الجدول الآتى الصيغ الجزيئية والبنائية والكتل المولية لأول عشرة ألكانات مستقيمة السلسلة :

الألكان	الصيغة الجزيئية	الصيغة البنائية	الكتلة المولية (g/mol) [C = 12 , H = 1]
ميثان	CH_4	CH_4	16
إيثان	C_2H_6	CH_3CH_3	16 + 14 = 30
بروبان	C_3H_8	$CH_3CH_2CH_3$	30 + 14 = 44
بيوتان	C_4H_{10}	$CH_3(CH_2)_2CH_3$	44 + 14 = 58
بنتان	C_5H_{12}	$CH_3(CH_2)_3CH_3$	58 + 14 = 72
هكسان	C_6H_{14}	$CH_3(CH_2)_4CH_3$	72 + 14 = 86
هبتان	C_7H_{16}	$CH_3(CH_2)_5CH_3$	86 + 14 = 100
أوكتان	C_8H_{18}	$CH_3(CH_2)_6CH_3$	100 + 14 = 114
نونان	C_9H_{20}	$CH_3(CH_2)_7CH_3$	114 + 14 = 128
ديكان	$C_{10}H_{22}$	$CH_3(CH_2)_8CH_3$	128 + 14 = 142

ويتضح من مجموعة المركبات الموضحة بالجدول السابق أنه يجمعها قانون جزيئى عام هو (C_nH_{2n+2}) ، ويلاحظ أن كل مركب منها يزيد عن المركب الذى يسبقه بمجموعة ميثيلين Methylene (CH_2) كتلتها المولية 14 g/mol ، وتُعرف مثل هذه السلسلة باسم السلسلة المتجانسة وهى تتميز بتشابه خواصها الكيميائية وتدرج خواصها الفيزيائية.

وهناك العديد من السلاسل المتجانسة الأخرى سوف يرد الحديث عنها، كلٍ فى حينه.

مثال

ألكان (X) كتلته المولية 198 g/mol : [C = 12 , H = 1]

(١) ما الكتلة المولية للألكان (Y) الذى يليه مباشرةً فى نفس السلسلة المتجانسة ؟

(٢) استنتج الصيغة الجزيئية للألكان (X).

الحل

(١) ∵ كل ألكان يزيد عن الألكان الذى يسبقه مباشرةً بمجموعة ميثيلين كتلتها المولية 14 g/mol

∴ الكتلة المولية للألكان (Y) = 198 + 14 = 212 g/mol

(٢) ∵ الصيغة العامة للألكانات : C_nH_{2n+2} ∴ الكتلة المولية للألكان (X) = 12n + 2n + 2 = 198

∴ 14n = 196 ومنها $n = \frac{196}{14} = 14$

∴ الصيغة الجزيئية للألكان (X) = $C_{14}H_{(2\times14)+2} = C_{14}H_{30}$

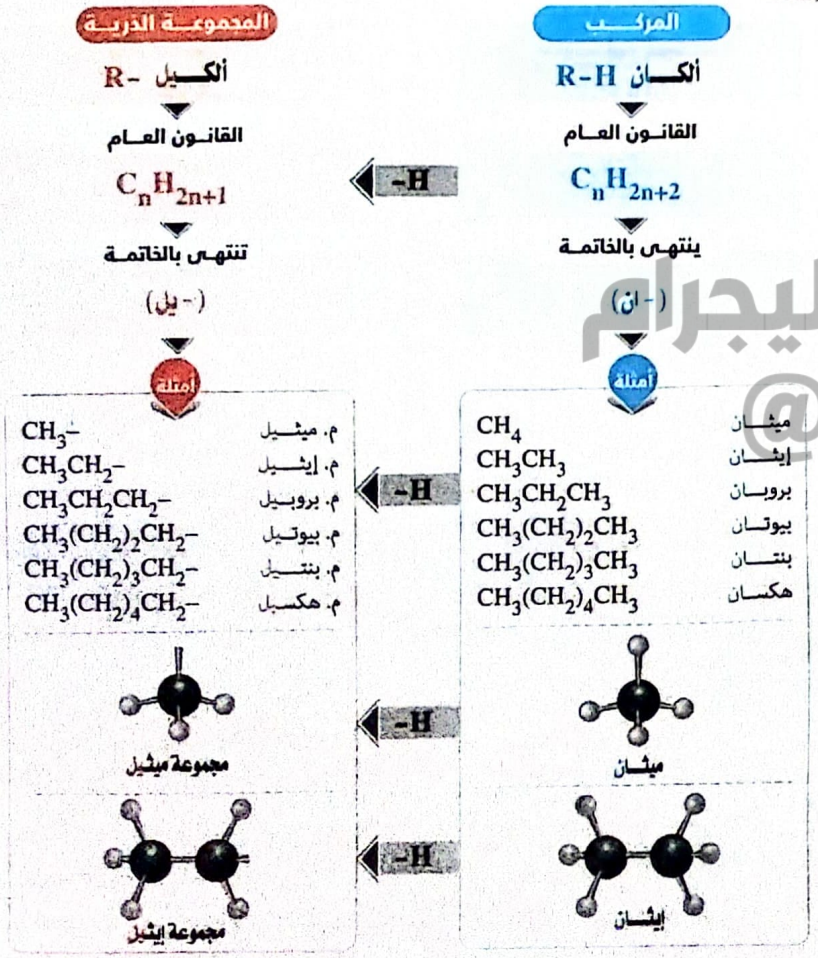
أداء ذاتى

استنتج الصيغة الجزيئية لهيدروكربون أليفاتى مشبع مستقيم السلسلة يحتوى الجزىء منه على 14 ذرة هيدروجين.

مجموعة (شق) الألكيل (R-)

هى مجموعة ذرية لا توجد منفردة وتشتق من الألكان المقابل بعد نزع ذرة هيدروجين منه.

تطبيق



ابحث فى التيليجرام @TOOPSFI

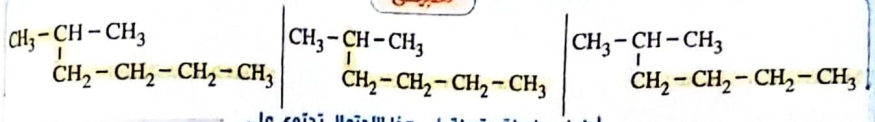
ثانيًا تسمية الألكانات المتفرعة حسب نظام الأيوباك

تتم عملية تسمية الصيغ البنائية للألكان المتفرع **باتباع الخطوات الأربعة التالية :**

الخطوة الأولى تحديد خاتمة اسم الألكان (خاتمة اسم السلسلة الأساسية)

يتم تحديد خاتمة اسم الألكان بتحديد **عدد ذرات الكربون فى أطول** سلسلة كربونية متصلة (السلسلة الأساسية) فى الصيغة البنائية، سواء كانت مستقيمة أو منحنية.

تطبيق



أطول سلسلة متصلة فى هذا الاحتمال تحتوى على

4 ذرات كربون	5 ذرات كربون	6 ذرات كربون
خطأ ✗	خطأ ✗	صواب ✓

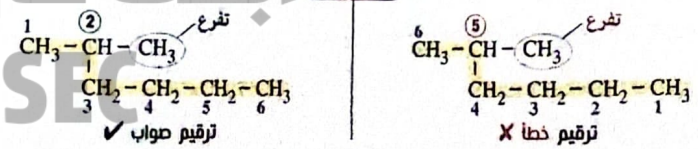
∵ **أطول** سلسلة متصلة من ذرات الكربون تحتوى على 6 ذرات كربون

∴ **السلسلة الأساسية** فى هذه الصيغة البنائية هى لمركب الهكسان

الخطوة الثانية ترقيم ذرات الكربون فى السلسلة الأساسية، **مع مراعاة :**

أ **ترقيم السلسلة الأساسية من الطرف** الأقرب لنقطة التفرع عند وجود **تفرع واحد** فى الصيغة البنائية.

تطبيق

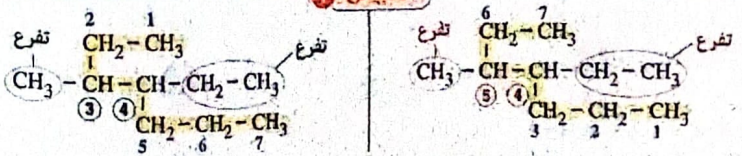


ترقيم صواب ✓ — ترقيم خطأ ✗

لأن الترقيم يجب أن يبدأ من الطرف الأقرب لنقطة التفرع

ب **ترقيم السلسلة الأساسية من الطرف** الذى يؤدى إلى تحديد نقاط التفرع **بأقل مجموع ممكن** عند وجود **أكثر من تفرع** فى الصيغة البنائية.

تطبيق



∵ **مجموع نقاط التفرع فى هذا الاحتمال :**

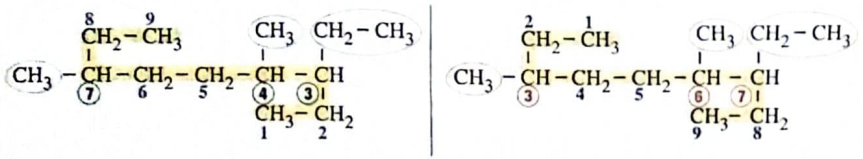
$3 + 4 = 7$ — $4 + 5 = 9$

$7 < 9$

ترقيم صواب ✓ — ترقيم خطأ ✗

لأن مجموع نقاط التفرع يجب أن يكون أقل ما يمكن

تطبيق



∵ **مجموع نقاط التفرع فى هذا الاحتمال :**

$3 + 4 + 7 = 14$ — $3 + 6 + 7 = 16$

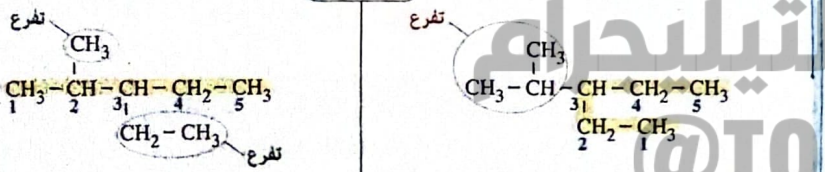
$14 < 16$

ترقيم صواب ✓ — ترقيم خطأ ✗

لأن مجموع نقاط التفرع يجب أن يكون أقل ما يمكن

ج **اختيار السلسلة الأساسية الأكثر تفرعًا** كأساس للتسمية **عند تساوى** عدد ذرات كربون السلسلة الأساسية فى صيغتين بنائيتين لنفس المركب.

تطبيق



ترقيم صواب ✓ — ترقيم خطأ ✗

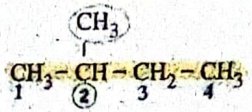
لأن السلسلة الأساسية فى هذا الاحتمال هى لمركب البنتان مع تفرع واحد

لأن السلسلة الأساسية فى هذا الاحتمال هى لمركب البنتان مع تفرعين

الخطوة الثالثة تحديد مقدمة اسم المركب (مواضع وأسماء المجموعات المتفرعة)، **مع مراعاة الآتى :**

أ **يُسبق اسم كل تفرع** بالرقم الدال على **موضع تفرعه** فى السلسلة الأساسية، **مع الفصل** بين الرقم والاسم بشرطة (-).

تطبيق



∵ مجموعة الميثيل متفرعة من ذرة الكربون ②

∴ مقدمة اسم هذا المركب : 2- ميثيل

ابحث في التيليجرام @TOOPSEC

ب **عند تكرار تفرع** مجموعة أو ذرة ما من السلسلة الأساسية **يضاف إلى اسمها** :

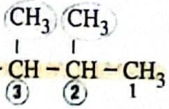
١- الأرقام الدالة على مواضع تفرعها من السلسلة.

٢- البادئة التى تشير إلى عدد مرات تكرارها والتى يوضحها الجدول التالى :

عدد مرات التكرار	مرتين	٣ مرات	٤ مرات
البادئة	ثنائى	ثلاثى	رباعى

★ يتم الفصل بين : • الرقم والرقم بفصلة (،). • الرقم والاسم بشرطة (-).

تطبيق

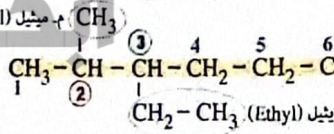


∵ هناك مجموعتى ميثيل - متماثلتين - متفرعتين من الموضعين ② ، ③

∴ مقدمة اسم هذا المركب : 2 ، 3- ثنائى ميثيل.

ج **ترتب التفرعات** ابجديا حسب أسمائها الانجليزية (الانجليزية مجازا) دون التقيد بالترتيب الرقمى لها على ذرات كربون السلسلة الأساسية.

تطبيق



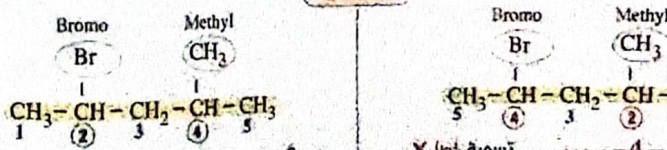
2- ميثيل -3- إيثيل تسمية خطأ ✗ | 3- إيثيل -2- ميثيل تسمية صواب ✓

لأن حرف E يسبق حرف M أبجديًا

∴ تكتب مجموعة الإيثيل قبل مجموعة الميثيل عند تحديد مقدمة اسم المركب

د **عند تساوى مجموع** نقاط تفرعين مختلفين، **يأخذ** التفرع ذو **الحرف الأبجدى** المتقدم الترتيب **الرقمى** الأصغر، بينما يأخذ التفرع ذو **الحرف الأبجدى** المتأخر الترتيب الرقمى الأكبر.

تطبيق



2- ميثيل - 4- برومو تسمية خطأ ✗

2- برومو - 4- ميثيل تسمية صواب ✓

لأن مجموع نقاط التفرعين متساوى فى الاحتمالين

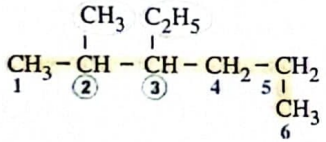
② + ④ = 6 | 6 = 6 | ② + ④ = 6

وحرف B يسبق حرف M أبجديًا

الخطوة الرابعة الصيغة النهائية لاسم الألكان المتفرع

الصيغة النهائية لاسم الألكان تتم **بإضافة** خاتمة اسم المركب (اسم السلسلة الأساسية) إلى مقدمة **اسم المركب**.

تطبيق



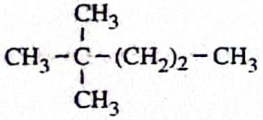
∵ مقدمة اسم المركب : 3- إيثيل -2- ميثيل

∵ السلسلة الأساسية فى هذا الألكان تحتوى على 6 ذرات كربون متصلة. ∴ خاتمة اسم المركب : هكسان.

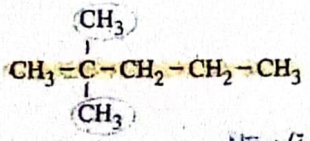
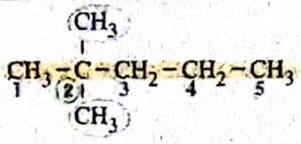
∴ الصيغة النهائية لاسم هذا الألكان المتفرع : 3- إيثيل -2- ميثيل هكسان.

مثال ①

اكتب تسمية الأيوباك للمركب المعبر عنه بالصيغة البنائية المقابلة :



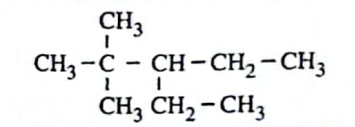
فكرة الحل

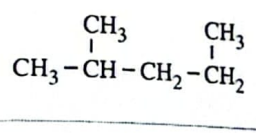
خطوات الحل	التطبيق
الخطوة الأولى: تحديد خاتمة اسم المركب	يتم رسم الصيغة البنائية للمركب بشكل يسهل تحديد عدد ذرات الكربون فى السلسلة الأساسية  ∵ أطول سلسلة متصلة من ذرات الكربون تحتوى على 5 ذرات كربون. ∴ خاتمة اسم المركب (السلسلة الأساسية) : بنتان.
الخطوة الثانية: ترقيم ذرات الكربون فى السلسلة الأساسية	التفرع ينشأ من ذرة الكربون رقم ② 
الخطوة الثالثة: تحديد مقدمة اسم المركب	∵ هناك مجموعتى ميثيل متفرعتين من الموضع ② ∴ مقدمة اسم المركب : 2،2- ثنائى ميثيل.
الخطوة الرابعة: الصيغة النهائية لاسم المركب	مقدمة الاسم : 2،2- ثنائى ميثيل — خاتمة الاسم : بنتان

ابحث في التيليجرام @TOOPSEC

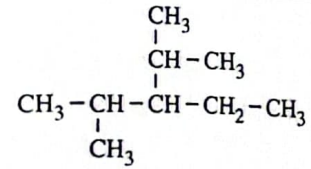
مثال ٢

اكتب تسمية الأيوباك للألكانات المتفرعة التالية :

١ 

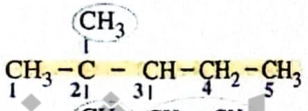
٢ 

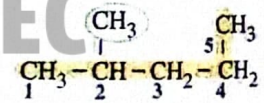
٣ $CH_3CH(C_2H_5)_2$

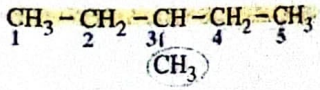
٤ 

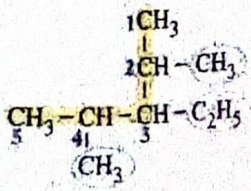
الحل

للإيضاح فقط

١ 
3- إيثيل -2 ، 2- ثنائى ميثيل بنتان

٢ 
2- ميثيل بنتان

٣ 
3- ميثيل بنتان

٤ 
3- إيثيل -2 ، 4- ثنائى ميثيل بنتان

رسم الصيغ البنائية للألكانات المتفرعة بناءً على أسمائها بنظام الأيوباك

مثال تطبيقى

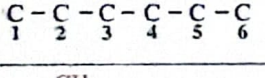
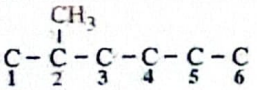
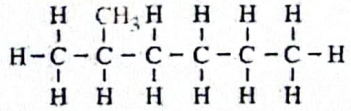
ارسم الصيغة البنائية لمركب 2- ميثيل هكسان.

تعتمد فكرة الحل على مهارة تحليل اسم المركب، كما يتضح من المخطط المقابل ثم تحويل ما تم استنباطه إلى رسم الصيغة البنائية من خلال اتباع الخطوات التالية :

2- ميثيل هكسان

1 أطول سلسلة كربونية (السلسلة الأساسية) تحتوى على 6 ذرات كربون

2 تتفرع مجموعة ميثيل من ذرة الكربون رقم 2

خطوات الحل	التطبيق
الخطوة الأولى: رسم سلسلة تتكون من 6 ذرات كربون	
الخطوة الثانية: إضافة مجموعة ميثيل على ذرة الكربون رقم 2	
الخطوة الثالثة: إضافة ذرات هيدروجين إلى ذرات الكربون بما يُكمل تكافؤها الرباعى	

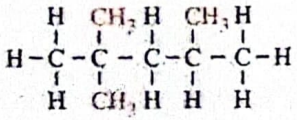
ابحث في التيليجرام @TOPSEC

مثال

ارسم الصيغة البنائية للمركب 2 ، 2 ، 4- ثلاثى ميثيل بنتان، مع كتابة صيغته الجزيئية.

الحل

لرسم الصيغة البنائية يتم اتباع نفس خطوات المثال التطبيقى السابق

* الصيغة البنائية للمركب : 

لكتابة الصيغة الجزيئية يلزم معرفة نوع وعدد الذرات المكونة للمركب

∵ المركب يحتوى على : • 8 ذرات كربون. • 18 ذرة هيدروجين.

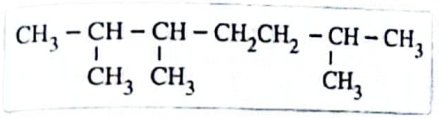
∴ الصيغة الجزيئية للمركب : C_8H_{18}

للتأكد من صحة الإجابة يتم التعويض عن قيمة n بالمقدار 8 فى القانون العام للألكانات : C_nH_{2n+2}

$$C_8H_{(2\times8)+2} \longrightarrow C_8H_{18}$$

أفكار حل أسئلة Open Book تقيس :

مخرج التعلم: تسمية المركبات العضوية (الألكانات) بنظام الأيوباك



١ ما تسمية الأيوباك للمركب المقابل ؟

ⓐ 6،5،2- ثلاثى ميثيل هكسان.

ⓑ 6،3،2- ثلاثى ميثيل هبتان.

ⓒ 6،5،2- ثلاثى ميثيل هبتان.

ⓓ 6،3،2- ثلاثى ميثيل هكسان.

فكرة الحل :

∵ أطول سلسلة كربونية متصلة تحتوى على 7 ذرات كربون.

∴ خاتمة اسم المركب (السلسلة الأساسية) : هبتان.

وعليه يتم استبعاد الاختيارين ⓐ ، ⓓ

∵ هناك 3 مجموعات ميثيل متفرعة من ذرات الكربون 2 ، 3 ، 6

∴ يستبعد الاختيار ⓒ

الحل : الاختيار الصحيح : ⓑ

٢ ما تسمية الأيوباك الصحيحة للمركب الذى سُمّى خطأ باسم 3- إيثيل بيوتان ؟

ⓐ 2- إيثيل بيوتان.

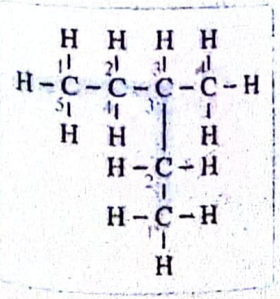
ⓑ 2- بروبيل بيوتان.

ⓒ 3- ميثيل بنتان.

ⓓ 1- ميثيل -1 ، 1- ثنائى إيثيل بروبان.

فكرة الحل :

الصيغة البنائية المقابلة للمركب حسب تسميته الخطأ :



∵ أطول سلسلة كربونية متصلة تحتوى على 5 ذرات كربون.

∴ خاتمة اسم المركب : بنتان.

∵ هناك مجموعة ميثيل متفرعة من ذرة الكربون 3

∴ تسمية الأيوباك الصحيحة لهذا المركب : 3 - ميثيل بنتان.

الحل : الاختيار الصحيح : ⓒ

مشتقات الألكانات الهالوچينية (RX)

تُعرف عناصر المجموعة 7A (17) فى الجدول الدورى الحديث باسم الهالوچينات، وتُعرف أيوناتها السالبة باسم الهاليدات ويوضح الجدول التالى الهالوچينات وهالايداتها المقابلة :

الهالوچين (X)	الهاليد (X^-)
الفلور	الفلوريد
الكلور	الكلوريد
البروم	البروميد
اليود	اليوديد

هناك طريقتان لتسمية مشتقات الألكانات الهالوچينية، وهما :

- **التسمية الشائعة :** على وزن هاليد ألكيل.
- **تسمية الأيوباك :** على وزن هالوألكان،

حيث يكتب اسم الهالوچين منتهيًا بالحرف (و) يعقبه اسم الألكان المكون لمجموعة الألكيل.

ويوضح الجدول الآتى بعض مشتقات الألكانات الهالوچينية وتسميتها :

الألكان	الميثان	الإيثان	البروبان
المشتق الهالوچينى	CH_3Cl	C_2H_5Br	$CH_3CH_2CH_2I$
التسمية الشائعة (هاليد ألكيل)	كلوريد ميثيل	بروميد إيثيل	يوديد بروبيل
تسمية الأيوباك (هالوألكان)	كلوروميثان	بروموإيثان	يودوبروبان

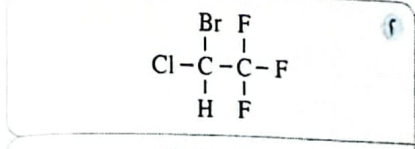
الجدول التالى يوضح بعض التفرعات مرتبة ابجديا تبعًا لأسمائها :

	الاسم		الرمز
١	Bromo	برومو	$-Br$
٢	Chloro	كلورو	$-Cl$
٣	Ethyl	إيثيل	$-C_2H_5$
٤	Fluoro	فلورو	$-F$
٥	Iodo	يودو	$-I$
٦	Methyl	ميثيل	$-CH_3$

ابحث في التيليجرام @TOOPSEC

مثال ١

اكتب أسماء المركبات الآتية تبعًا لنظام الأيوباك :

١ 

٢

٣

٤

الحل

١ 1،1،1- ثلاثى كلوروبيوتان.

٢ 2- برومو -2- كلورو -1،1،1- ثلاثى فلوروإيثان.

٣ 2- كلورو -4- ميثيل بنتان.

٤ 3،2- ثنائى كلورو -4،2- ثنائى ميثيل هكسان.

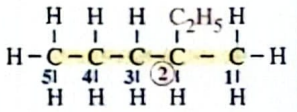
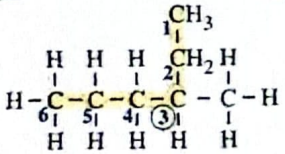
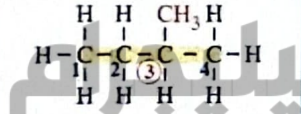
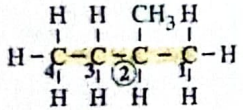
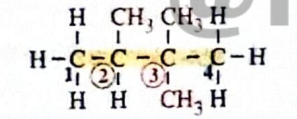
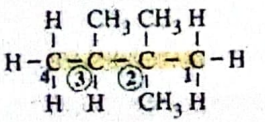
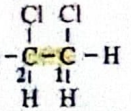
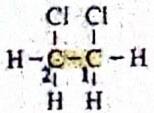
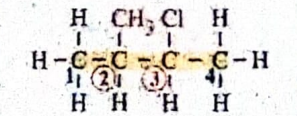
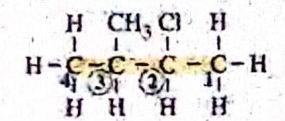
مثال ٢

اكتب الصيغ البنائية للمركبات التالية، موضحًا وجه الاعتراض على هذه التسمية،
ثم اكتب الاسم الصحيح لكل منها تبعًا لنظام الأيوباك :

١ 2- إيثيل بنتان. ٢ 3- ميثيل بيوتان. ٣ 3،3،2- ثلاثى ميثيل بيوتان.

٤ 1- كلورو -2- كلوروإيثان. ٥ 2- ميثيل -3- كلوروبيوتان.

الحل

	الصيغة البنائية للمركب	وجه الاعتراض على التسمية	التسمية الصحيحة
١	 2- إيثيل بنتان ✗	لم ينسب اسم المركب لأطول سلسلة كربونية	 3- ميثيل هكسان ✓
٢	 3- ميثيل بيوتان ✗	الترقيم لم يبدأ من الطرف الأقرب للتفرع	 2- ميثيل بيوتان ✓
٣	 3،3،2- ثلاثى ميثيل بيوتان ✗	الترقيم لم يبدأ من الطرف الصحيح الذى يحقق أقل مجموع لأرقام التفرعات	 3،2،2- ثلاثى ميثيل بيوتان ✓
٤	 1- كلورو -2- كلوروإيثان ✗	لم يستخدم المقطع ثنائى للدلالة على عدد مرات تكرار التفرعات	 2،1- ثنائى كلوروإيثان ✓
٥	 2- ميثيل -3- كلوروبيوتان ✗	ترتيب أسماء التفرعات لم يتبع الترتيب الأبجدى الصحيح لبدايات أسماء التفرعات	 2- كلورو -3- ميثيل بيوتان ✓

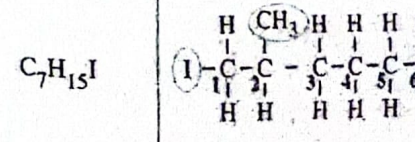
مثال ٣

اكتب الصيغة البنائية والصيغة الجزيئية لكل مركب من المركبين التاليين :

١ 1- يودو -2- ميثيل هكسان.

٢ 4- كلورو -2،2- ثنائى ميثيل بنتان.

الحل

	المركب	الصيغة البنائية	الصيغة الجزيئية
١	1- يودو -2- ميثيل هكسان		$C_7H_{15}I$
٢	4- كلورو -2 ، 2- ثنائى ميثيل بنتان		$C_7H_{15}Cl$

ابحث في التيليجرام @TOOPSEC

أفكار حل أسئلة Open Book تقيس :

مخرج التعلم: تسمية المركبات العضوية (مشتقات الألكانات الهالوجينية) بنظام الأيوباك.

ما تسمية الأيوباك للمركب : $CH_2ICH_2CHBrCHClCH_3$ ؟

① 3- برومو -2- كلورو -5- يودوبنتان.

② 2- كلورو -3- برومو -5- يودوبنتان.

③ 1- يودو -3- برومو - 4 - كلوروبنتان.

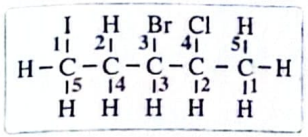
④ 3- برومو - 4 - كلورو - 1- يودوبنتان.

فكرة الحل :

∵ التفرعات ترتب أبجديًا حسب أسمائها باللغة الإنجليزية.

∴ ترتب التفرعات بالترتيب كالتالى : برومو ، كلورو ، يودو.

وعليه يتم استبعاد الاختيارين ② ، ③



∵ ترقيم السلسلة الأساسية يكون من الطرف الذى يؤدى إلى تحديد نقاط التفرع بأقل مجموع ممكن.

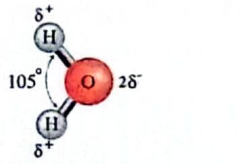
(مجموع التفرعات $(3 + 4 + 1 = 8)$ يكون أقل من مجموع التفرعات $(3 + 2 + 5 = 10)$)

∴ الترقيم سوف يبدأ من اليسار.

الحل : الاختيار الصحيح : ①

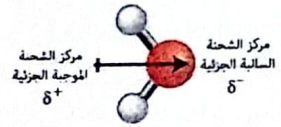
١ الماء مذيب قطبى

جزىء الماء H_2O قطبى، لأنه يتخذ فى الفراغ شكل زاوى، تكون فيه الزاوية بين الرابطتين $(O - H)$ 105° وهو ما يجعل للجزىء قطب سالب جزئى δ^- وهو المنطقة المحيطة بذرة الأكسجين وقطب موجب جزئى δ^+ وهو المنطقة بين ذرتى الهيدروجين.



قطبية الرابطة $(O - H)$ فى جزىء الماء

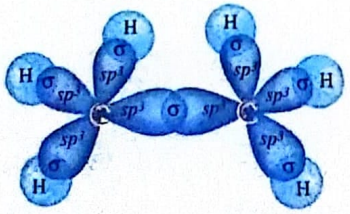
يعتبر الماء من أهم المذيبات القطبية، لقدرته الفائقة على إذابة أعدادًا هائلة من المواد الأيونية وبعض المواد التساهمية غير القطبية والتى تتميز بقدرتها على تكوين روابط هيدروچينية مع الماء مثل السكروز (سكر المائدة).



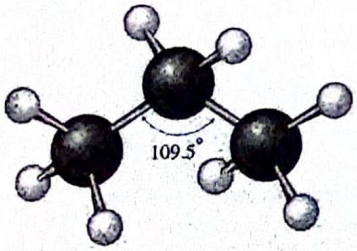
جزىء H_2O قطبى
(محصلة عزم الأزدواج القطبى لا تساوى zero)

٢ الروابط سيجما فى الألكانات

ترتبط كل ذرة كربون **فى الألكان بأربع روابط سيجما** من النوع sp^3 وتكون الزاوية بين أى رابطتين منها 109.5°



الروابط سيجما σ فى جزىء الإيثان



الزاوية بين الروابط sp^3 فى البروبان تساوى 109.5°

الألكانات (كالميثان CH_4) مركبات غير قطبية، لعدة أسباب منها :

- الشكل الفراغى للجزىء.
- تساوى قيم الزوايا بين الروابط.
- الفرق فى السالبية الكهربية بين ذرتى الكربون والهيدروچين 0.4

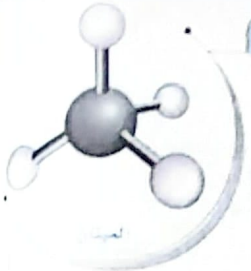
ابحث في التليجرام
@TOOPSEC

الباب 5

الدرس الثالث

الميثان

الميثان CH_4 كممثل للألكانات

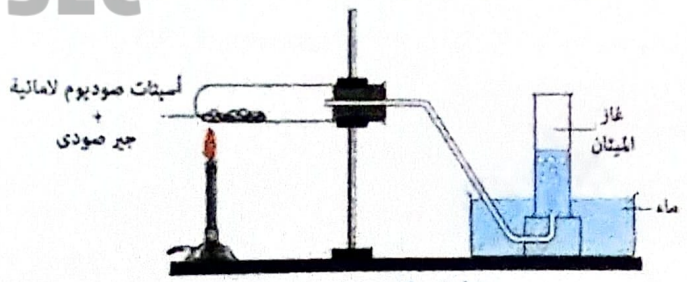


- توجد الألكانات بكميات كبيرة فى النفط الخام، ويتم فصلها عن بعضها بواسطة التقطير التجزيئى.
- يمثل الميثان - أول سلسلة الألكانات - أبسط المركبات العضوية على الإطلاق.
- يُشكل غاز الميثان أكثر من 90% من الغاز الطبيعى الموجود فى باطن الأرض أو مصاحبًا للبترول، كما يوجد فى مناجم الفحم التى قد تتعرض للانفجار نتيجة لاشتعاله.
- يُسمى غاز الميثان بغاز المستنقعات، لأنه يخرج على هيئة فقاقيع من قاع المستنقعات نتيجة لتحلل المواد العضوية الموجودة فيها.

غاز المستنقعات

تحضير غاز الميثان فى المعمل

- يحضر غاز الميثان فى المعمل بالتقطير الجاف لملح أسبتات الصوديوم اللامائية مع الجير الصودى (خليط من الصودا الكاوية NaOH والجير الحى CaO) باستخدام جهاز كالمبين بالشكل :



جهاز تحضير غاز الميثان فى المعمل

$$CH_3COONa_{(s)} + NaOH_{(s)} \xrightarrow[\Delta]{CaO} CH_{4(g)} + Na_2CO_{3(s)}$$

فسر : استخدام الجير الصودى بدلًا من الصودا الكاوية فقط فى تحضير غاز الميثان فى المعمل.

لأن أكسيد الكالسيوم CaO الموجود فى الجير الصودى مع هيدروكسيد الصوديوم NaOH يقوم بخفض درجة انصهار خليط التفاعل.

أفكار حل أسئلة Open Book تقيس مخرج التعلم

النقطير الجاف لمركب بيوتانوات الصوديوم $CH_3(CH_2)_2COONa$ فى وجود الجير الصودى، يكوّن

(أ) بروبان. (ب) بروبين. (جـ) إيثان. (د) بيوتان.

◄ فكرة الحل :

عند النقطير الجاف للملح الصوديومى، فإن عدد ذرات (C) فى المركب العضوى الناتج يقل ذرة واحدة عن الملح، كما يلى

- عند النقطير الجاف لملح أسبنات الصوديوم اللامائية مع الجير الحى يتكون الميثان.

$$CH_3COONa_{(s)} + NaOH_{(s)} \xrightarrow[\Delta]{CaO} CH_{4(g)} + Na_2CO_{3(s)}$$

- وبنفس الكيفية يؤدى النقطير الجاف لمركب بيوتانوات الصوديوم مع الجير الصودى إلى تكوين البروبان.

$$C_3H_7COONa_{(s)} + NaOH_{(s)} \xrightarrow[\Delta]{CaO} C_3H_{8(g)} + Na_2CO_{3(s)}$$

الحل : الاختيار الصحيح : (أ)

للإيضاح فقط

النقطير الجاف لملح فورمات الصوديوم ينتج عنه ملح كربونات صوديوم وغاز الهيدروجين

$$HCOONa_{(s)} + NaOH_{(s)} \xrightarrow[\Delta]{CaO} Na_2CO_{3(s)} + H_{2(g)}$$

ابحث في التليجرام
@TOOPSEC

الخواص العامة للألكانات

تتناول الخواص العامة للألكانات كل من :

أولًا الخواص الفيزيائية — ثانيًا الخواص الكيميائية

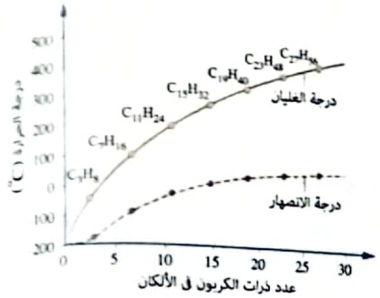
أولًا الخواص الفيزيائية للألكانات

١ **الحالة الفيزيائية : تتواجد الألكانات فى حالات المادة الثلاث، كما يتضح من الجدول التالى :**

الألكانات الغازية	الألكانات السائلة	الألكانات الصلبة
الألكانات التى تحتوى من 1 : 4 ذرة كربون وهى • الميثان. • الإيثان. • البروبان. • البيوتان.	الألكانات التى تحتوى من 5 : 17 ذرة كربون، مثل • الجازولين. • الكيروسين.	الألكانات التى تحتوى على أكثر من 17 ذرة كربون، مثل • شمع البرافين. • الشحوم.

٢ درجة الغليان و الانصهار :

من الشكل البيانى المقابل يتضح أنه كلما ازداد عدد ذرات الكربون فى الألكان مستقيم السلسلة (غير المتفرع) وبالتالى كتلته المولية ازدادت درجة غليانه ودرجة انصهاره.



تطبيقات

١ يستخدم غاز الميثان (الغاز الطبيعى) كوقود فى المنازل.

٢ يستخدم خليط البروبان والبيوتان كوقود - بعد إسالته - وتعبئته فى الأسطوانات المعروفة باسم أسطوانات البوتاجاز.

فسر: تحتوى أسطوانات وقود البوتاجاز التى توزع فى المناطق الباردة على نسبة من البروبان أكبر من البيوتان، على عكس تلك التى توزع فى المناطق الدافئة.

لأن غاز البروبان أكثر تطايرًا (أقل فى درجة الغليان) من غاز البيوتان.

أسطوانة بوتاجاز المناطق الباردة

أسطوانة بوتاجاز المناطق الدافئة

٣ يستخدم كلًا من الجازولين والكيروسين كوقود.

٣ الذوبان : الألكانات مواد غير قطبية لا تذوب فى المذيبات القطبية كالماء.

تطبيق

تغطى الفلزات كالحديد بالألكانات الثقيلة مثل الشحوم، لحمايتها من التآكل، حيث أن الألكانات مواد غير قطبية لا تذوب فى الماء.

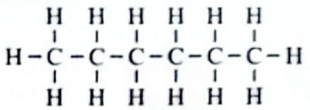
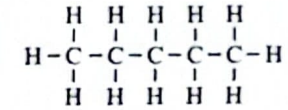
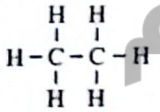
يطفو البراهين فوق سطح الماء

مثال

اكتب الصيغ البنائية للمركبات الآتية، ثم رتبها تصاعديًا حسب درجة غليانها، مع التفسير

• هكسان عادى. • بنتان عادى. • إيثان. [C = 12 , H = 1]

الحل

المركب	الصيغة البنائية	الصيغة الجزيئية	الكتلة المولية (g/mol)
هكسان عادى		C_6H_{14}	$(12 \times 6) + 14 = 86$
بنتان عادى		C_5H_{12}	$(12 \times 5) + 12 = 72$
إيثان		C_2H_6	$(12 \times 2) + 6 = 30$

ترتب هذه المركبات تصاعديًا حسب درجة غليانها، كالتالى :

إيثان < بنتان عادى < هكسان عادى

لأن درجة غليان الألكانات غير المتفرعة تزداد بزيادة كتلها المولية.

ثانيًا الخواص الكيميائية للألكانات

تعتبر الألكانات مركبات **خاملة كيميائيًا نسبيًا**، لارتباط ذرات الكربون فى جزيئاتها بروابط أحادية من النوع سيجما (σ) القوية التى يصعب كسرها إلا تحت ظروف خاصة.

بعض تفاعلات الألكانات

١ تفاعل الاحتراق

٢ عمليات التكسير الحرارى الحفزى

٣ التفاعل مع الهالوجينات

ابحث في التيليجرام @TOOPSEC

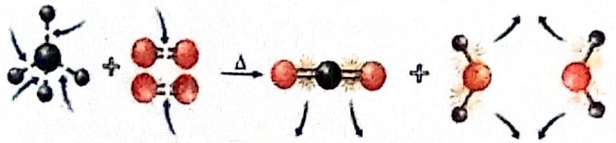
١ تفاعل احتراق الألكانات

- الاحتراق التام لأى هيدروكربون (كالألكانات) ينتج عنه غاز ثانى أكسيد الكربون وبخار الماء من خلال تفاعل طارد للحرارة.
- تستخدم الألكانات مثل الميثان كوقود، لأنها تحترق من خلال تفاعل **طارد للحرارة** مكونة غاز ثانى أكسيد الكربون وبخار الماء.

احتراق بخار الميثان عملية طاردة للحرارة

$$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} CO_{2(g)} + 2H_2O_{(v)} + Energy$$

ميثان — أكسجين — ثانى أكسيد الكربون — بخار ماء



تمتص طاقة أثناء كسر الروابط — تنطلق طاقة عند تكوين الروابط

مثال

احسب حجم غاز ثانى أكسيد الكربون المتصاعد (at STP) عند احتراق 1 mol بالكامل من كل من

(١) غاز البروبان. (٢) غاز البيوتان.

الحل

(١)
$$C_3H_{8(g)} + 5O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} 3CO_{2(g)} + 4H_2O_{(v)}$$

1 mol — 3 mol

حجم الغاز (L) = عدد مولات الغاز (mol) × 22.4 (L/mol)

∴ حجم غاز CO_2 المتصاعد = 3 × 22.4 = 67.2 L

(٢)
$$2C_4H_{10(g)} + 13O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} 8CO_{2(g)} + 10H_2O_{(v)}$$

2 mol — 8 mol

1 mol — ? mol

عدد مولات غاز CO_2 الناتجة من احتراق 1 mol من غاز C_4H_{10} = $\frac{8}{2}$ = 4 mol

∴ حجم غاز CO_2 المتصاعد = 4 × 22.4 = 89.6 L

٢ عمليات التكسير الحرارى الحفزى

وحدة تكسير حرارى حفزى

- تجرى عملية التكسير الحرارى الحفزى **أثناء تكرير البترول** ويتم فيها **تحويل** النواتج البترولية الثقيلة ذات السلسلة الكربونية الطويلة (الأقل استخدامًا) **إلى** جزيئات أصغر وأخف (أكثر استخدامًا).
- **تتم هذه العملية بتسخين** منتجات البترول الثقيلة تحت ضغط مرتفع فى وجود عوامل حفازة، فينتج نوعين من النواتج، **هما** :
  - **الكانات** ذات سلسلة قصيرة تستخدم كوقود للسيارات مثل الجازولين الذى يحتاجه العالم باستمرار.
  - **الكينات** ذات سلسلة قصيرة مثل الإيثين والبروبين واللذين تقوم عليهما صناعات كيميائية كثيرة، أهمها صناعة البوليمرات.

ابحث في التليجرام @100PSEC

- **تطبيق** : التكسير الحرارى الحفزى لمركب الأوكتان.
- يتحول الأوكتان بالتكسير الحرارى الحفزى إلى بيوتان (ألكان) وبيوتين (ألكين).

$$C_8H_{18(l)} \xrightarrow[cat]{\Delta/P} C_4H_{10(g)} + C_4H_{8(g)}$$

أوكتان — بيوتان — بيوتين

أداء ذاتى

فى تفاعل التكسير الحرارى الحفزى المعبر عنه بالمعادلة التالية :

$$C_{10}H_{22} \longrightarrow C_6H_{14} + 2Y$$

استنتج الصيغة الجزيئية للناتج Y وإلى أى نوع من الهيدروكربونات ينتمى ؟

.....

.....

.....

٣ التفاعل مع الهالوجينات

تتفاعل الألكانات مثل الميثان مع الهالوجينات مثل غاز الكلور بالتسخين إلى $400^{\circ}C$ أو فى وجود الأشعة فوق البنفسجية (UV) فى سلسلة من تفاعلات الاستبدال ويتوقف الناتج على نسبة كل من الألكان والهالوجين فى خليط التفاعل.

$$CH_{4(g)} + Cl_{2(g)} \xrightarrow{UV} CH_3Cl_{(g)} + HCl_{(g)}$$

$$CH_3Cl_{(g)} \xrightarrow[UV]{Cl_{2(g)}} CH_2Cl_{2(g)} + HCl_{(g)}$$

$$CH_2Cl_{2(g)} \xrightarrow[UV]{Cl_{2(g)}} CHCl_{3(g)} + HCl_{(g)}$$

$$CHCl_{3(g)} \xrightarrow[UV]{Cl_{2(g)}} CCl_{4(l)} + HCl_{(g)}$$

ويمكن كتابة سلسلة تفاعلات الاستبدال السابقة، كالتالى :

$$\underset{\text{ميثان}}{CH_{4(g)}} + Cl_{2(g)} \xrightarrow{UV} \underset{\substack{\text{كلورميثان}\\ \text{(كلوريد ميثيل)}}}{CH_3Cl_{(g)}} + HCl_{(g)}$$

$$CH_3Cl_{(g)} + Cl_{2(g)} \xrightarrow{UV} \underset{\substack{\text{ثنائى كلورميثان}\\ \text{(كلوريد ميثيلين)}}}{CH_2Cl_{2(g)}} + HCl_{(g)}$$

$$CH_2Cl_{2(g)} + Cl_{2(g)} \xrightarrow{UV} \underset{\substack{\text{ثلاثى كلورميثان}\\ \text{(كلوروفورم)}}}{CHCl_{3(g)}} + HCl_{(g)}$$

$$CHCl_{3(g)} + Cl_{2(g)} \xrightarrow{UV} \underset{\substack{\text{رباعى كلورميثان}\\ \text{(رابع كلوريد الكربون)}}}{CCl_{4(l)}} + HCl_{(g)}$$

فسر: لا يتم تفاعل هلجنة الألكانات فى الظلام.

لعدم توافر الأشعة فوق البنفسجية اللازمة لكسر الرابطة سيجما القوية (C – H) التى يصعب كسرها.

مثال

ما عدد مولات غاز HCl الناتجة من تفاعل 1 mol من غاز الميثان مع وفرة من غاز الكلور فى وجود الأشعة فوق البنفسجية ؟ مع التفسير.

الحل

$$CH_{4(g)} + 4Cl_{2(g)} \xrightarrow{UV} CCl_{4(l)} + 4HCl_{(g)}$$

ينتج 4 mol من غاز HCl / لأن كل جزىء من الميثان يحتوى على أربع ذرات هيدروجين يتم استبدالها بذرات كلور فى سلسلة من أربعة تفاعلات.

أداء ذاتى

وضح بالمعادلات الرمزية كيفية الحصول على الكلوروفورم من أسيتات الصوديوم اللامائية.

.....

.....

.....

.....

ابحث في التيليجرام @TOOPSEC

أفكار حل أسئلة Open Book تقيس :

مخرج التعلم: التعرف على أنواع التفاعلات العضوية المختلفة (تفاعلات الألكانات).

١ المعادلة الآتية تعبر عن إحدى العمليات التى تجرى على أحد نواتج زيت البترول :

$$C_{16}H_{34} \xrightarrow[cat]{\Delta/P} C_8H_{18} + C_4H_8 + 2C_2H_4$$

أى مما يأتى يعتبر صحيحًا ؟

الاختيارات	العملية الحادثة	الصيغة العامة للمادة المتفاعلة
①	إعادة تشكيل	C_nH_{2n-2}
②	إعادة تشكيل	C_nH_{2n+2}
③	تكسير حرارى حفزى	C_nH_{2n+2}
④	تكسير حرارى حفزى	C_nH_{2n}

فكرة الحل :

∵ العملية الحادثة يُجرى فيها تحويل جزىء طويل السلسلة الكربونية إلى جزيئات أصغر وأخف.

∴ التفاعل الحادث يعبر عن عملية تكسير حرارى حفزى.

وعليه يستبعد الاختيارين ① ، ②

∵ عملية التكسير الحرارى الحفزى يُجرى للألكانات (صيغتها العامة : C_nH_{2n+2}).

∴ يستبعد الاختيار ④

الحل : الاختيار الصحيح : ③

٢ وعاء يحتوى على وفرة من غاز الميثان مع الكلور مُعرض للأشعة فوق البنفسجية.

ما المواد الموجودة فى هذا الوعاء بعد انتهاء التفاعل؟

الاختيارات	CH_4	CH_3Cl	CCl_4	HCl
①	✗	✓	✓	✗
②	✗	✓	✗	✓
③	✓	✗	✓	✓
④	✓	✓	✓	✓

فكرة الحل :

∵ الوعاء يحتوى على وفرة من غاز الميثان.

∴ يتواجد غاز الميثان فى وعاء التفاعل بعد انتهاءه.

وعليه يستبعد الاختيارين ① ، ②

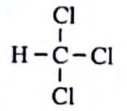
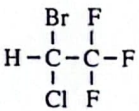
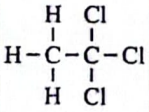
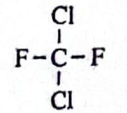
∵ كمية من الكلور تتفاعل مع غاز الميثان مكونة CH_3Cl

$$CH_{4(g)} + Cl_{2(g)} \xrightarrow{UV} CH_3Cl_{(g)} + HCl_{(g)}$$

∴ يستبعد الاختيار ③

الحل : الاختيار الصحيح : ④

استخدامات المشتقات الهالوجينية للألكانات

المركب	الصيغة الجزيئية	الصيغة البنائية	الاستخدام
الكلوروفورم (ثلاثى كلوروميثان)	$CHCl_3$		كان يستخدم كمادة مخدرة فى العمليات الجراحية، ولكن توقف استخدامه الآن، لأن عدم التقدير الدقيق للجرعة اللازمة منه للمريض قد يتسبب فى وفاته
الهالوثان (2- برومو -2- كلورو - 1،1،1- ثلاثى فلورو ايثان)	$CHBrClCF_3$		يستخدم كمخدر آمن
1،1،1- ثلاثى كلورو ايثان	CH_3CCl_3		يستخدم فى عمليات التنظيف الجاف
المشتقات الهالوجينية للألكانات والتى تعرف بالفريونات، مثل : • رباعى فلوروميثان (رابع فلوريد الكربون)	CF_4		تستخدم : • فى أجهزة التكييف والثلاجات. • كمواد دافعة للسوائل والروائح. • كمنظفات للأجهزة الإلكترونية.
• ثنائى كلورو-ثنائى فلوروميثان (أشهر الفريونات)	CF_2Cl_2		

مميزات و أضرار الفريونات :

* **مميزات الفريونات :**

• رخيصة الثمن. • سهلة الإسالة. • غير سامة. • لا تسبب تآكل المعادن.

* **أضرار الفريونات :**

• تسبب تآكل فى طبقة الأوزون التى تقى الأرض من أخطار الأشعة فوق البنفسجية، لذا يوجد اتفاق دولى بتحريم استخدام الفريونات بداية من عام 2020

ابحث في التيليجرام @100PSEC

الأهمية الاقتصادية للألكانات

تلعب الألكانات دورًا هامًا كوقود وكمواد أولية
فى تحضير العديد من المركبات العضوية الأخرى،
كما يتضح من الأمثلة الآتية :

١ الحصول على الكربون المجزأ (أسود الكربون) من الميثان :

عند تسخين الميثان (بمعزل عن الهواء) لدرجة 1000°C
يتكون الكربون المجزأ.

$$\underset{\text{ميثان}}{CH_{4(g)}} \xrightarrow[\text{no air}]{1000^{\circ}C} 2H_{2(g)} + \underset{\text{أسود الكربون}}{C_{(s)}}$$

مسحوق أسود الكربون

• استخدامات الكربون المجزأ •

صناعة إطارات السيارات	صناعة الحبر الأسود	صناعة البويـــات	صناعة ورنيـش الأحذيـة

٢ الحصول على الغاز المائى من الميثان :

يتكون الغاز المائى من تسخين غاز الميثان مع بخار الماء فى وجود عامل حفاز.

$$\underset{\text{ميثان}}{CH_{4(g)}} + H_2O_{(v)} \xrightarrow[\text{cat}]{725^{\circ}C} \underset{\text{الغاز المائى}}{CO_{(g)}} + 3H_{2(g)}$$

• استخدامات الغاز المائى •

- يستخدم كمادة مختزلة (كما فى فرن مدركس).
- يستخدم كوقود.

أفكار حل أسئلة Open Book تقيس :

مخرج التعلم: شرح الأهمية الاقتصادية للهيدروكربونات ومشتقاتها

١ يُجرى خبراء صناعة إطارات السيارات تعديلات مستمرة على الإطارات إلا أنهم لا يمكنهم تغيير لونها الأسود.
ما السبب العلمى لعدم إمكانية تغيير لون إطارات السيارات ؟

(أ) لأن المطاط المصنوع منه الإطارات يكون أسود اللون.
(ب) لأنه يلزم إضافة أسود الكربون إليها للحفاظ عليها من التآكل.
(جـ) لأنه يلزم إضافة أكسيد النحاس الأسود إليها لعدم تعريض الإطارات للجفاف.
(د) لأن لون الإطارات الأسود يتناسب مع لون الأسفلت الأسود.

فكرة الحل :

لون الإطارات الأسود يعود إلى إضافة الكربون المجزأ (أسود الكربون) إلى المطاط الأبيض المستخدم بغرض إطالة عمر الإطارات بحمايتها من التآكل.

الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

ابحث في التيليجرام
@TOOPSEC

٢ يتكون الغاز المائى من تسخين غاز الميثان مع بخار الماء، تبعًا للتفاعل التالى :

$$CH_{4(g)} + H_2O_{(v)} \rightleftharpoons CO_{(g)} + 3H_{2(g)}$$

ما الظروف التى تزيد من كمية الغاز المائى المتكونة ؟

(أ) رفع درجة الحرارة ورفع الضغط.
(ب) رفع درجة الحرارة وخفض الضغط.
(جـ) خفض درجة الحرارة ورفع الضغط.
(د) خفض درجة الحرارة وخفض الضغط.

فكرة الحل :

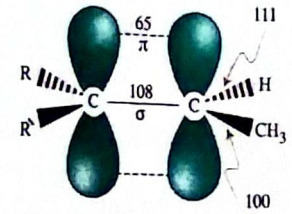
∵ هذا التفاعل يتم بالتسخين إلى درجة حرارة 725°C
∴ يستبعد الاختيارين (جـ) ، (د)

∵ عدد مولات الغاز المائى الناتج (4 mol) أكبر من مجموع عدد مولات الميثان وبخار الماء (2 mol).
∴ يزداد معدل التفاعل الطردى بخفض الضغط الخارجى.

الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

١ الرابطة باى و الرابطة سيجما

- **الرابطة باى (π)** أضعف من **الرابطة سيجما (σ)**، لأن الرابطة باى تنشأ من تداخل الأوربيتالات الذرية مع بعضها بالجنب فيسهل كسرها، أما الرابطة سيجما فتنشأ من تداخل الأوربيتالات الذرية مع بعضها بالرأس فيصعب كسرها.

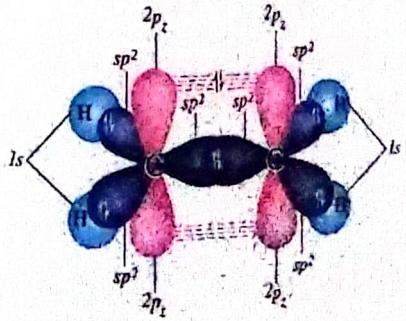


قوة الروابط فى الألكينات مقدرة بوحدة (kcal/mol)
«للإيضاح فقط»

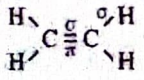
٢ تكوين الروابط سيجما و الروابط باى فى جزىء الإيثين

- **فى جزىء الإيثين** ترتبط ذرتى الكربون ببعضهما، وترتبط كل منهما بذرتى هيدروجين عن طريق نوعين من الروابط، هما :
  - **الرابطة سيجما (σ)** وتنشأ من التداخل بالرأس بين الأوربيتالات الذرية.
  - **الرابطة باى (π)** وتنشأ من التداخل بالجنب بين الأوربيتالات الذرية.

كما يتضح من الشكلين التاليين :



تكوين الروابط سيجما و باى فى جزىء الإيثين



جزىء الإيثين

تصنف الهيدروكربونات الأليفاتية غير المشبعة مفتوحة السلسلة إلى قسمين، هما :

- سلسلة الألكينات.
- سلسلة الألكاينات.

سلسلة الألكينات

- الألكينات هى هيدروكربونات أليفاتية غير مشبعة مفتوحة السلسلة، يوجد بين ذرات الكربون فى جزيئاتها رابطة مزدوجة واحدة على الأقل.
- تسمى سلسلة الألكينات **بالأوليفينات**.

للإيضاح فقط

اشتق اسم أوليفين من الكلمة اللاتينية أوليم (oleum) والتى تعنى زيت (Oil) نظرًا لاحتواء الزيوت النباتية على روابط مزدوجة فى سلاسلها الكربونية.

- **الألكينات سلسلة متجانسة قانونها العام :**

$$C_nH_{2n} \quad (n > 1)$$

- تشتق الألكينات من الألكانات المقابلة لها بانتزاع **ذرتى هيدروجين** منها، وعلى هذا الأساس يقل كل مركب فى هذه السلسلة عن الألكان المقابل له بعدد 2 ذرة هيدروجين ويتم استبدال الخاتمة (- ان) فى اسم الألكان حسب نظام الأيوباك بالخاتمة (- ين) فى الألكين المقابل.

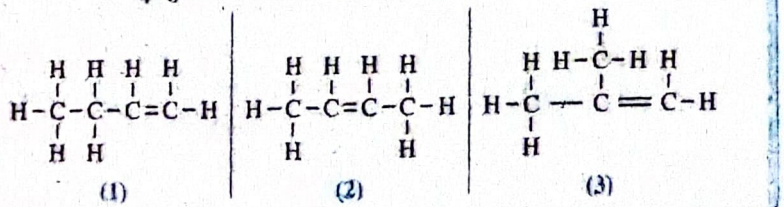
$$C_nH_{2n+2} \xrightarrow{-2H} C_nH_{2n}$$
ألكان ← ألكين

تطبيق

$$C_2H_6 \xrightarrow{-2H} C_2H_4$$
إيثان ← إيثين

ملحوظة

أول صيغة جزيئية فى سلسلة الألكينات تكون لها عدة ايزومرات هى : C_4H_8



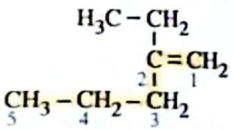
ابحث في التيليجرام @TOOPSEC

تسمية الأيوباك لمركبات الألكينات

يراعى مراجعة تسمية الألكانات، مراعاةً لعدم تكرار بعض النقاط الأساسية
فى تسمية جميع المركبات العضوية ثم تراعى الخطوات التالية

	الخطـــوات
الخطوة الأولى	تحديد أطول سلسلة كربونية تحتوى على رابطة مزدوجة (=)
الخطوة الثانية	تسمية أطول سلسلة كربونية باسم البادئة المعبرة عن عدد ذرات الكربون، وتضاف الخاتمة (- ين) إلى نهاية اسم السلسلة الأساسية
الخطوة الثالثة	ترقيم السلسلة الأساسية من الطرف الأقرب للرابطة المزدوجة (=)
الخطوة الرابعة	تحديد موضع واسم التفرع
الخطوة الخامسة	عند وجود أكثر من تفرع ترتب التفرعات أبجديًا حسب أسمائها اللاتينية (الإنجليزية مجازًا) دون التقيد بالترتيب الرقمى لها على ذرات كربون السلسلة الأساسية

تطبيق 1



أطول سلسلة كربونية بها رابطة مزدوجة تحتوى على 5 ذرات كربون

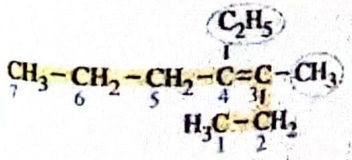
السلسلة الأساسية فى هذا المركب تسمى بنتين

ترقيم السلسلة الأساسية فى هذا المركب
1- بنتين

موضع واسم التفرع فى هذا المركب
2- إيثيل

∴ اسم المركب :
2- إيثيل -1- بنتين

تطبيق 2

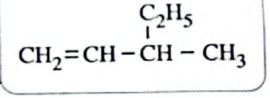


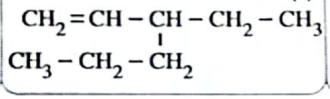
3- ميثيل -4- إيثيل -3- هبتين **تسمية خطأ** ✗

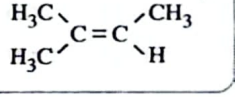
4- إيثيل -3- ميثيل -3- هبتين **تسمية صواب** ✓

مثال 1

اكتب تسمية الأيوباك لكل من المركبات المعبر عنها بالصيغ البنائية التالية

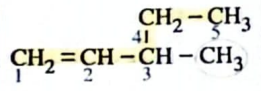
(١) 

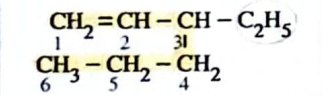
(٢) 

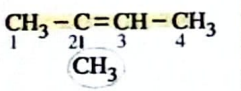
(٣) 

فكرة الحل

يتم رسم الصيغة البنائية فى الصورة الآتية لتسهيل تحديد السلسلة الأساسية :

(١) 

(٢) 

(٣) 

الحـــــل

(١) 3- ميثيل -1- بنتين (٢) 3- إيثيل -1- هكسين (٣) 2- ميثيل -2- بيوتين

مثال 2

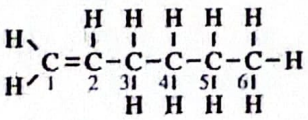
اكتب تسمية الأيوباك لكل من الصيغ البنائية المكثفة التالية :

(١)	(٢)
$CH_2CHCH_2CH_2CH_2CH_3$	$CH_2CHCH(CH_3)CH_2CHClCH_3$

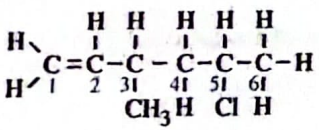
فكرة الحل

تعتمد على تحويل الصيغة البنائية المكثفة إلى صيغة بنائية تتضح فيها الروابط التساهمية.

الحـــــل

(١) 

1- هكسين

(٢) 

5- كلورو -3- ميثيل -1- هكسين

ابحث في التليجرام
@TOOPSEC

مثال ٣

ارسم الصيغة البنائية لمركب 2- ميثيل -3- هكسين.

الحل

تعتمد فكرة الحل على مهارة تحليل اسم المركب كما يتضح من المخطط المقابل، ثم تحويل ما تم استنباطه إلى رسم الصيغة البنائية من خلال عدة خطوات كالتالي :

2- ميثيل -3- هكسين

1. أطول سلسلة كربونية (السلسلة الأساسية) تحتوى على 6 ذرات كربون
2. ترتبط ذرة الكربون رقم 3 مع ذرة الكربون رقم 4 برابطة مزدوجة
3. تتفرع مجموعة ميثيل من ذرة الكربون رقم 2

خطوات الحل	التطبيق
الخطوة الأولى: رسم سلسلة تتكون من 6 ذرات كربون مع ترقيمها من أحد الطرفين	C(1) C(2) C(3) C(4) C(5) C(6)
الخطوة الثانية: رسم رابطة مزدوجة بين ذرتى الكربون 3 ، 4 وروابط أحادية بين باقى ذرات الكربون	C(1) - C(2) - C(3) = C(4) - C(5) - C(6)
الخطوة الثالثة: إضافة مجموعة ميثيل على ذرة الكربون رقم 2	CH_3 على C(2)
الخطوة النهائية: إضافة ذرات هيدروجين إلى ذرات الكربون بما يُكمل تكافؤها الرباعى	H-C(1)H-C(2)(CH_3)-C(3)H=C(4)H-C(5)H-C(6)H

مثال ٤

اكتب الصيغة البنائية والصيغة الجزيئية للمركب 4- بروبيل -2- هبتين.

الحل

الصيغة البنائية : $H-\underset{H}{C}-C=C-\underset{H}{C}(C_3H_7)-C(H)(H)-C(H)(H)-H$

الصيغة الجزيئية : $C_{10}H_{20}$

للتأكد من صحة الإجابة يتم التعويض عن قيمة n بالمقدار 10

فى القانون العام للألكينات : C_nH_{2n}

$C_{10}H_{(2\times10)} \longrightarrow C_{10}H_{20}$ ✔

مثال ٥

اكتب الصيغ البنائية للمركبات التالية، موضحًا وجه الاعتراض على هذه التسمية، ثم اكتب الاسم الصحيح لكل منها تبعًا لنظام الأيوباك :

(١) 2- برومو -3- بيوتين. (٢) 2- ميثيل -3- برومو -1- هكسين.

الحل

	الصيغة البنائية للمركب	وجه الاعتراض على التسمية	التسمية الصحيحة
(١)	H-C(1)H-C(2)(Br)-C(3)H=C(4)H-H	الترقيم لم يبدأ من الطرف الأقرب للرابطة المزدوجة	3- برومو -1- بيوتين
(٢)	H-C(1)H=C(2)(CH_3)-C(3)(Br)H-C(4)H-C(5)H-C(6)H-H	ترتيب أسماء التفرعات لم يتبع الترتيب الأبجدى الصحيح لبدايات أسماء التفرعات	3- برومو -2- ميثيل -1- هكسين

مثال ٦

هيدروكربون أليفاتى غير مشبع كتلته المولية 56 g/mol ويحتوى المول منه على 48 g كربون : {C = 12 ، H = 1}

(١) استنتج الصيغة الجزيئية لهذا الهيدروكربون.

(٢) اكتب الصيغ البنائية لاثنين من أيزومرات هذا المركب.

الحل

(١) كتلة الهيدروجين = 56 - 48 = 8 g

عدد مولات ذرات العنصر = كتلة ذرات العنصر في جزىء المركب / الكتلة الذرية الجرامية للعنصر

عدد مولات ذرات C فى المركب = $\frac{48}{12}$ = 4 mol ، عدد مولات ذرات H فى المركب = $\frac{8}{1}$ = 8 mol

∴ الصيغة الجزيئية للمركب C_4H_8

(٢)

اختبر نفسك بكتابة الصيغ البنائية لأيزومرات المركب

.....	.....	H-C(1)H-C(2)H-C(3)H=C(4)H

ابحث في التليجرام @TOOPSEC

مثال ٢

ألكين متفرع كتلته المولية 70 g/mol : [C = 12 , H = 1]

(١) استنتج الصيغة الجزيئية لهذا الألكين.

(٢) اكتب تسمية الأيوباك لاثنين من أيزومرات هذا الألكين.

الحل

(١) ∵ الصيغة العامة للألكينات هي : C_nH_{2n}

∴ $12n + 2n = 70$ ∴ $n = 5$

∴ الصيغة الجزيئية لهذا الألكين : $C_5H_{(2\times5)}$ ← C_5H_{10}

(٢)

2- ميثيل -1- بيوتين	.....	.....

اكتب تفصيلاً بكتابة تسمية الأيوباك لأيزومرات الألكين

ابحث في التيليجرام @TOOPSEC

أفكار حل أسئلة Open Book تقيس :

مخرج التعلم: تسمية المركبات العضوية (الألكينات) بنظام الأيوباك

ما تسمية الأيوباك للمركب المقابل؟

$CH_3CH=C(CH_2CH_2CH_3)-CH_2-CH_3$

(أ) 3- إيثيل -2- هكسين

(ب) 3- بروبيل -2- هكسين

(ج) 3- بروبيل -3- هكسين

(د) 4- إيثيل -4- هكسين

فكرة الحل :

∵ أطول سلسلة كربونية متصلة تحتوى على رابطة مزدوجة فى هذا المركب تتكون من 6 ذرات كربون

والرابطة المزدوجة تكون مع ذرة الكربون رقم 2

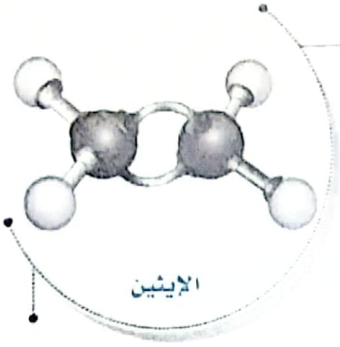
∴ السلسلة الأساسية فى هذا المركب : 2- هكسين.

∵ مجموعة الإيثيل تتفرع من ذرة الكربون رقم 3

∴ تسمية الأيوباك للمركب : 3- إيثيل -2- هكسين.

الحل : الاختيار الصحيح : (أ)

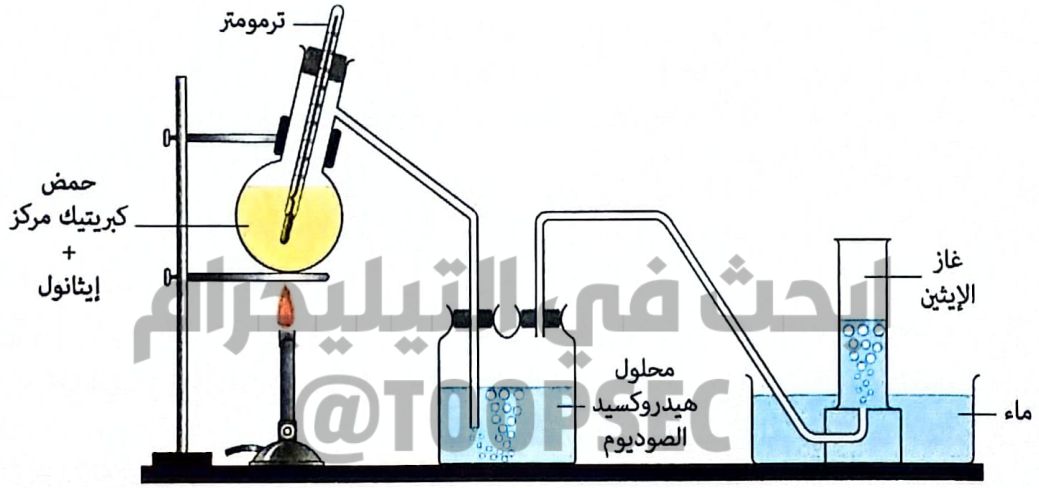
الإيثين C_2H_4 كمثال للألكينات


الإيثين

- **يمثل الإيثين** أول مركبات **سلسلة الألكينات**.
- **الاسم الشائع للإيثين هو** الإيثيلين.

تحضير غاز الإيثين فى المعمل

- يُحضر غاز الإيثين فى المعمل بنزع الماء من الكحول الإيثيلى (الإيثانول) بواسطة حمض الكبريتيك المركز الساخن إلى $180^{\circ}C$، **باستخدام جهاز كالمبين بالشكل :**

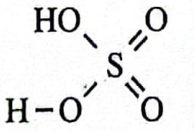


جهاز تحضير غاز الإيثين فى المعمل

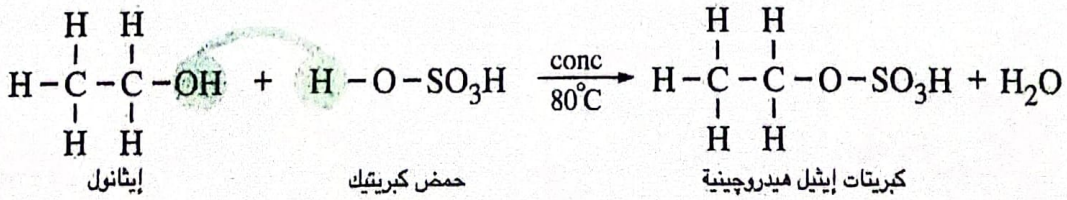
ابحث في التيليجرام
@TOPSEC

ويتم هذا التفاعل على خطوتين متتاليتين، هما :

الخطوة الأولى يتفاعل الإيثانول مع حمض الكبريتيك المركز الساخن مكونًا **كبريتات الإيثيل الهيدروچينية**.



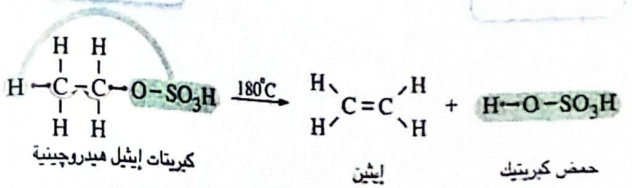
$C_2H_5HSO_4$



إيثانول — حمض كبريتيك — كبريتات إيثيل هيدروچينية

الخطوة الثانية تتحل كبريتات الإيثيل الهيدروجينية بالحرارة (180°C) مكونة الإيثين.

$C_2H_5HSO_4$ H_2SO_4



ويجمع معادلتى الخطوتين نحصل على معادلة تحضير غاز الإيثين.

$$C_2H_5OH_{(l)} + H_2SO_{4(aq)} \xrightarrow[80°C]{conc} C_2H_5HSO_{4(aq)} + H_2O_{(v)}$$

كحول إيثيلى — حمض كبريتيك — كبريتات إيثيل هيدروجينية

$$C_2H_5HSO_{4(aq)} \xrightarrow{180°C} C_2H_{4(g)} + H_2SO_{4(aq)}$$

كبريتات إيثيل هيدروجينية — إيثين — حمض كبريتيك

بالجمع

$$C_2H_5OH_{(l)} \xrightarrow[180°C]{conc\ H_2SO_4} C_2H_{4(g)} + H_2O_{(v)}$$

إيثانول — إيثين — بخار ماء

يراعى عند تحضير غاز الإيثين فى المعمل ما يلى :

- يمرر أولًا على محلول هيدروكسيد صوديوم، للتخلص من آثار أبخرة حمض الكبريتيك المتصاعدة مع غاز الإيثين.
- يجمع غاز الإيثين فوق سطح الماء (بإزاحة الماء لأسفل)، لأن كثافة غاز الإيثين أقل من كثافة الماء ولا يذوب فيه.

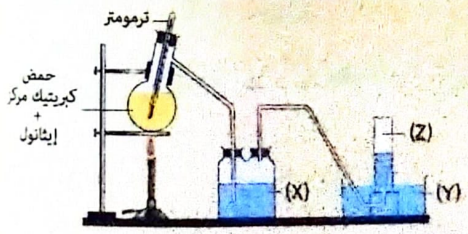
أفكار حل أسئلة Open Book تقيس :

مخرج التعلم: شرح طرق تحضير الهيدروكربونات (غاز الإيثين)

الشكل المقابل يوضح :

جهاز تحضير الغاز (Z) فى المعمل.

ما الغاز (Z) ، ما قيمة pH لكل من المادتين (X) ، (Y) بعد انتهاء التفاعل؟



الاختيارات	الغاز (Z)	pH للمادة (X)	pH للمادة (Y)
①	إيثاين	7	7
②	إيثين	12	7
③	إيثاين	7	5
④	إيثين	9	9

فكرة الحل :

∵ الجهاز الموضح بالشكل هو جهاز تحضير غاز الإيثين (الغاز Z).

∴ يستبعد الاختيارين ① ، ③

∵ محلول هيدروكسيد الصوديوم (X) يقوم بامتصاص أبخرة حمض الكبريتيك المتصاعدة مع غاز الإيثين وهو ما سوف يقلل من $[OH^-]$ فى المحلول ولكنه سوف يظل قلويًا ($pH > 7$).

كما أن غاز الإيثين (Z) لا يذوب فى الماء (Y) بالإضافة إلى أنه ليس له خواص حامضية أو قاعدية.

∴ تظل قيمة pH للماء (Y) تساوى 7

وعليه يستبعد الاختبار ④

الحل : الاختيار الصحيح : ②

الخواص العامة للألكينات

تتناول الخواص العامة للألكينات كل من :

أولا الخواص الفيزيائية للألكينات

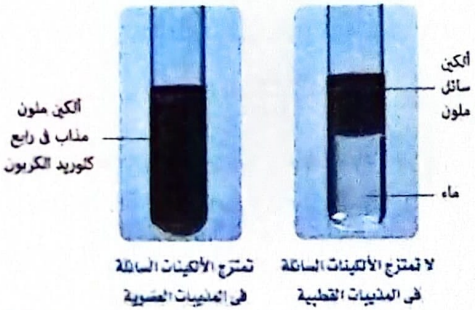
١ **الحالة الفيزيائية : تتواجد الألكينات فى حالات المادة الثلاث، كما يتضح من الجدول التالى :**

الألكينات الغازية	الألكينات السائلة	الألكينات الصلبة
الألكينات التى تحتوى من 2 : 4 ذرة كربون	الألكينات التى تحتوى من 5 : 15 ذرة كربون	الألكينات التى تحتوى على أكثر من 15 ذرة كربون

٢ **الذوبان : الألكينات مواد غير قطبية**

لا تذوب فى المذيبات القطبية كالماء، ولكنها تذوب فى المذيبات العضوية، مثل :

- الإثير.
- البنزين العطرى.
- رابع كلوريد الكربون.



ابحث في التيليجرام @TOOPSEC

ثانيًا الخواص الكيميائية للألكينات

- تعتبر الألكينات **أكثر نشاطًا** من الألكانات، **لأن** الألكينات تحتوى على روابط ثنائية تتكون من رابطة سيجما (σ) قوية صعبة الكسر ورابطة باى (π) ضعيفة سهلة الكسر، بينما الألكانات تحتوى على روابط أحادية جميعها من النوع سيجما (σ) القوية صعبة الكسر.
- يصعب تفاعل الألكينات بالاستبدال.

تفاعلات الألكينات

١ تفاعل الاحتراق — ٢ تفاعلات الإضافة — ٣ تفاعلات الأكسدة — ٤ تفاعلات البلمرة

١ تفاعل احتراق الألكينات

- **تحترق (تشتعل) الألكينات فى الهواء** من خلال تفاعل طارد للحرارة **مكونة** غاز ثانى أكسيد الكربون وبخار ماء

$$C_2H_{4(g)} + 3O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} 2CO_{2(g)} + 2H_2O_{(v)} + Energy$$

إيثين — أكسجين — ثانى أكسيد الكربون — بخار ماء

ابحث في التيليجرام @100PSEC

مثال

يحترق 0.02 mol من الألكين X تمامًا فى وفرة من غاز الأكسجين لتكوين 0.896 L من غاز ثانى أكسيد الكربون (at STP) :

(١) احسب عدد مولات غاز CO_2 الناتجة من احتراق 1 mol من المركب (X) (at STP).

(٢) ما عدد ذرات الكربون فى الجزىء الواحد من المركب (X) ؟ (٣) ما الصيغة الجزيئية للألكين (X)

الحل

(١)

$$\underset{\substack{0.02\ mol\\ 1\ mol}}{X} + O_2 \xrightarrow{\Delta} \underset{\substack{0.896\ L\\ ?\ L}}{CO_2} + H_2O$$

حجم غاز CO_2 الناتج من احتراق 1 mol من الألكين (X) $= \frac{0.896}{0.02} = 44.8\ L$

عدد مولات غاز $CO_2 = \frac{\text{حجم الغاز}}{22.4} = \frac{44.8}{22.4} = 2\ mol$

(٢) ∵ 1 mol من الألكين يحترق مكونًا 2 mol من غاز CO_2

∴ جزىء الألكين يحتوى على ذرتى كربون.

(٣) ∵ الصيغة العامة للألكينات C_nH_{2n} ، ∵ $n = 2$

∴ الصيغة الجزيئية للألكين : $C_2H_{(2\times2)} \Leftarrow C_2H_4$

٢ تفاعلات الإضافة

- تفاعلات الإضافة **يقصد بها** إضافة ذرات أو مجموعات ذرية إلى ذرتى كربون متجاورتين ومرتبطتين معًا برابطة غير مشبعة (ثنائية أو ثلاثية) لتحويلها إلى مركبات مشبعة.
- **تتميز الألكينات بقدرتها على** الدخول فى تفاعلات إضافة مكونة مركبات مشبعة (ألكانات أو مشتقاتها)، **لسهولة** كسر الرابطة **باى** مع بقاء الرابطة **سيجما** فقط، لذا تتكون مركبات مشبعة.

تفاعلات الألكينات بالإضافة

أ	ب	ج	د
تفاعلات إضافة الهيدروجين (H_2)	تفاعلات إضافة الهالوجينات (X_2)	تفاعلات إضافة هاليدات الهيدروجين (HX)	تفاعلات إضافة الماء (HOH)

أ تفاعلات إضافة الهيدروجين (H_2) إلى الألكينات (الهدرجة الحفزية)

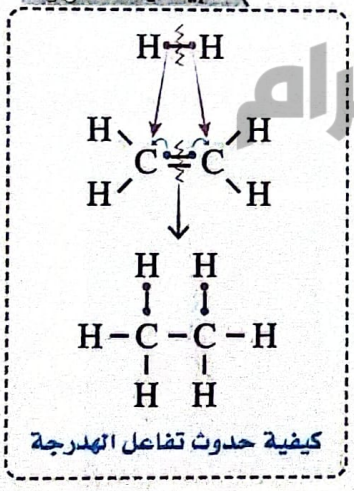
- تُعرف تفاعلات **إضافة الهيدروجين** إلى **الألكينات** باسم **تفاعلات الهدرجة**.
- تتم تفاعلات **هدرجة الألكينات فى وجود عوامل حفازة** مثل (النيكل المجزأ أو البلاتين المجزأ) مع التسخين مكونة **الألكانات المقابلة**.

ابحث في التيليجرام
@TOOPSEC

$$C_2H_{4(g)} + H_{2(g)} \xrightarrow[150^\circ : 300^\circ C]{Pt \text{ or } Ni} C_2H_{6(g)}$$

إيثين — إيثان

للإيضاح فقط



كيفية حدوث تفاعل الهدرجة

- يلزم 1 mol من جزيئات الهيدروچين **لكسر** كل 1 mol من الرابطة باى (π) فى الألكين لتحويله إلى مركب مشبع.

تطبيق

يلزم **2 mol** من جزيئات الهيدروچين لتحويل **1 mol** من الألكين المقابل إلى مركب مشبع، **لأن** كل **1 mol** من هذا الألكين يحتوى على **2 mol** من الرابطة باى (π).

$$H_2C=\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{|}{C}}-CH=CH_2$$

مثال

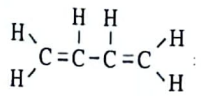
المركب المقابل من الألكينات $CH_2CHCHCH_2$

(١) ما عدد الروابط باى (π) والروابط سيجما (σ) فى الجزىء الواحد من هذا المركب ؟

(٢) ما عدد مولات جزيئات الهيدروجين اللازمة لتحويل 1 mol من هذا المركب إلى مركب مشبع ؟

الحـــل

(١) من الصيغة البنائية للمركب :



المركب يحتوى على :

- 2 رابطة باى (C – C).
- 3 روابط سيجما (C – C).
- 6 روابط سيجما (C – H).

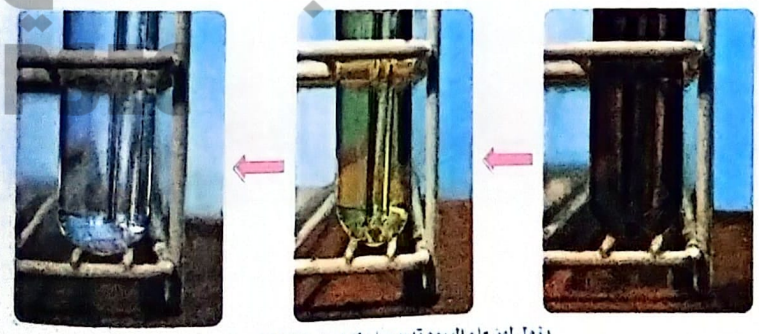
∴ الجزىء من هذا المركب يحتوى على 2 رابطة π و 9 روابط σ

(٢) ∵ 1 mol من هذا المركب يحتوى على 2 mol من الروابط باى (π).

∴ يلزم 2 mol من جزيئات الهيدروجين لتحويل 1 mol من هذا المركب غير المشبع إلى مركب مشبع.

ب تفاعلات إضافة الهالوجينات (X_2) إلى الألكينات (الهلجنة بالإضافة)

- تُعرف تفاعلات **إضافة الهالوجينات** إلى **الألكينات** باسم **تفاعلات الهلجنة**.
- **يستفاد من تفاعل الهلجنة** فى الكشف عن الألكينات **كما يتضح فيما يلى :**



يزول لون ماء البروم تدريجيا عند إمرار غاز الإيثين فيه

- عند إمرار غاز الإيثين فى ماء البروم (البروم المذاب فى رابع كلوريد الكربون) يزول لون ماء البروم الأحمر لاستهلاك البروم فى كسر الرابطة الثنائية فى الإيثين مكونًا مركب 1،2- ثنائى بروموإيثان عديم اللون :

$$H_2C=CH_{2(g)} + Br_{2(l)} \xrightarrow{CCl_4} BrCH_2-CH_2Br_{(l)}$$

إيثين — 1،2- ثنائى بروموإيثان (عديم اللون)

تذكر أن

- تفاعل هلجنة الألكينات **بالإضافة** **لا يحتاج إلى** أشعة فوق بنفسجية (UV).
- تفاعل هلجنة الألكانات **بالاستبدال** **يحتاج إلى** أشعة فوق بنفسجية (UV).

مثال

هل يزول لون 0.2 g من ماء البروم الأحمر – تمامًا – عند إمرار 22.4 mL من غاز الإيثين فيه (at STP) ؟ مع تعليل إجابتك بالحسابات الكيميائية.

$[Br_2 = 160\ g/mol]$

الحـــل

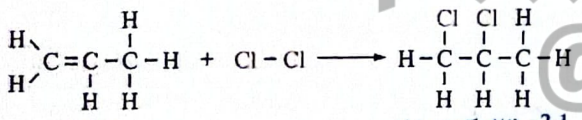
$$C_2H_4 + Br_2 \xrightarrow{CCl_4} C_2H_4Br_2$$

C_2H_4	يتفاعل مع	Br_2
1 mol		1 mol
22.4 L/mol		160 g/mol
0.0224 L		? g

كتلة البروم المتفاعلة مع الإيثين $= \frac{0.0224 \times 160}{22.4} = 0.16\ g$

∴ لا يزول لون ماء البروم تمامًا، لبقاء كمية منه بدون تفاعل مقدارها $= 0.2 - 0.16 = 0.04\ g$

اكتب المعادلة الرمزية الدالة على كلورة البروبين.



بروبين

1،2- ثنائى كلوروبروبان

أداء ذاتى

الشكل المقابل يوضح أنبوبتان الأولى بها عينة من السائل (X) والثانية بها عينة من السائل (Y) مضاف إليهما قطرات من ماء البروم، أى من السائلين يمثل هكسان وأيهما يمثل 1- هكسين ؟ مع التفسير.

.....

.....

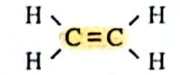
ابحث فى التيليجرام @TOOPS

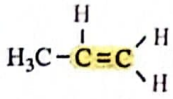
ج تفاعلات إضافة هاليدات الهيدروجين (الأحماض الهالوجينية HX) إلى الألكينات

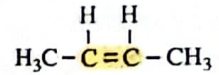
تتفاعل الألكينات مع هاليدات الهيدروجين وهى مركبات غير متماثلة، حيث تنكسر الرابطة باى (π) وتتصل ذرة الهيدروجين بإحدى ذرتى كربون الرابطة باى وذرة الهالوجين بذرة الكربون الأخرى، ليتكون هاليد الألكيل المقابل وتتوقف نواتج الإضافة على نوع الألكين المستخدم (متماثل أم غير متماثل).

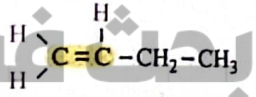
الألكينات المتماثلة	الألكينات غير المتماثلة
هى ألكينات توجد الرابطة المزدوجة فيها بين ذرتى كربون مرتبطتين بنفس العدد من ذرات الهيدروجين	هى ألكينات توجد الرابطة المزدوجة فيها بين ذرتى كربون مرتبطتين بعدد غير متساوٍ من ذرات الهيدروجين

أمثلة


إيثين


بروبين

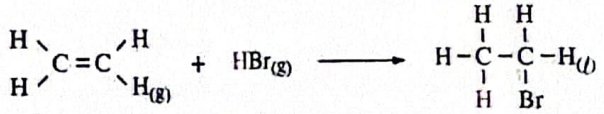

2- بيوتين


1- بيوتين

إضافة هاليدات الهيدروجين إلى الألكينات المتماثلة

عند إضافة هاليد هيدروجين (H^+X^-) إلى **ألكين متماثل**، فإن إحدى ذرتى الكربون فى الرابطة (C = C) تستقبل ذرة هيدروجين (H) فى حين تستقبل ذرة الكربون الأخرى ذرة الهالوجين (X) لتكوين هاليد الألكيل (هالو الألكان) المقابل.

• **تطبيق** تفاعل الإيثين مع بروميد الهيدروجين (HBr).


بروميد إيثيل (بروموإيثان)

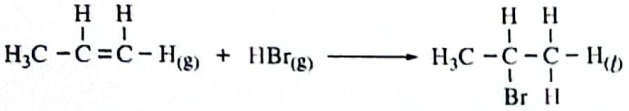
إيثين

إضافة هاليدات الهيدروجين إلى الألكينات غير المتماثلة

عند إضافة هاليد هيدروجين إلى **ألكين غير متماثل**، فإن التفاعل يتم بناء على قاعدة تُعرف باسم قاعدة ماركونيكوف وهى تنص على أنه عند إضافة متفاعل غير متماثل (H^+X^- ، $H^+-OSO_3H^-$) إلى ألكين غير متماثل، فإن الشق الموجب من المتفاعل يضاف إلى ذرة الكربون المرتبطة بالعدد الأكبر من ذرات الهيدروجين فى حين يضاف الشق السالب من المتفاعل إلى ذرة الكربون المرتبطة بالعدد الأقل من ذرات الهيدروجين.

• **تطبيق** تفاعل البروبين مع بروميد الهيدروجين.

تبعًا لقاعدة ماركونيكوف، عند إضافة متفاعل غير متماثل (HBr) إلى ألكين غير متماثل (بروبين)، فإن أيون الهيدروجين H^+ (الشق الموجب) يضاف إلى ذرة الكربون المرتبطة بالعدد الأكبر من ذرات الهيدروجين، فى حين يُضاف أيون البروميد Br^- (الشق السالب) إلى ذرة الكربون المرتبطة بالعدد الأقل من ذرات الهيدروجين فيتكون 2- بروموبروبان.


بروبين

2- بروموبروبان (بروميد أيزوبروبيل)

أداء ذاتى اكتب معادلة تفاعل يوديد الهيدروجين مع مركب 1- بيوتين، مع تسمية المركب الناتج تبعًا لنظام الأيوباك.

.....

.....

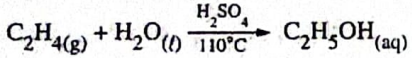
.....

ابحث في التيليجرام @TOOPSEC

د إضافة الماء (HOH) إلى الألكينات (الهيدرة الحفزية)

تُعرف تفاعلات إضافة الماء إلى الألكينات فى وجود حمض الكبريتيك المركز كعامل حفاز لتكوين الكحول المقابل باسم تفاعلات الهيدرة الحفزية للألكينات.

• **تطبيق** تفاعل الإيثين مع الماء (الهيدرة الحفزية للإيثين).

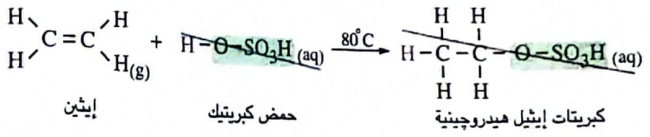

إيثين

إيثانول

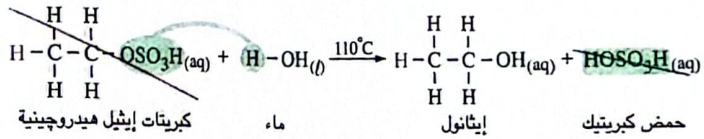
يستخدم حمض الكبريتيك المركز كعامل حفاز فى تفاعلات هيدرة الإيثين، لأن الماء إلكتروليت ضعيف، وبالتالى فإن تركيز أيونات الهيدروجين (H^+) الناتجة عن تأينه يكون ضعيف وغير كافى لكسر الرابطة باى (π) بين ذرتى الكربون، ولتوفير أيونات H^+ (زيادة تركيزها فى وسط التفاعل) يلزم أن يتم التفاعل فى وجود عامل مساعد مثل حمض الكبريتيك المركز (أى فى وسط حامضى).

• ويتم تفاعل الهيدرة الحفزية للإيثين (الألكينات) على خطوتين، كالتالى :

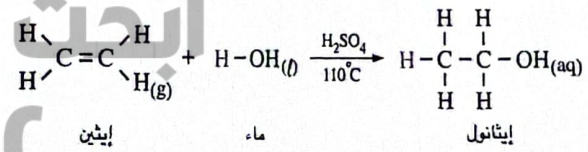
الخطوة الأولى يتفاعل الإيثين مع حمض الكبريتيك المركز عند 80°C مكونًا كبريتات الإيثيل الهيدروجينية.



الخطوة الثانية تتحلل كبريتات الإيثيل الهيدروجينية مائيًا عند 110°C مكونة الإيثانول.



• وبجمع معادلتى الخطوتين نحصل على معادلة الهيدرة الحفزية للإيثين.



أداء ذاتى

تدخل كبريتات الإيثيل الهيدروجينية فى تفاعلات انحلال حرارى و تفاعل تحلل مائى،
قارن بين نواتج التفاعلين، مع كتابة المعادلات الكيميائية المعبرة عن كل منهما.

.....

.....

.....

.....

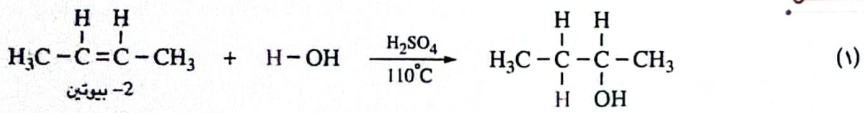
.....

مثـال

اكتب المعادلة الرمزية الدالة على تفاعل الهيدرة الحفزية لكل من :
(١) 2- بيوتين. (٢) 1- بيوتين.
مع تفسير مدى خضوع التفاعلين لقاعدة ماركونيكوف.

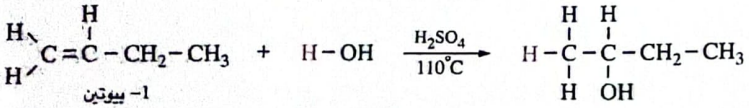
الحـــل

(١)



لا يخضع هذا التفاعل لقاعدة ماركونيكوف / لأن مركب 2- بيوتين من الألكينات المتماثلة.

(٢)

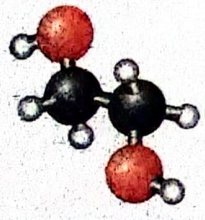


يخضع هذا التفاعل لقاعدة ماركونيكوف / لأن مركب 1- بيوتين من الألكينات غير المتماثلة.

٣ تفاعلات الأكسدة

• تتأكسد الألكينات بالعوامل المؤكسدة، مثل :
- فوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2
- برمنجنات البوتاسيوم القلوية البنفسجية $KMnO_4$

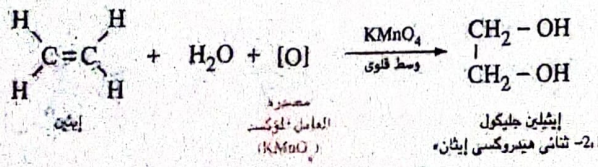
مكونة مركبات ثنائية الهيدروكسيل تُعرف باسم الجلايكولات.



ترتبط ذرتى الكربون فى الإيثيلين جليكول بمجموعتى هيدروكسيل

• **تطبيق** تفاعل باير.

• عند إمرار غاز الإيثين فى محلول برمنجنات البوتاسيوم - فى وسط قلوى - وفى درجة حرارة الغرفة، يزول لون برمنجنات البوتاسيوم البنفسجى ويتكون مركب الإيثيلين جليكول.



• ويُعرف هذا التفاعل بتفاعل باير، وهو تفاعل الألكينات مع محلول برمنجنات البوتاسيوم فى وسط قلوى للكشف عن وجود الرابطة المزدوجة بزوال لون البرمنجنات البنفسجى.

ملحوظة

يتم تفاعل باير فى وسط قلوى وليس حامضى،
لأن الكحول الناتج لا يتفاعل مع القلوى، بينما يتفاعل مع الحمض.

ابحث في التليجرام @100PSEC

أداء ذاتى ١

وضح بالمعادلات الرمزية الموزونة

(١) كيف يمكنك الحصول على كحول ثنائى الهيدروكسيل من كحول أحادى الهيدروكسيل (الإيثانول) ؟

.....

.....

(٢) ما مصدر الأكسچين [O] المستخدم فى تفاعل باير ؟

.....

ملحوظة

يعتبر كل من تفاعل باير و تفاعل الهلجنة بالبروم من الاختبارات الهامة للكشف عن وجود الرابطة المزدوجة

أداء ذاتى ٢

كيف يمكنك التمييز بين غازى الإيثان و الإيثين بطريقتين مختلفتين ؟

* .....

.....

* .....

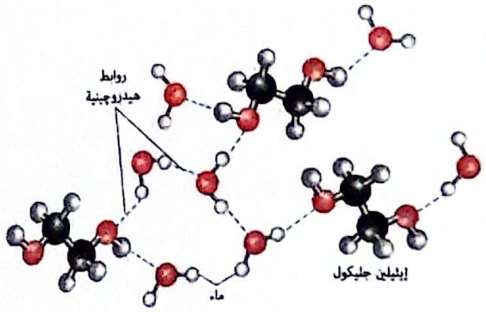
.....

للاطلاع فقط

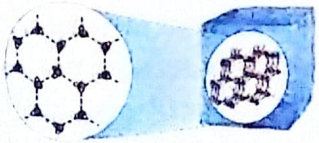
عند تسخين الألكينات مع برمنجنات البوتاسيوم فى وسط حامضى تتكون كيتونات أو أحماض كربوكسيلية

الإيثيلين جليكول هو المادة الأساسية المانعة لتجمد المياه فى مبردات السيارات، لأنه يكون روابط هيدروچينية مع جزيئات الماء، فيمنع تجمع جزيئات الماء مع بعضها على هيئة بللورات ثلج.

يضاف الإيثيلين جليكول إلى مبردات السيارات فى المناطق الباردة لمنع تجمد المياه فى المبردات



ارتباط الإيثيلين جليكول مع الماء بروابط هيدروچينية يمنع تجمد الماء



ارتباط جزيئات الماء ببعضها بروابط هيدروچينية فى بللورات الثلج (بللورات سداسية الشكل)

أفكار حل أسئلة Open Book تقيس :

مخرج التعلم: التعرف على أنواع التفاعلات العضوية المختلفة (تفاعلات الألكينات).

(١) تدخل الألكينات فى جميع التفاعلات الآتية، عدا .....

(أ) البرومة. (ب) الهدرجة. (ج) الهيدرة. (د) التحلل المائى.

فكرة الحل :

معظم تفاعلات الألكينات تتم بالإضافة ومنها تفاعلات :

- إضافة البروم [البرومة «الهلجنة»].

$$H_2C=CH_{2(g)} + Br_{2(\ell)} \xrightarrow{CCl_4} BrCH_2-CH_2Br_{(\ell)}$$

- إضافة الهيدروجين [الهدرجة].

$$C_2H_{4(g)} + H_{2(g)} \xrightarrow[150°:300°C]{Pt\ or\ Ni} C_2H_{6(g)}$$

- إضافة الماء [الهيدرة].

$$C_2H_{4(g)} + H_2O_{(\ell)} \xrightarrow[110°C]{H_2SO_4} C_2H_5OH_{(aq)}$$

الحل : الاختيار الصحيح : (د)

(٢) ما عدد مولات الغازات والأبخرة الموجودة فى وعاء مغلق بعد انتهاء التفاعل بين خليط من 1 mol من الإيثين مع 4 mol من الأكسچين (at 300°C) ؟

(أ) 2 mol (ب) 3 mol (ج) 4 mol (د) 5 mol

فكرة الحل :

$$\underset{1\ mol}{C_2H_{4(g)}} + \underset{3\ mol}{3O_{2(g)}} \xrightarrow{\Delta} \underset{2\ mol}{2CO_{2(g)}} + \underset{2\ mol}{2H_2O_{(v)}} + Energy$$

∵ كل 1 mol من C_2H_4 يتفاعل مع 3 mol من O_2

∴ يتبقى 1 mol من غاز O_2 بدون تفاعل.

مجموع أعداد مولات الغازات والأبخرة الموجودة فى وعاء التفاعل

= عدد مولات النواتج + عدد مولات غاز O_2 غير المتفاعل

= 1 mol O_2 + 2 mol CO_2 + 2 mol H_2O = 5 mol

الحل : الاختيار الصحيح : (د)

(٣) ما المركبان اللذان يمكن التمييز بينهما باستخدام ماء البروم ؟

(أ) C_2H_6 ، C_3H_8 (ب) C_3H_8 ، C_4H_8 (ج) C_4H_{10} ، C_5H_{12} (د) C_8H_{18} ، $C_{10}H_{22}$

فكرة الحل :

∵ مركبى C_2H_6 ، C_3H_8 من الألكانات التى لا تتفاعل مع ماء البروم [وإنما تتفاعل مع أبخرة البروم فقط].

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ مركب C_3H_8 من الألكانات ، بينما مركب C_4H_8 من الألكينات.

∴ C_3H_8 لن يتفاعل مع ماء البروم، بينما C_4H_8 يتفاعل معه مسببًا زوال لون البروم الأحمر.

الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

ابحث في اليليجرام @TOOPSEC

٤ أى من المركبات الآتية يتفاعل مع HBr تبعًا لقاعدة ماركونيكوف ؟

ⓐ	ⓑ	ⓒ	ⓓ
$H_2C=CH_2$	$H_3C-C(H)=C(CH_3)-H$	$H_3C-C(CH_3)=C(H)-H$	$H_3C-C(H)=C(H)-CH_3$

فكرة الحل :

∵ قاعدة ماركونيكوف تُطبق على الألكينات غير المتماثلة فقط.

∴ تستبعد الاختيارات ⓐ ، ⓒ ، ⓓ

الحل : الاختيار الصحيح : ⓑ

٥ عند إضافة بروميد الهيدروجين إلى المركب CH_2CHBr يتكون .....

ⓐ 1 ، 1- ثنائى بروموإيثين.
ⓑ 1 ، 1- ثنائى بروموإيثان.
ⓒ 1 ، 2- ثنائى بروموإيثين.
ⓓ 1 ، 2- ثنائى بروموإيثان.

فكرة الحل :

$$H_2C=CHBr + HBr \longrightarrow H_3C-CHBr_2$$

1 ، 1- ثنائى بروموإيثان

الحل : الاختيار الصحيح : ⓑ

٤ تفاعلات البلمرة Polymerization

- بوليمر (Polymeros) كلمة يونانية معناها عديد الوحدات (Poly تعنى عديد ، mero تعنى وحدة).
- تعتبر عملية البلمرة من التفاعلات الكيميائية الهامة التى فتحت الباب على مصراعيه لتحضير العديد من المنتجات التى ساهمت فى ازدهار الحضارة.
- تعرف عملية تجمع عدد كبير من جزيئات مركبات بسيطة (مونومرات) يتراوح عددها من 10^2 : 10^6 جزىء لتكوين جزىء كبير عملاق ذو كتلة مولية كبيرة (بوليمر) بعملية البلمرة.
- ويعرف الجزىء الكبير جدًا الناتج عن عملية البلمرة بالبوليمر.
- والجزىء الأولى الصغير المستخدم فى تحضير البوليمرات بالمونومر.

الطريقتين الأساسيتين لعملية البلمرة، هما :

ⓐ البلمرة بالإضافة
ⓑ البلمرة بالتكاثف

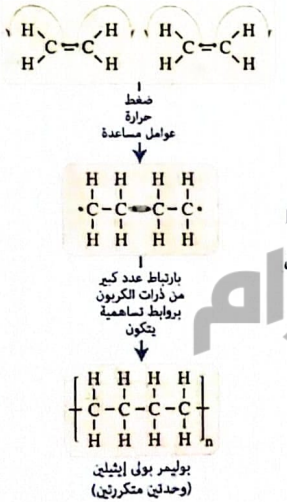
ⓐ البلمرة بالإضافة Addition polymerization

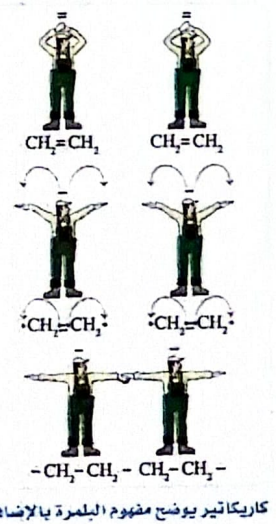
- هى عملية إضافة أعداد كبيرة جدًا من جزيئات مركب غير مشبع (مونومر) إلى بعضها لتكوين جزىء مشبع كبير جدًا (بوليمر).
- تتميز **الألكينات** بقدرتها على تكوين بوليمرات بالإضافة.
- فعند تسخين الإيثين تحت ضغط مرتفع (حوالى 1000 atm) فى وجود فوق الأكاسيد -**كمواد بادئة للتفاعل**- يتكون **البولى إيثيلين**.

الكتلة المولية للإيثين	28 g/mol
الكتلة المولية للبولى إيثيلين	30016 g/mol

تفسير عملية بلمرة الإيثين بالإضافة

- عند تسخين الإيثين تحت ضغط مرتفع تنكسر الرابطة باى (π) ويتحرر إلكترونى هذه الرابطة، ليصبح لكل ذرة كربون إلكترون حر.
- ترتبط كل ذرتى كربون مع بعضهما عن طريق الإلكترونين الحرين برابطة تساهمية أحادية.
- تستمر هذه العملية لتكوين سلاسل طويلة من جزيئات البوليمر.



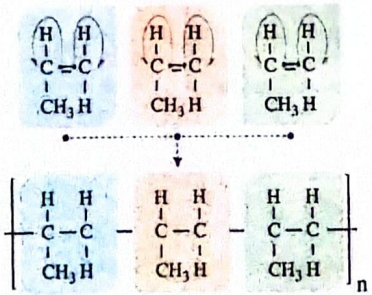


كاريكاتير يوضح مفهوم البلمرة بالإضافة

مثال

ارسم الصيغة البنائية لثلاث وحدات متكررة من ناتج بلمرة البروبين.

الحل



ملحوظة

* **البوليمر المتكون بطريقة الإضافة :**
- **يتفق مع المونومر المكون له،**
من حيث : كتل كل من المواد المستخدمة – المواد الناتجة – الصيغة الأولية.
- **يختلف مع المونومر المكون له،**
من حيث : الكتلة المولية – درجة الغليان – الكثافة – الصيغة الجزيئية.

ابحث في تيليجرام @TOOPSEC

• الجدول التالى يوضح مونومرات الألكينات ومشتقاتها والبوليمرات الناتجة عنها بالإضافة وأهم خواصها واستخداماتها :

المونومر	إيثيلين (إيثين)	بروبلين (بروبين)	كلوروإيثين (كلوريد فاينيل)	رباعى فلوروإيثين
البوليمر	بولى إيثيلين	بولى بروبلين	بولى كلوروإيثين	بولى رباعى فلوروإيثين
الاسم التجارى	بولى إيثيلين (PE)	بولى بروبلين (PP)	بولى فاينيل كلوريد (PVC)	تفلون
خواص البوليمر	• لين. • لا يتأثر بالمواد الكيميائية.	• صلب. • قوى.	• لين. • قوى.	• يتحمل الحرارة. • غير قابل للالتصاق. • عازل الكهرباء. • خامل.
استخدامات البوليمر	• الخراطيم. • الزجاجات البلاستيك. • الرفائق والأكياس البلاستيك.	• السجاد. • المفارش. • المعلبات. • الشكائر البلاستيك.	• مواسير الصرف الصحى والرى. • الأحذية. • خراطيم المياه. • جراكن الزيوت المعدنية. • عوازل الأرضيات.	• الخيوط الجراحية. • تبطين أوانى الطهى (التيفال).

رفائق بلاستيك

شكائر بلاستيك

عوازل الأرضيات

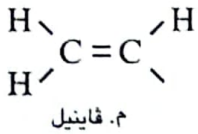
• طهى صحى بمادة التيفال

ابحث في التيليجرام
@TOOPSEC

ملحوظة

مجموعة الفاينيل

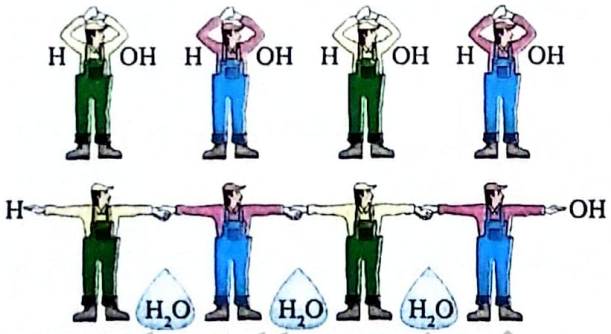
عبارة عن مجموعة (شق) تنشأ عن نزع ذرة هيدروچين من الإيثين



م. فاينيل

ب البلمرة بالتكاثف

- هى عملية تكاثف (ارتباط مع فقد جزىء بسيط مثل الماء) تتم بين مونومرين مختلفين -غالبًا- لتكوين بوليمر مشترك يمثل الوحدة الأولى التى تستمر بها عملية البلمرة.



كاريكاتير يوضح مفهوم البلمرة بالتكاثف

ابحث في التيليجرام
@TOOPSEC

- سوف يتم استعراض عمليات البلمرة بالتكاثف فى **الدرس العاشر** من ⟦5⟧ صفحة (١٧٥).

أفكار حل أسئلة Open Book تقيس :

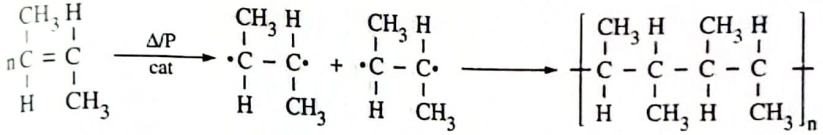
مخرج التعلم: التعرف على أنواع التفاعلات العضوية المختلفة وإسهاماتها فى تحضير العديد من المنتجات المستخدمة فى حياتنا اليومية.

١ أى مما يأتى يعبر عن مونومر و بوليمر متكون منه ؟

الاختيارات	المونومر	البوليمر
ⓐ	$CH_3CH=CHCH_3$	$\left\{CH(CH_3)-CH(CH_3)-CH(CH_3)-CH(CH_3)\right\}_n$
ⓑ	$CH_2=CHCl$	$\left\{CHCl-CHCl-CHCl-CHCl\right\}_n$
ⓒ	$CH_3CH=CH_2$	$\left\{CH_3-CH_2-CH_2-CH_3-CH_2-CH_2\right\}_n$
ⓓ	$CH_2=CHCH_2CH_3$	$\left\{CH_2-CH_2-CH_2-CH(CH_2CH_3)\right\}_n$

فكرة الحل :

بلمرة المونومر الموضح بالاختبار ① بالإضافة تتم حسب المعادلة التالية :



الحل : الاختبار الصحيح : ①

٢ استبدل البنك المركزى المصرى بعض العملات الورقية بعملات بلاستيكية مصنعة من بوليمر صلب وقوى، تصل كتلته المولية أحيانًا إلى 42000 g/mol

ما المونومر المستخدم فى صناعة العملات البلاستيكية؟ [C = 12 , H = 1 , Cl = 35.5]

① الإيثاين. ② البروبين.

③ كلوروإيثان. ④ كلوريد فاينيل.

فكرة الحل :

∵ كلورو إيثان مركب مشبع لا يستخدم كمونومر فى عمليات البلمرة.

∴ يستبعد الاختيار ③

∵ كلوريد فاينيل بوليمر لين وليس صلب.

∴ يستبعد الاختيار ④

الكتلة المولية للبوليمر = عدد مرات تكرار المونومر (n) × الكتلة المولية للمونومر

∵ الكتلة المولية من الإيثاين C_2H_2 = 2 + (2 × 12) = 26 g/mol

∴ $n = \frac{42000}{26} = 1615.38$

∵ n رقم غير صحيح.

∴ يستبعد الاختيار ①

∵ الكتلة المولية من البروبين C_3H_6 = 6 + (3 × 12) = 42 g/mol

∴ $n = \frac{42000}{42} = 1000$

∵ n رقم صحيح ومن خواص البولى بروبلين أنه صلب وقوى.

∴ المونومر المستخدم هو البروبين.

الحل : الاختبار الصحيح : ②

ابحث في التيليجرام
@TOOPSEC

الباب 5

الدرس الخامس

الألكاينات (الأسيتيلينات)

سلسلة الألكاينات

- الألكاينات هى هيدروكربونات أليفاتية غير مشبعة مفتوحة السلسلة، يوجد بين ذرات الكربون فى جزيئاتها رابطة ثلاثية واحدة على الأقل.
- تسمى سلسلة الألكاينات باسم الأسيتيلينات، لأن أول مركب فى هذه المجموعة هو الإيثاين واسمه الشائع الأسيتيلين.
- الألكاينات سلسلة متجانسة قانونها العام :

$$C_nH_{2n-2} \quad (n > 1)$$

حيث n تمثل عدد ذرات الكربون فى الألكاين

- تشتق الألكاينات من الألكانات المقابلة لها بانتزاع أربع ذرات هيدروجين منها، وعلى هذا الأساس يقل كل مركب فى هذه السلسلة عن الألكان المقابل له بعدد 4 ذرات هيدروجين مع استبدال الخاتمة (- ان) فى اسم الألكان بالخاتمة (- ايـن) فى اسم الألكاين المقابل.

$$\underset{\text{ألكان}}{C_nH_{2n+2}} \xrightarrow{-4H} \underset{\text{ألكاين}}{C_nH_{2n-2}}$$

تطبيق

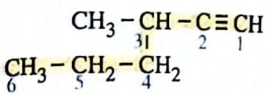
$$\underset{\text{إيثان}}{C_2H_6} \xrightarrow{-4H} \underset{\text{إيثاين}}{C_2H_2}$$

تسمية الأيوباك لمركبات الألكاينات

يراعى مراجعة تسمية الألكانات، مراعاة لعدم تكرار بعض النقاط الأساسية
فى تسمية جميع المركبات العضوية، ثم تراعى الخطوات التالية

الخطـــوات	
الخطوة الأولى	تحديد أطول سلسلة كربونية تحتوى على رابطة ثلاثية (≡)
الخطوة الثانية	تسمية أطول سلسلة كربونية باسم البادئة المعبرة عن عدد ذرات الكربون، وتضاف الخاتمة (- ين) إلى نهاية اسم السلسلة الأساسية
الخطوة الثالثة	ترقيم السلسلة الأساسية من الطرف الأقرب إلى الرابطة الثلاثية (≡)
الخطوة الرابعة	تحديد موضع واسم التفرع
الخطوة الخامسة	عند وجود أكثر من تفرع ترتب التفرعات أبجديًا حسب أسمائها اللاتينية (الإنجليزية مجازًا) دون التقيد بالترتيب الرقمى لها على ذرات كربون السلسلة الأساسية

تطبيق ١



أطول سلسلة كربونية بها رابطة ثلاثية تحتوى على 6 ذرات كربون

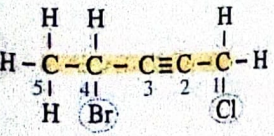
السلسلة الأساسية فى هذا المركب تسمى هكساين

ترقيم السلسلة الأساسية فى هذا المركب
1- هكساين

موضع واسم التفرع فى هذا المركب
3- ميثيل

∴ اسم المركب :
3- ميثيل -1- هكساين

تطبيق ٢



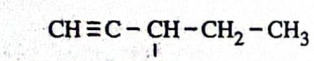
1- كلورو -4- برومو -2- بنتاين **تسمية خطأ ✗**

4- برومو -1- كلورو -2- بنتاين **تسمية صواب ✓**

مثال ١

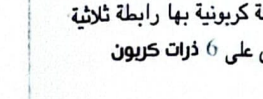
اكتب تسمية الأيوباك لكل من المركبات المعبر عنها بالصيغ البنائية التالية :

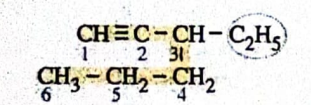
(١)

(٢) 

فكرة الحل

يتم رسم الصيغة البنائية فى الصورة الآتية لتسهيل تحديد السلسلة الأساسية :

(١) 

(٢) 

الحـــــل

(١) 3- ميثيل -1- بنتاين

(٢) 3- إيثيل -1- هكساين

مثال ٢

اكتب تسمية الأيوباك لكل من الصيغ البنائية المكثفة التالية :

(١) $CH_3(CH_2)_2CCCH_3$

(٢) $CH_3CCCH_2CH_3$

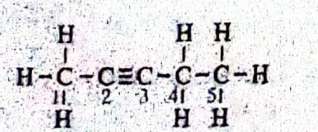
فكرة الحل

تعتمد على تحويل الصيغة البنائية المكثفة إلى صيغة بنائية تتضح فيها الروابط التساهمية.

الحـــــل

(١)

2- هكساين

(٢) 

2- بنتاين

ابحث في التيليجرام
@100PSEC

مثال ٣

ارسم الصيغة البنائية لمركب 2،2- ثنائى ميثيل -3- هكسان.

اطول سلسلة كربونية (السلسلة الأساسية) تحتوى على 6 ذرات كربون ①

الحل

2،2-ثنائى ميثيل -3- هكسان

تعتمد فكرة الحل على مهارة تحليل اسم المركب كما يتضح من المخطط المقابل، ثم تحويل ما تم استنباطه إلى رسم الصيغة البنائية من خلال عدة خطوات كالتالى :

تتفرع مجموعتا ميثيل من ذرة الكربون رقم 2 ③

ترتبط ذرة الكربون رقم 3 مع ذرة الكربون رقم 4 برابطة ثلاثية ②

خطوات الحل	التطبيق
الخطوة الأولى: رسم سلسلة تتكون من 6 ذرات كربون مع ترقيمها من أحد الطرفين	C(1) C(2) C(3) C(4) C(5) C(6)
الخطوة الثانية: رسم رابطة ثلاثية بين ذرتى الكربون 3، 4 وروابط أحادية بين باقى ذرات الكربون	C(1)-C(2)-C(3)≡C(4)-C(5)-C(6)
الخطوة الثالثة: إضافة مجموعتى ميثيل على ذرة الكربون رقم 2	CH_3 على C(2) و CH_3 على C(2)
الخطوة الرابعة: إضافة ذرات هيدروجين إلى ذرات الكربون بما يُكمل تكافؤها الرباعى	H على C(1)، CH_3 على C(2)، H على C(3)، H على C(4)، H على C(5)، CH_3 على C(6)

مثال ٤

اكتب الصيغة البنائية والصيغة الجزيئية للمركب 3،4- ثنائى إيثيل -1- هبتاين.

الحل

الصيغة البنائية : $H-C\equiv C-\underset{H}{\overset{C_2H_5}{C}}-\underset{C_2H_5}{\overset{H}{C}}-\underset{H}{\overset{H}{C}}-\underset{H}{\overset{H}{C}}-\underset{H}{\overset{H}{C}}-H$ (ترقيم 1 2 3 4 5 6 7)

الصيغة الجزيئية : $C_{11}H_{20}$

للتأكد من صحة الإجابة يتم التعويض عن قيمة n بالمقدار 11

فى القانون العام للألكاينات : C_nH_{2n-2}

$C_{11}H_{(2\times11)-2} \longrightarrow C_{11}H_{20}$ ✔

مثال ٥

ارسم الصيغة البنائية للمركب 2- برومو -3- بيوتاين، موضحًا وجه الاعتراض على هذه التسمية، ثم اكتب الاسم الصحيح لهذا المركب تبعًا لنظام الأيوباك.

الحل

الصيغة البنائية للمركب	وجه الاعتراض على التسمية	التسمية الصحيحة
H-C(Br)(H)-C(H)-C≡C-H	الترقيم لم يبدأ من الطرف الأقرب للرابطة الثلاثية	3- برومو -1- بيوتاين

مثال ٦

ألكاين كتلته المولية 54 g/mol : {C = 12 , H = 1}

(١) استنتج الصيغة الجزيئية له.

(٢) اكتب الصيغ البنائية المحتملة له.

الحل

(١) ∵ الصيغة العامة للألكاينات هى : C_nH_{2n-2}

$\therefore 12n + 2n - 2 = 54$

$\therefore n = 4$

∴ الصيغة الجزيئية للألكاين : $C_4H_{(2\times4)-2}$ ← C_4H_6

(٢)

H-C≡C-C(H)(H)-C(H)(H)-H	.....

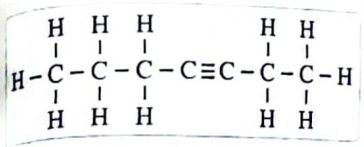
اختبر نفسك بكتابة الصيغة البنائية لأحد المركبين ①

ابحث في التيليجرام @100PSEC

أفكار حل أسئلة Open Book تقيس :

مخرج التعلم: تسمية المركبات العضوية (الألكانات) بنظام الأيوباك.

١ ما تسمية الأيوباك للمركب المقابل ؟



ⓐ 3- هبتين.
ⓑ 4- هبتاين.
ⓒ 3- هبتاين.
ⓓ 4- هبتين.

فكرة الحل :

∵ أطول سلسلة كربونية متصلة تحتوى على رابطة ثلاثية (≡) فى هذا الألكاين تتكون من 7 ذرات كربون
والرابطة الثلاثية تكون بين ذرتى الكربون 3 ، 4

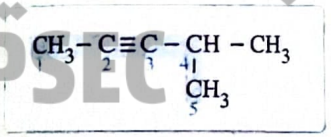
∴ تسمية الأيوباك للمركب : 3- هبتاين.

الحل : الاختيار الصحيح : ⓒ

٢ ما تسمية الأيوباك لهذا المركب : $CH_3 - C \equiv C - CH(CH_3)_2$ ؟

ⓐ 4- ميثيل -2- بنتاين.
ⓑ 4,4- ثنائى ميثيل -2- بيوتاين.
ⓒ أيزوبروبيل ميثيل أسيتيلين.
ⓓ 2- ميثيل - 4- بنتاين.

فكرة الحل :



∵ أطول سلسلة كربونية متصلة تحتوى على
رابطة ثلاثية (≡) فى هذا الألكاين تتكون من
5 ذرات كربون والرابطة الثلاثية تكون
بين ذرتى الكربون 2 ، 3

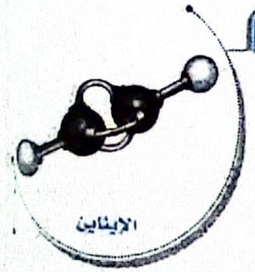
∴ السلسلة الأساسية لهذا المركب : 2- بنتاين.

∵ مجموعة الميثيل CH_3- تتفرع من ذرة
الكربون رقم 4

∴ تسمية الأيوباك للمركب : 4- ميثيل -2- بنتاين.

الحل : الاختيار الصحيح : ⓐ

الإيثاين C_2H_2 كمثال للألكاينات



يعتبر **الإيثاين** اول مركبات **سلسلة** الألكاينات.

الاسم الشائع للإيثاين هو **الأسيتيلين**.

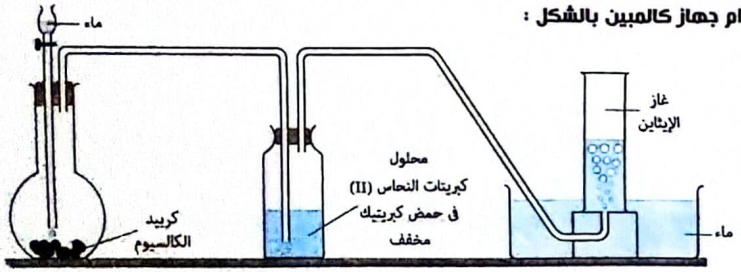
تحضير غاز الإيثاين

طريقتى تحضير غاز الايثاين

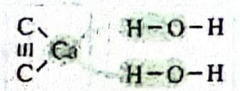
ⓐ فى المعمل
ⓑ فى الصناعة

ⓐ تحضير غاز الإيثاين فى المعمل

يُحضر غاز الإيثاين **فى المعمل بتنقيط الماء** (قطرة قطرة) **على** كربيد الكالسيوم **باستخدام جهاز كالمبين بالشكل :**



جهاز تحضير غاز الإيثاين فى المعمل



$$Ca(C \equiv C)_{(s)} + 2H_2O_{(l)} \longrightarrow H-C \equiv C-H_{(g)} + Ca(OH)_{2(aq)}$$

كربيد كالسيوم — إيثاين

يمرر غاز الإيثاين قبل جمعه **على** محلول كبريتات النحاس (II) فى حمض الكبريتيك المخفف، **لإزالة** غازى الفوسفين (PH_3) وكبريتيد الهيدروجين (H_2S) الناتجين من الشوائب الموجودة فى كربيد الكالسيوم.

يُجمع غاز الإيثاين فوق سطح الماء (بإزاحة الماء لأسفل)، **لأن** كثافة غاز الإيثاين أقل من كثافة الماء ولا يذوب فيه.

ⓑ تحضير غاز الإيثاين فى الصناعة

يُحضر غاز الإيثاين فى الصناعة **بتعخين الغاز الطبيعى** المحتوى على نسبة عالية (93%) من غاز الميثان لدرجة حرارة مرتفعة (تصل إلى 1500°C) ثم التبريد السريع للناتج.

$$2CH_{4(g)} \xrightarrow[\text{تبريد سريع}]{1500^\circ C} C_2H_{2(g)} + 3H_{2(g)}$$

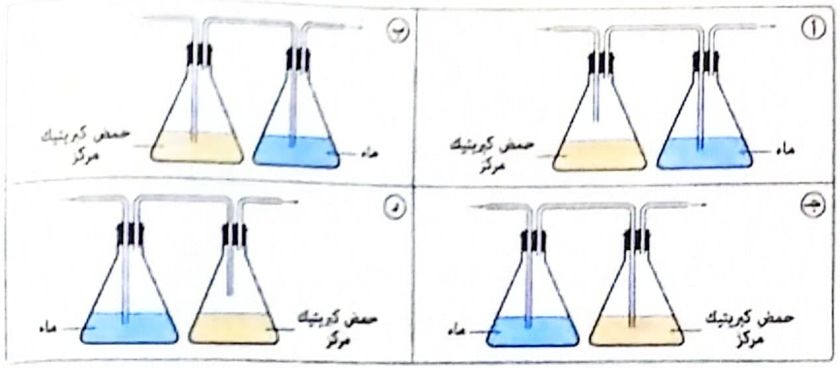
ميثان — إيثاين

ابحث في التيليجرام @TOOPSEC

أفكار حل أسئلة Open Book تقيس :

مخرج التعلم: يشرح طرق تحضير الهيدروكربونات (الألكانات)

1 يستخدم حمض الكبريتيك المركز فى تجفيف كل من غاز كلوريد الهيدروجين وغاز الإيثاين.
أى الأجهزة التالية تستخدم فى الحصول على غاز الإيثاين جافًا من خليط منه مع غاز كلوريد الهيدروجين ؟



فكرة الحل :

∵ للحصول على غاز الإيثاين يتم التخلص أولًا من غاز كلوريد الهيدروجين، وذلك بإمراره فى الماء
(حيث يذوب غاز كلوريد الهيدروجين فقط ولا يذوب غاز الإيثاين).
∴ يستبعد الاختيارين ① ، ②
∵ يلزم لتجفيف غاز الإيثاين إمراره داخل حمض الكبريتيك المركز (وليس على سطحه فقط)
∴ يستبعد الاختيار ④

الحل : الاختيار الصحيح : ③

2 ما حجم غاز الإيثاين الذى يمكن الحصول عليه من التأثير الحرارى على 200 L من غاز الميثان،
فى نفس الظروف من الضغط و درجة الحرارة ؟

① 400 L ② 200 L ③ 100 L ④ 50 L

فكرة الحل :

$$2CH_{4(g)} \xrightarrow[\text{شرط سريع}]{1500^\circ C} C_2H_{2(g)} + 3H_{2(g)}$$

	2 mol	1 mol
	(2 × 22.4) L	22.4 L
	200 L	? L

∴ حجم غاز الإيثاين $= \frac{200 \times 22.4}{2 \times 22.4} = 100\ L$

الحل : الاختيار الصحيح : ③

الخواص الكيميائية للإيثاين

من أهم أنواع التفاعلات الكيميائية التى يشترك فيها غاز الإيثاين :

١ تفاعلات الاحتراق
٢ تفاعلات الإضافة

١ تفاعلات الاحتراق

تتوقف نواتج احتراق غاز الإيثاين على كمية الأكسجين، كالتالى :

الاحتراق فى كمية محدودة من الأكسجين (الهواء الجوى)

يحترق غاز الإيثاين فى الهواء الجوى بلهب مدخن،
لأن كمية الأكسجين الموجودة فى الهواء محدودة
لا تكفى لاحتراق كل الكربون الموجود فى الإيثاين.

$$2C_2H_{2(g)} + 3O_{2(g)} \xrightarrow[\text{كمية محدودة}]{\Delta} 2CO_{2(g)} + 2H_2O_{(v)} + 2C_{(s)}$$

أكسجين الهواء الجوى

يحترق غاز الإيثاين فى الهواء بلهب مدخن

الاحتراق فى وفرة من غاز الأكسجين (الأكسجين النقى)

يحترق غاز الإيثاين تمامًا فى وفرة من غاز الأكسجين النقى
فى تفاعل طارد للحرارة.

$$2C_2H_{2(g)} + 5O_{2(g)} \xrightarrow[\text{كمية وفيرة}]{\Delta} 4CO_{2(g)} + 2H_2O_{(v)} + Heat$$

أكسجين نقى

يعطى تفاعل الاحتراق التام للإيثاين (الأسيتيلين)
لهب تصل درجة حرارته إلى $3000^\circ C$
يُعرف باسم لهب الأكسى أسيتيلين والذى يستخدم
فى عمليات قطع ولحام المعادن.

يحترق غاز الإيثاين بالأكسجين النقى لتكوين لهب الأكسى أسيتيلين

ابحث في التليجرام
@TOOPSEC

للاطلاع فقط

لماذا يستخدم الأسيتيلين فى أغراض اللحام رغم أن حرارة احتراقه أقل من حرارة احتراق كل من الإيثان والإيثين ؟

عند مقارنة عدد مولات الأكسجين اللازمة للتفاعل مع مول من كل مركب منهم وكذلك عدد مولات الماء الناتجة عن عملية الاحتراق.

إيثان $C_2H_{6(g)} + 3.5O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} 2CO_{2(g)} + 3H_2O_{(v)}$ $\Delta H = -1560\ kJ/mol$

إيثين $C_2H_{4(g)} + 3O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} 2CO_{2(g)} + 2H_2O_{(v)}$ $\Delta H = -1387\ kJ/mol$

أسيتيلين $C_2H_{2(g)} + 2.5O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} 2CO_{2(g)} + H_2O_{(v)}$ $\Delta H = -1300\ kJ/mol$

نلاحظ أن كمية الحرارة اللازمة لتنشيط الأكسجين فى بداية التفاعل واللازمة لتبخر الماء الناتج من التفاعل تكون فى حالة الأسيتيلين أقل مما فى حالتى الإيثان والإيثين.

٢ تفاعلات الإضافة

الإيثاين **مركب غير مشبع** لذا فهو يتفاعل غالبًا **بالإضافة** – مثل غاز الإيثين – **إلا أن تفاعلات الإضافة** للإيثاين **تتم على مرحلتين**، **لأن** جزىء الإيثاين يحتوى على **رابطتين باى** (π) بجانب الرابطة سيجما (σ) فتتحول الرابطة الثلاثية إلى رابطة ثنائية فى المرحلة الأولى، ثم تتحول الرابطة الثنائية إلى رابطة أحادية فى المرحلة الثانية.

تفاعلات الألكاينات بالإضافة

أ	ب	ج	د
تفاعلات إضافة الهيدروجين (H_2)	تفاعلات إضافة الهالوجينات (X_2)	تفاعلات إضافة هاليدات الهيدروجين (HX)	تفاعلات إضافة الماء (HOH) فى وجود عوامل حفازة

أ تفاعلات إضافة الهيدروجين (H_2) إلى الإيثاين (الهدرجة الحفزية)

تعرف تفاعلات إضافة الهيدروجين إلى الألكاينات فى وجود عوامل حفازة لتكوين الألكانات المقابلة بتفاعلات هدرجة الألكاينات.

يحتاج كل 1 mol من الألكاين المحتوى على رابطة ثلاثية واحدة إلى 2 mol من جزيئات الهيدروجين لكسر الروابط باى (π) الموجودة فيه لتحويله إلى مركب مشبع (الألكان المقابل).

تطبيق تفاعلات الهدرجة الحفزية للإيثاين فى وجود النيكل المجزأ – كعامل حفاز – لتكوين الإيثان.

$$H-C\equiv C-H_{(g)} + H_{2(g)} \xrightarrow{Ni} \underset{\text{إيثين}}{H_2C=CH_2} \xrightarrow{+H_2,\ Ni} \underset{\text{إيثان}}{H_3C-CH_3}$$

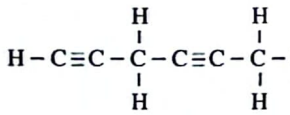
إيثاين

مثال

ما عدد مولات الهيدروجين اللازمة لتحويل 1 mol من المركب المقابل إلى مركب مشبع ؟ $HCCCH_2CCCH_3$

الحل

الصيغة البنائية للمركب :



∵ المول من هذا المركب يحتوى على 4 mol من الرابطة باى (π).

∴ يلزم 4 mol من جزيئات الهيدروجين لتحويل 1 mol من هذا الألكاين إلى مركب مشبع.

ب تفاعلات إضافة الهالوجينات (X_2) إلى الإيثاين (الهلجنة)

يتفاعل الإيثاين **مع الهالوجينات بشدة**، ويكون التفاعل **مصحوبًا بلهب (ضوء)** عند التفاعل **مع الكلور**.

يُستفاد من تفاعل هلجنة الألكاينات **فى الكشف عن عدم تشبعها**، فعند إمرار غاز الإيثاين فى ماء البروم (البروم المذاب فى رابع كلوريد الكربون) يزول لون ماء البروم الأحمر.

$$\underset{\text{إيثاين}}{H-C\equiv C-H_{(g)}} + Br_{2(l)} \xrightarrow{CCl_4} \underset{\text{2،1- ثنائى بروموإيثين}}{BrCH=CHBr_{(l)}} \xrightarrow[CCl_4]{+Br_2} \underset{\text{2،2،1،1- رباعى بروموإيثان}}{Br_2CH-CHBr_2}$$

ملحوظات

* **يتفاعل الميثان مع غاز الكلور فى وجود الأشعة فوق البنفسجية (تفاعل استبدال)، ولا يتفاعل مع ماء البروم.**

* **يتفاعل كل من الإيثين و الإيثاين مع ماء البروم (بالإضافة) مما يؤدى إلى زوال لون البروم الأحمر فى الحالتين، لذا لا يصلح البروم المذاب فى رابع كلوريد الكربون فى التمييز بين الإيثين و الإيثاين لأن البروم يتفاعل مع كل منهما بالإضافة.**

ج تفاعلات إضافة هاليدات الهيدروجين (الأحماض الهالوجينية HX) إلى الإيثاين

تتفاعل هاليدات الهيدروجين مثل بروميد الهيدروجين (متفاعل غير متماثل) مع الإيثاين على خطوتين، **كالتالى :**

الخطوة الأولى

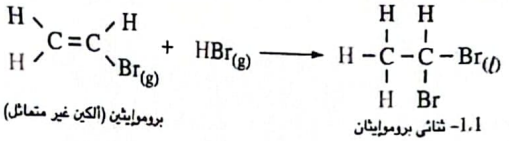
لا تخضع لقاعدة ماركونيكوف، **لأن** الإيثاين من الألكاينات المتماثلة.

$$\underset{\text{إيثاين (ألكاين متماثل)}}{H-C\equiv C-H_{(g)}} + HBr_{(g)} \longrightarrow \underset{\text{بروموإيثين (بروميد الفينيل)}}{H_2C=CHBr_{(g)}}$$

ابحث في التيليجرام @TOOPSSS

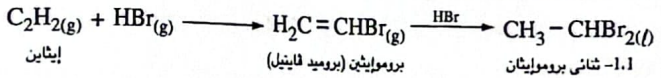
الخطوة الثانية

- **تخضع** لقاعدة ماركونيكوف، **لأن** البروموإيثين مركب **غير متماثل**.



بروموإيثين (الكين غير متماثل) — 1،1- ثنائى بروموإيثان

- **ويمكن إجمال تفاعلى الخطوتين، كالتالى :**



إيثاين — بروموإيثين (بروميد فاينيل) — 1،1- ثنائى بروموإيثان

أداء ذاتى

وضح بالمعادلات الرمزية الموزونة كيفية الحصول على مركب 1،1- ثنائى بروموإيثان من الميثان.

.....

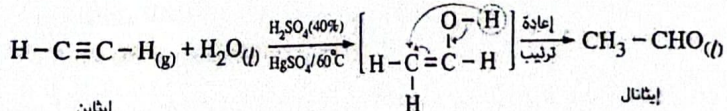
.....

.....

.....

ب تفاعلات إضافة الماء (HOH) إلى الإيثاين (الهيدرة الحفزية)

- يعرف تفاعل الإيثاين مع الماء بالإضافة فى وجود عوامل حفازة (كبريتات زئبق (II) و حمض كبريتيك 40%) عند درجة حرارة 60°C لتكوين الإيثانال (الأسيتالدهيد) بالهيدرة الحفزية للإيثاين.

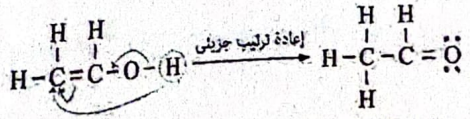


إيثاين — كحول الفاينيل (مركب غير ثابت) — إيثانال (أسيتالدهيد)

لتعلم جيد

- لماذا يعتبر مركب كحول الفاينيل غير ثابت ويحدث له إعادة ترتيب جزيئى متحولًا إلى الأسيتالدهيد ؟

لأن زوجى الإلكترونات الحرة الموجودين على ذرة أكسجين مجموعة (OH–) يتنافرا مع إلكترونى الرابطة باى (π) الضعيفة الموجودة بين ذرتى الكربون.



أداء ذاتى

اكتب الصيغة البنائية لأيزومر المركب الناتج من الهيدرة الحفزية للإيثاين.

.....

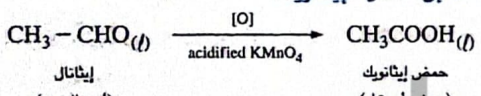
إيثانال (أسيتالدهيد)

- **ومن أهم تفاعلات الألدهيدات تفاعلى :** الأكسدة و الاختزال

تفاعلات أكسدة الألدهيدات

- **تتأكسد** الألدهيدات **بسهولة بواسطة** العوامل المؤكسدة، **مثل :** برمنجنات البوتاسيوم المحمضة **مكونة الأحماض الكربوكسيلية المقابلة**.

- **تطبيق** أكسدة الإيثانال إلى حمض الإيثانويك.



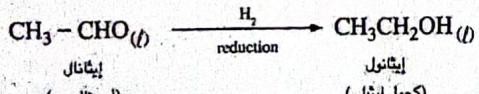
إيثانال (أسيتالدهيد) — حمض إيثانويك (حمض أسيتيك)

ابحث في التيليجرام @TOOPSEC

تفاعلات اختزال الألدهيدات

- **تختزل** الألدهيدات **بواسطة** العوامل المختزلة **مكونة الكحولات الأولية المقابلة**.

- **تطبيق** اختزال الإيثانال إلى الإيثانول.



إيثانال (أسيتالدهيد) — إيثانول (كحول إيثيلى)

أداء ذاتى

وضح بالمعادلات الرمزية الموزونة كيف يمكنك الحصول على حمض الأسيتيك من كربيد الكالسيوم.

.....

.....

.....

أفكار حل أسئلة Open Book تقيس :

مخرج التعلم: التعرف على أنواع التفاعلات العضوية المختلفة (تفاعلات الإضافة)

١ ما عدد مولات غاز الهيدروجين اللازمة لتشبع 1 mol من المركب $CH_3CHCHCCH$ ؟

ⓐ 2 mol ⓑ 3 mol ⓒ 4 mol ⓓ 5 mol

فكرة الحل :

الصيغة البنائية لهذا المركب : $H-\underset{\underset{H}{|}}{\overset{H}{\overset{|}{C}}}-\overset{H}{\overset{|}{C}}=\overset{H}{\overset{|}{C}}-C\equiv C-H$

∵ المول من هذا المركب يتضمن 1 mol من الرابطة (≡) ، 1 mol من الرابطة (=).

∴ المول من هذا المركب يحتوى على 3 mol من الرابطة باى.

وعليه يلزم 3 mol من الهيدروجين لتشبع 1 mol من هذا المركب.

الحل : الاختيار الصحيح : ⓑ

---

٢ عند إضافة 1 mol من جزيئات البروم إلى المركب : $CH_2=CH-CH_2-C\equiv CH$ فى درجة حرارة منخفضة يتكون مركب .....

ⓐ $CH_2=CH-CH_2-CBr=CHBr$ ⓑ $BrCH_2-CHBr-CH_2-C\equiv CH$

ⓒ $CH_2=CH-CH_2-CH_2-CBr_3$ ⓓ $CH_3-CBr_2-CH_2-C\equiv CH$

فكرة الحل :

إضافة 1 mol من Br_2 إلى هذا المركب، يتسبب فى كسر 1 mol من الرابطة باى ضمن الرابطة الثلاثية (≡) الأكثر نشاطًا من الرابطة الثنائية (=).

الحل : الاختيار الصحيح : ⓐ

---

٣ عند معالجة المركب (X) بوفرة من ماء البروم يتكون مركب 2، 2، 3، 3- رباعى بروموبيوتان.

ما اسم المركب (X) ؟

ⓐ 1- بيوتاين. ⓑ 2- بيوتاين. ⓒ 1- بيوتين. ⓓ 2- بيوتين.

فكرة الحل :

∵ إضافة ماء البروم إلى مركب 1- بيوتاين يعبر عنه كالتالى :

$$H-C\equiv C-CH_2-CH_3 + Br_2 \xrightarrow{CCl_4} H-\underset{Br}{\overset{Br}{C}}=\underset{Br}{\overset{Br}{C}}-CH_2-CH_3 \xrightarrow[CCl_4]{+Br_2} H-\underset{Br}{\overset{Br}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}-\underset{Br}{\overset{Br}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}-CH_2-CH_3$$

1- بيوتاين

2،2،1،1- رباعى بروموبيوتان

∴ يستبعد الاختيار ①

∵ إضافة ماء البروم إلى مركب 2- بيوتاين يعبر عنه كالتالى :

$$H_3C-C\equiv C-CH_3 + Br_2 \xrightarrow{CCl_4} H_3C-\underset{Br}{\overset{Br}{C}}=\underset{Br}{\overset{Br}{C}}-CH_3 \xrightarrow[CCl_4]{+Br_2} H_3C-\underset{Br}{\overset{Br}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}-\underset{Br}{\overset{Br}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}-CH_3$$

2- بيوتاين

3،3،2،2- رباعى بروموبيوتان

الحل : الاختيار الصحيح : ⓑ

---

٤ عند تفاعل المركب العضوى (A) مع المادة (B) فى وجود $H_2SO_4 + HgSO_4$ مع التسخين تتكون المادة (C) التى يمكن أكسدتها إلى حمض الإيثانويك. ما الصيغة الكيميائية للمركب (A) ؟

ⓐ C_2H_4 ⓑ C_2H_2 ⓒ C_3H_4 ⓓ C_4H_6

فكرة الحل :

∵ حمض الإيثانويك ينتج عن أكسدة الأسيتالدهيد.

$$CH_3CHO_{(l)} \xrightarrow{[O]} CH_3COOH_{(l)}$$

أسيتالدهيد — حمض الأسيتيك (حمض الإيثانويك)

∴ المادة (C) هى أسيتالدهيد.

∵ الأسيتالدهيد ينتج عن الهيدرة الحفزية للإيثاين C_2H_2

$$H-C\equiv C-H_{(g)} + H_2O_{(l)} \xrightarrow[HgSO_4/60°C]{H_2SO_4(40\%)} CH_3-CHO_{(l)}$$

إيثاين — إيثانال (أسيتالدهيد)

∴ المركب (A) هو الإيثاين C_2H_2

الحل : الاختيار الصحيح : ⓑ

---

٥ أى مما يأتى لا يتفاعل مع الإيثاين ؟

ⓐ HCl ⓑ Mg ⓒ H_2O ⓓ Br_2

فكرة الحل :

∵ **الإيثاين يتفاعل مع كل مما يأتى بالإضافة :**

- مع HCl : $C_2H_{2(g)} + HCl_{(g)} \longrightarrow H_2C=CHCl_{(g)} \xrightarrow{HCl} CH_3-CHCl_{2(l)}$
- مع H_2O : $C_2H_{2(g)} + H_2O_{(l)} \xrightarrow[HgSO_4/60°C]{H_2SO_4(40\%)} CH_3-CHO_{(l)}$
- مع Br_2 : $C_2H_{2(g)} + Br_{2(l)} \xrightarrow{CCl_4} BrCH=CHBr_{(l)} \xrightarrow[CCl_4]{+Br_2} Br-\underset{Br}{\overset{Br}{CH}}-\underset{Br}{\overset{Br}{CH}}-Br_{(l)}$

∴ تستبعد الاختيارات ⓐ ، ⓒ ، ⓓ

الحل : الاختيار الصحيح : ⓑ

ابحث في التيليجرام @TOOPSEC

الباب 5

الهيدروكربونات الحلقية

الدرس السادس

الهيدروكربونات الحلقية

تصنف إلى :

أولا الهيدروكربونات الحلقية المشبعة

- تُعرف الهيدروكربونات المشبعة التى تحتوى جزيئاتها على ثلاث ذرات كربون على الأقل وتوجد فى شكل حلقى

باسم الألكانات الحلقية وصيغتها العامة C_nH_{2n}

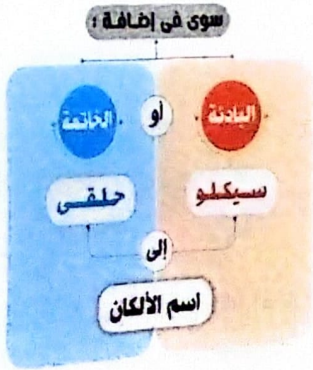
- لا تصلح الصيغة الجزيئية فى التفرقة بين الألكانات الحلقية و الألكينات الأليفاتية المقابلة لها ،

لأن لهما نفس الصيغة العامة C_nH_{2n}

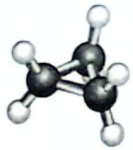
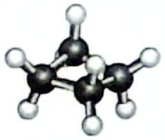
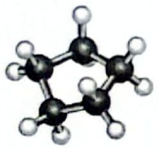
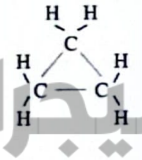
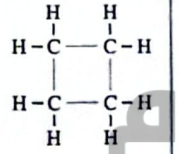
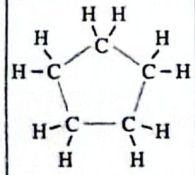
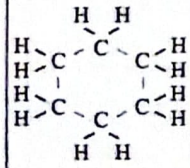
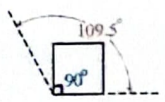
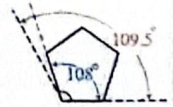
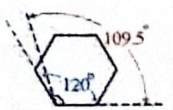
مع مراعاة أن :

قيمة n فى الألكانات الحلقية لا تقل عن 3 فى حين لا تقل فى الألكينات الأليفاتية عن 2

- لا تختلف تسمية الأيوباك للألكانات الحلقية عن مثيلاتها من الألكانات ذات السلسلة المستقيمة،



- وفيما يلى عرض للأفراد الأربعة الأولى من سلسلة الألكانات الحلقية :

المركب الحلقى	بروبان حلقى (سيكلوبروبان)	بيوتان حلقى (سيكلوبيوتان)	بنتان حلقى (سيكلوبنتان)	هكسان حلقى (سيكلوهكسان)
النموذج الجزيئى				
الصيغة الجزيئية	C_3H_6	C_4H_8	C_5H_{10}	C_6H_{12}
الصيغة البنائية				
مقدار الزاوية بين روابط الكربون وبعضها (الزاوية الداخلية)	60°	 90°	 تقترب من 109.5°	
مقدار الزاوية بين روابط الكربون فى الألكانات غير الحلقية 109.5°				
الثبات النسبى	بروبان حلقى < بيوتان حلقى		< بنتان حلقى	< هكسان حلقى
النشاط الكيميائى	«نشط جدًا»	«نشط»	«مستقر»	«أكثر استقرارًا»

- تختلف الخواص الكيميائية للألكانات الحلقية تبعًا لمقدار الزاوية الداخلية بين روابط الكربون وبعضها.

ابحث في التيليجرام
@TOOPSEC

الخواص الكيميائية للألكانات الحلقية

تعتمد الخواص الكيميائية للألكانات الحلقية - إلى حد كبير - على مقدار الزاوية الداخلية فكلما قل مقدار الزاوية بين روابط الكربون، كلما كان التداخل بين الأوربيتالات الذرية والارتباط بين ذرات الكربون ضعيفًا فيزداد النشاط الكيميائى، والعكس صحيح،

كما يتضح من التطبيقات التالية :

١ البروبان الحلقى والبيوتان الحلقى يتميزان بالنشاط الكيميائى

لصغر مقدار الزاوية الداخلية فى كل منهما
(فى البروبان الحلقى 60°، وفى البيوتان الحلقى 90°)

وهو ما يؤدى إلى ← ضعف التداخل بين الأوربيتالات وبالتالى ضعف الروابط بين ذرات الكربون مما يسهل كسرها

٢ البروبان الحلقى يكون مع الهواء خليط شديد الاحتراق

لصغر مقدار الزاوية الداخلية فيه 60°

٣ البروبان الحلقى نشط للغاية مقارنةً بالبروبان العادى

لأن مقدار الزاوية الداخلية فى البروبان الحلقى يساوى 60°، بينما مقدار الزاوية بين روابط الكربون فى البروبان العادى يساوى 109.5°

وكلما ← الزاوية بين روابط الكربون كلما كان التداخل بين الأوربيتالات الذرية (الارتباط بين ذرات الكربون) ضعيفًا مما يسهل كسرها

٤ البروبان الحلقى أقل ثباتًا نسبيًا من الهكسان الحلقى

لأن مقدار الزاوية الداخلية فى البروبان الحلقى 60°
أقل مما فى الهكسان الحلقى 120°

قلت ←

٥ الهكسان الحلقى والبنتان الحلقى يتميزان بثبات واستقرار يقارب استقرار الهكسان والبنتان مستقيمى السلسلة

لأن مقدار الزاوية الداخلية فى كل منهما يقترب من 109.5°

وبالتالى يكون ← التداخل بين الأوربيتالات الذرية قويًا مكونًا روابط سيجما (σ) القوية صعبة الكسر

أداء ذاتى

رتب المركبات المقابلة تنازليًا حسب ثباتها النسبى (درجة استقرارها)، مع التفسير.

(١) (٢) (٣) (٤)

.....

.....

.....

مثال

اذكر تسمية الأيوباك للألكانات الحلقية المقابلة :

(١) Cl (٢) H_3C CH_3 (٣) CH_3 Br (٤) CH_3 C_2H_5

الحل

(١) : كلوروهكسان حلقى.
(٢) : 1،1- ثنائى ميثيل بروبان حلقى.
(٣) : 1- برومو -2- ميثيل بيوتان حلقى.
(٤) : 1- إيثيل -3- ميثيل بنتان حلقى.

أفكار حل أسئلة Open Book تقيس :

مخرج التعلم: رسم مشكلات مختلفة للصيغة الجزيئية الواحدة.

١ الصيغة الجزيئية C_6H_{12} تعبر عن كل مما يلى، عدا .....

① الهكسين. ② الهكسان. ③ الهكسان الحلقى. ④ 2- ميثيل -1- بنتين.

فكرة الحل :

∵ الصيغة العامة لهذه الصيغة الجزيئية : C_nH_{2n}
∴ هذه الصيغة الجزيئية تعبر عن ألكين أو ألكان حلقى (وليس عن ألكانات).
وعليه يتم استبعاد الاختيارات ① ، ③ ، ④

الحل : الاختيار الصحيح : ②

٢ كل المركبات الآتية حلقية، عدا .....

① C_5H_{12} ② C_4H_8 ③ C_6H_6 ④ C_6H_{12}

فكرة الحل :

∵ الصيغتين C_4H_8 ، C_6H_{12} يمكن أن تعبرا عن مركبين من المركبات الحلقية المشبعة.
∴ يستبعد الاختيارين ② ، ④
∵ الصيغة C_6H_6 تعبر عن مركب أروماتى [البنزين العطرى].
∴ يستبعد الاختيار ③

الحل : الاختيار الصحيح : ①

ابحث في التيليجرام @TOOPSEC

أفكار حل أسئلة Open Book تقيس :

مخرج التعلم: تصنيف المركبات العضوية.

أى مما يأتى يُعبر عن الألكانات الحلقية ؟

(أ) كسر الروابط فى السيكلوبنتان أسهل من كسرها فى السيكلوبروبان.

(ب) الصيغة الجزيئية للسيكلوبنتان هى نفس الصيغة الجزيئية للبنتين.

(جـ) درجة غليان السيكلوبنتان أعلى من درجة غليان البنتان العادى.

(د) الزاوية بين روابط الكربون وبعضها فى جزىء السيكلوبنتان تساوى $109.5°$

فكرة الحل :

∵ السيكلوبنتان أكثر استقرارًا من السيكلوبروبان.

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ الصيغة العامة C_nH_{2n} تعبر عن سلسلتى الألكينات الأليفاتية والألكانات الحلقية.

∴ الصيغة الجزيئية للسيكلوبنتان هى نفس الصيغة الجزيئية للبنتين.

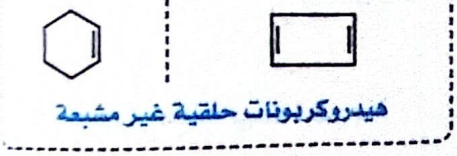
الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

ابحث فى التيليجرام
@TOOPSET

ثانيًا الهيدروكربونات الحلقية غير المشبعة

الهيدروكربونات الحلقية غير المشبعة لها عدة صور، سوف ندرس منها **المركبات الأروماتية** والتى أدرك العلماء منذ القرن التاسع عشر أنها تختلف عن المركبات الأليفاتية، **وفيما يلى مقارنة بسيطة بينهما :**

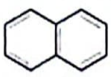
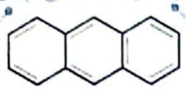
للإيضاح فقط



هيدروكربونات حلقية غير مشبعة

المركبات الأليفاتية	المركبات الأروماتية
تُشتق من الأحماض الدهنية، لذا سميت بالمركبات الأليفاتية (الدهنية).	تُشتق من بعض الراتنجات وبعض المنتجات الطبيعية ولها روائح عطرية مميزة، لذا سُميت بالمركبات الأروماتية (العطرية).
تتميز مركباتها باحتوائها على نسبة من الهيدروچين أكبر مما فى المركبات الأروماتية.	تتميز مركباتها باحتوائها على نسبة من الهيدروچين أقل مما فى المركبات الأليفاتية.
الميثان هو الفرد الأول فى سلسلة المركبات الأليفاتية.	البنزين العطرى هو الفرد الأول فى سلسلة المركبات الأروماتية.

تتواجد المركبات الأروماتية على هيئة :

حلقة بنزين واحدة	حلقتي بنزين	أكثر من حلقتي بنزين
		
بنزين	نفثالين	أنثراسين
C_6H_6	$C_{10}H_8$	$C_{14}H_{10}$

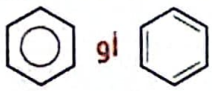
يُطلق العامة على الجازولين (وقود السيارات) اسم بنزين وهو يختلف تمامًا عن البنزين العطرى.

الجازولين

البنزين العطرى

ملحوظة

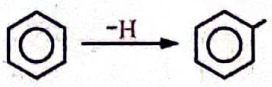
يُعبر عن الصيغة البنائية للبنزين العطرى بإحدى الصيغتين التاليتين :



مجموعة (شق) الأريل (-Ar)

هى الشق الناتج عن نزع ذرة هيدروجين من المركب الأروماتى، ويرمز له بالرمز (-Ar).

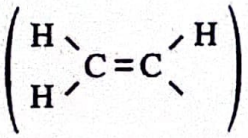
تطبيق شق الفينيل Phenyl (-Ph).



C_6H_6 بنزين عطرى — C_6H_5- شق الفينيل

تذكر أن

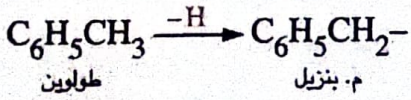
مجموعة الفينيل Phenyl (C_6H_5-) تختلف عن


مجموعة الڤاينيل Vinyl

ابحث في التيليجرام @TOOPSEC

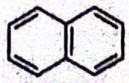
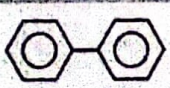
للاطلاع فقط

* أُشتقت كلمة فينيل Phenyl من اللفظ Phene المستخدم للتعبير عن البنزين فى الماضى.
* شق البنزيل (Benzyl) ينتج عن نزع ذرة هيدروجين من مجموعة ميثيل مركب الطولوين.



$C_6H_5CH_3$ طولوين — $C_6H_5CH_2-$ م. بنزيل

قارن بين النفثالين و ثنائى الفينيل «من حيث : الصيغة البنائية – الصيغة الجزيئية».

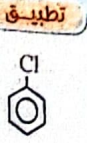
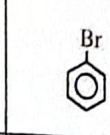
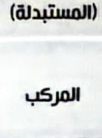
وجه المقارنة	النفثالين	ثنائى الفينيل
الصيغة البنائية		
الصيغة الجزيئية	$C_{10}H_8$	$C_{12}H_{10}$

تسمية مشتقات البنزين أحادية الاستبدال

تسمى مشتقات البنزين الهالوجينية أحادية الاستبدال **حسب :**

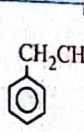
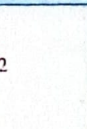
- **نظام الأيوباك** على وزن هالوبنزين.
- **التسمية الشائعة** على وزن هاليد الفينيل.

تطبيق

المركب				
تسمية الأيوباك (هالوبنزين)	فلوروبنزين	كلوروبنزين	بروموبنزين	يودوبنزين
التسمية الشائعة (هاليدالفينيل)	فلوريدالفينيل	كلوريد الفينيل	بروميد الفينيل	يوديد الفينيل

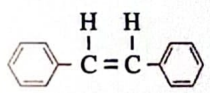
وإذا تم الاستبدال ببعض المجموعات الذرية، فإنه يذكر اسم المجموعة الذرية المستبدلة متبوعة بكلمة بنزين.

تطبيق

المركب			
تسمية الأيوباك	نيتروبنزين	إيثيل بنزين	بروبيل بنزين

إذا كانت حلقة البنزين متصلة بمجموعة ليس لها اسم بسيط، فإنه يتم التعامل مع حلقة البنزين باعتبارها المجموعة المستبدلة (التفرع) فتأخذ اسم فينيل.

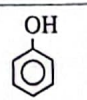
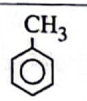
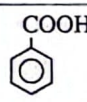
تطبيق

المركب	$H_3C-CH(H)-CH_3$	
تسمية الأيوباك	2- فينيل بروبان	2،1- ثنائي فينيل إيثين

إذا تم استبدال إحدى ذرات هيدروجين حلقة البنزين **ببعض المجموعات الفعالة**، فإن اسم المركب الناتج يُنسب إلى البنزين تبعًا لتسمية الأيوباك أو يكون له اسما جديدا شائعًا.

بعض الأسماء الشائعة مُعترف بها **كتسمية أيوباك.**

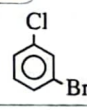
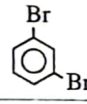
تطبيق

المجموعة الفعالة (المستبدلة)	مجموعة الهيدروكسيل ($-OH$)	مجموعة الميثيل (CH_3-)	مجموعة الكربوكسيل ($-COOH$)
المركب			
تسمية الأيوباك	• هيدروكسى بنزين. • فينول.	• ميثيل بنزين. • طولوين.	• حمض كربوكسى بنزين. • حمض بنزويك.
تسميات أخرى	حمض الكربوليك	فينيل ميثان	حمض فينيل كربوكسيلك

تسمية مشتقات البنزين ثنائية الاستبدال حسب نظام الأيوباك

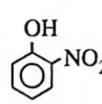
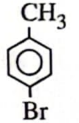
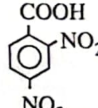
عند استبدال ذرتى هيدروجين **فى الحلقة** بذرتين **او** مجموعتين متشابهتين **او** مختلفتين، تتم التسمية بنفس طريقة تسمية الهيدروكربونات الأليفاتية والتى يتم فيها **مراعاة** ترقيم المستبدلات بالشكل الذى يعطى أقل مجموع ممكن لأرقام التفرعات وكذلك الترتيب الأبجدى لها.

تطبيق

المركب		
تسمية الأيوباك	1- كلورو -3- بروموبنزين ✗ 1- برومو -3- كلوروبنزين ✓	5،1- ثنائى بروموبنزين ✗ 3،1- ثنائى بروموبنزين ✓

فى حالة استبدال ذرة هيدروجين فى مركبات الفينول ، الطولوين ، حمض البنزويك **ترقم** المجموعة الأساسية فى هذه المركبات بالرقم 1 وترقم المجموعات الأخرى حسب موقعها بالنسبة للمجموعة الأساسية.

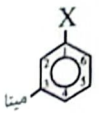
تطبيق

المركب			
تسمية الأيوباك	• 1- هيدروكسى -2- نيتروبنزين. • 2- نيتروفينول.	• 1- برومو -4- ميثيل بنزين. • 4- بروموطولوين.	• 1- كربوكسى -4،2- ثنائى نيتروبنزين. • 4،2- ثنائى نيترو حمض البنزويك.

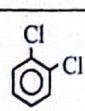
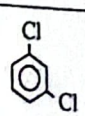
ابحث في التيليجرام @TOOPSEC

تسمية مشتقات البنزين ثنائية الاستبدال حسب الطريقة الشائعة

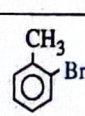
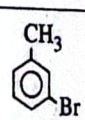
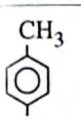
- وجود ذرتين أو مجموعتين بديلتين على حلقة البنزين، يتبعه احتمال وجود ثلاث أيزومرات موضعية، يمكن تمييزها باستخدام المقاطع الموضحة بالجدول التالي :

المقطع	ترقيم موضعي الإحلال	الرمز	موضعي الإحلال على حلقة البنزين
أرثو Ortho	2،1 «ذرتي كربون متجاورتين»	O-	
ميتا Meta	3،1	M-	
بـــارا Para	4،1 «ذرتي كربون متقابلتين»	P-	

تطبيق ١ أيزومرات ثنائي كلوروبنزين.

الأيزومر			
تسمية الأيوباك	2،1- ثنائي كلوروبنزين	3،1- ثنائي كلوروبنزين	4،1- ثنائي كلوروبنزين
التسمية الشائعة	أرثو - ثنائي كلوروبنزين	ميتا - ثنائي كلوروبنزين	بارا - ثنائي كلوروبنزين

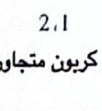
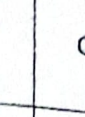
تطبيق ٢ أيزومرات بروموطولوين.

الأيزومر			
تسمية الأيوباك	• 1- برومو -2- ميثيل بنزين. • 2- بروموطولوين.	• 1- برومو -3- ميثيل بنزين. • 3- بروموطولوين.	• 1- برومو -4- ميثيل بنزين. • 4- بروموطولوين.
التسمية الشائعة	أرثو - بروموطولوين	ميتا - بروموطولوين	بارا - بروموطولوين

للاطلاع فقط

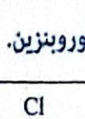
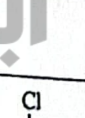
- عند استبدال ذرتي هيدروجين في حلقة بنزين بمجموعتي ميثيل لا يُنسب اسم المركب - حسب نظام الأيوباك - إلى الطولوين، بل يصبح له اسم جديد هو زيلين Xylene

تطبيق ١ أيزومرات الزيلين.

الأيزومر			
تسمية الأيوباك	• 4،1- ثنائي ميثيل بنزين. • 4،1- زيلين.	• 3،1- ثنائي ميثيل بنزين. • 3،1- زيلين.	• 2،1- ثنائي ميثيل بنزين. • 2،1- زيلين.
التسمية الشائعة	بارا - زيلين	ميتا - زيلين	أرثو - زيلين

- عند استبدال ذرتي هيدروجين في حلقة بنزين بمجموعة هيدروكسيل و مجموعة ميثيل يُنسب اسم المركب - حسب نظام الأيوباك - إلى الفينول وليس إلى الطولوين، ويصبح له اسم جديد هو كريزول Cresol

تطبيق ٢ أيزومرات الكريزول.

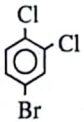
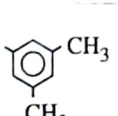
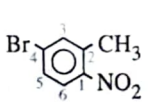
الأيزومر			
تسمية الأيوباك	• 4- ميثيل فينول. • 4،1- كريزول.	• 3- ميثيل فينول. • 3،1- كريزول.	• 2- ميثيل فينول. • 2،1- كريزول.
التسمية الشائعة	بارا - كريزول	ميتا - كريزول	أرثو - كريزول

ابحث في التيليجرام @TOOPSEC

تسمية مشتقات البنزين عديدة الاستبدال حسب نظام الأيوباك

- ترقم ذرات كربون الحلقة التي تم فيها الاستبدال مرورًا بالاتجاه الذي يؤدي إلى أقل مجموع ممكن لأرقام التفرعات.
- ترتب المجموعات أبجديًا حسب اسمائها اللاتينية (الإنجليزية مجازًا) بغض النظر عن ترقيم مواقعها.

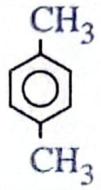
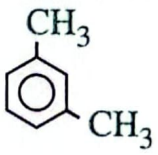
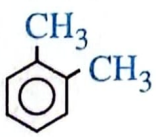
تطبيق

المركب			
تسمية الأيوباك	4- برومو -2،1- ثنائي كلوروبنزين	5،3،1- ثلاثي ميثيل بنزين	4- برومو -2- ميثيل -1- نيتروبنزين

للاطلاع فقط

عند استبدال ذرتى هيدروچين فى حلقة بنزين بمجموعتى ميثيل لا يُنسب اسم المركب – حسب نظام الأيوباك – إلى الطولوين، بل يصبح له اسم جديد هو **زيلين Xylene**

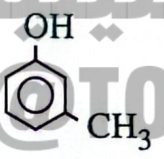
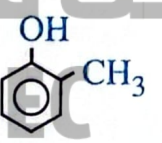
تطبيق ١ أيزومرات الزيلين.

الأيزومر			
تسمية الأيوباك	• 1 ، 4– ثنائى ميثيل بنزين. • 1 ، 4– زيلين.	• 1 ، 3– ثنائى ميثيل بنزين. • 1 ، 3– زيلين.	• 1 ، 2– ثنائى ميثيل بنزين. • 1 ، 2– زيلين.
التسمية الشائعة	بارا – زيلين	ميتا – زيلين	أرثو – زيلين

عند استبدال ذرتى هيدروچين فى حلقة بنزين بمجموعة هيدروكسيل و مجموعة ميثيل يُنسب اسم المركب – حسب نظام الأيوباك – إلى الفينول وليس إلى الطولوين، ويصبح له اسم جديد هو **كريزول Cresol**

تطبيق ٢ أيزومرات الكريزول.

ابحث في التيليجرام
@TOOPSEC

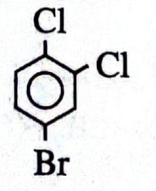
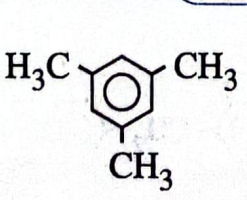
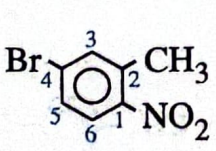
الأيزومر			
تسمية الأيوباك	• 4– ميثيل فينول. • 4،1– كريزول.	• 3– ميثيل فينول. • 3،1– كريزول.	• 2– ميثيل فينول. • 2،1– كريزول.
التسمية الشائعة	بارا – كريزول	ميتا – كريزول	أرثو – كريزول

تسمية مشتقات البنزين عديدة الاستبدال حسب نظام الأيوباك

ترقم ذرات كربون الحلقة التى تم فيها الاستبدال مرورًا **بالاتجاه الذى يؤدى إلى أقل مجموع ممكن لأرقام التفرعات.**

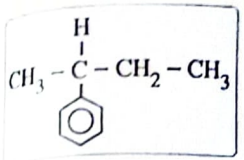
ترتب **المجموعات أبجديًا حسب أسمائها اللاتينية** (الإنجليزية مجازًا) بغض النظر عن ترقيم مواقعها.

تطبيق

المركب			
تسمية الأيوباك	4– برومو –2،1– ثنائى كلوروبنزين	1 ، 3 ، 5– ثلاثى ميثيل بنزين	4– برومو –2– ميثيل –1– نيتروبنزين

أفكار حل أسئلة Open Book تقيس :

مخرج التعلم: تسمية المركبات العضوية بنظام الأيوباك.



ما تسمية الأيوباك للمركب المقابل ؟

(أ) 2- سيكلوهكسيل بيوتان.

(ب) 2- فينيل بيوتان.

(جـ) 3- سيكلوهكسيل بيوتان.

(د) 3- فينيل بيوتان.

فكرة الحل :

∵ أطول سلسلة كربونية متصلة تحتوى على 4 ذرات كربون.

∴ خاتمة اسم المركب : بيوتان.

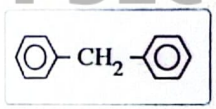
∵ مجموعة الفينيل تتفرع من ذرة الكربون رقم 2

∴ تسمية الأيوباك للمركب : 2- فينيل بيوتان.

الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

أفكار حل أسئلة Open Book تقيس :

مخرج التعلم: رسم متشكلات مختلفة للصيغة الجزيئية الواحدة.

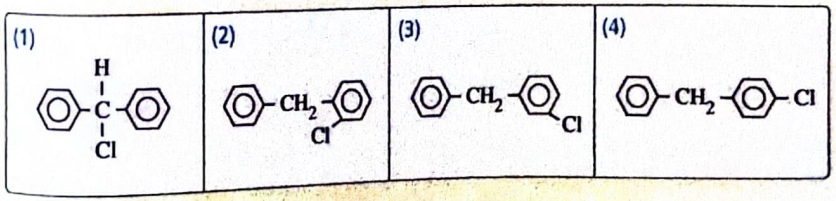


الصيغة البنائية المقابلة : لمركب ثنائى فينيل ميثان.
ما عدد الأيزومرات المحتملة عند استبدال ذرة هيدروجين واحدة من جزىء هذا المركب بذرة كلور؟

(أ) 8 (ب) 7 (جـ) 6 (د) 4

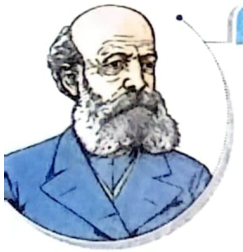
فكرة الحل :

الأيزومرات المحتملة لهذا المركب، هى :



الحل : الاختيار الصحيح : (د)

الصيغة البنائية للبنزين العطرى


Kekule

استغرق التعرف على الصيغة البنائية للبنزين كثيرًا من الجدل بين علماء الكيمياء لسنوات عديدة.

لأن البنزين :

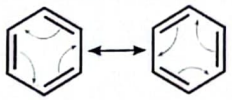
- يتفاعل بالإحلال وأيضًا بالإضافة (وإن كان يتم بصعوبة).
- طول الرابطة بين ذرات الكربون فيه وسط بين طول الرابطة الأحادية وطول الرابطة المزدوجة ... وغيرهما من الخواص المحيرة.

للإيضاح فقط

- طول الرابطة ($C=C$) تساوى **140 pm** فى البنزين العطرى.
- طول الرابطة ($C=C$) تساوى **132 pm**
- طول الرابطة ($C-C$) تساوى **154 pm**

اقترح العالم الألمانى كيكولى فى عام 1865 تمثيل البنزين بإحدى الصيغتين التاليتين :

صيغة كيكولى



تتبادل الروابط الأحادية والمزدوجة فى جزىء البنزين (ظاهرة الرنين)

الصيغة المختزلة

الشكل السداسى لحلقة البنزين

ويتضح من صيغتى كيكولى للبنزين أن :

١ جزىء البنزين عبارة عن حلقة مكونة من 6 ذرات كربون.

٢ ترتبط ذرات الكربون الستة ببعضها عن طريق 3 روابط أحادية بالتبادل مع 3 روابط مزدوجة.

٣ الروابط الستة بين ذرات الكربون متماثلة الطول.

٤ ترتبط كل ذرة كربون بذرة هيدروجين.

٥ تدل الحلقة داخل الشكل السداسى على عدم تمركز الإلكترونات الستة عند ذرات كربون معينة.

ابحث في التليجرام
@TOOPSEC

للإيضاح فقط

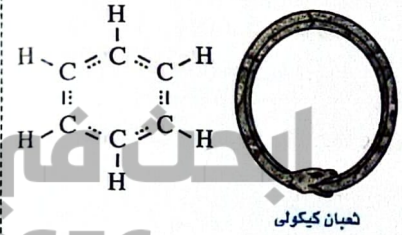
- خواص البنزين غير العادية مقارنةً بالألكينات :
  - لا يتأكسد بواسطة برمنجنات البوتاسيوم.
  - يتفاعل غالبًا بالاستبدال وبصعوبة بالإضافة.
  - لا يتفاعل بالإضافة مع ماء البروم أو هاليدات الهيدروچين.
  - أكثر ثباتًا (أقل نشاطًا) من الألكينات.
- وترجع هذه الخواص إلى ثبات حلقة البنزين الأروماتية وفى حال تفاعله يتكون مركبات أقل ثباتًا من البنزين وهو ما يجعل التفاعل غير قابل للحدوث (صعب الحدوث).

للاطلاع فقط

قصة اكتشاف كيكولى لصيغة البنزين

كان كيكولى مشغول الذهن بمشكلة تحديد شكل جزىء البنزين وفى إحدى غفواته شاهد حلمًا يظهر فيه ثعبانًا يمسك ذيله بفمه وهو يتراقص، وهو ما أوحى إليه بالشكل الحلقى لجزىء البنزين.

«اجتهد بصدق وسوف يتحقق حلمك»

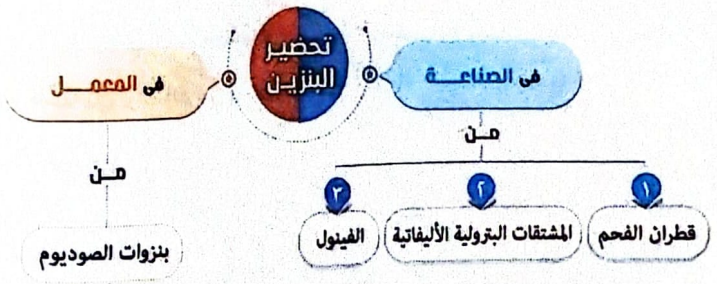


ثعبان كيكولى

تحضير البنزين

تختلف طرق تحضير البنزين فى الصناعة عنها فى المعمل،

كما يتضح من المخطط التالى :



١ تحضير البنزين فى الصناعة من قطران الفحم

يُعرف تسخين الفحم الحجرى بمعزل عن الهواء لتحليله إلى غازات وسوائل وفحم كوك بالتقطير الإتلافى للفحم الحجرى.

والمخطط التالى يوضح نواتج التقطير الإتلافى للفحم الحجرى.

ابحث في التيليجرام
@TOOPSEC

عند إجراء عملية تقطير تجزيئى لقطران الفحم عند :

درجة حرارة (82°C : 80°) نحصل على البنزين، وعند درجات حرارة أخرى نحصل على مركبات عضوية أخرى لها أهمية اقتصادية كبرى، مثل : الفينول.

للإيضاح فقط

- التقطير التجزيئى : عملية فصل عدة سوائل ممتزجة معًا اعتمادًا على اختلاف درجة غليانها.

أفكار حل أسئلة Open Book تقيس :

مخرج التعلم: استنتاج أن الكيمياء علم تجريبى.

أى مما يلى يُعد من التفاعلات التى يمكن إجراؤها فى المعمل؟

① تخليق الكربوهيدرات بعملية البناء الضوئى.
② تحويل المواد العضوية إلى بترول.
③ تحويل المواد النباتية إلى أنسجة حيوانية.
④ إنتاج البنزين من قطران الفحم.

فكرة الحل :

∵ عملية البناء الضوئى يلزم لحدوثها توافر البلاستيدات الخضراء الموجودة فى أوراق النباتات
∴ يستبعد الاختيار ①
∵ تحويل المواد النباتية إلى أنسجة حيوانية لا تتم إلا داخل أجسام الكائنات الحية الحيوانية.
∴ يستبعد الاختيار ③
∵ تحويل المواد العضوية إلى بترول يتم فى درجات حرارة مرتفعة جدًا وتحت ضغط عال جدًا ويستغرق ملايين السنين
∴ يستبعد الاختيار ②

الحل : الاختيار الصحيح : ④

٢ تحضير البنزين فى الصناعة من المشتقات البترولية الأليفاتية

يزداد الطلب على البنزين العطرى بتقدم الصناعات الكيميائية، **لأنه** يستخدم كمادة أولية فى العديد من الصناعات الكيميائية.

يمكن الحصول على البنزين العطرى من المركبات الأليفاتية بإحدى طريقتين، هما :

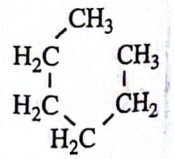
أ إعادة التشكيل المحفز للهكسان العادى
ب البلمرة الثلاثية للإيثاين

أ تحضير البنزين من الهكسان العادى بطريقة إعادة التشكيل المحفز

تستخدم **طريقة إعادة التشكيل المحفز** فى تحويل المشتقات البترولية الأليفاتية التى تحتوى على سلاسل كربونية مستقيمة من **6 : 8 ذرات كربون** إلى مركبات تحتوى على **حلقة بنزين**، **كما يتضح من التطبيقين التاليين :**

تطبيق ① تحويل الهكسان العادى إلى بنزين عطرى.

عند إمرار الهكسان العادى على بلاتين – كعامل حفاز – فى درجة حرارة مرتفعة، يتكون البنزين العطرى.

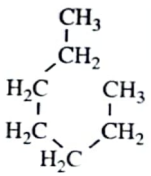


الهكسان العادى

$$CH_3-(CH_2)_4-CH_3(l) \xrightarrow[Pt]{\Delta} \bigcirc_{(v)} + 4H_{2(g)}$$

هكسان عادى — بنزين

تطبيق ② تحويل الهبتان العادى إلى طولوين.



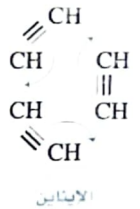
الهبتان العادى

$$C_7H_{16(l)} \xrightarrow[Pt]{\Delta} \bigcirc\!\!-CH_3{}_{(l)} + 4H_{2(g)}$$

هبتان عادى — طولوين

ب تحضير البنزين من الإيثاين بطريقة البلمرة الثلاثية

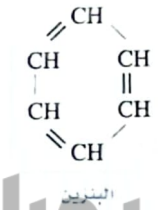
عند إمرار **غاز الإيثاين** (الأسيتيلين) فى أنبوبة **من النيكل مسخنة** لدرجة الاحمرار، **تحدث عملية بلمرة** لكل 3 جزيئات **مكونة** جزىء واحد من **البنزين**.



الإيثاين

$$3C_2H_{2(g)} \xrightarrow[Ni\ tube]{red\ hot} \bigcirc_{(v)}$$

إيثاين — بنزين



البنزين

وضح بالمعادلات الرمزية كيفية الحصول على أبسط مركب أروماتى من أبسط مركب أليفاتى.

ابحث في التيليجرام @TOOPSEC

٣ تحضير البنزين فى الصناعة من الفينول

عند إمرار **بخار الفينول** على مسحوق الزنك الساخن، **يُختزل** الفينول **الى** بنزين عطرى.

$$\bigcirc\!\!-OH_{(v)} + Zn_{(s)} \xrightarrow[Reduction]{\Delta} \bigcirc_{(v)} + ZnO_{(s)}$$

فينول — بنزين

تحضير البنزين فى المعمل

يُحضر البنزين نقيًا فى المعمل **من** التقطير الجاف **لملح بنزوات الصوديوم** مع **الجير الصودى**.

$$\bigcirc\!\!-COONa_{(s)} + NaOH_{(s)} \xrightarrow[\Delta]{CaO} \bigcirc_{(v)} + Na_2CO_{3(s)}$$

بنزوات صوديوم — بنزين

أفكار حل أسئلة Open Book تقيس :

مخرج التعلم: شرح طرق تحضير الهيدروكربونات (البنزين العطرى).

١ ما ناتجى إعادة التشكيل المحفز لكل من الهبتان العادى و الأوكتان العادى ؟

الاختيارات	الهبتان العادى	الأوكتان العادى
①	طولوين	إيثيل بنزين
②	إيثيل بنزين	طولوين
③	طولوين	بنزين
④	بنزين	إيثيل بنزين

فكرة الحل :

بنفس كيفية طريقة إعادة التشكيل المحفز للهكسان العادى :

$$CH_3-(CH_2)_4-CH_{3(l)} \xrightarrow[Pt]{\Delta} \bigcirc_{(v)} + 4H_{2(g)}$$

هكسان عادى — بنزين

فإنه يمكن إعادة التشكيل المحفز للهبتان العادى (C_7H_{16}) والأوكتان العادى (C_8H_{18}) بنزع 4 mol من H_2 من جزىء كل منهما، كالتالى :

$$C_7H_{16} \xrightarrow[Pt]{\Delta} \underset{\text{طولوين}}{\bigcirc\!\!-CH_3} + 4H_2$$

$$C_8H_{18} \xrightarrow[Pt]{\Delta} \underset{\text{إيثيل بنزين}}{\bigcirc\!\!-C_2H_5} + 4H_2$$

الحل : الاختيار الصحيح : ①

---

٢ يقوم الخارصين بدور العامل المختزل فى كل مما يأتى، عدا .....

① عملية الجلفنة. ② خلية الزئبق.

③ الحماية الأنودية. ④ تحضير البنزين من حمض الكربوليك.

فكرة الحل :

يظهر دور العامل المختزل فى التفاعلات الكيميائية و الكهروكيميائية، بينما عملية الجلفنة يتم فيها تغطية أسطح الفلزات بطبقة من الخارصين لحمايتها من الصدأ.

الحل : الاختيار الصحيح : ①

٣ يمكن الحصول على البنزين بشكل مباشر من كل مما يأتى، عدا .....

① بنزوات الصوديوم. ② الهكسان العادى. ③ الفينول. ④ كربيد الكالسيوم.

فكرة الحل :

∵ البنزين يُحضر من التقطير الجاف لملح بنزوات الصوديوم فى وجود الجير الصودى.

$$\underset{\text{بنزوات الصوديوم}}{C_6H_5COONa_{(s)}} + NaOH_{(s)} \xrightarrow[\Delta]{CaO} \underset{\text{بنزين}}{C_6H_{6(v)}} + Na_2CO_{3(s)}$$

∴ يستبعد الاختيار ①

∵ البنزين يُحضر من الهكسان العادى بطريقة إعادة التشكيل المحفز.

$$\underset{\text{هكسان عادى}}{CH_3-(CH_2)_4-CH_{3(l)}} \xrightarrow[Pt]{\Delta} \underset{\text{بنزين}}{\bigcirc_{(v)}} + 4H_{2(g)}$$

∴ يستبعد الاختيار ②

∵ البنزين يُحضر من إمرار بخار الفينول على مسحوق الزنك الساخن.

$$\underset{\text{فينول}}{\bigcirc\!\!-OH_{(v)}} + Zn_{(s)} \xrightarrow[\text{reduction}]{\Delta} \underset{\text{بنزين}}{\bigcirc_{(v)}} + ZnO_{(s)}$$

∴ يستبعد الاختيار ③

الحل : الاختيار الصحيح : ④

الخواص الفيزيائية للبنزين

- سائل شفاف (عديم اللون) ذو رائحة عطرية مميزة.
- درجة غليانه $80^\circ C$
- لا يمتزج بالماء (شحيح الذوبان فى الماء) ولكنه يمتزج مع معظم المذيبات العضوية.

الخواص الكيميائية للبنزين

يشتعل البنزين عند حرقه فى الهواء مكونًا دخان أسود، لاحتوائه على نسبة كبيرة من الكربون.

تفاعلات البنزين

١ تفاعلات الإضافة «تحت ظروف خاصة»

٢ تفاعلات الإحلال

ابحث في التيليجرام @100PSEC

١ تفاعلات البنزين بالإضافة

بالرغم من **احتواء البنزين** على روابط **مزدوجة** إلا أن **تفاعلاته بالإضافة** تكون **صعبة** ولا تحدث **إلا** تحت ظروف خاصة (مقارنةً بالألكينات التى تحتوى على روابط مزدوجة)، **لعدم** تمركز الإلكترونات الستة لحلقة البنزين عند ذرات كربون معينة.

من تفاعلات البنزين بالإضافة

- أ تفاعل الهدرجة
- ب تفاعل الهلجنة

أ تفاعل هدرجة البنزين

يتفاعل البنزين **مع** الهيدروچين بالضغط والحرارة **فى وجود** عامل حفاز **لينتج الهكسان الحلقى.**

C_6H_6 C_6H_{12}

$C_6H_{6(l)} + 3H_{2(g)} \xrightarrow[cat.]{\Delta / P} C_6H_{12(l)}$

بنزين — هكسان حلقى

للإيضاح فقط

تتم تفاعلات هدرجة البنزين العطرى فى وجود النيكل كعامل حفاز فى درجة حرارة تتراوح ما بين (100° : 200°C) ويكون ضغط غاز الهيدروچين المستخدم حوالى 100 atm

مثال

ما عدد مولات الهيدروچين اللازم إضافتها لتحويل 1 mol من هذا المركب إلى مركب مشبع ؟

$CH=CH_2$

الحل

∵ 1 mol من هذا المركب يحتوى على 4 mol من الروابط باى (π).

∴ يلزم 4 mol من جزيئات الهيدروچين لتحويل 1 mol من هذا المركب غير المشبع إلى مركب مشبع.

أداء ذاتى

اكتب المعادلات المعبرة عن تحويل :

(١) مركب أليفاتى غير مشبع إلى مركب أروماتى.

.....

.....

(٢) هكسان عادى إلى هكسان حلقى.

.....

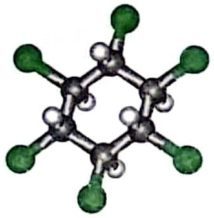
.....

ب تفاعل هلجنة البنزين بالإضافة

يتفاعل البنزين **مع** غاز الكلور **أو** أبخرة البروم **بالإضافة فى ضوء الشمس** (UV) – بتأثير الأشعة فوق البنفسجية المصاحبة للشمس – **مكونًا** سداسى هالوهكسان حلقى.

تطبيق كلورة البنزين العطرى.

يتفاعل البنزين مع الكلور فى ضوء الشمس (UV) مكونًا سداسى كلوروهكسان حلقى والذى يُعرف بالجامكسان والذى يستخدم كمبيد حشرى.



جزىء جامكسان

$C_6H_6Cl_6$

$C_6H_{6(l)} + 3Cl_{2(g)} \xrightarrow{UV} C_6H_6Cl_{6(l)}$

بنزين — سداسى كلوروهكسان حلقى (جامكسان)

أداء ذاتى

وضح بالمعادلات الرمزية كيفية الحصول على الجامكسان من كربيد الكالسيوم.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ابحث في التيليجرام @TOOPSEC

٢ تفاعلات البنزين بالإحلال (الاستبدال)

تعتبر تفاعلات البنزين بالإحلال :

- **من التفاعلات الهامة**، لأنها تمكننا من الحصول على مركبات لها أهمية اقتصادية كبيرة.
- **أكثر شيوعًا من تفاعلات الإضافة**، حيث يتم فيها استبدال ذرة هيدروچين أو أكثر بذرات أو مجموعات أخرى حسب ظروف إجراء التفاعل ونوع العامل الحفاز المستخدم.

من تفاعلات البنزين بالإحلال

- أ تفاعلات الهلجنة
- ب تفاعلات الألكلة
- ج تفاعلات النيترة
- د تفاعلات السلفنة

أ تفاعلات هلجنة البنزين بالاستبدال

هلجنة البنزين هى عملية استبدال ذرة أو أكثر من ذرات هيدروجين حلقة البنزين بذرة أو أكثر من ذرات الهالوجين فى وجود عامل حفاز مناسب.

تطبيق ١ كلورة البنزين.

يتفاعل البنزين مع الكلور فى وجود كلوريد الحديد (III) – كعامل حفاز – معطيًا مركب كلوروبنزين (كلوريد فينيل).

$$\underset{\text{بنزين}}{C_6H_6(l)} + Cl_2(g) \xrightarrow{FeCl_3} \underset{\text{كلوروبنزين}}{C_6H_5Cl(l)} + HCl(g)$$

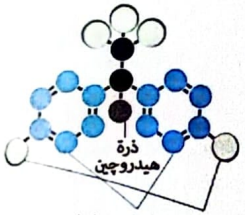
تُنتج تفاعلات هلجنة البنزين هاليدات الأريل بكميات كبيرة، لاستخدامها كمبيدات حشرية.

أكثر هاليدات الأريل المستخدمة كمبيد حشرى هو مركب DDT

Dichloro Diphenyl Trichloroethane

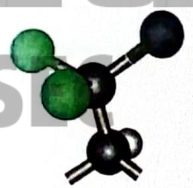
وترجمة اسم المركب :

ثنائى كلورو ثنائى فينيل ثلاثى كلوروإيثان.



ثنائى كلورو ثنائى فينيل ثلاثى كلوروإيثان
DDT

وترجع سُمية مركب DDT **إلى** أن الجزء $CH-CCl_3$ من الجزىء، يذوب فى النسيج الدهنى للحشرة فيقتلها.


الجزء $CH-CCl_3$ من جزىء DDT

وقد وصف مركب DDT **بإنه أقبح** مركب كيميائى، **لمشاكله** البيئية المترتبة على استخدامه.

أداء ذاتى

اذكر اسم المركب العضوى الناتج عن هلجنة البنزين بتفاعلات :

(١) الإضافة.

.....

(٢) الاستبدال.

.....

ب تفاعل ألكلة البنزين (تفاعل فريدل / كرافت)

يتفاعل **البنزين** مع **هاليدات الألكيل (RX)** من خلال تفاعل يُعرف بتفاعل فريدل/كرافت (ألكلة البنزين) وهو عبارة عن عملية استبدال ذرة هيدروجين فى حلقة بنزين بمجموعة ألكيل (R–) فى وجود عامل حفاز مثل كلوريد الألومنيوم اللامائى ($AlCl_3$ (anhydrous) لتكوين ألكيل بنزين.

للإيضاح فقط

تفاعلات فريدل / كرافت

مجموعة الكيل : ميثيل ، إيثيل ، .....

Cl / Br / I

$AlCl_3$ or $FeCl_3$

$$C_6H_6 + RX \xrightarrow{\text{Catalyst}} C_6H_5R + HX$$

تطبيق تحضير الطولوين من البنزين بطريقة (فريدل / كرافت).

$$\underset{\text{بنزين}}{C_6H_6(l)} + CH_3Cl(g) \xrightarrow{\text{anhydrous } AlCl_3} \underset{\text{طولوين}}{C_6H_5CH_3(l)} + HCl(g)$$

المجموعات الموجهة

إذا اتصلت حلقة البنزين بأحد المجموعات الموجهة التالية

- الألكيل (R–)
- الهيدروكسيل (OH–)
- الكربونيل (CO–)
- الألدهيد (CHO–)
- الهالوجين (X–)
- الأمينو (NH_2–)
- الكربوكسيل (COOH–)
- النيترو (NO_2–)

فإن تفاعلات الإحلال تتم فى الموضعين أرثو، بارا.

فإن تفاعلات الإحلال تتم فى الموضع ميتا.

تطبيق ١ تفاعل كلورة الطولوين.

مجموعة الميثيل موجهة للموضعين أرثو و بارا.

$$2\,C_6H_5CH_3(l) + 2Cl_2(g) \xrightarrow{Fe} \underset{\text{أرثو-كلوروطولوين}}{C_6H_4ClCH_3(l)} + \underset{\text{بارا-كلوروطولوين}}{C_6H_4ClCH_3(l)} + 2HCl(g)$$

طولوين

يتكون خليط من أرثو ، بارا – كلوروطولوين

.....

تطبيق ٢ تفاعل كلورة النيتروبنزين.

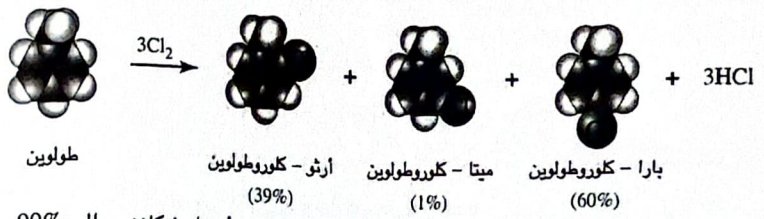
مجموعة النيترو موجهة للموضع ميتا.

$$\underset{\text{نيتروبنزين}}{C_6H_5NO_2(l)} + Cl_2(g) \xrightarrow{Fe} \underset{\text{ميتا - كلورونيتروبنزين}}{C_6H_4ClNO_2(l)} + HCl(g)$$

ابحث في التليجرام @TOOPSE

للإيضاح فقط

عند كلورة الطولوين تكون هناك ثلاثة نواتج ولكن بنسب مختلفة كالتالى :



طولوين — أرثو – كلوروطولوين (39%) — ميتا – كلوروطولوين (1%) — بارا – كلوروطولوين (60%)

ويلاحظ من مجموع النسبة المئوية للأيزومرين أرثو، بارا – كلوروطولوين أنهما يشكلان حوالى 99% من الناتج الكلى، لذا يقال إن مجموعة الميثيل موجهة للموضعين أرثو و بارا.

ج تفاعل نيترة البنزين

عملية النيترة هى عملية استبدال ذرة هيدروجين فى حلقة بنزين بمجموعة نيترو ($-NO_2$) فى وجود عامل حفاز.

تطبيق ١ نيترة البنزين.

عند تسخين البنزين مع خليط من حمض النيتريك وحمض الكبريتيك المركزين بنسبة 1 : 1 ، تحل مجموعة نيترو ($-NO_2$) محل ذرة هيدروجين بحلقة البنزين، مكونة مركب نيتروبنزين.

$$\text{C}_6\text{H}_6(l) + \text{HNO}_3(l) \xrightarrow[50^\circ\text{C}]{\text{conc } H_2SO_4} \text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2(l) + H_2O(l)$$

($HO-NO_2$ فوق السهم)

بنزين — نيتروبنزين

ملحوظة

عملية نيترة مركب النيتروبنزين أصعب من نيترة مركب البنزين العطرى، لأن مجموعة ($-NO_2$) ساحبة للإلكترونات، وهو ما يقلل من السحابة الإلكترونية على حلقة البنزين وبالتالى يصبح التفاعل أصعب (أبطأ) نسبيًا

تطبيق ٢ نيترة الطولوين.

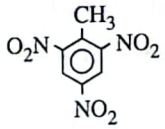
عند تسخين الطولوين مع خليط من حمض النيتريك وحمض الكبريتيك المركزين بنسبة 1 : 1 ، تحل ثلاثة مجموعات نيترو ($-NO_2$) محل ثلاث ذرات هيدروجين بحلقة البنزين، مكونة مركب ثلاثى نيتروطولوين (TNT).

$$\text{C}_7\text{H}_8(l) + 3\text{HNO}_3(l) \xrightarrow[\Delta]{\text{conc } H_2SO_4} \text{C}_7\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_6(s) + 3H_2O(v)$$

طولوين (ميثيل بنزين) — ثلاثى نيتروطولوين (TNT)

مركب ثلاثى نيتروطولوين

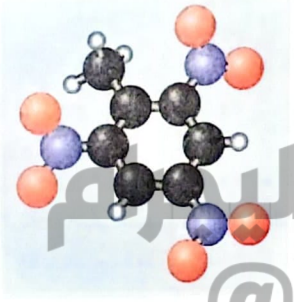
الصيغة البنائية :



الصيغة الجزيئية : $C_7H_5O_6N_3$

تسمية الأيوباك : 6، 4، 2 – ثلاثى نيتروطولوين.

وتعتبر مادة ثلاثى نيتروطولوين (TNT) من مركبات عديد النيترو العضوية شديدة الانفجار التى أنتج منها ملايين الأطنان خلال الحرب العالمية الثانية، ومازال إنتاجها مستمرًا.



جزىء ثلاثى نيتروطولوين

أنتجت ملايين الأطنان من مادة TNT خلال الحرب العالمية الثانية

فسر: مركبات عديد النيترو العضوية (مثل TNT) مواد شديدة الانفجار.

لأنها تحترق بسرعة منتجة كميات كبيرة من الغازات والحرارة، وذلك :

* لاحتواء جزيئاتها على وقودها الذاتى (الكربون) والمادة المؤكسدة (الأكسچين).
* لضعف الرابطة ($N-O$) فى مجموعة النيترو (المتفاعلات) مقارنةً بقوة الروابط المتكونة فى النواتج. ($C=O$ فى غاز CO_2 ، $N\equiv N$ فى غاز N_2).

(أى أن كمية الطاقة المنطلقة من تكوين الروابط فى النواتج تكون كبيرة جدًا مقارنةً بكمية الطاقة الممتصة عند كسر الروابط فى المتفاعلات).

الرابطة	الطاقة kJ/mol
$N-O$	201
$C=O$	743
$N\equiv N$	941

ابحث في التيليجرام @TOOPSEC

د تفاعل سلفنة البنزين بالاستبدال

- عملية السلفنة هى عملية استبدال ذرة هيدروجين فى حلقة بنزين بمجموعة حمض السلفونيك ($-SO_3H$).
- تتم عملية سلفنة البنزين بتفاعل البنزين العطرى مع حمض الكبريتيك المركز لتكوين حمض بنزين سلفونيك.

$$C_6H_{6(l)} + H_2SO_{4(l)} \xrightarrow{conc} C_6H_5SO_3H_{(l)} + H_2O_{(l)}$$

بنزين — حمض بنزين السلفونيك

- تعتمد صناعة المنظفات الصناعية أساسًا على مركبات حمض السلفونيك الأروماتية.

أفكار حل أسئلة Open Book تقيس :

مخرج التعلم: التعرف على أنواع التفاعلات العضوية المختلفة (تفاعلات البنزين).

١ أى مما يأتى يُميز المركب الناتج من هدرجة البنزين العطرى؟

ⓐ نشط جدًا.

ⓑ الزوايا بين الروابط فيه تقترب من 180°

ⓒ صيغته الأولية CH_2

ⓓ غير قابل للاشتعال.

فكرة الحل :

هدرجة البنزين العطرى تُكون الهكسان الحلقى.

$$C_6H_{6(l)} + 3H_{2(g)} \xrightarrow[cat]{\Delta/P} C_6H_{12(l)}$$

بنزين — هكسان حلقى

∵ الهكسان الحلقى من المركبات التى تتميز بثبات واستقرار يقارب استقرار الهكسان العادى.

∴ يستبعد الاختيار ⓐ

∵ مقدار الزاوية الداخلية بين كل رابطتين فى الهكسان الحلقى تقترب من 109.5°

∴ يستبعد الاختيار ⓑ

∵ الصيغة الجزيئية للهكسان الحلقى : C_6H_{12}

∴ صيغته الأولية : CH_2

الحل : الاختيار الصحيح : ⓒ

٢ أى مما يأتى يوضح تأثير إضافة ماء البروم إلى كل من الإيثين والبنزين العطرى ؟

الاختيارات	مع الإيثين	مع البنزين العطرى
ⓐ	لا يحدث تفاعل	لا يحدث تفاعل
ⓑ	يحدث تفاعل	يحدث تفاعل
ⓒ	يحدث تفاعل	لا يحدث تفاعل
ⓓ	لا يحدث تفاعل	يحدث تفاعل

فكرة الحل :

∵ ماء البروم يتفاعل مع الإيثين بالإضافة مما يتسبب فى زوال لونه.

$$H_2C=CH_{2(g)} + Br_{2(l)} \xrightarrow{CCl_4} BrCH_2-CH_2Br_{(l)}$$

إيثين — 1،2- ثنائى بروموإيثان (عديم اللون)

∴ يستبعد الاختيارين ⓐ ، ⓓ

∵ الإلكترونات الستة فى حلقة البنزين العطرى لا تتمركز عند ذرات كربون معينة، وبالتالى لا تتمركز الروابط المزدوجة داخل الحلقة وهو ما يؤدى إلى ثبات حلقة البنزين.

∴ لا يتفاعل البنزين مع ماء البروم بالإضافة.

الحل : الاختيار الصحيح : ⓒ

٣ أى المعادلات الآتية تعتبر تطبيقًا لتفاعل فريدل/كرافت ؟

ⓐ $C_6H_6 + C_2H_5Cl \xrightarrow[anhydrous]{AlCl_3} C_6H_5C_2H_5 + HCl$

ⓑ $C_2H_5OH + HCl \xrightarrow{ZnCl_2} C_2H_5Cl + H_2O$

ⓒ $C_6H_5Cl + CH_3COCl \xrightarrow[anhydrous]{AlCl_3} C_6H_5COCH_3 + Cl_2$

ⓓ $C_2H_5Br + KOH \longrightarrow C_2H_5OH + KBr$

فكرة الحل :

تفاعل (فريدل/كرافت) يتم فيه استبدال ذرة هيدروجين فى حلقة البنزين بمجموعة ألكيل مثل $-CH_3$ أو $-C_2H_5$

الحل : الاختيار الصحيح : ⓐ

ابحث في التليجرام @100PSEC

٤ المركب أرثو-كلوروميثيل بنزين ينتج من .....

ⓐ اختزال الفينول ثم هلجنة الناتج.
ⓑ هلجنة الطولوين.
ⓒ اختزال الفينول ثم ألكلة الناتج.
ⓓ ألكلة الطولوين.

فكرة الحل :

∵ مجموعة الميثيل ($-CH_3$) موجهة للموضعين أرثو و بارا.

$$2\,C_6H_5CH_3(l) + 2Cl_{2(g)} \xrightarrow{Fe} C_6H_4(CH_3)Cl(l) + C_6H_4(CH_3)Cl(l) + 2HCl_{(g)}$$

∴ مركب أرثو-كلوروميثيل بنزين ينتج من هلجنة الطولوين.

الحل : الاختيار الصحيح : ⓑ

---

٥ عند نيترة المركب C_6H_5Y ينتج مركب ميتا عندما تكون (Y) .....

ⓐ $-Cl$ ⓑ $-CH_3$ ⓒ $-COOH$ ⓓ $-OH$

فكرة الحل :

∵ كل من مجموعات $-OH$ ، $-CH_3$ ، $-Cl$ موجهة للموضعين أرثو و بارا.

الحل : الاختيار الصحيح : ⓒ

---

٦ ما وجه التشابه بين تفاعل النيترة و تفاعل السلفنة ؟

ⓐ كلاهما من تفاعلات الإضافة.
ⓑ كلاهما يستخدم فيه حمض الكبريتيك المركز.
ⓒ كلاهما من تفاعلات النزع.
ⓓ كلاهما يستخدم فيه حمض النيتريك.

فكرة الحل :

∵ تفاعلات النيترة والسلفنة تُعد من تفاعلات الاستبدال (وليست من تفاعلات الإضافة أو النزع).

∴ يستبعد الاختيارين ⓐ ، ⓒ

∵ حمض الكبريتيك المركز يستخدم فى كل من تفاعلات النيترة والسلفنة، كما يتضح من المعادلتين الآتيتين :

$$C_6H_6(l) + HNO_3(l) \xrightarrow[50^\circ C]{conc\ H_2SO_4} C_6H_5NO_2(l) + H_2O(l)$$

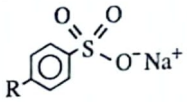
$$C_6H_6(l) + H_2SO_4(l) \xrightarrow{conc} C_6H_5SO_3H(l) + H_2O(l)$$

∴ يستبعد الاختيار ⓓ

الحل : الاختيار الصحيح : ⓑ

المنظفات الصناعية

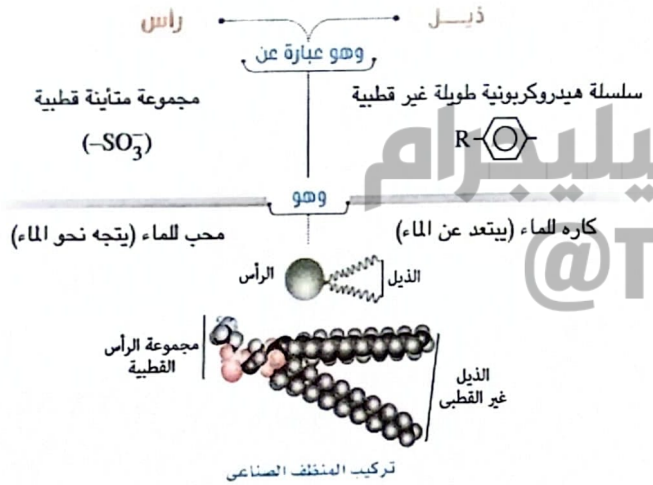
يتم الحصول على المنظف الصناعى (الملح الصوديومى القابل للذوبان فى الماء) بمعالجة مركبات حمض السلفونيك الأروماتية بالصودا الكاوية.



$$R\text{-}C_6H_4\text{-}SO_3H_{(l)} + NaOH_{(aq)} \longrightarrow R\text{-}C_6H_4\text{-}SO_3^-Na^+_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

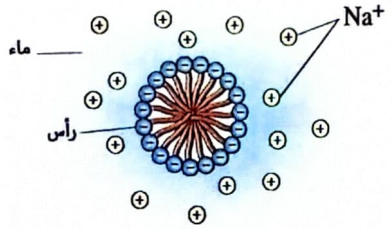
ألكيل حمض بنزين السلفونيك — الملح الصوديومى لألكيل حمض بنزين السلفونيك (المنظف الصناعى)

يتكون جزىء المنظف الصناعى من جزئين، هما :



تركيب المنظف الصناعى

وهو ما يتضح من الشكل التالى :



يتأين المنظف الصناعى عند إضافته للماء وتتجه الرؤوس باتجاه الماء

ابحث في التيليجرام
@TOOPSEC

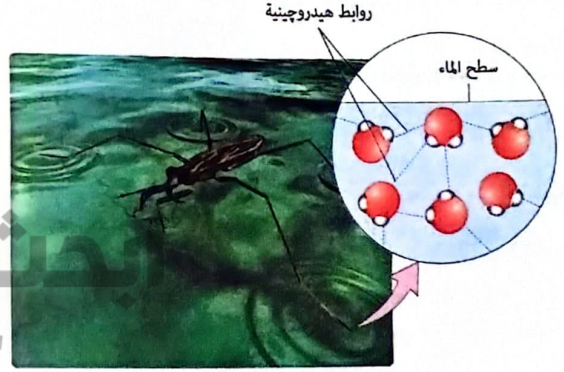
كيفية عمل المنظف الصناعى

لا يصلح الماء فى إزالة البقع الدهنية من الأنسجة، لأنها مواد عضوية، بينما الماء مذيب قطبى، والمواد العضوية لا تذوب فى المذيبات القطبية، ولهذا السبب يضاف المنظف الصناعى إلى الماء لإزالة البقع الدهنية.

للإيضاح فقط

تتسبب الروابط الهيدروچينية بين جزيئات الماء فى جعل سطح الماء السائل مشدودًا، وهو ما يفسر سير الحشرات على سطح الماء دون الغوص فيه، وتعرف هذه الظاهرة **بالتوتر السطحى**.

وإضافة المنظف الصناعى إلى الماء يقلل من عدد الروابط الهيدروچينية بين جزيئاته فيقل توتره السطحى.

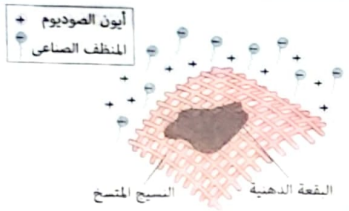


التوتر السطحى للماء يجعل سطحه مشدودًا

احرص على اقتناء
كتاب الامتحان
فى الأسئلة والمسائل
بنظام Open Book
للصف الثانوى 3

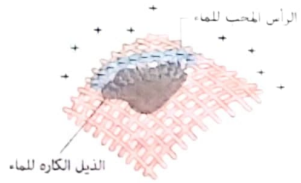
وفيما يلى نوضح دور المنظف الصناعى فى عملية التنظيف :

١ **إضافة المنظف الصناعى** إلى الماء،
يقلل من توتره السطحى،
فتزداد قدرته على تندية (بلل)
النسيج المراد تنظيفه

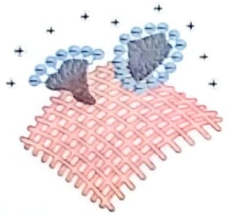


٢ **ترتب جزيئات المنظف نفسها، بحيث يتجه :**
- **الذيل** – الكاره للماء – نحو البقعة الدهنية.
- **الرأس** – المحب للماء – نحو الماء.

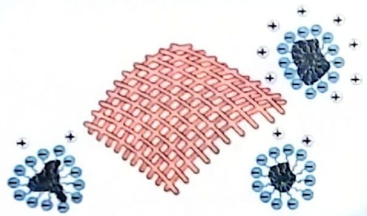
وبذلك تتغطى البقعة الدهنية بجزيئات المنظف



٣ **يؤدى الاحتكاك الميكانيكى**
أثناء عملية الغسيل
إلى طرد البقع الدهنية
وتكسيرها إلى كرات صغيرة

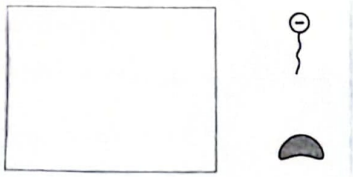


٤ **تنفصل الكرات** عن النسيج **نتيجة**
للتنافر الحادث بين رؤوس جزيئات المنظف
متشابهة الشحنة **وتتعلق** فى الماء
على هيئة مستحلب،
ويتم التخلص منها بالشطف



أداء ذاتى

استخدم معطيات الشكل المقابل فى رسم كيفية ترتيب جزيئات المنظف الصناعى حول البقعة الدهنية.

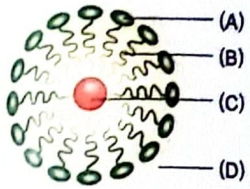


بحث في التيليجرام
@TOOPSEC

أفكار حل أسئلة Open Book تقيس :

مخرج التعلم: التعرف على أنواع التفاعلات العضوية المختلفة وكيفية إسهامها فى تحضير العديد من المنتجات التى يتم استخدامها فى الحياة اليومية.

١ أى مما يأتى يعتبر صحيحًا بالنسبة لبيانات الشكل المقابل؟



ⓐ (C) يمثل بقعة زيت ، (A) يمثل ذيل كاره للماء.

ⓑ (D) يمثل الوسط المائى ، (B) يمثل ذيل كاره للماء.

ⓒ (C) يمثل الرأس ، (B) يمثل الذيل.

ⓓ (D) يمثل المنظف الصناعى ، (C) يمثل البقعة الدهنية.

فكرة الحل :

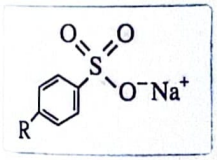
فى الشكل الموضح، يمثل :

- (A) : رأس المنظف الصناعى المحب للماء.
- (B) : ذيل المنظف الصناعى الكاره للماء.
- (C) : البقعة الدهنية.
- (D) : الوسط المائى.

الحل : الاختيار الصحيح : ⓑ

---

٢ المركب الموضح بالشكل المقابل :



يمثل .....

ⓐ المنظف الصناعى فى البنزين.

ⓑ المنظف الصناعى فى الماء.

ⓒ المنظف الصناعى قبل استعماله.

ⓓ الصابون فى الماء.

فكرة الحل :

يتأين المنظف الصناعى عند إضافته للماء.

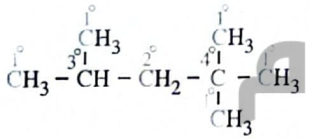
الحل : الاختيار الصحيح : ⓑ

درجات ذرات الكربون

تصنف درجة ذرات الكربون فى أى مركب عضوى حسب عدد ذرات الكربون الأخرى المتصلة بها إلى :

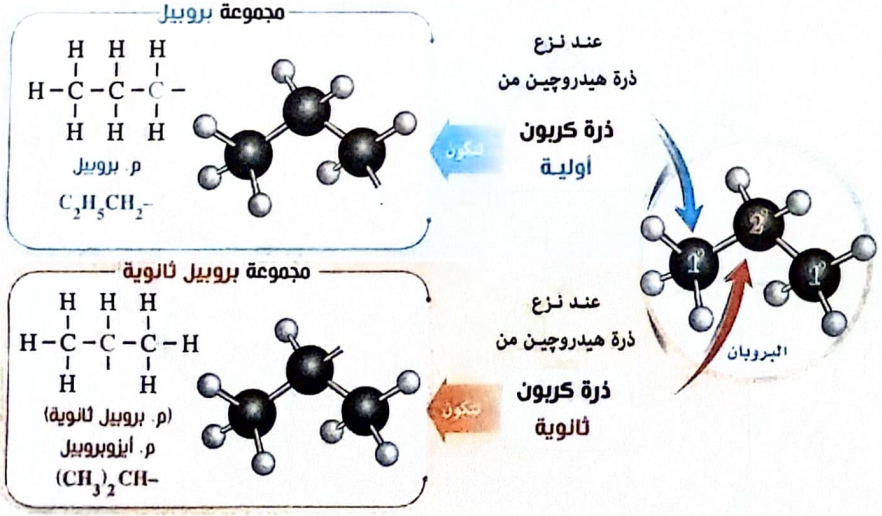
ذرة كربون أولية 1°	ذرة كربون ثانوية 2°	ذرة كربون ثالثية 3°	ذرة كربون رباعية 4°
تتصل ذرة الكربون الأولية بذرة كربون واحدة فقط	تتصل ذرة الكربون الثانوية بذرتى كربون أخرتين	تتصل ذرة الكربون الثالثية بثلاث ذرات كربون أخرى	تتصل ذرة الكربون الرباعية بأربع ذرات كربون أخرى

تطبيق تصنيف درجات ذرات الكربون فى أحد الألكانات.



ابحث في التيليجرام
@TOOPSEC

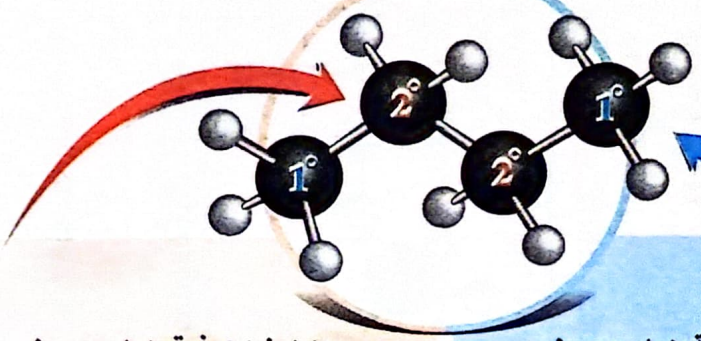
مجموعات الألكيل المشتقة من مركب البروبان C_3H_8



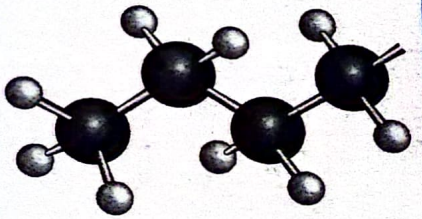
مجموعات الألكيل المشتقة من مركب البيوتان C_4H_{10}

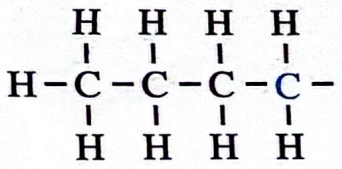
مركب البيوتان له أيزومران، هما :

البيوتان العادى



عند نزع ذرة هيدروچين من ذرة كربون أولية تتكون مجموعة بيوتيل

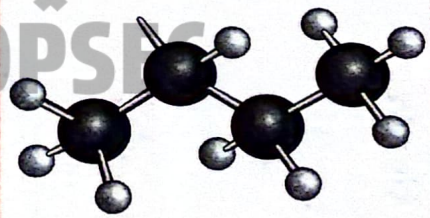


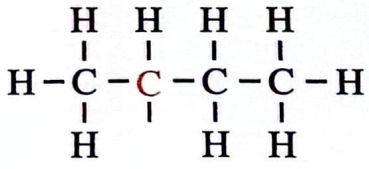


م. بيوتيل

$C_3H_7CH_2-$

عند نزع ذرة هيدروچين من ذرة كربون ثانوية تتكون مجموعة بيوتيل ثانوية

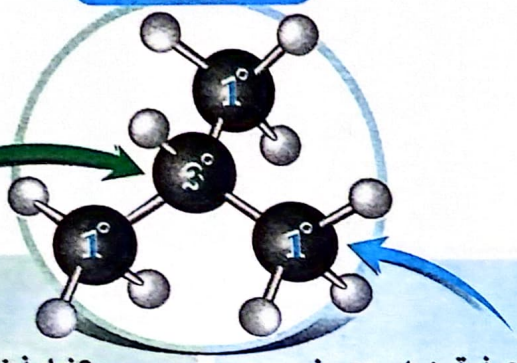




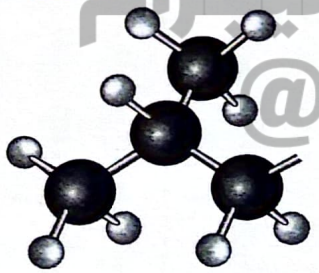
م. بيوتيل ثانوية

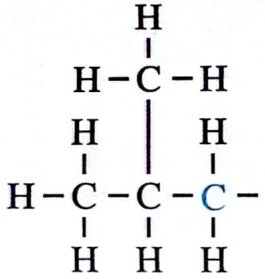
$CH_3\overset{|}{C}HC_2H_5$

الأيزوبيوتان



عند نزع ذرة هيدروچين من ذرة كربون أولية تتكون مجموعة أيزوبيوتيل

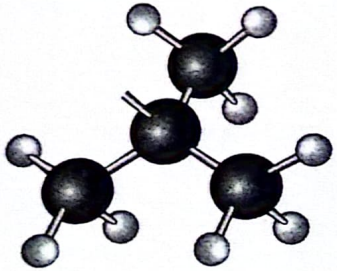


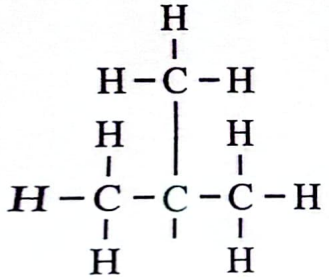


م. أيزوبيوتيل

$(CH_3)_2CHCH_2-$

عند نزع ذرة هيدروچين من ذرة كربون ثالثية تتكون مجموعة بيوتيل ثالثية





م. بيوتيل ثالثية

$(CH_3)_3C-$

ابحث في التيليجرام
@TOOPSIC

مشتقات الهيدروكربونات

تمهيد * اعتمد تصنيف المركبات العضوية فى الماضى على :

- **خواصها الفيزيائية** مثل الرائحة و الطعم.
- **بعض خواصها الكيميائية.**

ومع تقدم طرق التحليل الكيميائى وجُد أن الخواص الفيزيائية والكيميائية للمركبات تُعزى إلى وجود المجموعات الوظيفية.

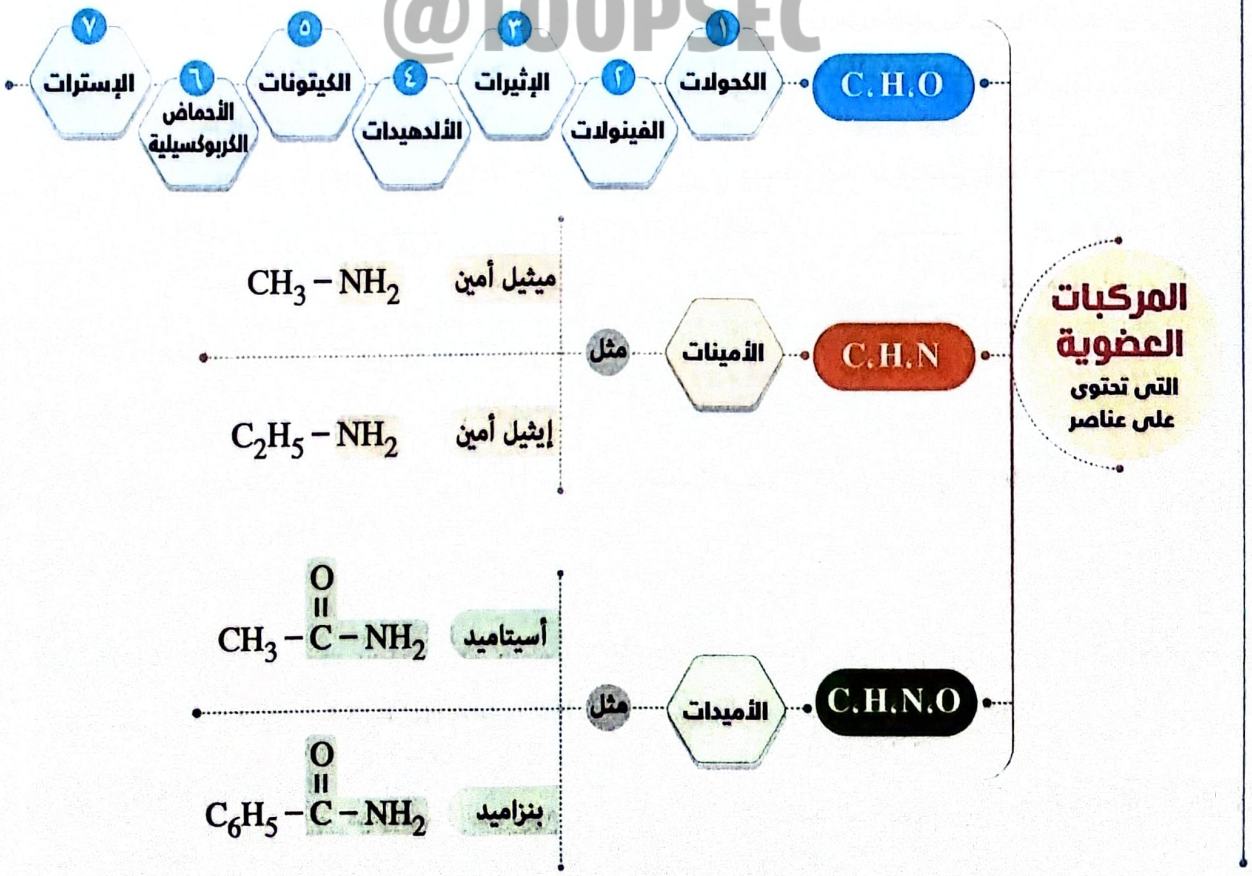
المجموعات الوظيفية (الفعالة)

هى ذرة أو مجموعة من الذرات مرتبطة مع بعضها بطريقة معينة وتكون ركنًا من جزىء المركب وتغلب فاعليتها (وظيفتها) على خواص الجزىء بأكمله.

صنفت المركبات العضوية إلى مجموعات لكل منها مجموعة وظيفية معينة،

كما يتضح من المخطط التالى :

ابحث في التيليجرام
@TOOPSEC



١ الكحولات

المجموعة الوظيفية

مجموعة الهيدروكسيل الكحولية (OH–)

الصيغة العامة

$R-OH$

الاشتقاق

١ من الماء

يشتق الكحول من الماء

باستبدال ذرة هيدروچين من جزىء الماء بـ :

مجموعة ألكيل (R–)

$H-OH \xrightarrow[+R]{-H} R-OH$

كحول

ب من الهيدروكربونات

الأليفاتية (الألكانات)

يشتق الكحول من الهيدروكربون الأليفاتى

باستبدال ذرة هيدروچين

من جزىء الهيدروكربون الأليفاتى

بمجموعة هيدروكسيل (OH–)

$R-H \xrightarrow[+OH]{-H} R-OH$

هيدروكربون أليفاتى ← كحول

٢ الفينولات

المجموعة الوظيفية

مجموعة الهيدروكسيل الفينولية (OH–)

الصيغة العامة

$Ar-OH$

الاشتقاق

١ من الماء

يشتق الفينول من الماء

باستبدال ذرة هيدروچين من جزىء الماء بـ :

مجموعة أريل (Ar–)

$H-OH \xrightarrow[+Ar]{-H} Ar-OH$

فينول

ب من الهيدروكربونات

الأروماتية

يشتق الفينول من الهيدروكربون الأروماتى

باستبدال ذرة هيدروچين

من جزىء الهيدروكربون الأروماتى

بمجموعة هيدروكسيل (OH–)

$Ar-H \xrightarrow[+OH]{-H} Ar-OH$

هيدروكربون أروماتى ← فينول

ملحوظة

عند نزع أيون هيدروچين H^+ من كحول تتكون مجموعة تعرف **باسم الكوكسيد**

$R-O-H \xrightarrow{-H} R-O-$

كحول ← م. الكوكسيد

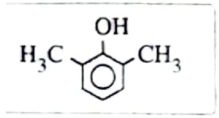
تطبيقات !

- CH_3-O-Na ميثوكسيد الصوديوم
- C_2H_5-O-Na إيثوكسيد الصوديوم

أفكار حل أسئلة Open Book تقيس :

مخرج التعلم: تسمية المركبات العضوية (الفينولات) بنظام الأيوباك

ما تسمية الأيوباك للمركب المقابل ؟



ⓐ 3 ، 1– ثنائى ميثيل فينول.

ⓑ 1– هيدروكسى –2 ، 6– ثنائى ميثيل بنزين.

ⓒ 3 ، 1– ثنائى ميثيل –2– هيدروكسى بنزين.

ⓓ 6 ، 2– ثنائى ميثيل فينول.

فكرة الحل :

عند ارتباط مجموعة (OH–) ومجموعة ($-CH_3$) بحلقة بنزين، فإن تسمية المركب تنسب إلى الفينول.

وعليه يتم استبعاد الاختيارين ⓑ ، ⓒ

∵ الترقيم يبدأ من مجموعة (OH–) المرتبطة بحلقة البنزين

∴ يستبعد الاختيار ⓐ

الحل : الاختيار الصحيح : ⓓ

٣ الإثيرات

المجموعة الوظيفية

المجموعة الإثيرية (– O –)

الصيغة العامة للإثيرات الأليفاتية : $R-O-R$

وقد تكون مجموعتى R متماثلتين أو مختلفتين.

تسمية الإثيرات :

يغلب استخدام التسمية الشائعة فى الإثيرات

مع مراعاة الآتى :

١ إذا كانت المجموعتين R متماثلتين

تبدأ التسمية بكلمة إثير متبوعة بـ

ثنائى اسم مجموعة الألكيل

- CH_3-O-CH_3 إثير ثنائى الميثيل (إثير متماثل)
- $C_2H_5-O-C_2H_5$ إثير ثنائى الإيثيل (إثير متماثل)

٢ إذا كانت المجموعتين R مختلفتين

تبدأ التسمية بكلمة إثير متبوعة بـ

اسمى مجموعتى الألكيل **حسب** ترتيبهما الأبجدى

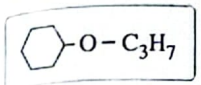
- $CH_3-O-C_2H_5$ إثير إيثيل ميثيل (إثير مختلط)

تطبيقات !

ابحث في التليجرام @TOOPSEC

أفكار حل أسئلة Open Book تقيس :

مخرج التعلم: تسمية المركبات العضوية (الإثيرات) بنظام الأيوباك.



ما تسمية الأيوباك للمركب الموضح بالشكل المقابل؟

(أ) إثير فينيل بروبيل.

(ب) إثير سيكلوهكسان بروبيل.

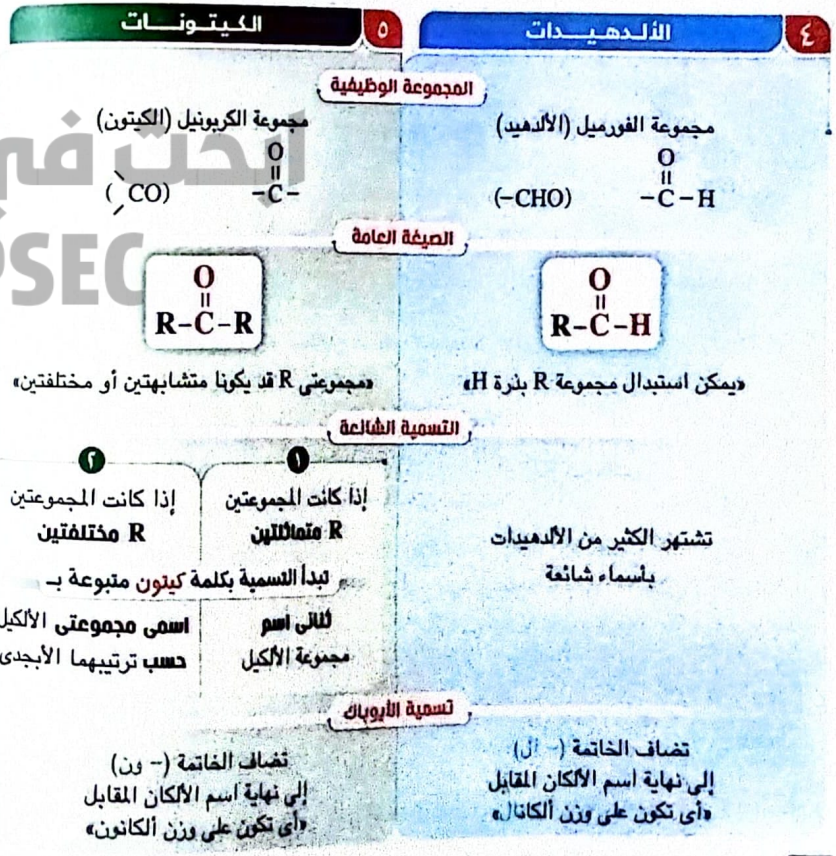
(ج) إثير سيكلوهكسيل بروبيل.

(د) إثير بروبيل فينيل.

فكرة الحل :

المركب يتضمن مجموعة بروبيل ومجموعة سيكلوهكسيل.

الحل : الاختيار الصحيح : (ج)



• تطبيقات !

الألدهيد	$H-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$	$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$
	$(H-CHO)$	(CH_3-CHO)
التسمية الشائعة	فورمالدهيد	أسيتالدهيد
الألكان المقابل	ميثان CH_4	إيثان C_2H_6
تسمية الأيوباك	ميثانال	إيثانال

الكيتون	$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3$	$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-C_2H_5$
	$(CH_3-CO-CH_3)$	$(CH_3-CO-C_2H_5)$
التسمية الشائعة	كيتون ثانى الميثيل (أسيتون)	كيتون إيثيل ميثيل
الألكان المقابل	بروبان C_3H_8	بيوتان C_4H_{10}
تسمية الأيوباك	بروبانون	بيوتانون

أفكار حل أسئلة Open Book تقيس :

مخرج التعلم: تسمية المركبات العضوية (الألدهيدات والكيتونات) بنظام الأيوباك.

١ ما تسمية الأيوباك للمركب : Cl_3C-CH_2CHO ؟

(أ) 3،3،3- ثلاثى كلوروبروبانال.

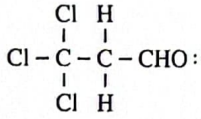
(ب) 1،1،1- ثلاثى كلوروبروبانال.

(ج) 2،2،2- ثلاثى كلوروبروبانال.

(د) كلورال.

فكرة الحل :

الصيغة البنائية لهذا المركب :



∵ ذرة كربون المجموعة الفعالة (-CHO) تأخذ رقم 1

∴ ذرات Cl تتفرع من ذرة الكربون رقم 3

الحل : الاختيار الصحيح : (أ)

ابحث في التيليجرام @TOOPSEC

٢ أى مما يلى يمثل تسمية أيوباك صحيحة لكيتون ؟

① 4 – هكسانون.

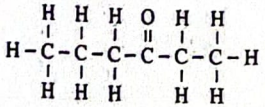
② كيتون بروبيل ميثيل.

③ 2– بنتانون.

④ 4 – ميثيل –1– بنتانون.

فكرة الحل :

∵ الصيغة البنائية التالية تمثل مركب 3– هكسانون (وليس 4– هكسانون) :

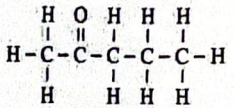


∴ يستبعد الاختيار ①

∵ كيتون بروبيل ميثيل تعتبر تسمية شائعة وليست تسمية أيوباك.

∴ يستبعد الاختيار ②

∵ الصيغة البنائية التالية تمثل مركب 2– بنتانون وهو من الكيتونات :



الحل : الاختيار الصحيح : ③

احرص على اقتناء

كتاب الامتحان

في بنك الأسئلة والمسائل للامتحانات التدريبية والمراجعة النهائية

الصف الثاني الثانوي

ملحوظة

* **تعتبر الكربوهيدرات البسيطة، مثل :**

سكر الجلوكوز	سكر الفركتوز
مواد الدهيدية عديدة الهيدروكسيل	مواد كيتونية عديدة الهيدروكسيل

أى أن كل منهما يحتوى على أكثر من مجموعة هيدروكسيل بجانب :

مجموعة الدهيد — مجموعة كيتون

الصيغة الجزيئية

لهما نفس الصيغة الجزيئية

$C_6H_{12}O_6$

الصيغة البنائية المكثفة

ابحث في التيليجرام
@TOOPSEC

الكحولات

هى مشتقات للهيدروكربونات الأليفاتية والتى تتميز بوجود مجموعة هيدروكسيل (OH–) واحدة أو أكثر بها.

تسمية الكحولات

التسمية الشائعة	تسمية الأيوباك
تضاف البادئة (كحول –) والخاتمة (– ى) إلى اسم مجموعة الألكيل «أى تكون على وزن كحول ألكيلى»	تضاف الخاتمة (– ول) إلى نهاية اسم الألكان «أى تكون على وزن ألكانول» مع مراعاة ترقيم السلسلة الكربونية من الطرف الأقرب لمجموعة الهيدروكسيل

يرجى مراعاة مراجعة

تسمية مجموعات الألكيل و باقى قواعد تسمية الألكانات **بالدرس الثانى**

تطبيقات

الألكان	مجموعة الألكيل	الكحول	التسمية الشائعة	تسمية الأيوباك
ميثان CH_4	م. ميثيل CH_3-	CH_3-OH	كحول ميثيلى	ميثانول
إيثان C_2H_6	م. إيثيل C_2H_5-	C_2H_5-OH	كحول إيثيلى	إيثانول
	م. بروبيل C_3H_7-	C_3H_7-OH	كحول بروبيلى	1- بروبانول
بروبان C_3H_8	م. بروبيل ثانوية (م. أيزوبروبيل) $CH_3-\underset{H}{\overset{|}{C}}-CH_3$	$CH_3-\underset{OH}{\overset{H}{\overset{|}{C}}}-CH_3$	كحول بروبيلى ثانوى (كحول أيزوبروبيلى)	2- بروبانول
بيوتان C_4H_{10}	م. بيوتيل $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-$ / C_4H_9-	$CH_3-CH_2-CH_2-\underset{H}{\overset{H}{\overset{|}{C}}}-OH$	كحول بيوتيلى	1- بيوتانول
	م. بيوتيل ثانوية $CH_3-\underset{H}{\overset{|}{C}}-CH_2-CH_3$ / $CH_3\underset{|}{C}HC_2H_5$	$CH_3-\underset{OH}{\overset{H}{\overset{|}{C}}}-CH_2-CH_3$	كحول بيوتيلى ثانوى	2- بيوتانول
	م. أيزوبيوتيل $CH_3-\underset{H}{\overset{CH_3}{\overset{|}{C}}}-CH_2-$ / $(CH_3)_2CHCH_2-$	$CH_3-\underset{H}{\overset{CH_3}{\overset{|}{C}}}-CH_2-OH$	كحول أيزوبيوتيلى	2- ميثيل -1- بروبانول
	م. بيوتيل ثالثية $CH_3-\underset{|}{\overset{CH_3}{\overset{|}{C}}}-CH_3$ / $(CH_3)_3C-$	$CH_3-\underset{OH}{\overset{CH_3}{\overset{|}{C}}}-CH_3$	كحول بيوتيلى ثالثى	2- ميثيل -2- بروبانول

ملحوظة

تسمية الكحول الذى يحتوى على أربع ذرات كربون بالبيوتانول فقط، تعتبر تسمية غير دقيقة، لأن البيوتانول له أكثر من أيزومر، وبالتالى يلزم تحديد رقم ذرة الكربون المتصلة بمجموعة الهيدروكسيل.

مثال

اكتب تسمية الأيوباك للمركبات التالية :

(١) $CH_3-\underset{CH_3}{\overset{CH_3}{\overset{|}{C}}}-OH$

(٢) $CH_3-(CH_2)_2-CH_2-OH$

(٣) $HO-CH_2-CH_2-\underset{CH_3}{\overset{CH_2-CH_2-CH_3}{\overset{|}{C}}}-CH_3$

(٤) $CH_3-\underset{CH_3}{\overset{CH_3OH}{\overset{|}{C}}}-CH-CH_3$

الحل

(١) 2- بروبانول.
(٢) 1- بيوتانول.
(٣) 3- ميثيل -1- هكسانول.
(٤) 3،3- ثنائى ميثيل -2- بيوتانول.

ابحث في التيليجرام @TOOPSEC

أفكار حل أسئلة Open Book تقيس :

مخرج التعلم: تسمية المركبات العضوية (الكحولات) بنظام الأيوباك.

١ ما تسمية الأيوباك لهذا المركب : $(CH_3)_2CH-CH_2OH$ ؟

أ كحول أيزوبيوتيلى.
ب 2- ميثيل -1- بروبانول.
ج 1- ميثيل -2- بروبانول.
د 2- بيوتانول.

فكرة الحل :

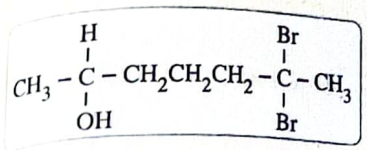
يتضح من الصيغة البنائية المقابلة لهذا المركب أن :

- مجموعة OH – تتصل بذرة الكربون رقم 1
- مجموعة CH_3 – تتفرع من ذرة الكربون رقم 2

$$CH_3-\underset{CH_3}{\overset{H}{\overset{|}{C}}}-\overset{H}{\overset{|}{C}}-OH$$

الحل : الاختيار الصحيح : ب

٢ ما تسمية الأيوباك للمركب المقابل ؟



ⓐ 6،6– ثنائى برومو –2– هبتانول.

ⓑ 2،2– ثنائى برومو –6– هبتانول.

ⓒ 6،6– ثنائى برومو –2– هبتانال.

ⓓ 2،2– ثنائى برومو –6– هبتانون.

فكرة الحل :

∵ المركب يحتوى على المجموعة الفعالة (OH–) فقط.

∴ المركب من الكحولات وليس من الألدهيدات «التى تنتهى بالمقطع – ال»

أو من الكيتونات «التى تنتهى بالمقطع – ون».

وعليه يستبعد الاختيارين ⓒ ، ⓓ

∵ مجموعة (OH–) تتصل فيه بذرة الكربون رقم 2 وذرتى Br تتفرعا من ذرة الكربون رقم 6

∴ يستبعد الاختيار ⓑ

الحل : الاختيار الصحيح : ⓐ

تصنيف الكحولات

تُعرف ذرة الكربون المتصلة بمجموعة الهيدروكسيل باسم مجموعة الكاربينول.

يمكن تصنيف الكحولات، كما يتضح من المخطط التالى :

الكحولات

تصنف حسب عدد مجموعات الهيدروكسيل إلى

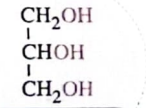
- كحولات أحادية الهيدروكسيل
- كحولات ثنائية الهيدروكسيل
- كحولات ثلاثية الهيدروكسيل
- كحولات عديدة الهيدروكسيل

تصنف حسب ارتباط مجموعة الكاربينول بمجموعات الألكيل وذرات الهيدروجين إلى

مثل

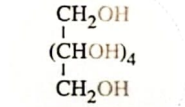
الإيثيلين جليكول $C_2H_4(OH)_2$

مثل



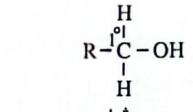
الجليسرول $C_3H_5(OH)_3$

مثل

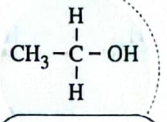


السوربيتول $C_6H_8(OH)_6$

- **كحولات أولية**: كحولات تكون فيها مجموعة الكاربينول طرفية أى ترتبط بذرة كربون واحدة وذرتى هيدروجين (تتصل فيها مجموعة OH – بذرة كربون أولية)

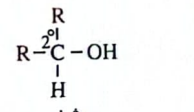


مثل

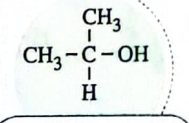


(كحول إيثيلى) إيثانول

- **كحولات ثانوية**: كحولات ترتبط فيها مجموعة الكاربينول بذرتى كربون وذرة هيدروجين واحدة (تتصل فيها مجموعة OH – بذرة كربون ثانوية)

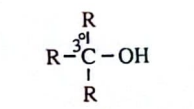


مثل

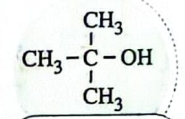


(كحول بروبيلى ثانوى) 2- بروبانول

- **كحولات ثالثية**: كحولات ترتبط فيها مجموعة الكاربينول بثلاث ذرات كربون (تتصل فيها مجموعة OH – بذرة كربون ثالثية)



مثل



(كحول بيوتيلى ثالثى) 2- ميثيل- 2- بروبانول

ابحث في التيليجرام
@TOOPSEC

الفرق بين الكحول الثانوى و الكحول الأيزوألكيل

مجموعات الألكيل الثانوية

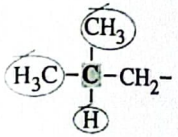
مجموعات الألكيل التى تحتوى على ذرة كربون مرتبطة بذرة هيدروچين واحدة وذرتى كربون أخرتين.

مجموعات الأيزوألكيل

مجموعات الألكيل التى تحتوى على ذرة كربون مرتبطة بذرة هيدروچين واحدة ومجموعتى ميثيل ($-CH_3$).

تطبيق

مجموعة بيوتيل ثانوية



مجموعة أيزوبيوتيل

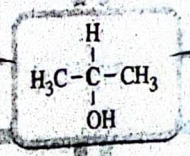
الكحولات الثانوية

الكحولات التى ترتبط ذرة كربون مجموعة الكاربينول فيها بذرة هيدروچين وذرتى كربون أخرتين.

كحولات الأيزوألكيل

الكحولات التى تحتوى على ذرة كربون مرتبطة بذرة هيدروچين واحدة ومجموعتى ميثيل ($-CH_3$).

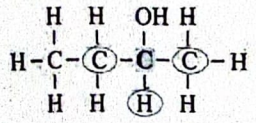
تطبيق



كحول بروبيلى ثانوى

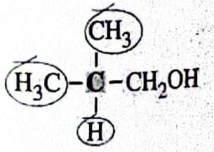
كحول أيزوبروبيلى

كحول بيوتيلى ثانوى



2 – بيوتانول
«كحول ثانوى»

كحول أيزوبيوتيلى

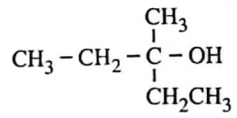


2 – ميثيل – 1 – بروبانول
«كحول أولى»

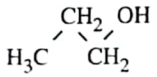
مثال ١

صنف الكحولات الآتية حسب نوع مجموعة الكاربينول :

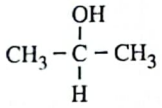
(١)



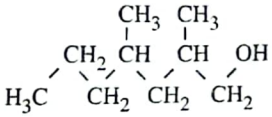
(٢)



(٣)



(٤)



الحل

(١) كحول ثالثى.
(٢) كحول أولى.
(٣) كحول ثانوى.
(٤) كحول أولى.

ابحث في التيليجرام
@TOOPSEC

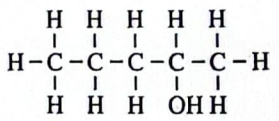
مثال ٢

ارسم الصيغة البنائية لكل مركب من المركبات التالية :

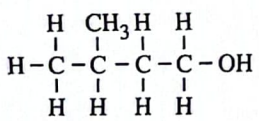
(١) 2– بنتانول.
(٢) كحول أيزوبنتيلى.
(٣) هكسانول حلقى.
(٤) 2،2– ثنائى ميثيل –1– بيوتانول.

الحل

(١)

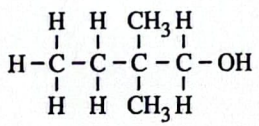


(٢)



(٣)

(٤)



أفكار حل أسئلة Open Book تقيس :

مخرج التعلم: التعرف على المجموعات الوظيفية للمركبات العضوية.

١ أى المركبات الآتية تعتبر أيزومرات للألدهيدات التى لها نفس عدد ذرات الكربون ؟

(أ) الكيتونات. (ب) الإثيرات.
(جـ) الكحولات. (د) الأحماض الكربوكسيلية.

فكرة الحل :

الجدول الآتى يوضح الصيغ البنائية والصيغ الجزيئية لخمسة مركبات تحمل نفس عدد ذرات الكربون من السلاسل المتجانسة المختلفة الموضحة بالسؤال :

ألدهيد	كيتون	إثير	كحول	حمض كربوكسيلى
CH_3CH_2CHO	CH_3COCH_3	$CH_3CH_2OCH_3$	$CH_3CH_2CH_2OH$	CH_3CH_2COOH
C_3H_6O	C_3H_6O	C_3H_8O	C_3H_8O	$C_3H_6O_2$

∵ الأيزومرات تتفق فى نفس الصيغة الجزيئية وتختلف فى الصيغة البنائية.
∴ الكيتونات تعتبر أيزومرات للألدهيدات التى لها نفس عدد ذرات الكربون.

ملحوظة
تعتبر الإثيرات أيزومرات للكحولات التى لها نفس عدد ذرات الكربون.

الحل : الاختيار الصحيح : (أ)

٢ أى المركبات الآتية يتضمن رابطة واحدة من النوع (C – O) ؟

(أ) الكيتونات. (ب) الألدهيدات.
(جـ) الكحولات. (د) الإثيرات.

فكرة الحل :

الجدول التالى يوضح المجموعات الفعالة للمركبات الأربعة :

الاختيارات	(أ)	(ب)	(جـ)	(د)
المركبات	الكيتونات	الألدهيدات	الكحولات	الإثيرات
المجموعة الفعالة	$-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-$	$-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H$	$-\overset{|}{C}-OH$	$-\overset{|}{C}-O-\overset{|}{C}-$

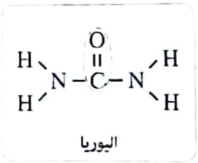
الحل : الاختيار الصحيح : (جـ)

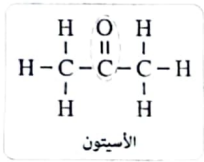
٣ ما وجه التشابه بين اليوريا و الأسيتون ؟ [C = 12 , H = 1 , O = 16 , N = 14]

(أ) كلاهما من الكيتونات.
(ب) كلاهما يحتوى على مجموعة كربونيل.
(جـ) كلاهما له نفس الكتلة المولية.
(د) كلاهما يمكن تحضيره من سيانات الأمونيوم.

فكرة الحل :

يتضح من الصيغة البنائية لكل من اليوريا والأسيتون، أن كلاهما يحتوى على مجموعة كربونيل ($\rangle C = O$).


اليوريا


الأسيتون

الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

٤ أى المركبات الآتية يحتوى على المجموعة الفعالة – O – ؟

(أ) حمض الأسيتيك.
(ب) الكحول الميثيلى.
(جـ) إثير ثنائى الفينيل.
(د) أسيتون.

فكرة الحل :

المجموعة الفعالة – O – توجد فى الإثيرات.

الحل : الاختيار الصحيح : (جـ)

٥ الجدول المقابل : يوضح الصيغ الكيميائية لأربعة مركبات من سلسلة الأمينات الأولية.

الصيغة الكيميائية	اسم المركب
CH_3NH_2	ميثيل أمين
$CH_3CH_2NH_2$	إيثيل أمين
$CH_3(CH_2)_2NH_2$	بروبيل أمين
$CH_3(CH_2)_3NH_2$	بيوتيل أمين

ما الصيغة العامة للأمينات الأولية ؟

(أ) $C_nH_{2n+3}NH_2$
(ب) $C_nH_{2n+1}NH_2$
(جـ) $C_nH_{2n-1}NH_2$
(د) $C_nH_{2n+1}CHNH_2$

فكرة الحل :

الصيغة العامة للألكانات : C_nH_{2n+2}

∵ الأمينات الأولية تشتق من الألكانات باستبدال ذرة هيدروجين بمجموعة أمين $-NH_2$

$$\underset{\text{ألكان}}{R-H} \xrightarrow[+NH_2]{-H} \underset{\text{أمين أولى}}{R-NH_2}$$

∴ الصيغة العامة للأمينات الأولية : $C_nH_{2n+1}NH_2$

الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

اختبرني في البيولوجرام
@100PSEC

٦ عند هيدرة البروباين فى وجود حمض H_2SO_4 المخفف ، $HgSO_4$ الساخن يتكون .....

(أ) البروبانال.
(ب) كبريتات البروبيل الهيدروجينية.
(جـ) البروبانول.
(د) البروبانون.

فكرة الحل :

المعادلة الآتية تعبر عن الهيدرة الحفزية للبروباين :

$$H_3C-C\equiv CH + H-OH \xrightarrow[HgSO_4/60^\circ C]{H_2SO_4(40\%)} \left[CH_3-C(=O)-CH_2-H\right] \xrightarrow{\text{إعادة ترتيب}} CH_3-C(=O)-CH_3$$

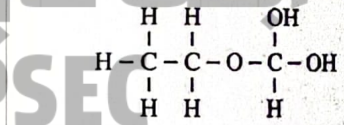
بروباين — مركب غير مستقر — البروبانون

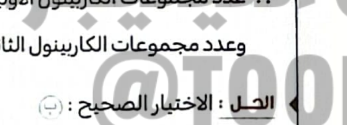
الحل : الاختيار الصحيح : (د)

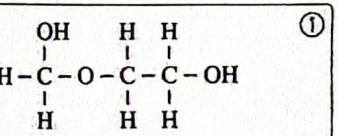
أفكار حل أسئلة Open Book تقيس :

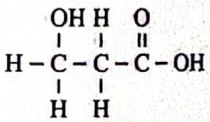
مخرج التعلم: تصنيف الكحولات حسب مجموعة الهيدروكسيل والكاربينول.

١ كل مما يأتى أيزومرات للجليسرول، عدا .....

(أ)


(ب)


(جـ)


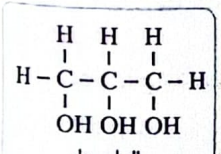
(د)


فكرة الحل :

الصيغة الجزيئية للجليسرول : $C_3H_8O_3$

وفيما يلى الصيغ الجزيئية للمركبات الأربعة الموضحة بالاختيارات :

الاختيارات	(أ)	(ب)	(جـ)	(د)
الصيغة الجزيئية	$C_3H_8O_3$	$C_3H_8O_3$	$C_3H_8O_3$	$C_3H_6O_3$


الجليسرول

∵ الصيغة الجزيئية للمركب الموضح بالاختيار (د) ليست $C_3H_8O_3$

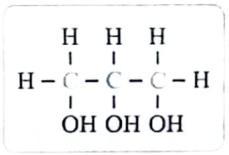
∴ هذا المركب لا يعتبر من أيزومرات الجليسرول.

الحل : الاختيار الصحيح : (د)

٢ أى مما يأتى يعبر عن عدد كل من مجموعات الكاربينول الأولية والثانوية فى الجليسرول ؟

الاختيارات	مجموعة كاربينول أولية	مجموعة كاربينول ثانوية
(أ)	1	2
(ب)	2	1
(جـ)	3	–
(د)	–	3

فكرة الحل :



∵ مجموعة الكاربينول الأولية هى التى تتصل ذرة الكربون فيها بذرة كربون واحدة وبذرتى هيدروجين، بينما مجموعة الكاربينول الثانوية هى التى تتصل ذرة الكربون فيها بذرتى كربون أخرتين وذرة هيدروجين واحدة.

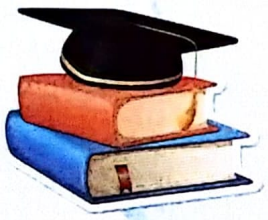
∴ عدد مجموعات الكاربينول الأولية = 2

وعدد مجموعات الكاربينول الثانوية = 1

الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

ابحث في التيليجرام @TOOPSEC

احرص على اقتناء
كتاب الامتحان
فى الأحياء
3 ثانوى



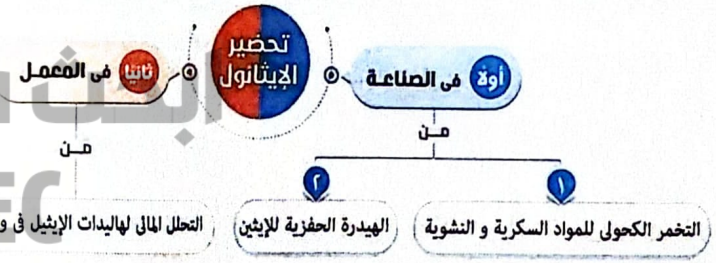
الإيثانول (الكحول الإيثيلى)

إيثانول

يُعتبر **الإيثانول** أقدم مركب عضوى تم تحضيره صناعيًا، فقد حضره قدماء المصريين منذ أكثر من ثلاثة آلاف عام من تخمر المواد السكرية و النشوية.

الفراعنة أول من حضروا الإيثانول

تختلف طرق تحضير الإيثانول فى الصناعة عنها فى المعمل، كما يتضح من المخطط التالى :



أولاً تحضير الإيثانول فى الصناعة

١ تحضير الإيثانول من التخمر الكحولى للمواد السكرية و النشوية

يُعرف المولاس بين عامة الناس باسم العسل الأسود

- **ينتج حوالى 20%** من الإيثانول على مستوى العالم من عمليات التخمر الكحولى للمواد السكرية والنشوية خاصةً فى البلدان التى تكثر فيها زراعات قصب السكر والبنجر والذرة.
- **يُحضر الإيثانول** فى مصر من المحلول السكرى المتبقى بعد استخلاص السكر من عصير القصب والذى يعرف بالمولاس.
- **تجرى عملية التخمر** بإضافة الخميرة – التى تفرز إنزيم الزيميز – إلى المولاس (سكر السكروز) ويتم التفاعل **على خطوتين، هما :**

الخطوة الأولى التحلل المائى لسكر السكروز فى وسط حامضى (H^+).

$$\underset{\text{سكروز}}{C_{12}H_{22}O_{11(aq)}} + H_2O_{(l)} \xrightarrow[H^+]{\text{hydrolysis}} \underset{\text{جلوكوز}}{C_6H_{12}O_{6(aq)}} + \underset{\text{فركتوز}}{C_6H_{12}O_{6(aq)}}$$

الخطوة الثانية تخمر الجلوكوز بواسطة إنزيم الزيميز إلى إيثانول وغاز ثانى أكسيد الكربون.

$$\underset{\text{جلوكوز}}{C_6H_{12}O_{6(aq)}} \xrightarrow[\text{zymase enzyme}]{\text{yeast}} \underset{\text{إيثانول}}{2C_2H_5OH_{(l)}} + 2CO_{2(g)}$$

غاز (CO_2) الناتج عن عملية التخمر الكحولى يعكر ماء الجير الرائق

٢ تحضير الإيثانول بالهيدرة الحفزية للإيثين

- تُعتبر عملية **الهيدرة الحفزية للإيثين هى الطريقة الشائعة لتحضير الإيثانول**، وخاصةً فى معظم البلدان النفطية.
- حيث **يتم تكسير** المواد البترولية كبيرة السلسلة إلى مواد أصغر كغاز الإيثين، **ثم تتم عملية الهيدرة الحفزية** للإيثين فى وجود حمض الكبريتيك المخفف أو حمض الفوسفوريك كعامل حفاز.

$$\text{منتجات بترولية} \xrightarrow{\text{cracking}} \underset{\text{إيثين}}{C_2H_{4(g)}} + H_2O_{(l)} \xrightarrow[110^\circ C]{\text{dil } H_2SO_4} \underset{\text{إيثانول}}{C_2H_5OH_{(v)}}$$

- يعتبر الإيثانول من البتروكيماويات (الكيماويات التى تُصنع من البترول)، لأنه ينتج من الهيدرة الحفزية لغاز الإيثين الذى ينتج من تكسير المواد البترولية كبيرة السلسلة.

تحضير الكحولات الثانوية والثالثية بطريقة الهيدرة الحفزية للألكينات

- **يمكن تحضير الكحولات** الثانوية والثالثية بالهيدرة الحفزية للألكينات (عدا الإيثين)، **وتخضع** هذه التفاعلات **لقاعدة ماركونيكوف** «يرجى مراجعة القاعدة فى صفحة (٧١)».

الإيثين هو الألكين الوحيد الذى يعطى كحول أولى بالهيدرة الحفزية

- **تحضير مركب 2- بروبانول (كحول ثانوى) من البروبين (ألكين غير متماثل).**

$$\underset{\text{بروبين}}{CH_3-CH=CH_{2(g)}} + H_2O_{(l)} \xrightarrow[110^\circ C]{H_2SO_4} \underset{\text{2- بروبانول}}{CH_3-\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}}-CH_3(l)}$$

- **تحضير مركب 2- ميثيل -2- بيوتانول (كحول ثالثى) من مركب 2- ميثيل -2- بيوتين (ألكين غير متماثل).**

$$\underset{\text{2- ميثيل -2- بيوتين}}{CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}=CH-CH_3(l)} + H_2O_{(l)} \xrightarrow[110^\circ C]{H_2SO_4} \underset{\text{2- ميثيل -2- بيوتانول}}{CH_3-\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}}}-CH_2-CH_3(l)}$$

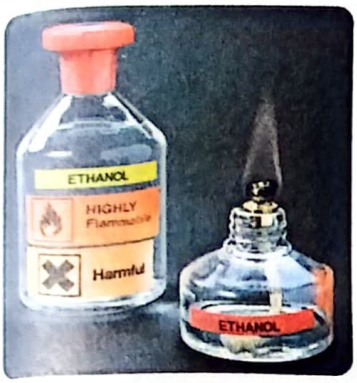
البث في التيليجرام
@NOPSEC

الكحول المحول (السبرتو الأحمر)

- تفرض ضريبة إنتاج عالية على الإيثانول النقى (تركيز 96%)، **وذلك للحد** من تناوله فى المشروبات الكحولية لما لها من أضرار صحية واجتماعية جسيمة.
- **ونظرًا للاستخدامات المتعددة للإيثانول**، فإنه يتم تداوله بسعر اقتصادى **بعد إضافة** :
  - بعض المواد السامة مثل الميثانول والذى يؤدى تناوله إلى الإصابة بالجنون والعمى.
  - البيريدين ذو الرائحة الكريهة.
  - بعض الصبغات لتلوينه.

وهذه الإضافات لا يمكن فصلها عن الإيثانول إلا بعمليات كيميائية معقدة، بجانب أن القانون يعاقب عليها.

- **ومن الكحولات غير النقية التى** تستخدم كوقود منزلى وفى بعض الصناعات الكيميائية الكحول المحول (السبرتو الأحمر) وهو يتكون من إيثانول (85%)، ميثانول (5%)، صبغات (1%)، لون و رائحة و ماء (9%).



يستخدم الكحول المحول كوقود

ثانيًا تحضير الإيثانول فى المعمل (الطريقة العامة)

- تُحضر الكحولات فى المعمل **بالتحلل المائى لهاليدات الألكيل فى وسط قلوى قوى** مثل هيدروكسيد البوتاسيوم KOH، حيث تحل مجموعة الهيدروكسيل محل شق الهاليد لتكوين الكحول المقابل.

ابحث في التيليجرام
@100PSEC

$$R-X + KOH_{(aq)} \xrightarrow{\Delta} R-OH + KX$$

هاليد ألكيل — كحول

«أى أن يوديدات الألكيل أسهلها تحللًا»

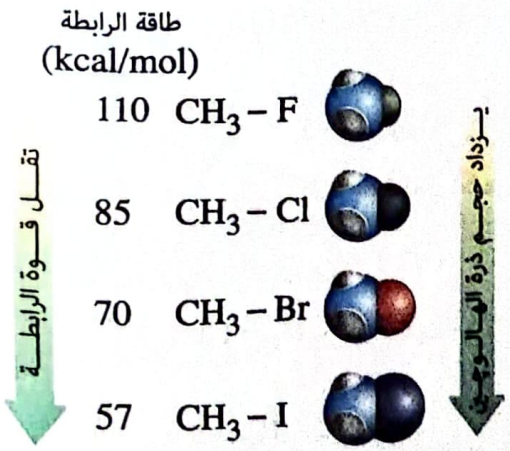
- **وترتب الهالوجينات حسب سهولة انتزاعها من هاليدات الألكيل، كالتالى :**

يود > بروم > كلور > فلور

- يفضل يوديد الألكيل عن كلوريد الألكيل فى تحضير الكحولات بالطريقة العامة، لأن التحلل المائى ليوديد الألكيل فى وسط قلوى قوى يكون أسهل مما لكلوريد الألكيل.

للإيضاح فقط

بزيادة العدد الذرى فى المجموعة 7A
يزداد نصف القطر الذرى للهالوجين (X)
وتقل السالبية الكهربية وبالتالى
تقل قوة الرابطة C – X فى هاليد الألكيل
وهو ما يؤدى إلى سهولة تحلله مائيًا
فى الوسط القلوى



ويمكن تحضير الكحولات الأولية والثانوية والثالثية بالطريقة العامة، كالتالى :

تحضير الإيثانول (كحول أولى) :

$$C_2H_5Br_{(\ell)} + KOH_{(aq)} \xrightarrow{\Delta} C_2H_5OH_{(aq)} + KBr_{(aq)}$$

بروموإيثان (بروميد الإيثيل) — إيثانول

تحضير مركب 2- بروبانول (كحول ثانوى) :

$$CH_3-\underset{\underset{Br}{|}}{\overset{\overset{H}{|}}{C}}-CH_{3(\ell)} + KOH_{(aq)} \xrightarrow{\Delta} CH_3-\underset{\underset{OH}{|}}{\overset{\overset{H}{|}}{C}}-CH_{3(aq)} + KBr_{(aq)}$$

2- بروموبروبان — 2- بروبانول

تحضير مركب 2- ميثيل -2- بروبانول (كحول ثالثى) :

$$CH_3-\underset{\underset{Cl}{|}}{\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}}-CH_{3(\ell)} + KOH_{(aq)} \xrightarrow{\Delta} CH_3-\underset{\underset{OH}{|}}{\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}}-CH_{3(aq)} + KCl_{(aq)}$$

2- كلورو -2- ميثيل بروبان — 2- ميثيل -2- بروبانول

ابحث في التيليجرام
@TOOPSEC

اكتب معادلات تحضير الكحولات الآتية من هاليدات الألكيل المناسبة :

(١) الميثانول.

$$CH_3Br_{(\ell)} + KOH_{(aq)} \xrightarrow{\Delta} CH_3OH_{(aq)} + KBr_{(aq)}$$

بروموميثان — ميثانول

(٢) 2- بيوتانول

$$CH_3-CH_2-CHBr-CH_{3(\ell)} + KOH_{(aq)} \xrightarrow{\Delta} CH_3-CH_2-CHOH-CH_{3(aq)} + KBr_{(aq)}$$

2- بروموبيوتان — 2- بيوتانول

(٣) 2- ميثيل -2- بنتانول.

$$CH_3-\underset{\underset{Br}{|}}{\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}}-C_3H_{7(\ell)} + KOH_{(aq)} \xrightarrow{\Delta} CH_3-\underset{\underset{OH}{|}}{\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}}-C_3H_{7(aq)} + KBr_{(aq)}$$

2- برومو -2- ميثيل بنتان — 2- ميثيل -2- بنتانول

أفكار حل أسئلة Open Book تقيس :

مخرج التعلم: التعرف على أنواع التفاعلات العضوية المختلفة (تحضير الكحولات).

١ المعادلات الآتية غير كاملة و غير موزونة :

(1) $C_6H_{12}O_{6(aq)} \longrightarrow C_2H_5OH_{(aq)} + A$

(2) $C_6H_{12}O_{6(aq)} \rightleftharpoons C_{12}H_{22}O_{11(aq)} + B$

(3) $C_6H_{12}O_{6(aq)} \longrightarrow A + B$

أى مما يأتى يعبر عن الناتجين (A) ، (B) ونوع التفاعل (3) ؟

الاختيارات	الناتج (A)	الناتج (B)	نوع التفاعل (3)
①	ماء	ثانى أكسيد الكربون	تخمر كحولى
②	ثانى أكسيد الكربون	ماء	تخمر كحولى
③	ماء	ثانى أكسيد الكربون	إحتراق
④	ثانى أكسيد الكربون	ماء	احتراق

فكرة الحل :

∵ التخمر الكحولى للجلوكوز يُكوِّن إيثانول وغاز ثانى أكسيد الكربون.

$$C_6H_{12}O_{6(aq)} \xrightarrow[\text{zymase enzyme}]{\text{yeast}} 2C_2H_5OH_{(l)} + 2CO_{2(g)}$$

جلوكوز — إيثانول

∴ الناتج (A) : CO_2

وعليه يتم استبعاد الاختيارين ① ، ③

∵ عملية تكاثف جزىء من الفركتوز مع آخر من الجلوكوز (وكلاهما صيغته الجزيئية $C_6H_{12}O_6$) تؤدى إلى تكوين جزىء من السكروز $C_{12}H_{22}O_{11}$ وماء.

$$2C_6H_{12}O_{6(aq)} \rightleftharpoons C_{12}H_{22}O_{11(aq)} + H_2O_{(l)}$$

∴ الناتج (B) : H_2O

وبمعلومية (A)، (B) نستنتج أن التفاعل (3) هو تفاعل احتراق.

الحل : الاختيار الصحيح : ④

٢ أى المركبات الآتية يتفاعل مع الماء فى وجود عامل حفاز لإنتاج كحول صيغته الجزيئية C_3H_8O ؟

① CH_3CHCH_2 ② $CH_3CHCHCH_3$

③ $CH_3CH_2CH_3$ ④ CH_3CH_2COOH

فكرة الحل :

∵ الألكيل يتفاعل مع الماء فى وجود عامل حفاز مكونًا كحول.

∴ يتفاعل المركب CH_3CHCH_2 مع الماء فى وجود عامل حفاز، تبعًا للمعادلة التالية :

$$CH_3-CH=CH_2 + H_2O \xrightarrow[110°C]{H_2SO_4} CH_3-\underset{\underset{OH}{|}}{\overset{\overset{H}{|}}{C}}-CH_3$$

الصيغة الجزيئية للكحول الناتج : C_3H_8O

الحل : الاختيار الصحيح : ①

٣ المخطط التالى يوضح تحول الإيثين إلى المركب (Y) عبر التفاعلين (A) ، (B) :

الإيثين $\xrightarrow[\text{التفاعل (A)}]{HBr}$ المركب (X) $\xrightarrow[\text{التفاعل (B)}]{NaOH_{(aq)}}$ المركب (Y)

أى مما يأتى يعبر عن التفاعلين (A) ، (B) والمركبين (X) ، (Y) ؟

الاختيارات	التفاعل (A)	المركب (X)	التفاعل (B)	المركب (Y)
①	إضافة	بروموإيثان	إضافة	إيثانول
②	إضافة	بروموإيثان	استبدال	إيثانول
③	استبدال	بروموإيثين	تعادل	حمض إيثانويك
④	استبدال	بروموإيثين	استبدال	هيدروكسيد الإيثين

فكرة الحل :

∵ الإيثين يتفاعل مع بروميد الهيدروجين بالإضافة مكونًا بروموإيثان (بروميد الإيثيل).

$$C_2H_{4(g)} + HBr_{(g)} \longrightarrow C_2H_5Br_{(l)}$$

∴ يستبعد الاختيارين ③ ، ④

∵ بروموإيثان (المركب X) يتفاعل مع المحلول المائى من NaOH بالاستبدال (وليس بالإضافة) مكونًا إيثانول.

$$C_2H_5Br_{(l)} + NaOH_{(aq)} \xrightarrow{\Delta} C_2H_5OH_{(aq)} + NaBr_{(aq)}$$

بروموإيثان (بروميد الإيثيل) — إيثانول (كحول أولى)

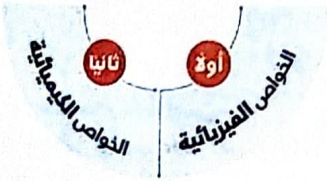
∴ يستبعد الاختيار ①

الحل : الاختيار الصحيح : ②

ابحث في التيليجرام @TOOPSEC

الخواص العامة للكحولات

تتناول الخواص العامة للكحولات كل من :



أولًا الخواص الفيزيائية للكحولات

١ **اللون :** الكحولات النقية مواد عديمة اللون.

٢ **التأثير على دليل عباد الشمس :** متعادلة التأثير.

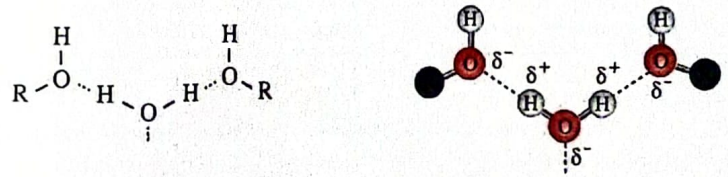
شاهد الفيديو

٣ **الحالة الفيزيائية :**

- **المركبات الأولى :** سوائل خفيفة.
- **المركبات المتوسطة :** سوائل زيتية القوام.
- **المركبات العالية :** مواد صلبة ذات قوام شمعى.

٤ **الذوبانية فى الماء :**

تتميز الأفراد الأولى من الكحولات عن الألكانات المقابلة لها بأنها تمتزج بالماء امتزاجًا تامًا، وذلك لاحتوائها على مجموعة الهيدروكسيل القطبية $(H^{\delta+} - O^{\delta-}-)$ والتى تعمل على تكوين روابط هيدروچينية بين جزيئات الكحول وجزيئات الماء تتسبب فى ذوبانها تمامًا فى الماء.



الروابط الهيدروجينية بين جزيئات الكحول وجزيئات الماء

للإنجاز فقط

تقل ذوبانية الكحولات فى الماء بزيادة كتلها المولية، ويرجع ذلك لضعف تأثير الجزء القطبى من الجزىء بازدياد كتلة الجزء غير القطبى من الجزىء.

$$CH_3 - (CH_2)_5 - CH_2 - OH$$

الجزء القطبى — الجزء غير القطبى

٥ **درجة الغليان :**

تتميز الأفراد الثلاثة الأولى من الكحولات عن الألكانات المقابلة لها بارتفاع درجة غليانها، لاحتوائها على مجموعة الهيدروكسيل القطبية والتى تعمل على تكوين روابط هيدروچينية بين جزيئات الكحول وبعضها مما يزيد من الطاقة اللازمة لفصل هذه الجزيئات عن بعضها، فترتفع درجة غليانها.

الكحول	درجة الغليان	الألكان المقابل	درجة الغليان
ميثانول	65°C	ميثان	−161°C
إيثانول	78.5°C	إيثان	−89°C
1- بروبانول	97.8°C	بروبان	−44°C

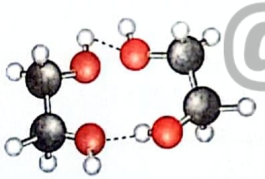
«الجدول للإيضاح فقط»

الروابط الهيدروجينية بين جزيئات الكحول وبعضها

وبشكل عام

- تؤدى زيادة عدد مجموعات الهيدروكسيل فى جزىء الكحول الى زيادة ذوبانيته فى الماء، وارتفاع درجة غليانه، كما يتضح من الجدول المقابل :

الكحول	درجة الغليان
إيثانول C_2H_5OH	78.5°C
إيثيلين جليكول $C_2H_4(OH)_2$	197°C
جليسرول $C_3H_5(OH)_3$	290°C



يرتبط الجزىء الواحد من الإيثيلين جليكول بعدد 2 رابطة هيدروجينية مع الجزىء المجاور له

- **تطبيق** درجة غليان الجليسرول أعلى من درجة غليان الإيثيلين جليكول

لأن الجليسرول كحول ثلاثى الهيدروكسيل، بينما الإيثيلين جليكول كحول ثنائى الهيدروكسيل، وكلما زاد عدد مجموعات الهيدروكسيل فى جزىء الكحول ازدادت قدرته على تكوين روابط هيدروچينية بين جزيئاته وبعضها، مما يزيد من درجة غليانه.

ملحوظة

ترتبط جزيئات الأمينات ببعضها مثل : (ميثيل أمين وايثيل أمين و ...) بروابط هيدروچينية كالكحولات.

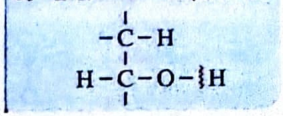
ابحث في الشبيرام @TOOPSEC

ثانيًا الخواص الكيميائية للكحولات

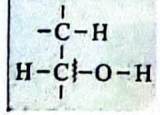
تصلف التفاعلات الكيميائية للكحولات، كما يتضح من المخطط التالى :

تفاعلات الكحولات

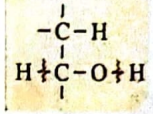
١ تفاعلات خاصة بذرة هيدروجين مجموعة الهيدروكسيل



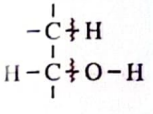
٢ تفاعلات خاصة بمجموعة الهيدروكسيل



٣ تفاعلات خاصة بمجموعة الكاربينول



٤ تفاعلات تشمل الجزىء كله



١ تفاعلات الكحولات الخاصة بذرة هيدروجين مجموعة الهيدروكسيل

تتضمن هذه التفاعلات كل من :

أ حامضية الكحولات — ب تكوين الإستر

أ حامضية الكحولات

- **رغم أن** الكحولات **مواد متعادلة**، إلا أنه تظهر لها **صفة حامضية ضعيفة جدًا، لأن** زوج الإلكترونات الذى يربط ذرة الهيدروجين بذرة الأكسجين فى مجموعة الهيدروكسيل (O – H) القطبية يزاح أكثر ناحية ذرة الأكسجين (الأكثر سالبية) مما يضعف الرابطة التساهمية بين الهيدروجين والأكسجين، فيسهل كسرها، وبالتالى خروج أيون H^+
- **ويظهر ضعف الصفة الحامضية للكحولات فى** عدم تفاعلها مع القلويات القوية مثل هيدروكسيد البوتاسيوم KOH، إلا أنها تتفاعل مع **الفلزات النشطة، مثل** البوتاسيوم K والصوديوم Na، حيث تحل هذه الفلزات محل ذرة هيدروجين مجموعة الهيدروكسيل.

$$2ROH + 2Na \longrightarrow 2RONa + H_2$$

كحول — ألكوكسيد صوديوم

يتفاعل الماغنسيوم مع الإيثانول بنشاط أقل من تفاعل الإيثانول مع الصوديوم والبوتاسيوم

- **تطبيق** تفاعل الميثانول مع البوتاسيوم

$$2CH_3OH_{(l)} + 2K_{(s)} \longrightarrow 2CH_3OK_{(s)} + H_{2(g)}$$

ميثانول — ميثوكسيد البوتاسيوم

نشاط عملى حامضية الإيثانول

المواد و الأدوات المستخدمة

- أنبوبة اختبار سعة 10 mL
- إيثانول.
- قطعة صوديوم فى حجم الحمصة.

الخطوات — **الملاحظة**

١ ضع 5 mL من الإيثانول فى أنبوبة الاختبار.

٢ ضع قطعة الصوديوم بحرص فى أنبوبة الاختبار، مع سد فوهة الأنبوبة بإصبع الإبهام ... **ماذا تلاحظ؟** — يشاهد تصاعد فقاعات غازية فى الأنبوبة.

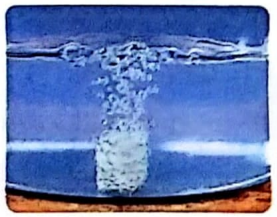
٣ قرب عود ثقاب مشتعل من فوهة الأنبوبة بحذر ... **ماذا تلاحظ؟** — يُسمع صوت فرقعة مميزة.

الاستنتاج

يحل الصوديوم محل هيدروجين مجموعة هيدروكسيل الإيثانول مكونًا إيثوكسيد الصوديوم مع تصاعد غاز الهيدروجين فى صورة فقاعات غازية تشتعل بفرقعة عند تقريب عود ثقاب مشتعل إليه.

$$2C_2H_5OH_{(l)} + 2Na_{(s)} \longrightarrow 2C_2H_5ONa_{(s)} + H_{2(g)}$$

إيثانول — إيثوكسيد الصوديوم



تتصاعد فقاعات من غاز الهيدروجين عند تفاعل الصوديوم مع الإيثانول

ملحوظات

- **عند تبخير محلول إيثوكسيد الصوديوم يترسب** إيثوكسيد الصوديوم **فى صورة** مادة صلبة **بيضاء اللون.**
- **مادة إيثوكسيد الصوديوم قابلة للتميؤ (التحلل المائى) الى إيثانول و هيدروكسيد صوديوم.**

$$C_2H_5ONa_{(s)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow C_2H_5OH_{(aq)} + NaOH_{(aq)}$$

إيثوكسيد الصوديوم — إيثانول

ابحث في التيليجرام @TOOPSEC

ب تكوين الإستر

تفاعل الكحولات مع الأحماض الكربوكسيلية لتكوين الإسترات

$$R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH + HO-R' \rightleftharpoons R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-R' + H_2O$$

حمض كربوكسيلي — كحول — إستر — ماء

الماء الناتج من هذا التفاعل مصدره :

- ذرة هيدروجين مجموعة الهيدروكسيل من جزىء الكحول.
- مجموعة هيدروكسيل مجموعة الكربوكسيل من جزىء الحمض الكربوكسيلي.

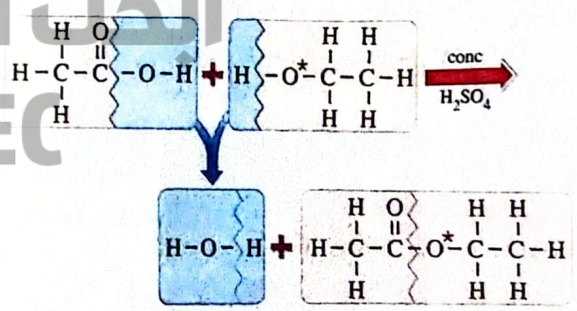
تطبيق

تفاعل الكحول الإيثيلي (الإيثانول) مع حمض الأسيتيك (حمض الإيثانويك)

$$CH_3COOH_{(l)} + C_2H_5OH_{(l)} \xrightarrow[H_2SO_4]{conc} CH_3COOC_2H_{5(aq)} + H_2O_{(l)}$$

حمض الأسيتيك — كحول إيثيلي — إستر أسيتات الإيثيل

كيف أمكن إثبات أن أكسجين الماء الناتج من عملية الأسترة مصدره الحمض وليس الكحول ؟



عند معالجة الإيثانول الذى يحتوى على نظير الأكسجين الثقيل (O^{*18})، بحمض الإيثانويك الذى يحتوى على نظير الأكسجين العادى (O^{16})، وُجد أن أكسجين الماء الناتج هو O^{16} وليس O^{18}

ملحوظة

يضاف حمض الكبريتيك المركز عند تفاعل الكحولات مع الأحماض الكربوكسيلية لتكوين الإسترات، للتخلص من الماء الناتج وبالتالى منع التفاعل العكسى وزيادة معدل التفاعل الطردى (اتجاه تكوين الإستر).

٢ تفاعلات الكحولات الخاصة بمجموعة الهيدروكسيل (قاعدية الكحولات)

تتفاعل الكحولات بسهولة مع الأحماض الهالوجينية (HX)

حيث يحل الهالوجين محل مجموعة الهيدروكسيل مكونًا هاليد ألكيل وماء

$$ROH + HX \longrightarrow RX + H_2O$$

كحول (ألكانول) — حمض هالوجيني (هاليد هيدروجين) — هاليد ألكيل (هالوألكان)

تطبيق

تفاعل الإيثانول مع حمض الهيدروكلوريك المركز

يتفاعل الإيثانول مع حمض الهيدروكلوريك المركز فى وجود كلوريد الخارصين كعامل حفاز، مكونًا كلوريد الإيثيل.

$$C_2H_5OH_{(l)} + HCl_{(l)} \xrightarrow{ZnCl_2} C_2H_5Cl_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

كحول إيثيلي (إيثانول) — كلوريد الإيثيل (كلوروإيثان)

أداء ذاتى

وضح بالمعادلات الرمزية كيفية تحويل الإيثانول إلى كلوريد إيثيل والعكس.

.....

.....

.....

٣ تفاعلات الكحولات الخاصة بمجموعة الكاربينول (أكسدة الكحولات)

تتأكسد الكحولات بفعل العوامل المؤكسدة، مثل :

- ثانى كرومات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز.
- برمنجنات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز.

يتركز فعل العامل المؤكسد على ذرات الهيدروجين المتصلة بمجموعة الكاربينول، حيث يحولها إلى مجموعات هيدروكسيل.

يختلف ناتج أكسدة الكحول باختلاف نوعه (أولى أو ثانوى).

ابحث في التليجرام @TOOPSEC

أكسدة الكحولات الأولية

نظـرًا لاتصـال مجموعـة الكـاربينـول فـى الكحـولات الأوليـة بذرتى هيدروجين، فإن عملية الأكسـدة تتم على خطوتين، هما :

الخطوة الأولى تتأكسد إحدى ذرتى هيدروجين مجموعة الكاربينول فيتكون مركب غير ثابت يفقد جزىء ماء متحولًا إلى الدهيد (مركب ثابت).

تتصل مجموعة الكاربينول فى الكحولات الأولية بذرتى هيدروجين

$$R-\underset{H}{\overset{H}{C}}-OH$$

اتصال مجموعتى هيدروكسيل بذرة كربون واحدة يجعل المركب غير ثابت

$$R-\underset{H}{\overset{H}{C}}-OH \xrightarrow{[O]} \left[R-\underset{OH}{\overset{H}{C}}-O-H\right] \xrightarrow{-H_2O} R-\underset{H}{\overset{H}{C}}=O$$

كحول أولى — (مركب غير ثابت) — ألدهيد

الخطوة الثانية تتأكسد ذرة الهيدروجين الأخرى ليتكون حمض كربوكسيلى

$$R-\underset{H}{\overset{H}{C}}=O \xrightarrow{[O]} R-\underset{OH}{\overset{O}{C}}$$

ألدهيد — حمض كربوكسيلى

ويمكن إجمال ما سبق فى المخطط التالى :

كحـول أولـى ⇌ (أكسدة / اختزال) ألـدهيـد ⇌ (أكسدة / اختزال) حمض عضوى (كربوكسيلى)

تطبيق الأكسدة المستمرة للإيثانول.

$$\underset{\text{إيثانول (كحول إيثيلى)}}{CH_3CH_2OH_{(\ell)}} \xrightarrow{[O]} \left[\underset{\text{(مركب غير ثابت)}}{CH_3-\overset{O-H}{\overset{|}{C}}H-O-H}\right] \xrightarrow{-H_2O} \underset{\text{إيثانال (أسيتالدهيد)}}{CH_3CHO_{(\ell)}} \xrightarrow{[O]} \underset{\text{حمض إيثانويك (حمض الأسيتيك)}}{CH_3COOH_{(\ell)}}$$

أداء ذاتى

وضح بمعادلة رمزية كيفية الحصول على مركب يحتوى على المجموعة الوظيفية (COOH –) من مركب يحتوى على المجموعة الوظيفية (OH –).

.....

.....

نشاط عملى أكسدة الإيثانول

الأدوات و المواد المستخدمة

- أنبوبة اختبار سعة 10 mL
- حمام مائى
- إيثانول
- محلول ثانى كرومات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز (محلول برتقالى اللون).

الخطوات

١ ضع 3 mL من الإيثانول فى أنبوبة الاختبار.

٢ أضف إلى الإيثانول كمية مماثلة من محلول ثانى كرومات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز.

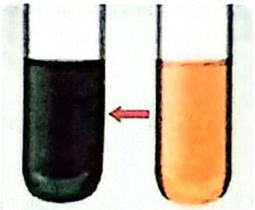
٣ سخن خليط التفاعل فى الحمام المائى لمدة 10 min ... **ماذا تلاحظ ؟**

الملاحظات

- تغير لون المحلول من البرتقالى إلى الأخضر.
- تصاعد رائحة الخل من خليط التفاعل.

الاستنتاج

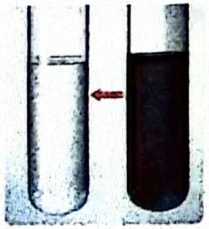
يتأكسد الإيثانول بفعل محلول ثانى كرومات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز إلى حمض الإيثانويك المميز برائحة الخل.



يتحول اللون من البرتقالى إلى الأخضر بعد التسخين فى الحمام المائى

ملحوظة

عند تكرار النشاط السابق مع تغيير العامل المؤكسد بمحلول برمنجنات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز، يلاحظ زوال لون البرمنجنات البنفسجى



يزول لون البرمنجنات البنفسجى بعد التسخين فى الحمام المائى

ابحث في التليجرام @TOOPSEC

الكشف عن تعاطى السائقين للكحوليات

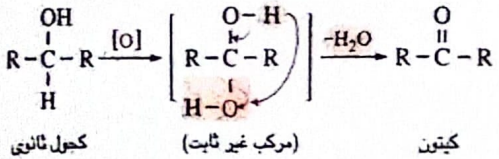
- **يستخدم تفاعل** أكسدة الإيثانول **بمحلول** ثانى كرومات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز **فى الكشف عن** تعاطى السائقين للمشروبات الكحولية، **كالتالى :**

اختبار الكشف عن تعاطى المشروبات الكحولية

- **يسمح للسائق بنفخ بالون من** خلال أنبوبة بها مادة سيليكاجل مشبعة بمحلول ثانى كرومات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز.
- **يترك البالون ليخرج منه هواء زفير السائق** من خلال الأنبوبة، فإذا كان السائق من متعاطى الكحوليات (الخمور) يتغير لون ثانى كرومات البوتاسيوم داخل الأنبوبة من اللون البرتقالى إلى اللون **الأخضر**.

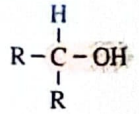
أكسدة الكحولات الثانوية

- نظرًا لاتصال مجموعة الكاربينول فى الكحولات الثانوية **بذرة هيدروجين واحدة**، فإن عملية الأكسدة تتم على خطوة واحدة مكونة كيتون.

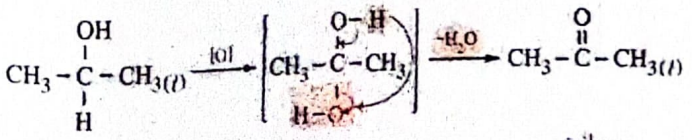


كحول ثانوى ← (أكسدة) ← كيتون

تتصل مجموعة الكاربينول فى الكحولات الثانوية بذرة هيدروجين واحدة



تطبيق أكسدة مركب 2- بروبانول (كحول ثانوى).



أداء ذاتى

وضح بمعادلة رمزية كيفية الحصول على مركب يحتوى على المجموعة (C = O) من مركب يحتوى على المجموعة (CHOH).

ملحوظة

لا تتأكسد **الكحولات الثالثية** بالعوامل المؤكسدة العادية.

لعدم ارتباط مجموعة الكاربينول فى الكحولات الثالثية بذرات هيدروجين

أفكار حل أسئلة Open Book تقيس .

مخرج التعلم: إيجاد العلاقة بين التركيبات العضوية مثل الألدهيدات والكيتونات والأحماض العضوية.

العبارات الآتية ربما تصف الألدهيدات والكيتونات :

(1) يسهل اختزالها إلى كحولات. (2) يسهل أكسدتها إلى أحماض عضوية. (3) تعتبر أيزومرات لبعضها.

أى مما يلى يعتبر مناسبًا للألدهيدات والكيتونات التى تحتوى على نفس العدد من ذرات الكربون ؟

الاختيارات	العبارة (1)	العبارة (2)	العبارة (3)
①	✓	✗	✓
②	✗	✓	✗
③	✗	✓	✓
④	✓	✗	✗

فكرة الحل :

∵ يسهل اختزال الألدهيدات إلى كحولات أولية والكيتونات إلى كحولات ثانوية.

$$CH_3CHO_{(l)} + H_{2(g)} \longrightarrow C_2H_5OH_{(l)}$$

أسيتالدهيد — إيثانول (كحول أولى)

$$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_{3(l)} + H_{2(g)} \longrightarrow CH_3-\underset{OH}{\overset{H}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}}-CH_{3(l)}$$

أسيتون — 2- بروبانول (كحول ثانوى)

∴ يستبعد الاختيارين ② ، ③

∵ يسهل أكسدة الألدهيدات إلى أحماض عضوية، بينما يصعب أكسدة الكيتونات.

كما أن الألدهيدات والكيتونات التى تحتوى على نفس العدد من ذرات الكربون تعتبر أيزومرات لبعضها

كما فى مركبى C_2H_5CHO ، CH_3COCH_3 (لها نفس الصيغة الجزيئية C_3H_6O).

∴ يستبعد الاختبار ④

الحل : الاختبار الصحيح : ①

ابحث في التليجرام @TOPSEC

٤ تفاعلات الكحولات الخاصة بالجزىء كله (تفاعل نزع جزىء ماء من الكحول)

• **تتفاعل الكحولات مع حمض الكبريتيك المركز، ويتوقف ناتج التفاعل على :**
• عدد جزيئات الكحول المتفاعلة.
• درجة حرارة التفاعل.

• **تطبيق** تفاعل الإيثانول مع حمض الكبريتيك المركز.

عند درجة حرارة

140°C	180°C
ينتزع جزىء ماء من كل جزيئين من الكحول	ينتزع جزىء ماء من كل جزىء كحول
ليتكون	
جزىء أثير ثنائى الإيثيل	جزىء إيثين
$2C_2H_5OH_{(l)} \xrightarrow[140^\circ C]{conc\ H_2SO_4} C_2H_5OC_2H_{5(g)} + H_2O_{(v)}$	$C_2H_5OH_{(l)} \xrightarrow[180^\circ C]{conc\ H_2SO_4} C_2H_{4(g)} + H_2O_{(v)}$
إيثانول — إيثير ثنائى الإيثيل	إيثانول — إيثين

أداء ذاتى

اكتب المعادلة الرمزية الدالة على تفاعل الإيثانول مع حمض الكبريتيك المركز عند درجة حرارة 80°C

ملحوظة

عند نزع الماء من جزىء كحول ثانوى، فإن هيدروجين الماء يكون مصدره ذرة الكربون المجاورة لمجموعة الكاربينول التى تحمل العدد الأقل من ذرات الهيدروجين

أفكار حل أسئلة Open Book تقيس :

مخرج التعلم: التعرف على التفاعلات المميزة للكحولات.

١ يستخدم محلول ثانى كرومات البوتاسيوم المحمض بحمض الكبريتيك المركز فى الكشف عن كل مما يأتى، عدا

ⓐ SO_2 ⓑ C_2H_4OH ⓒ CH_3CHO ⓓ CO_2

فكرة الحل

∵ عند تعرض ورقة مبللة بمحلول ثانى كرومات البوتاسيوم المحمض بحمض الكبريتيك المركز لغاز ثانى أكسيد الكبريت المتصاعد فإنها تخضر لتكون مادة كبريتات الكروم (III) (خضراء اللون).

$$K_2Cr_2O_{7(aq)} + 3SO_{2(g)} + H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow K_2SO_{4(aq)} + Cr_2(SO_4)_{3(aq)} + H_2O_{(l)}$$

∴ يستبعد الاختيار ①

∵ محلول ثانى كرومات البوتاسيوم المحمض بحمض الكبريتيك المركز يستخدم فى أكسدة كل من الإيثانول والأسيتالدهيد، حيث يتغير لون ثانى كرومات البوتاسيوم من اللون البرتقالى إلى اللون الأخضر.

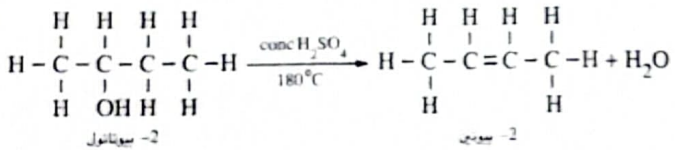
∴ يستبعد الاختيارين ⓑ ، ⓒ

الحل الاختيار الصحيح ⓐ

٢ الناتج الرئيسى من تسخين 2- بيوتانول مع حمض الكبريتيك المركز (at 180°C)

ⓐ 1- بيوتين ⓑ 2- بيوتين ⓒ 1- بيوتانول ⓓ 2- بيوتانول

فكرة الحل



الحل الاختيار الصحيح ⓑ

٣ ما المادة التى تتفاعل مع بروميد الإيثيل لتكوين مادة تستخدم فى تحضير غاز الإيثيلين ؟

ⓐ الإيثانول. ⓑ H_2SO_4 مخفف. ⓒ KOH مائية. ⓓ KOH كحولية.

فكرة الحل

∵ بروميد الإيثيل لايتفاعل مع أيًا من الإيثانول أو حمض H_2SO_4 المخفف.

∴ يستبعد الاختيارين ⓐ ، ⓑ

∵ بروميد الإيثيل يتفاعل مع KOH المائية مكونًا الإيثانول الذى يستخدم فى تحضير غاز الإيثيلين.

• $C_2H_5Br_{(l)} + KOH_{(aq)} \xrightarrow{\Delta} C_2H_5OH_{(aq)} + KBr_{(aq)}$

• $C_2H_5OH_{(l)} \xrightarrow[180^\circ C]{conc\ H_2SO_4} C_2H_{4(g)} + H_2O_{(v)}$

الحل الاختيار الصحيح ⓒ

٤ فى المخطط المقابل : ما الذى يمثله التفاعلين (X) ، (Y) على الترتيب ؟

$C_2H_4 \xleftarrow{(Y)} C_2H_6O \xrightarrow{(X)} C_2H_4O_2$

الاختيارات	التفاعل (X)	التفاعل (Y)
①	أكسدة	احتراق
ⓑ	تعادل	اختزال
ⓒ	أكسدة	نزع ماء
ⓓ	اختزال	بلمرة

ابحث في التيليجرام @TOOPSEC

فكرة الحل :

∵ تحول الإيثانول (C_2H_6O) إلى حمض إيثانويك ($C_2H_4O_2$) يتم بالأكسدة.

$$\underset{\text{كحول إيثيلى}}{CH_3CH_2OH_{(l)}} \xrightarrow[-H_2O]{[O]} \underset{\text{أسيتالدهيد}}{CH_3CHO_{(l)}} \xrightarrow{[O]} \underset{\substack{\text{حمض الأسيتيك}\\ \text{(حمض إيثانويك)}}}{CH_3COOH_{(l)}}$$

∴ (X) يمثل تفاعل أكسدة.

وعليه يتم استبعاد الاختيارين ب ، د

∵ تحول الإيثانول إلى إيثين يتم بنزع جزىء ماء من كل جزىء كحول.

$$\underset{\text{إيثانول}}{C_2H_5OH_{(l)}} \xrightarrow[180°C]{conc\ H_2SO_4} \underset{\text{إيثين}}{C_2H_{4(g)}} + H_2O_{(v)}$$

∴ (Y) يمثل تفاعل نزع ماء.

وعليه يتم استبعاد الاختيار أ

الحل : الاختيار الصحيح : جـ

٥ من المخطط التالى :

هكسان ← (X) ← إيثين ← هيدرة حفزية ← (A) ← (Y) ← إيثوكسيد صوديوم

أى مما يأتى يعبر عن كل من العملية (X) ، (Y) والمركب (A) ؟

الاختيارات	العملية (X)	المركب (A)	العملية (Y)
أ	تكسير حرارى حفزى	إيثانول	أكسدة
ب	تكسير حرارى حفزى	إيثانول	استبدال
جـ	هدرجة	إيثان	أكسدة
د	هدرجة	إيثان	استبدال

فكرة الحل :

∵ عملية تحويل مركب من الألكانات طويلة السلسلة (كالهكسان) إلى جزيئات أصغر وأخف (كالإيثين والبيوتان) تعرف باسم التكسير الحرارى الحفزى.

$$C_6H_{14(l)} \xrightarrow[cat]{\Delta\ /\ P} C_2H_{4(g)} + C_4H_{10(g)}$$

∴ يستبعد الاختيارين جـ ، د

∵ عملية تحويل الإيثانول (المركب A) إلى إيثوكسيد الصوديوم تعرف بعملية الاستبدال.

$$2C_2H_5OH_{(l)} + 2Na_{(s)} \longrightarrow 2C_2H_5ONa_{(s)} + H_{2(g)}$$

∴ يستبعد الاختيار أ

الحل : الاختيار الصحيح : ب

٦ المخطط الآتى يوضح بعض التفاعلات الكيميائية :

جلـوكوز ← (تخمر كحولى) ← إيثانـول ← (العملية S) ← حمض إيثانويك

حمض إيثانويك ← (محلول NaOH) ← إيثانوات الصوديوم ← (تقطير جاف / جير صودى Δ) ← (الغاز (T) + كربونات الصوديوم)

أى مما يأتى يعبر عن كل من العملية (S) و الغاز (T) ؟

الاختيارات	العملية (S)	الغاز (T)
أ	أكسدة	إيثان
ب	أكسدة	ميثان
جـ	اختزال	إيثان
د	إعادة تشكيل محفز	ميثان

ابحث في التيليجرام @TOOPSEC

فكرة الحل :

* تحول الإيثانول إلى حمض إيثانويك يمثل عملية أكسدة (العملية S).

$$\underset{\text{كحول إيثيلى}}{CH_3CH_2OH_{(l)}} \xrightarrow[-H_2O]{[O]} \underset{\text{أسيتالدهيد}}{CH_3CHO_{(l)}} \xrightarrow{[O]} \underset{\substack{\text{حمض الأسيتيك}\\ \text{(حمض إيثانويك)}}}{CH_3COOH_{(l)}}$$

وعليه يستبعد الاختيارين جـ ، د

* التقطير الجاف لإيثانوات الصوديوم اللامائية فى وجود الجير الصودى يكوّن غاز الميثان (الغاز T).

$$\underset{\text{أسيتات الصوديوم}}{CH_3COONa_{(s)}} + NaOH_{(s)} \xrightarrow[\Delta]{CaO} \underset{\text{الميثان}}{CH_{4(g)}} + Na_2CO_{3(s)}$$

الحل : الاختيار الصحيح : ب

الأهمية الاقتصادية للكحولات

نستعرض الأهمية الاقتصادية لثلاثة مركبات مختلفة من الكحولات تبعًا لعدد مجموعات الهيدروكسيل فيما كالتالى :

الكحول	الأهمية الاقتصادية
الكحول الإيثيلى (كحول أحادى الهيدروكسيل)	يستخدم كمذيب للمركبات العضوية مثل الزيوت والدهون وفى الصناعات الكيميائية مثل صناعة الأدوية والطلاء والورنيش
	يستخدم فى محاليل تعقيم الفم والأسنان عن طريق المضمضة كمادة مطهرة، لقدرته على قتل الميكروبات
	يستخدم فى صناعة الروائح العطرية
	يستخدم كوقود للسيارات - بعد خلطه بالجازولين - فى بعض البلدان كالبرازيل
	يدخل فى تكوين الكحول المحول الذى يستخدم كوقود منزلى وفى بعض الصناعات الكيميائية
	تملأ به الترمومترات التى تقيس درجات الحرارة المنخفضة (حتى -50°C) وذلك لانخفاض درجة تجمده (-110.5°C)

- يستخدم الإيثانول فى صناعة المشروبات الكحولية (الخمور)، ولهذه المشروبات أضرار جسيمة على صحة الإنسان، مثل:
  - تليف الكبد.
  - سرطان المعدة والمرىء.

الكحول	الأهمية الاقتصادية
الإيثيلين جليكول (1 ، 2 - ثنائى هيدروكسى إيثان) (كحول ثنائى الهيدروكسيل)	يستخدم فى مبردات السيارات فى المناطق الباردة كمادة مانعة للتجمد
	يستخدم فى سوائل الفرامل الهيدروليكية وأحبار الأقلام الجافة وأحبار الطباعة، للزوجته العالية
	يستخدم فى تحضير ألياف الداكرون
	يستخدم فى تحضير البوليمر المعروف باسم بولى إيثيلين جليكول (PEG) الذى يدخل فى صناعة أفلام التصوير و شرائط التسجيل
الجليسرول (1 ، 2 ، 3 - ثلاثى هيدروكسى بروبان) (كحول ثلاثى الهيدروكسيل)	يستخدم كمادة مرطبة للجلد فى مستحضرات التجميل والكريمات
	يدخل فى صناعة النسيج، لأنه يكسب الأقمشة المرونة والنعومة

ابحث في التيليجرام @TOOPDF

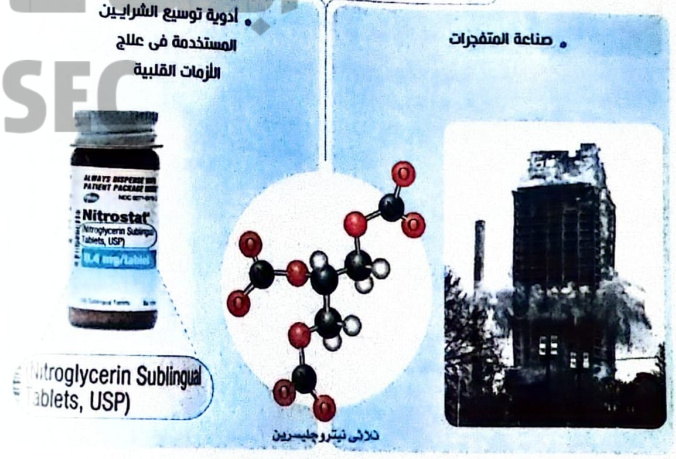
• نيترة الجليسرول بواسطة خليط من حمضى النيتريك و الكبريتيك المركزين تعطى مركب ثلاثى نيتروجليسرين (نيتروجليسرول).

$$\underset{\text{جليسرول}}{CH_2(OH)-CH(OH)-CH_2(OH)_{(l)}} + 3HNO_{3(l)} \xrightarrow[\Delta]{\text{conc } H_2SO_4} \underset{\text{ثلاثى نيتروجليسرين}}{CH_2(ONO_2)-CH(ONO_2)-CH_2(ONO_2)_{(l)}} + 3H_2O_{(v)}$$

$3HO-NO_2$

• يستخدم مركب ثلاثى نيتروجليسرين فى :

- صناعة المتفجرات
- أدوية توسيع الشرايين المستخدمة فى علاج الأزمات القلبية



أداء ذاتى

اذكر أنواع مجموعات الكاربينول الموجودة فى الجليسرول،

وما ناتج أكسدة هذه المجموعات ؟

.....

.....

.....

أفكار حل أسئلة Open Book تقيس :

مخرج التعلم: التعرف على الأهمية الاقتصادية للكحولات.

١ ما المادة التى يؤدى إضافتها إلى الماء النقى إلى عدم تكون بللورات الثلج عند انخفاض درجة الحرارة إلى $0°C$ ؟

(أ) الفورمالدهيد.
(ب) الجليسرول.
(ج) الإيثان.
(د) الأسيتون.

فكرة الحل

ارتباط الماء مع الجليسرول بروابط هيدروجينية يجعل درجة تجمد الماء أقل من $0°C$

الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

٢ المركب (X) عبارة عن سائل غليظ القوام يذوب فى الماء ويستخدم فى تحضير مركب يستخدم كدواء موسع للأوعية الدموية. ما المركب (X) ؟

(أ) الجليسرول.
(ب) الإيثيلين جليكول.
(ج) ثلاثى نيتروطولوين.
(د) ثلاثى نيتروجليسرين.

فكرة الحل

مركب ثلاثى نيتروجليسرين يستخدم فى توسيع الشرايين القلبية ويتم تحضيره من سكرة الجليسرول.

الحل : الاختيار الصحيح : (د)

احرص على اقتناء
كتاب الامتحان
فى بنك الأسئلة والمسائل للامتحانات التدريبية والمراجعة النهائية

3 ثانوى

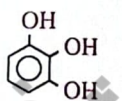
ابحث في تيليجرام
@TOPSEC

الفينولات

تعتبر الفينولات مشتقات هيدروكربونية أروماتية تتصل فيها مجموعة هيدروكسيل أو أكثر مباشرةً بذرات كربون حلقة البنزين.

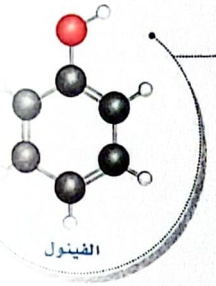
تصنيف الفينولات

يمكن تصنيف الفينولات، كما يتضح من الجدول التالى :

	فينولات أحادية الهيدروكسيل	فينولات ثنائية الهيدروكسيل	فينولات ثلاثية الهيدروكسيل
مثـــل			
تسمية الأيوباك	• هيدروكسى بنزين. • فينول.	2،1- ثنائى هيدروكسى بنزين	3،2،1- ثلاثى هيدروكسى بنزين
تسميات أخرى	حمض الكربوليك	كاتيكول	بيروجالول

وسوف نتناول بالدراسة مركب الفينول كمثال للفينولات.

الفينول (حمض الكربوليك)


الفينول

الفينول مركب عضوى له أهمية صناعية كبيرة، لاستخدامه كمادة أولية فى تحضير كثير من المنتجات، مثل :

- البوليمرات.
- الأصباغ.
- المطهرات.
- حمض البكريك.
- مستحضرات السلسليك (كالأسبرين).

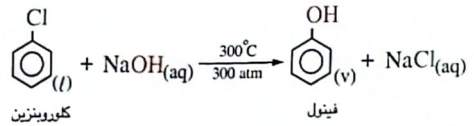
طرق تحضير الفينول

١ من قطران الفحم

يُحضر الفينول **بالتقطير التجزيئى** لقطران الفحم.

٢ التحلل المائى للمركبات الهالوچينية الأروماتية فى وسط قلوى

يُحضر الفينول **بالتحلل المائى** لمركب كلوروبنزين فى وسط قلوى فى درجة حرارة مرتفعة 300°C وتحت ضغط عال 300 atm



كلوروبنزين — فينول

أداء ذاتى

(١) وضح بالمعادلات الرمزية كيفية الحصول على الفينول من بنزوات الصوديوم.

.....

.....

.....

.....

.....

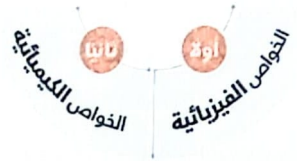
(٢) رتب الخطوات الآتية للحصول على الفينول من كربيد الكالسيوم :

- تحلل مائى فى وسط قلوى.
- تنقيط ماء.
- هلجنة.
- بلمرة حلقية.

.....

الخواص العامة للفينول

تتناول الخواص العامة للفينول كل من :



أولًا الخواص الفيزيائية للفينول

١ **الحالة الفيزيائية** : مادة صلبة كاوية للجلد.

٢ **الرائحة** : ذو رائحة نفاذة مميزة.

٣ **درجة الانصهار** : ينصهر الفينول عند 43°C

٤ **الذوبان فى الماء** : شحيح الذوبان فى الماء، ويزداد ذوبانه برفع درجة الحرارة، ويمتزج تمامًا بالماء عند 65°C

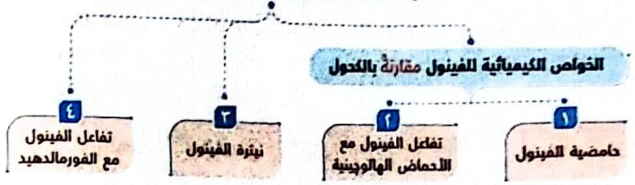
بلورات الفينول الصلبة وردية اللون

ابحث في التليجرام
@TOOPSEC

ثانيًا الخواص الكيميائية للفينول

يسلك الفينول مسلك الكحولات فى بعض التفاعلات الكيميائية، إلا أن بعض تفاعلاته تختلف تمامًا عن تفاعلات الكحولات.

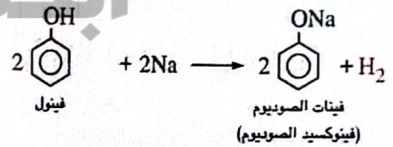
بعض الخواص الكيميائية للفينول



١ حامضية الفينول مقارنة بحامضية الكحول

يتشابه الفينول مع الكحول فى احتواء كل منهما على مجموعة الهيدروكسيل (– OH)

وقطبية الرابطة $(\overset{\delta-}{O}-\overset{\delta+}{H})$ تكسب كلًا من الفينول و الكحول صفة حامضية تظهر فى تفاعلهما مع الفلزات القوية مثل الصوديوم وتصاعد غاز الهيدروچين.

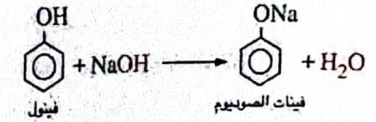


$$2C_2H_5OH + 2Na \longrightarrow 2C_2H_5ONa + H_2$$

إيثانول — إيثوكسيد الصوديوم

حامضية الفينول – رغم ضعفها – أقوى من حامضية الكحول، لأن حلقة البنزين فى الفينول، تزيد من طول الرابطة (O – H) وتضعفها، وبالتالى يسهل انفصال أيون الهيدروچين، لذا يعتبر الفينول حمض ويسمى بحمض الكربوليك ويستدل على قوة حامضية الفينول مقارنةً بحامضية الكحول، من قدرة الفينول على التفاعل مع القواعد القوية مثل هيدروكسيد الصوديوم وهو ما لا يقدر عليه الكحول.

قيم pH لمحاليل الفينول المختلفة أقل من 7 (تتراوح ما بين 5 : 6)



ويمكن تلخيص ما سبق فى الجدول التالى :

التفاعل مع	الفينول Ar – OH	الكحول R – OH
الصوديوم	$Ar-ONa + H_2$	$R-ONa + H_2$
هيدروكسيد الصوديوم	$Ar-ONa + H_2O$	لا يحدث تفاعل

أداء ذاتى

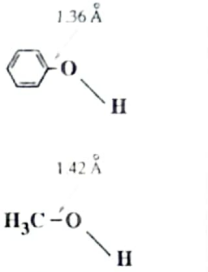
رتب المواد الآتية تصاعديًا تبعًا لقيمة pOH لمحاليلها المائية :

- فينوكسيد الصوديوم.
- الفينول.
- أسيتات الأمونيوم.

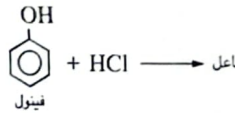
.....

٢ تفاعل الفينول مع الأحماض الهالوجينية

لا يتفاعل الفينول مع الأحماض الهالوجينية – كحمض الهيدروكلوريك على عكس الكحول، لأن اتصال مجموعة الهيدروكسيل بحلقة البنزين فى الفينول يؤدى إلى قصر الرابطة (C – O) بين ذرة كربون حلقة البنزين وذرة أكسچين مجموعة الهيدروكسيل، مما يزيد من قوتها، لذا لا يمكن نزع مجموعة الهيدروكسيل من الفينول عند إضافة الأحماض الهالوجينية إليها بعكس الكحول.



طول الرابطة (C – O) فى الفينول أقصر مما فى الميثانول (للإيضاح فقط)



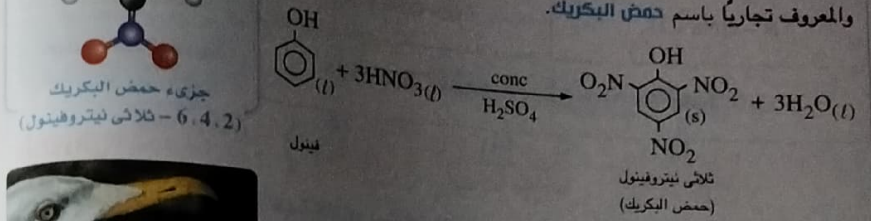
$$C_2H_5OH_{(l)} + HCl_{(l)} \xrightarrow{ZnCl_2} C_2H_5Cl_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

إيثانول — كلوريد الإيثيل

ابحث في التيليجرام @TOOPSEC

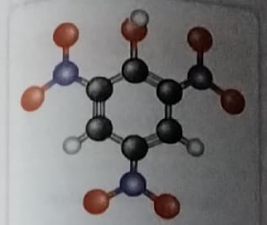
٣ نيترة الفينول

يتفاعل الفينول مع حمض النيتريك المركز في وجود حمض الكبريتيك المركز مكونًا مركب ثلاثي نيتروفينول والمعروف تجاريًا باسم **حمض البكريك**.



فينول

ثلاثي نيتروفينول (حمض البكريك)



جزيء حمض البكريك (6 ، 4 ، 2 – ثلاثي نيتروفينول)

أهمية حمض البكريك

١ يستخدم كمادة متفجرة.

٢ يستخدم كمادة مطهرة لعلاج الحروق وهو يصبغ الجلد باللون الأصفر ولا تسهل إزالته ويبقى عدة أيام إلى أن تتجدد طبقة الجلد الخارجية (البشرة).

حمض البكريك يدخل في التركيب الكيميائي لمنقار طائر التوكان وهو المسئول عن اصفرار لونه

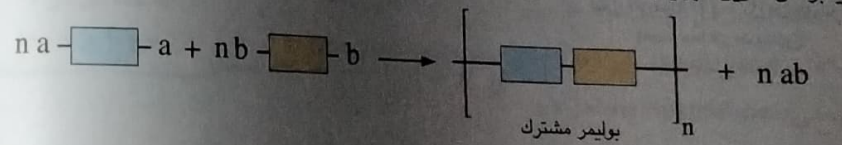
البلمرة بالتكاثف

سبق لك في الدرس الرابع دراسة طريقتين أساسيتين لعملية البلمرة وهما البلمرة بالإضافة والبلمرة بالتكاثف.

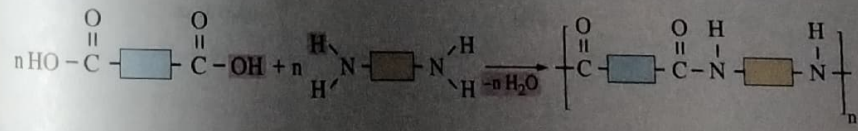
وتُعرف البوليمرات الناتجة من عملية البلمرة بالتكاثف باسم **بوليمرات التكاثف** وهي بوليمرات مشتركة تنتج عادةً من ارتباط نوعين من المونومر مع فقد جزيء بسيط مثل الماء.

الجزيء البسيط الذي يُفقد أثناء تكوين البوليمر المشترك ليس بالضرورة أن يكون جزيء ماء، فقد يكون جزيء ميثانول أو غيره

ويعبر عن **تكوين البوليمر المشترك** الناتج من عملية البلمرة بالتكاثف بالمعادلة التالية :

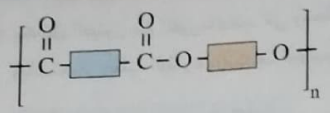


تطبيق عملية بلمرة بالتكاثف.



أداء ذاتي

يُعبر عن أحد البولى إسترات بالشكل البنائى المقابل :



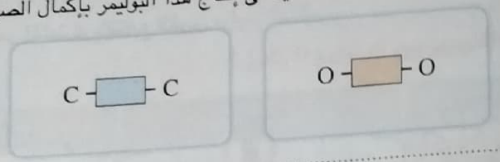
(١) ما طريقة البلمرة المستخدمة فى إنتاج هذا البوليمر ؟

.....

(٢) ما الجزيء الصغير الذى يُفقد أثناء تكوين هذا البوليمر ؟

.....

(٣) استنتج الصيغة البنائية للمونومرين المستخدمين فى إنتاج هذا البوليمر بإكمال الصيغة البنائية لكل منهما.



.....

.....

.....

.....

أفكار حل أسئلة Open Book تقيس :

مخرج التعلم : التعرف على أنواع التفاعلات العضوية المختلفة وكيفية إسهامها فى تحضير العديد من المنتجات المستخدمة فى الحياة اليومية.

من المعادلتين المقابلتين :

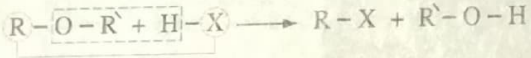
- (1) + HX ⟶ RX + H_2O
- (2) + HX ⟶ RX + $\grave{R}OH$

أي مما يلي يعبر عن كل من المركبين (1) ، (2) ؟

الاختيارات	المركب (1)	المركب (2)
(أ)	ROH	ArOH
(ب)	$ROR\grave{}$	ArOH
(جـ)	ROH	$ROR\grave{}$
(د)	ROR	ROH

فكرة الحل :

تتفاعل الكحولات والإثيرات مع الأحماض الهالوجينية HX على عكس الفينولات.



الحل : الاختيار الصحيح : (جـ)

ابحث في التيليجرام @TOOPSEC

٤ تفاعل الفينول مع الفورمالدهيد

- يتفاعل الفينول مع الفورمالدهيد فى وسط حامضى أو قاعدى لتكوين بوليمر مشترك وباستمرار عملية البلمرة بالتكاثف للبوليمر المشترك الناتج يتكون بوليمر الباكليت.

خطوات تكوين بوليمر الباكليت

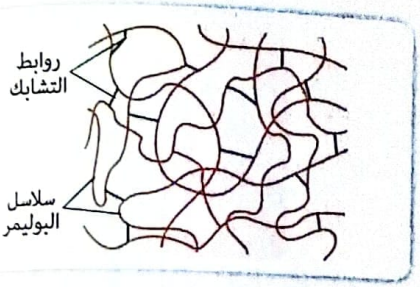
١ يتفاعل كل جزىء من الفورمالدهيد مع 2 جزىء من الفينول لتكوين جزىء بوليمر مشترك مع فقد جزىء ما.

٢ ترتبط جزيئات البوليمر المشترك بالتتابع لتكوين بوليمر الباكليت.

خصائص الباكليت

- من أنواع البلاستيك الشبكى.
- لونه بنى قاتم.
- عازل جيد للكهرباء، **لذا** يستخدم فى صناعة الأدوات الكهربية.
- يتحمل درجات الحرارة العالية، **لذا** يستخدم فى صناعة طفايات السجائر.

يستخدم الباكليت فى صناعة الأدوات الكهربية



ترتبط سلاسل بوليمر الباكليت ببعضها عن طريق روابط تساهمية تعرف بروابط التشابك cross-linked (شبكة ثلاثية الأبعاد) لذا يعرف نوع هذا البوليمر بالبوليمر الشبكى

ابحث في التيليجرام @TOOPSEC

الكشف عن الفينول

يمكن الكشف عن الفينول بطريقتين، هما :

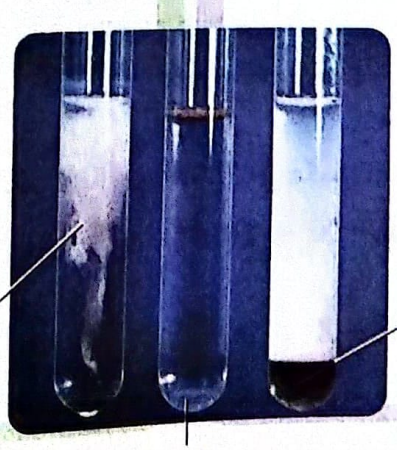
شاهد الفيديو

١ إضافة قطرات من محلول كلوريد الحديد (III) إلى محلول مائى من الفينول

يتكون لون بنفسجى

٢ إضافة قطرات من مـــاء البـــــروم إلى محلول مائى من الفينول

يتكون راسب أبيـض



أداء ذاتى

ما أثر إضافة كلوريد الحديد (III) إلى كل من :

(١) محلول هيدروكسيد الصوديوم.

.....

(٢) محلول الفينول فى الماء.

.....

كيف يمكنك التمييز بين الفينول و الإيثانول ؟

التجربة العملية	الفينول	الإيثانول
عند إضافة قطرات من محلول كلوريد الحديد (III) إلى محلول كل منهما	يتكون لون بنفسجى	لا يحدث تفاعل

ابحث في التيليجرام
@TOOPSEC

وفيما يلى مقارنة بين الفينول و الكحول :

	الفينول	الكحول
١ الصيغة العامة	Ar – OH	R – OH
٢ التأثير على دليل عباد الشمس	حامضى التأثير	متعادل التأثير
٣ قوة الصفة الحامضية	حلقة البنزين فى الفينول تزيد من طول الرابطة (O – H) فتضعفها، مما يؤدى إلى سهولة انفصال H^+، لذا يتفاعل الفينول مع الصوديوم وهيدروكسيد الصوديوم	مجموعة الألكيل فى الكحول تقلل من طول الرابطة (O – H) فتقويها، مما يؤدى إلى صعوبة انفصال H^+، لذا يتفاعل الكحول مع الصوديوم ولا يتفاعل مع هيدروكسيد الصوديوم

• **وبشكل عام فإن** حامضية الفينول الضعيفة **أكبر من** حامضية الكحول

٤ التفاعل مع الفلزات القوية	يتفاعل مع الفلزات القوية (مثل الصوديوم) مكونًا فينوكسيد الفلز ويتصاعد غاز الهيدروجين $2Ar-OH + 2Na \longrightarrow 2ArONa + H_2$	يتفاعل مع الفلزات القوية (مثل الصوديوم) مكونًا كوكسيد الفلز ويتصاعد غاز الهيدروجين $2R-OH + 2Na \longrightarrow 2RONa + H_2$
٥ التفاعل مع القواعد القوية	يتفاعل مع القواعد القوية (مثل NaOH) مكونًا فينوكسيد الفلز و ماء $Ar-OH + NaOH \longrightarrow ArONa + H_2O$	لا يتفاعل مع القواعد القوية
٦ التفاعل مع الأحماض الهالوجينية	لا يتفاعل مع الأحماض الهالوجينية	يتفاعل مع الأحماض الهالوجينية (مثل HCl) مكونًا هاليد ألكيل و ماء $R-OH + HCl \xrightarrow{ZnCl_2} R-Cl + H_2O$

أفكار حل أسئلة Open Book تقيس :

مخرج التعلم: الكشف عن الكحولات والفينولات والتمييز بينهما.

يمكن التمييز بين الفينول و الإيثانول بكل مما يأتى، عدا .....

① ماء البروم. ② فلز الصوديوم.

③ دليل عباد الشمس. ④ محلول كلوريد الحديد (III).

فكرة الحل :

∵ الفينول يتفاعل مع ماء البروم مكونًا راسب أبيض، بينما الإيثانول لا يتفاعل مع ماء البروم.

∴ يستبعد الاختيار ①

∵ الصوديوم يتفاعل مع كل من الفينول والإيثانول وتتصاعد فى الحالتين فقاعات من غاز الهيدروجين.

$$2C_2H_5OH + 2Na \longrightarrow 2C_2H_5ONa + H_2$$

$$2\,C_6H_5OH + 2Na \longrightarrow 2\,C_6H_5ONa + H_2$$

∴ الصوديوم لا يصلح للتمييز بين الفينول والإيثانول.

الحل : الاختيار الصحيح : ②

الأحماض الكربوكسيلية

الأحماض الكربوكسيلية من أكثر المواد العضوية حامضية، إلا أنها ليست أحماضًا قوية كالأحماض المعدنية مثل : HCl ، H_2SO_4 ، HNO_3 ، ....

المجموعة الوظيفية للأحماض الكربوكسيلية هى :
مجموعة الكربوكسيل (COOH –) وقد اشتق اسمها من كونها مجموعة مركبة من مجموعتى الكربونيل والهيدروكسيل.

م. كربونيل $-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-$ م. هيدروكسيل $HO-$
م. كربوكسيل

الأحماض الكربوكسيلية هى مجموعة متجانسة من المركبات العضوية، تتميز بوجود مجموعة أو أكثر من مجموعات الكربوكسيل (COOH –)، وهى تعتبر مشتقات للهيدروكربونات الأليفاتية أو الأروماتية.

تصنيف الأحماض العضوية على أساس نوعها

الأحماض العضوية قد تكون :

أحماض أليفاتية	أحماض أروماتية
الصيغة العامة: $R-COOH$	الصيغة العامة: $Ar-COOH$
تتصل فيها مجموعة الكربوكسيل بمجموعة ألكيل (R) «يمكن استبدال مجموعة R بذرة H»	تتصل فيها مجموعة الكربوكسيل بمجموعة أريل (Ar)

أمثلة :

$H-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$	$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$	C_6H_5COOH
$HCOOH$	CH_3COOH	
حمض فورميك	حمض أسيتيك	حمض بنزويك

ابحث في التيليجرام @TOOPSEC

تصنيف الأحماض العضوية على أساس قاعدية الحمض

قاعدية الحمض هى عدد مجموعات الكربوكسيل الموجودة فى الجزىء الواحد من الحمض العضوى.

تصنف الأحماض العضوية إلى

أحماض أحادية الكربوكسيل (أحادية القاعدية) — أمثلة:

- CH_3COOH حمض أسيتيك
- حمض بنزويك

أحماض ثنائية الكربوكسيل (ثنائية القاعدية) — أمثلة:

- حمض أكساليك
- حمض فثاليك
- حمض تيرفثاليك

ملحوظة

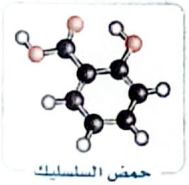
هناك أحماض عضوية تتضمن مجموعات وظيفية أخرى بالإضافة لمجموعة الكربوكسيل

مثل

- **الأحماض الهيدروكسيلية** تتضمن مجموعة الهيدروكسيل بالإضافة لمجموعة الكربوكسيل
  - مثل: حمض سلسليك
  - مثل: حمض لاكتيك $CH_3-\underset{OH}{\underset{|}{CH}}-COOH$
- **الأحماض الأمينية** تتضمن مجموعة الأمينو بالإضافة لمجموعة الكربوكسيل
  - مثل: جلايسين NH_2CH_2COOH

ملحوظة

يسلك حمض السلسليك مسلك الحمض والفينول فى التفاعلات الكيميائية، حيث يسلك فى بعض التفاعلات كحمض لاحتوائه على مجموعة الكربوكسيل، ويسلك كفينول فى تفاعلات أخرى لاحتوائه على مجموعة الهيدروكسيل.


حمض السلسليك

* **يطلق على الأحماض الأليفاتية أحادية الكربوكسيل مصطلح الأحماض الدهنية، لأن** عدد كبير منها يوجد فى الدهون والزيوت على هيئة إسترات مع الجليسرين.

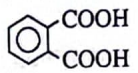
أفكار حل أسئلة Open Book تقيس :

مخرج التعلم: التعرف على أنواع الأحماض الكربوكسيلية.

١ ما وجه التشابه بين كل من حمض الفثاليك وحمض الأكساليك ؟

(أ) كلاهما من الأحماض الأليفاتية.
(ب) كلاهما من الأحماض الأروماتية.
(جـ) كلاهما من الأحماض أحادية القاعدية.
(د) كلاهما من الأحماض ثنائية القاعدية.

فكرة الحل :

 حمض الفثاليك	حمض الأكساليك

∵ حمض الفثاليك من الأحماض الأروماتية ثنائية القاعدية
وحمض الأكساليك من الأحماض الأليفاتية ثنائية القاعدية.
∴ تستبعد الاختيارات (أ) ، (ب) ، (جـ)

الحل : الاختيار الصحيح : (د)

٢ كل من حمض السلسليك و حمض اللاكتيك .....

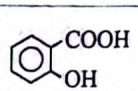
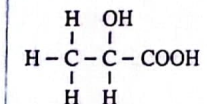
(أ) من الأحماض الأليفاتية.
(ب) من الأحماض الأروماتية.
(جـ) يحتوى على نفس العدد من ذرات الأكسجين.
(د) له نفس الصيغة الأولية.

فكرة الحل :

∵ حمض السلسليك من الأحماض الأروماتية،
بينما حمض اللاكتيك من الأحماض الأليفاتية.
∴ يستبعد الاختيارين (أ) ، (ب)

∵ كل من الحمضين يحتوى على مجموعة (COOH−)
ومجموعة (OH−).
∴ كلاهما يحتوى على 3 ذرات أكسجين.

الحل : الاختيار الصحيح : (جـ)

 حمض السلسليك
 حمض اللاكتيك

ابحث في التليجرام @TOOPSEC

تسمية الأحماض الكربوكسيلية

التسمية الشائعة

تسمى الأحماض الكربوكسيلية عادةً بأسماء شائعة مشتقة من الاسم اللاتينى وأحيانًا الإغريقى للمصدر الذى حضرت منه

تسمية الأيوباك

يبدأ اسم الحمض بكلمة حمض يعقبها اسم الألكان منتهيًا بالخاتمة (- ويك) «أى يكون على وزن حمض ألكانويك»

ويوضح الجدول الآتى التسمية الشائعة و تسمية الأيوباك لبعض الأحماض الكربوكسيلية :

الحمض الكربوكسيلى	الاسم اللاتينى للمصدر الذى حضر منه الحمض	الاسم الشائع للحمض	الألكان المقابل للحمض	تسمية الأيوباك للحمض
$H-COOH$	Formica النمل (Ant)	حمض فورميك	CH_4 ميثان	حمض ميثانويك
CH_3-COOH	Acetum الخل (Vinegar)	حمض أسيتيك (حمض خليك)	C_2H_6 إيثان	حمض إيثانويك
C_3H_7-COOH	Butyrum الزبد (Butter)	حمض بيوتيريك	C_4H_{10} بيوتان	حمض بيوتانويك
$C_{15}H_{31}-COOH$	Palma النخيل (Palm tree)	حمض بالمتيك	$C_{16}H_{34}$ هكساديكان	حمض هكساديكانويك

التسمية الشائعة لحمض الميثانويك هى حمض الفورميك، لأن الحمض حضر أول مرة - عام 1670 - من تقطير النمل الأحمر المطحون واسمه باللاتينية Formica

مثال ١

اكتب تسمية الأيوباك للأحماض الكربوكسيلية التالية :

١ $CH_3-CH_2-CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$

٢ $HO-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_2-\underset{CH_3}{\underset{|}{CH}}-CH_2-CH_3$

الحل

١ حمض بيوتانويك.

٢ 3- ميثيل حمض بنتانويك.

مثال ٢

اكتب الصيغة البنائية لمركب 5 - هيدروكسى حمض هكسانويك.

فكرة الحل

تعتمد فكرة الحل على مهارة تحليل اسم المركب، كما يتضح من المخطط المقابل، ثم تحويل ما تم استنباطه إلى رسم الصيغة البنائية من خلال عدة خطوات، كالتالى :

خطوات الحل	التطبيق
الخطوة الأولى: كتابة مجموعة الكربوكسيل الخاصة بالحمض العضوى وترقم ذرة كربون هذه المجموعة بالرقم 1	$HO-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-_{1}$
الخطوة الثانية: إضافة 5 ذرات كربون أخرى إلى ذرة الكربون رقم 1 بحيث تصبح السلسلة مكونة من 6 ذرات كربون	$HO-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-\underset{1}{C}-\underset{2}{C}-\underset{3}{C}-\underset{4}{C}-\underset{5}{C}-\underset{6}{C}$
الخطوة الثالثة: إضافة مجموعة هيدروكسيل (OH-) على ذرة الكربون رقم 5	$HO-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-\underset{1}{C}-\underset{2}{C}-\underset{3}{C}-\underset{4}{C}-\underset{5}{\underset{OH}{C}}-\underset{6}{C}$
الخطوة الرابعة: إضافة ذرات هيدروجين إلى ذرات الكربون بما يكمل تكافؤها الرباعى	$HO-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-\overset{H}{\underset{H}{C}}-\overset{H}{\underset{H}{C}}-\overset{H}{\underset{H}{C}}-\overset{H}{\underset{OH}{C}}-\overset{H}{\underset{H}{C}}-H$

مثال ٣

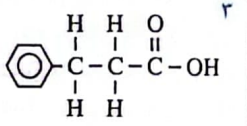
اكتب الصيغة البنائية للأحماض الكربوكسيلية التالية :

١ 2- كلورو حمض إيثانويك. ٢ 3- ميثيل حمض بيوتانويك. ٣ 3- فينيل حمض بروبانويك.

الحل

١ $Cl-\overset{H}{\underset{H}{C}}-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$

٢ $H-\overset{H}{\underset{H}{C}}-\overset{H}{\underset{CH_3}{C}}-\overset{H}{\underset{H}{C}}-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$

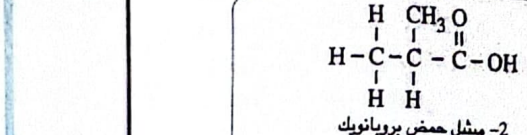
٣ 

ابحث في التيليجرام @TOOPSEC

مثال ٤

ارسم الصيغة البنائية لأيزومرين من الأحماض الكربوكسيلية صيغتهما الجزيئية $C_4H_8O_2$ ، مع ذكر تسمية الأيوباك لكل منهما.

الحل

حمض بيوتانويك	 2- ميثيل حمض بروبانويك

أفكار حل أسئلة Open Book تقيس:

مخرج التعلم: تسمية الأحماض الكربوكسيلية.

١ ما اسم المركب الذى صيغته الكيميائية : $ClCH_2CH_2COOH$ ؟

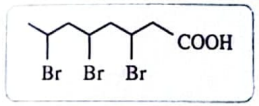
(أ) 3 – كلورو حمض البروبانويك.
(ب) 1 – كلورو حمض البروبانويك.
(جـ) 2 – كلورو حمض الإيثانويك.
(د) كلورو حمض السكسنيك.

فكرة الحل :

∵ حمض $ClCH_2CH_2COOH$ مشتق من حمض CH_3CH_2COOH والمعروف باسم حمض البروبانويك.
∴ يستبعد الاختيارين (جـ) ، (د)
∵ ترقيم ذرات الكربون يبدأ من ذرة كربون مجموعة الكربوكسيل.
∴ الكلور يتفرع من ذرة الكربون رقم 3

الحل : الاختيار الصحيح : (أ)

٢ ما تسمية الأيوباك للمركب المقابل ؟



(أ) 7،5،3– ثلاثى برومو حمض الأوكتانويك.
(ب) 6،4،2– ثلاثى برومو حمض الهبتانويك.
(جـ) 7،5،3– ثلاثى برومو حمض الهكسانويك.
(د) 6،4،2– ثلاثى برومو حمض النونانويك.

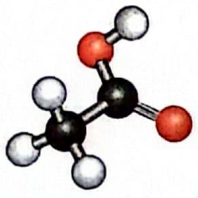
فكرة الحل :

∵ ترقيم ذرات الكربون يبدأ من ذرة كربون مجموعة الكربوكسيل.
∴ يتصل البروم بذرات الكربون أرقام 7،5،3
وعليه يتم استبعاد الاختيارين (ب) ، (د)
∵ السلسلة المستقيمة فى هذا المركب تتكون من 8 ذرات كربون.
∴ المركب ينتهى بالمقطع : حمض الأوكتانويك.

الحل : الاختيار الصحيح : (أ)

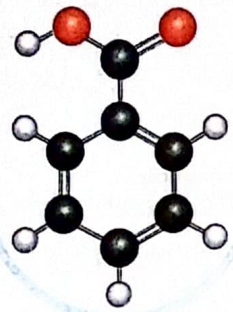
وسوف يُكتفى من الأحماض الكربوكسيلية بدراسة

أولاً حمض الأسيتيك
كمثال للأحماض الأليفاتية أحادية الكربوكسيل



CH_3COOH
حمض الأسيتيك

ثانيًا حمض البنزويك
كمثال للأحماض الأروماتية أحادية الكربوكسيل



C_6H_5COOH
حمض البنزويك

أولاً حمض الأسيتيك (حمض الإيثانويك) CH_3COOH

طرق تحضير حمض الأسيتيك

يتم تحضيره فى الصناعة بطريقتين، هما :

١ الطريقة الحيوية
٢ من الأسيتيلين

١ تحضير حمض الأسيتيك فى الصناعة بالطريقة الحيوية

يُحضر الخل (حمض أسيتيك 4%) فى مصر بأكسدة محلول مخفف من الكحول الإيثيلى بواسطة أكسچين الهواء الجوى فى وجود نوع من البكتيريا تُعرف ببكتيريا الخل.

٢ تحضير حمض الأسيتيك فى الصناعة من الأسيتيلين

يُحضر حمض الأسيتيك بهذه الطريقة على نطاق واسع فى الصناعة، حيث تتم عملية هيدرة حفزية للأسيتيلين، فينتج الأسيتالدهيد الذى يتأكسد بدوره بسهولة إلى حمض الأسيتيك.

$$\underset{\text{أسيتيلين}}{H-C\equiv C-H_{(g)}} + H_2O_{(l)} \xrightarrow[HgSO_4/60^\circ C]{H_2SO_4(40\%)} \underset{\text{أسيتالدهيد}}{CH_3-CHO_{(l)}} \xrightarrow{[O]} \underset{\text{حمض أسيتيك}}{CH_3COOH_{(l)}}$$

ابحث في التيليجرام @100PSEC

أداء ذاتى وضح بالمعادلات الكيميائية الموزونة :

(١) الهيدرة الحفزية للإيثاين، ثم أكسدة المركب الناتج.

.....

.....

.....

(٢) تحضير حمض بيوتانويك من الكحول المناسب.

.....

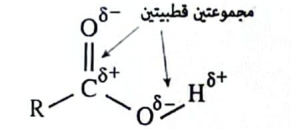
.....

الخواص العامة للأحماض الأليفاتية

تتناول الخواص العامة للأحماض الأليفاتية كل من :

أولا الخواص الفيزيائية للأحماض الأليفاتية

- **تتدرج الخواص الفيزيائية للأحماض العضوية بزيادة كتلها المولية،**
- **وتعتمد هذه الخواص على** ثلاثة عوامل، هى :
  - قطبية مجموعة الكربوكسيل.
  - الروابط الهيدروچينية بين جزيئات الحمض وبعضها أو بين جزيئات الحمض وجزيئات الماء.
  - عدد ذرات كربون السلسلة الأساسية.
- **ويمكن إيضاح ذلك بدراسة ثلاث خواص فيزيائية، هى :**



تتكون مجموعة الكربوكسيل من مجموعتى الكربونيل والهيدروكسيل القطبيتين

١ الحالة الفيزيائية للأحماض الأليفاتية

- **تتدرج الحالة الفيزيائية و الرائحة للأحماض الأليفاتية بزيادة كتلها المولية، كما يتضح من الجدول التالى :**

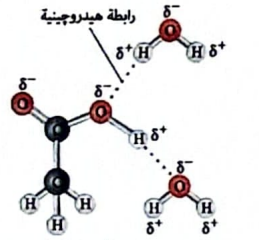
	الأفراد الأربعة الأولى	الأفراد المتوسطة	الأفراد العليا
الحالة الفيزيائية	سوائل كاوية	سوائل زيتية القوام	صلبة
الرائحة	ذات رائحة نفاذة	كريهة الرائحة	عديمة الرائحة

٢ ذوبانية الأحماض الأليفاتية فى الماء

- **تقل ذوبانية الأحماض الأليفاتية فى الماء بزيادة كتلها المولية، كما يتضح من الجدول التالى :**

الأفراد الأربعة الأولى	الأفراد المتوسطة	الأفراد العليا
تامة الذوبان فى الماء	شحيحة الذوبان فى الماء	غير قابلة للذوبان فى الماء

- **وترجع الذوبانية التامة** للأفراد الأربعة الأولى **إلى قطبيتها وقدرتها على تكوين** روابط هيدروچينية **مع الماء.**



يرجع ذوبان حمض الأسيتيك فى الماء إلى تكوين روابط هيدروچينية مع الماء

أداء ذاتى

قارن بين الأفراد الأربعة الأولى فى كل من الألكانات و الأحماض الأليفاتية، **من حيث :**

- الحالة الفيزيائية.
- القطبية.
- الذوبان فى الماء.

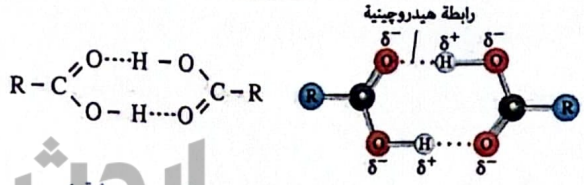
	الحالة الفيزيائية	القطبية	الذوبان فى الماء
الألكانات	.....	.....	.....
الأحماض الأليفاتية	.....	.....	.....

ابحث في التيليجرام @TOOPSEC

٣ درجة غليان الأحماض الأليفاتية

عند مقارنة درجة غليان الحمض الكربوكسيلي بدرجة غليان الكحول المساوى له فى عدد ذرات الكربون أو فى الكتلة المولية - كما يتضح من الجدول المقابل - نجد أن درجة غليان الحمض الكربوكسيلي تكون هى الأعلى، لارتباط كل جزىء من الحمض الكربوكسيلي برابطتين هيدروچينيتين مع الجزىء الآخر وهو ما يكسبه ثباتًا بالمقارنة بالكحول الذى يرتبط كل جزيئين منه برابطة هيدروچينية واحدة.

المركبات	الكتلة المولية (g/mol)	درجة الغليان (°C)
$HCOOH$ حمض الفورميك	46	100
C_2H_5OH الإيثانول	46	78.5
CH_3COOH حمض الأسيتيك	60	118
$CH_3CH_2CH_2OH$ 1- بروبانول	60	97.8



أداء ذاتى رتب المركبات الآتية تنازليًا حسب قطبيتها ودرجة غليانها :

• CH_3OH • C_2H_6 • CH_3COOH

أفكار حل أسئلة Open Book تقيس :

مخرج التعلم: التعرف على الخواص (الفيزيائية) للأحماض الكربوكسيلية (الأليفاتية).

١ كل مما يأتى يُعبر عن خواص الأحماض الأليفاتية، عدا .....

الاختيارات	الحمض الأليفاتى	خواصه الفيزيائية
①	الحمض (W) $C_3H_4O_2$	سائل عديم اللون، ذو رائحة نفاذة، يذوب فى الماء
②	الحمض (X) $C_5H_{10}O_2$	سائل زيتى القوام عديم اللون، ذو رائحة كريهة
③	الحمض (Y) CH_2O_2	غاز سام عديم اللون، ذو رائحة نفاذة
④	الحمض (Z) $C_{11}H_{22}O_2$	بللورات صلبة بيضاء اللون، تطفو على سطح الماء

فكرة الحل :

* الحمض (W) : $CH_2=CHCOOH$ هو أول فرد فى سلسلة الأحماض الأليفاتية غير المشبعة.
∵ الأفراد الأربعة الأولى من الأحماض الأليفاتية تتميز بأنها سوائل كاوية ذات رائحة نفاذة، وتامة الذوبان فى الماء.
∴ يستبعد الاختيار ①
* الحمض (X) : $CH_3CH_2CH_2CH_2COOH$ هو من الأفراد المتوسطة فى الأحماض الأليفاتية.
∵ الأفراد المتوسطة تتميز بأنها سوائل زيتية القوام وكريهة الرائحة.
∴ يستبعد الاختيار ②
∵ الحمض (Y) : $HCOOH$ هو أول فرد فى سلسلة الأحماض الأليفاتية المشبعة.
∴ يتميز هذا الحمض بأنه سائل (وليس غاز).

الحل : الاختيار الصحيح : ③

٢ ما درجتى غليان كل من مركب 1- بروبانول و مركب حمض البروبانويك ؟

الاختيارات	درجة غليان 1- بروبانول	درجة غليان حمض البروبانويك
①	97°C	141.2°C
②	141.2°C	97°C
③	100°C	95°C
④	120°C	120°C

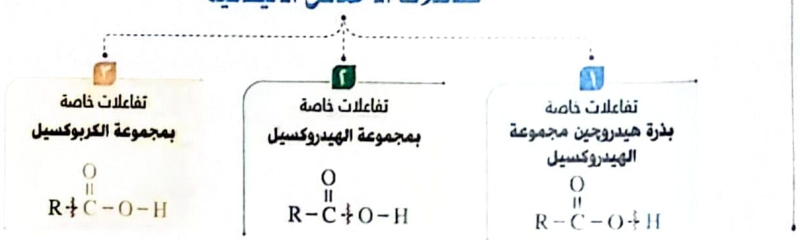
فكرة الحل :

∵ درجة غليان الكحول أقل من درجة غليان الحمض العضوى الذى يحتوى على نفس العدد من ذرات الكربون.
∴ درجة غليان 1- بروبانول (97°C) أقل من درجة غليان حمض البروبانويك (141.2°C).

الحل : الاختيار الصحيح : ①

ثانيًا الخواص الكيميائية للأحماض الأليفاتية

تصنف التفاعلات الكيميائية للأحماض الأليفاتية، كما يتضح من المخطط التالى :



ابحث في التيليجرام @100PSEC

١ تفاعلات الأحماض الأليفاتية الخاصة بذرة هيدروجين مجموعة الهيدروكسيل (تفاعلات الخاصية الحامضية)

تظهر الخاصية الحامضية فى الأحماض الأليفاتية فى تفاعلها مع :

أ الفلـزات — ب أكاسيد الفلزات — ج هيدروكسيدات الفلزات — د أملاح الكربونات أو البيكربونات

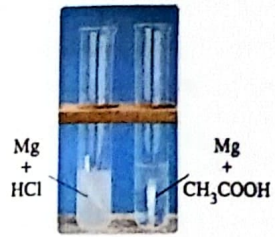
مكونة ملح الحمض

أ تفاعل الأحماض الأليفاتية مع الفلزات

يتفاعل حمض الأسيتيك مع الفـلزات التى تسـبق الهيدروجين فـى سلسـلة الجهـود الكهـربية كفلـز الماغنسـيوم **مكونًا** ملح الحمض **ويتصاعد** غاز الهيدروجين.

$$2CH_3COOH_{(aq)} + Mg_{(s)} \longrightarrow (CH_3COO)_2Mg_{(aq)} + H_{2(g)}$$

حمض أسيتيك — أسيتات ماغنسيوم



تفاعل الماغنسيوم مع حمض الأسيتيك أضعف من تفاعله مع حمض الهيدروكلوريك

أداء ذاتى

أى المواد الآتية لا تتفاعل مع الصوديوم ؟ مع تفسير إجابتك.

• C_2H_5OH • CH_3OCH_3 • CH_3COOH • C_6H_5OH

.....

.....

ب تفاعل الأحماض الأليفاتية مع أكاسيد الفلزات

يتفاعل حمض الأسـيتيك مع أكاسيد الفلزات **مكونًا** ملح الحمض **و** ماء.

$$2CH_3COOH_{(aq)} + CaO_{(s)} \longrightarrow (CH_3COO)_2Ca_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

حمض أسيتيك — أسيتات كالسيوم

ج تفاعل الأحماض الأليفاتية مع هيدروكسيدات الفلزات

يتفاعل حمض الأسـيتيك مع هيدروكسيدات الفلزات (القلويات) (تفاعل تعادل) **مكونًا** ملح الحمض و ماء.

$$CH_3COOH_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \longrightarrow CH_3COONa_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

حمض أسيتيك — أسيتات صوديوم

د تفاعل الأحماض الأليفاتية مع كربونات أو بيكربونات الفلزات

يتفاعل حمض الأسيتيك مع كربونـات أو بيكربونـات الفلزات **مكونًا** ملح الحمض **و** ماء **ويتصاعد** غاز ثانى أكسـيد الكربون.

$$CH_3COOH_{(aq)} + NaHCO_{3(s)} \longrightarrow$$

حمض أسيتيك

$$CH_3COONa_{(aq)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$$

أسيتات صوديوم

تتصاعد فقاعات من غاز CO_2 عند تفاعل حمض الأسيتيك مع ملح كربونات

أداء ذاتى وضح بالمعادلات الرمزية كيفية الحصول على الميثان من حمض الإيثانويك.

.....

.....

.....

٢ تفاعلات خاصة بمجموعة الهيدروكسيل (تفاعلات تكوين الإسترات)

تتفاعل الأحماض الأليفاتية مع الكحولات **مكونة** إسـتر **و** ماء.

$$R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH + H-OR \xrightarrow[H_2SO_4]{conc} R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OR + H_2O$$

تطبيق ! تفاعل حمض الأسيتيك مع الكحول الإيثيلى لتكوين إستر أسيتات الإيثيل وماء.

$$CH_3COOH_{(l)} + C_2H_5OH_{(l)} \xrightarrow[H_2SO_4]{conc} CH_3COOC_2H_{5(aq)} + H_2O_{(l)}$$

حمض أسيتيك — إستر أسيتات الإيثيل

٣ تفاعلات خاصة بمجموعة الكربوكسيل (تفاعلات اختزال الأحماض العضوية)

تختزل الأحماض الكربوكسيلية بواسطة الهيدروجين فى وجود عامل حفاز مثل كرومات النحاس (II) $CuCrO_4$ عند درجة حرارة $200^\circ C$

$$CH_3COOH_{(aq)} + 2H_{2(g)} \xrightarrow[200^\circ C]{CuCrO_4} C_2H_5OH_{(v)} + H_2O_{(v)}$$

حمض أسيتيك — كحول إيثيلى

ويعتبر هذا التفاعل عكس تفاعل أكسدة الكحولات الأولية إلى أحماض عضوية.

ابحث في التليجرام @TOOPSEC

أداء ذاتى

(١) وضح بالمعادلات الكيميائية كيفية :

(أ) تحويل مجموعة الكربوكسيل بمركب عضوى إلى مجموعة هيدروكسيل.

.....

.....

(ب) الحصول على مركب عضوى يحتوى على المجموعة الفعالة (–O–) من مركب آخر يحتوى على المجموعة الفعالة (–COOH).

.....

.....

(٢) أعد ترتيب الخطوات الآتية للحصول على الميثان من السكروز :

• تقطير جاف. • تعادل. • تخمر كحولى. • تحلل مائى. • أكسدة تامة.

.....

الكشف عن حمض الأسيتيك

كشف الحامضية

شاهد الفيديو

١ كشف الحامضية :

عند إضافة حمض الأسيتيك إلى ملح كربونات أو بيكربونات صوديوم، يحدث فوران لتصاعد غاز ثانى أكسيد الكربون الذى يعكر ماء الجير الرائق.

٢ كشف الأسترة :

تتفاعل الأحماض العضوية مع الكحولات مكونة الإسترات المميزة برائحتها الزكية (روائح الزهور أو الفاكهة تبعًا لنوع الحمض والكحول).

كيف يمكنك التمييز بين حمض الإيثانويك و الإيثانول.

الكشف المعملى	حمض الإيثانويك	الإيثانول
عند إضافة كل منهما إلى ملح بيكربونات صوديوم	يحدث فوران ويتصاعد غاز CO_2 الذى يعكر ماء الجير الرائق	لا يحدث تفاعل

أفكار حل أسئلة Open Book تقيس :

مخرج التعلم: التعرف على الخواص (الكيميائية) للأحماض الكربوكسيلية (الأليفاتية).

١ ما المركب الذى لا يذوب فى حمض الأسيتيك ؟

(أ) أكسيد الكالسيوم. (ب) كربونات الكالسيوم.

(جـ) أكسالات الكالسيوم. (د) هيدروكسيد الكالسيوم.

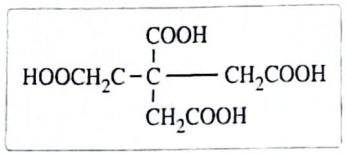
فكرة الحل :

∵ مركبات أكسيد الكالسيوم وكربونات الكالسيوم وهيدروكسيد الكالسيوم مواد قاعدية يتفاعل كل منها مع حمض الأسيتيك.

∴ تستبعد الاختبارات (أ) ، (ب) ، (د)

الحل : الاختبار الصحيح : (جـ)

٢ ما عدد مولات غاز الهيدروجين المتصاعد عند إضافة وفرة من فلز الصوديوم إلى مول واحد من جزيئات المركب المقابل ؟



(أ) 1 mol (ب) 2 mol

(جـ) 3 mol (د) 4 mol

فكرة الحل :

∵ هذا المركب يحتوى المول منه على 4 mol من مجموعات الكربوكسيل (–COOH)، وكل مول من الصوديوم يحل محل مول من ذرات هيدروجين مجموعات الكربوكسيل لتكوين 1 mol من ذرات الهيدروجين.

∴ عدد مولات ذرات H الناتجة يساوى 4 mol (عدد مولات جزيئات H_2 يساوى 2 mol).

الحل : الاختبار الصحيح : (ب)

٣ عند تفاعل حمض البيوتانويك مع الميثانول، يتكون .....

(أ) $C_2H_5COOC_2H_5$ (ب) $C_3H_7COOC_2H_5$

(جـ) $CH_3COOC_3H_7$ (د) $C_3H_7COOCH_3$

فكرة الحل :

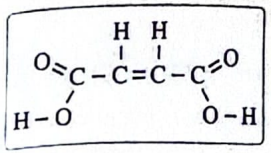
يعبر عن التفاعل الحادث بين حمض البيوتانويك والميثانول بالمعادلة التالية :

$$C_3H_7COOH + CH_3OH \xrightarrow[H_2SO_4]{conc} C_3H_7COOCH_3 + H_2O$$

الحل : الاختبار الصحيح : (أ)

بحث في التيليجرام @TOPSEC

٤ **الشكل المقابل : يوضح الصيغة البنائية لأحد الأحماض الكربوكسيلية.**
كل مما يأتى يعتبر صحيحًا بالنسبة لهذا الحمض، عدا إنه .....



ⓐ يتفاعل مع الهيدروجين بالتسخين فى وجود النيكل كعامل حفاز.
ⓑ قيمة pH له فى محلول مائى تركيزه 1 M تكون أكبر مما لمحلول مائى من HCl له نفس التركيز.
ⓒ يتفاعل محلوله المائى مع ملح كربونات الصوديوم.
ⓓ يمكن أكسدته باستخدام محلول ثانى كرومات البوتاسيوم المحمض.

فكرة الحل :

∵ المركب يحتوى على رابطة مزدوجة بين ذرتى كربون.
∴ يمكن كسر هذه الرابطة بإضافة الهيدروجين.
∴ يستبعد الاختيار ⓐ

∵ هذا المركب يتبع مركبات الأحماض الكربوكسيلية وهى أحماض أضعف من الأحماض المعدنية كحمض HCl
∴ pH لهذا الحمض أكبر من pH لحمض HCl
∴ يستبعد الاختيار ⓑ

∵ الأحماض الكربوكسيلية تتفاعل مع ملح كربونات الصوديوم فيما يُعرف بكشف الحامضية.
∴ يستبعد الاختيار ⓒ

الحل : الاختيار الصحيح : ⓓ

ثانيًا حمض البنزويك C_6H_5COOH

يُحضر حمض البنزويك بأكسدة الطولوين بالهواء الجوى عند درجة حرارة 400°C فى وجود خامس أكسيد الفاناديوم V_2O_5 كعامل حفاز.

$$2\,C_6H_5CH_3(\ell) + 3O_{2(g)} \xrightarrow[400^\circ C]{V_2O_5} 2\,C_6H_5COOH_{(aq)} + 2H_2O_{(v)}$$

طولوين — حمض بنزويك

أعد ترتيب الخطوات الآتية للحصول على حمض البنزويك من الإيثاين،
مع كتابة المعادلات الرمزية المعبرة عن كل خطوة :

• ألكلة. • أكسدة. • بلمرة ثلاثية.

الخواص العامة للأحماض الأروماتية

تتناول الخواص العامة للأحماض الأروماتية كل من :

أولًا الخواص الفيزيائية للأحماض الأروماتية

عند مقارنة الأحماض الأروماتية بالأحماض الأليفاتية، نجد أن :
الأحماض الأروماتية **أقوى قليلًا** من الأحماض الأليفاتية **وأقل منها** ذوبانًا فى الماء، **وأقل منها** تطايرًا.

أداء ذاتى

رتب المركبات الآتية تصاعديًا حسب قوة الحامضية :

• حمض الأسيتيك. • حمض البنزويك. • حمض الهيدروكلوريك. • الكحول الإيثيلى.

ابحث في التيليجرام
@TOOPSEC

أفكار حل أسئلة Open Book تقيس :

مخرج التعلم: التعرف على الخواص (الفيزيائية) للأحماض الكربوكسيليه (الأروماتية).

أى مما يلى يعبر عن التدرج الصحيح فى الصفة الحامضية ؟

ⓐ $C_2H_5OH < C_6H_5OH < C_6H_5COOH < CH_3COOH$
ⓑ $C_2H_5OH < C_6H_5COOH < C_6H_5OH < CH_3COOH$
ⓒ $C_2H_5OH < C_6H_5OH < CH_3COOH < C_6H_5COOH$
ⓓ $C_6H_5OH < C_2H_5OH < CH_3COOH < C_6H_5COOH$

فكرة الحل :

∵ الأحماض الأروماتية (C_6H_5COOH) أقوى قليلًا من الأحماض الأليفاتية (CH_3COOH).
∴ يستبعد الاختيارين ⓐ ، ⓑ
∵ حامضية الفينولات (C_6H_5OH) أقوى من حامضية الكحولات (C_2H_5OH).
∴ يستبعد الاختيار ⓓ

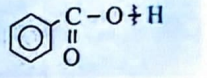
الحل : الاختيار الصحيح : ⓒ

ثانيًا الخواص الكيميائية للأحماض الأروماتية

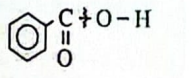
تصنف التفاعلات الكيميائية للأحماض الأروماتية، كما يتضح من المخطط التالى :

تفاعلات الأحماض الأروماتية

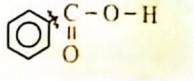
١ تفاعلات خاصة بذرة هيدروجين مجموعة الهيدروكسيل



٢ تفاعلات خاصة بمجموعة الهيدروكسيل



٣ تفاعلات خاصة بمجموعة الكربوكسيل تشبه تلك التى تحدث فى الأحماض الأليفاتية



١ تفاعلات الأحماض الأروماتية الخاصة بذرة هيدروجين مجموعة الهيدروكسيل (تفاعلات الخاصية الحامضية)

تظهر الخاصية الحامضية فى الأحماض الأروماتية فى تفاعلها مع :

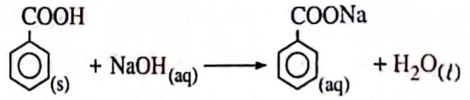
الفلـــزات | هيدروكسيدات الفلزات | كربونات الفلزات

مكونة ملح الحمض

تفاعلات الأحماض الأروماتية مع هيدروكسيدات الفلزات

تتفاعل الأحماض الأروماتية مع هيدروكسيدات الفلزات (تفاعل تعادل) **مكونة ملح الحمض و ماء.**

تطبيق يتفاعل حمض البنزويك مع هيدروكسيد الصوديوم مكونًا ملح بنزوات الصوديوم وماء.



حمض بنزويك — بنزوات صوديوم

أداء ذاتى وضح بالمعادلات الرمزية كيفية الحصول على البنزين من الطولوين.

.....

.....

.....

.....

.....

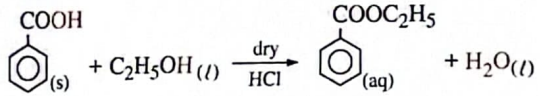
.....

.....

٢ تفاعلات الأحماض الأروماتية الخاصة بمجموعة الهيدروكسيل (تفاعلات تكوين الإسترات)

تتفاعل الأحماض الأروماتية مع الكحولات **مكونة إستر و ماء.**

تطبيق يتفاعل حمض البنزويك مع الكحول الإيثيلى مكونًا إستر بنزوات الإيثيل وماء.



حمض بنزويك — إستر بنزوات الإيثيل

ملحوظة

لا يصلح استخدام حمض الكبريتيك المركز كمادة نازعة للماء فى تفاعل الأسترة بين حمض البنزويك مع الإيثانول.

لأنه يتفاعل مع حلقة بنزين الحمض بالاستبدال (تفاعل سلفنة).

اختبر نفسك بكتابة معادلة التفاعل

.....

.....

ابحث في التيليجرام @TOOPSEC

أفكار حل أسئلة Open Book تقيس :

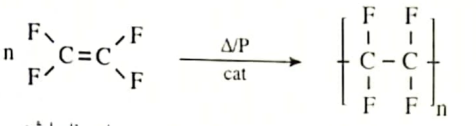
مخرج التعلم: التعرف على الخواص (الكيميائية) للأحماض الكربوكسيلية (الأروماتية).

العمليات التالية تستخدم فى تحويل (X) إلى (Y)، عدا .....

الاختيارات	(X)	(Y)	العملية
ⓐ	C_2F_4	تفلون	بلمرة بالإضافة
ⓑ	$C_{12}H_{22}O_{11}$	إيثانول	تخمر كحولى
ⓒ	$H_2 + CO$	وقود سائل	فيشر - تروبش
ⓓ	C_6H_5COOH	بنزوات الصوديوم	أسترة

فكرة الحل :

∵ التفلون (بولى رباعى فلوروإيثين) ينتج من البلمرة بالإضافة لمونومر رباعى فلوروإيثين.



رباعى فلوروإيثين — بولى رباعى فلوروإيثين

∴ يستبعد الاختيار ⓐ

∵ الإيثانول ينتج من التخمر الكحولى للسكروز ($C_{12}H_{22}O_{11}$).

$$C_{12}H_{22}O_{11(aq)} + H_2O_{(l)} \xrightarrow[H^+]{\text{hydrolysis}} C_6H_{12}O_{6(aq)} + C_6H_{12}O_{6(aq)}$$

سكروز — جلوكوز — فركتوز

$$C_6H_{12}O_{6(aq)} \xrightarrow[\text{zymase enzyme}]{\text{yeast}} 2C_2H_5OH_{(l)} + 2CO_{2(g)}$$

جلوكوز — إيثانول

∴ يستبعد الاختيار (ج)

∵ الغاز المائى (H_2 , CO) يمكن تحويله إلى وقود سائل بعملية فيشر-تروبش.

∴ يستبعد الاختيار (د)

∵ حمض البنزويك يتعادل مع القلويات القوية مثل NaOH مكونًا بنزوات الصوديوم وماء.

$$C_6H_5COOH_{(l)} + NaOH_{(aq)} \longrightarrow C_6H_5COONa_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

حمض البنزويك — بنزوات الصوديوم

∴ تفاعل الحصول على بنزوات الصوديوم من حمض البنزويك ليس من تفاعلات الأسترة.

الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

الأحماض العضوية فى حياتنا

تتعدد صور الاستفادة من الأحماض العضوية فى حياتنا، وسوف نوضح فيما يلى الأهمية الاقتصادية لبعض الأحماض الأليفاتية والأروماتية والأمينية.

١ حمض الفورميك HCOOH

حمض الفورميك يفرزه النمل الأحمر طبيعيًا عند دفاعه عن نفسه.

الأهمية الاقتصادية لحمض الفورميك

يستخدم فى صناعة :

- الصبغات.
- العطور.
- العقاقير.
- المبيدات الحشرية.
- البلاستيك.

صبغات

٢ حمض الأسيتيك CH_3COOH

حمض الخليك النقى (100%) نفاذ الرائحة، ويسمى بحمض الخليك الثلجى، لأنه يتجمد على هيئة بللورات شفافة تشبه الثلج عند 16°C

بللورات حمض الخليك الثلجى

الأهمية الاقتصادية لحمض الأسيتيك

يستخدم حمض الأسيتيك كمادة أولية هامة فى تحضير الكثير من المركبات العضوية، مثل :

- الحرير الصناعى.
- الصبغات.
- المبيدات الحشرية.
- الإضافات الغذائية.

ويستخدم المحلول المخفف من حمض الأسيتيك (4%) فى المنازل فى صورة خل.

خيوط الحرير الصناعى (الريون)

٣ حمض البنزويك C_6H_5COOH

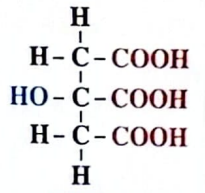
حمض البنزويك لا يمتص بالجسم، لأنه شحيح الذوبان فى الماء. وحتى يسهل امتصاص حمض البنزويك بالجسم يتم تحويله إلى ملح صوديومى أو بوتاسيومى يذوب فى الماء.

الأهمية الاقتصادية لأملاح حمض البنزويك

تستخدم بنزوات الصوديوم (0.1%) كمادة حافظة للأغذية المحفوظة، لأنها تمنع نمو الفطريات عليها.

المربى والمخللات من الأغذية المحفوظة التى يستخدم فى صناعتها بنزوات الصوديوم

٤ حمض السيتريك



حمض السيتريك

حمض السيتريك من الأحماض ثلاثية القاعدية التى توجد فى الموالح، مثل :

- الليمون (بنسبة 7% : 5%).
- البرتقال (بنسبة 1%).

الأهمية الاقتصادية لحمض السيتريك

يضاف حمض السيتريك إلى الفاكهة المجمدة ، للحفاظ على لونها وطعمها.

يستخدم حمض السيتريك فى صناعة الأغذية المحفوظة، لأنه يقلل من قيمة pH لها فيمنع نمو البكتيريا عليها.

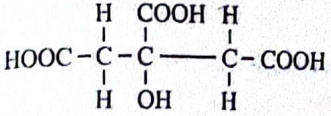
يضاف حمض السيتريك الى الأغذية المحفوظة

ابحث في الشبكة
@TOOPSEC

أداء ذاتى

ما الاسم الشائع للمركب المقابل ؟

.....



٥ حمض اللاكتيك

حمض اللاكتيك من الأحماض الهيدروكسيلية الأليفاتية.

يُعرف حمض اللاكتيك باسم حمض اللبن، لأنه يوجد فى اللبن الزبادى بفعل الإنزيمات التى تفرزها بعض أنواع البكتيريا على سكر اللاكتوز (سكر اللبن).

تزداد نسبة حمض اللاكتيك فى العضلات أثناء القيام بمجهود عضلى عنيف، ويؤدى تراكمه فى العضلات إلى حدوث تقلصات عضلية.

تراكم حمض اللاكتيك فى العضلات يسبب تقلصات عضلية

أداء ذاتى ما الاسم الكيميائى للسكر الموجود فى كل من :

(١) القصب .....

(٢) اللبن .....

٦ حمض الأسكوربيك

يُعرف حمض الأسكوربيك باسم فيتامين C وهو من الفيتامينات التى يحتاجها الجسم بكميات قليلة، يتم توفيرها من :

- الحمضيات (الموالح).
- الفاكهة.
- الخضروات مثل الفلفل الأخضر.

يتحلل حمض الأسكوربيك بالحرارة وفعل الهواء.

أغذية غنية بفيتامين C

الأهمية الاقتصادية لحمض الأسكوربيك

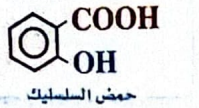
نقص حمض الأسكوربيك (فيتامين C) فى جسم الإنسان يؤدى إلى تدهور بعض الوظائف الحيوية والإصابة بمرض الأسقربوط والذى من أعراضه :

- نزيف اللثة.
- تورم المفاصل.

تورم المفاصل من أعراض مرض الأسقربوط

٧ حمض السلسليك

حمض السلسليك من الأحماض الهيدروكسيلية الأروماتية.

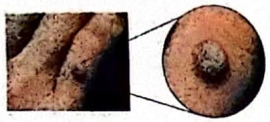


حمض السلسليك

الأهمية الاقتصادية لحمض السلسليك

يستخدم فى :

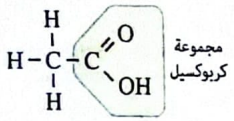
- القضاء على الثآليل الجلدية وحب الشباب.
- تحضير مستحضرات التجميل الخاصة بالجلد، لإكساب الجلد النعومة وحمايته من أشعة الشمس.
- تحضير العقاقير مثل : الأسبرين وزيت المروخ.



يستخدم حمض السلسليك فى القضاء على الثآليل الجلدية

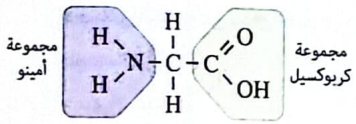
٨ الأحماض الأمينية

الأحماض الأمينية هى مشتقات أمينية للأحماض العضوية.



حمض الأسيتيك

أبسط أنواع الأحماض الأمينية هو الجلايسين NH_2CH_2COOH ويتكون نتيجة لإحلال مجموعة أمينو ($-NH_2$) محل ذرة هيدروجين مجموعة الميثيل الموجودة فى جزىء حمض الأسيتيك.



الجلايسين

الأحماض الأمينية الموجودة فى الطبيعة متعددة ولكن يوجد منها 20 حمضًا فقط فى البروتينات الطبيعية.

الأحماض الأمينية الموجودة فى البروتينات تتميز جميعها بأنها من نوع الألفا أمينو وهى الأحماض التى تتصل فيها مجموعة الأمينو بذرة الكربون ألفا (∝)، وهى التى تلى مجموعة الكربوكسيل مباشرةً.

نموذج حمض ألفا أمينو

الأهمية الاقتصادية للأحماض الأمينية

تعمل كمونومرات فى تحضير البروتينات الطبيعية.

للإيضاح فقط

تتكاثف الأحماض الأمينية عن طريق مجموعتى الكربوكسيل والأمينو مكونة البروتينات.

حمض أمينى (X) حمض أمينى (Y) ماء

ابحث في التيليجرام @TOOPSEC

أفكار حل أسئلة Open Book تقيس :

مخرج التعلم: التعرف على الأهمية الاقتصادية للأحماض الكربوكسيلية.

١ ما اسم الحمض العضوى الذى يُستخدم ملحه الصوديومى كمادة حافظة فى صناعة المخللات ؟

(أ) حمض البنزويك. (ب) حمض الأسيتيك.

(جـ) حمض اللاكتيك. (د) حمض الأسكوربيك.

فكرة الحل :

تستخدم بنزوات الصوديوم (0.1%) كمادة حافظة للأغذية المحفوظة، وهو يُحضر من تفاعل حمض البنزويك مع محلول هيدروكسيد الصوديوم.

$$\underset{\text{حمض البنزويك}}{C_6H_5COOH_{(s)}} + NaOH_{(aq)} \longrightarrow \underset{\text{بنزوات الصوديوم}}{C_6H_5COONa_{(aq)}} + H_2O_{(\ell)}$$

الحل : الاختيار الصحيح : (أ)

٢ أى الأحماض الآتية يعطى مذاق الليمون ؟

(أ) حمض الطرطريك. (ب) حمض الأكساليك.

(جـ) حمض السيتريك. (د) حمض الهيدروكلوريك.

فكرة الحل :

حمض السيتريك يوجد فى الليمون بنسبة تتراوح ما بين (7% : 5%).

الحل : الاختيار الصحيح : (جـ)

الإسترات

تنتشـر الإسـترات بكثرة فى الطبيعة فهى توجد فى كل من المواد النباتية والحيوانية.

تستخدم الإسترات بمفردها أو ممزوجة بمركبات طبيعية فى صناعة العطور والنكهات المختلفة.

تستخدم الإسترات فى صناعة معطرات الجو

الإسترات هى مركبات عضوية تنتج من تفاعل الأحماض الكربوكسيلية مع الكحولات،

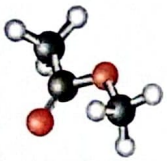
كما يتضح من المعادلة التالية :

$$\underset{\text{حمض كربوكسيلى}}{R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH} + \underset{\text{كحول}}{H-O-R} \rightleftharpoons \underset{\text{إستر}}{R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-R} + H_2O$$

المجموعة الوظيفية للإسترات هى :

$$(-COO-) \qquad -\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-$$

مجموعة الإستر


إستر

الصيغة العامة للإسترات هى : $R-COO-R$

«مجموعتى R قد تكونا الكيل أو اريل، وقد تكونا متشابهتين أو مختلفتين وقد تستبدل مجموعة R البادئة للإستر بذرة هيدروچين».

أداء ذاتى

ارسم الصيغة البنائية للإستر الذى يحتوى على ذرتى كربون فقط.

ابحث في التيليجرام
@TOOPSEC

أفكار حل أسئلة Open Book تقيس :

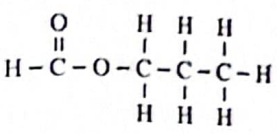
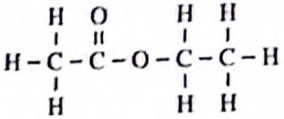
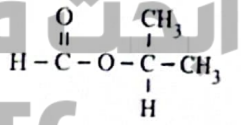
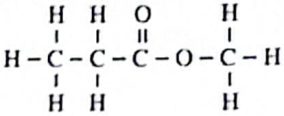
مخرج التعلم: رسم صيغ مختلفة للصيغة الجزيئية الواحدة.

1 ما عدد أيزومرات الإسترات التى صيغتها الجزيئية $C_4H_8O_2$ ؟

ⓐ 2 ⓑ 3
ⓒ 4 ⓓ 5

فكرة الحل :

أيزومرات الإسترات التى صيغتها الجزيئية $C_4H_8O_2$ يوضحها الجدول التالى :

(1) 	(2) 
(3) 	(4) 

الحل : الاختيار الصحيح : ⓒ

2 أى مما يأتى يعبر عن الإسترات التى لها الصيغة الجزيئية $C_5H_{10}O_2$ ؟

الاختيارات	بروبانوات الإيثيل	إيثانوات البروبيل	ميثانوات البيوتيل	بيوتانوات الميثيل
ⓐ	✓	✓	✓	✓
ⓑ	✓	✓	✓	✗
ⓒ	✓	✓	✗	✗
ⓓ	✗	✗	✓	✓

فكرة الحل :

الجدول الأتى يوضح الصيغ البنائية والصيغ الجزيئية للإسترات الموضحة للمركبات الأربعة :

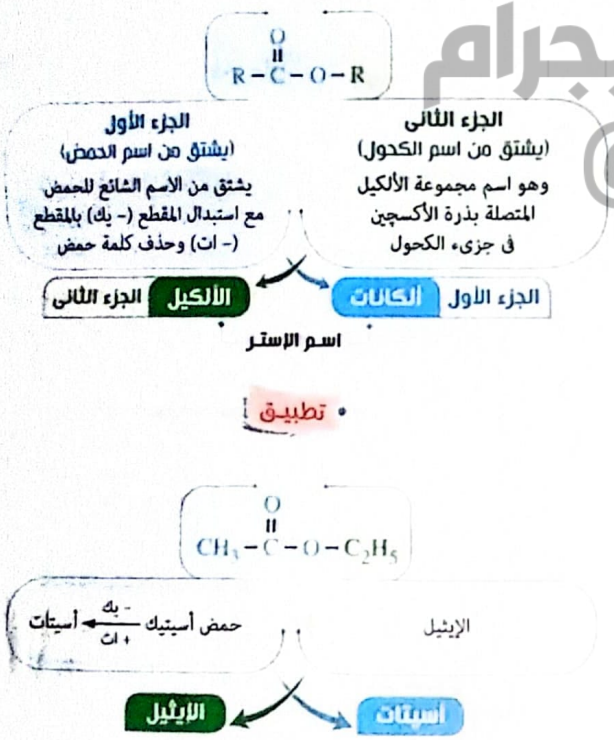
المركب	بروبانوات الإيثيل	إيثانوات البروبيل	ميثانوات البيوتيل	بيوتانوات الميثيل
الصيغة البنائية	$C_2H_5COOC_2H_5$	$CH_3COOC_3H_7$	$HCOOC_4H_9$	$C_3H_7COOCH_3$
الصيغة الجزيئية	$C_5H_{10}O_2$	$C_5H_{10}O_2$	$C_5H_{10}O_2$	$C_5H_{10}O_2$

ومنه يتضح أن المركبات الأربعة لها نفس الصيغة الجزيئية.

الحل : الاختيار الصحيح : ⓐ

التسمية الشائعة للإسترات

يتكون الاسم الشائع للإستر من جزئين، هما :



• تطبيق

ابحث في التيليجرام
@TOOPSEC

مثال ١

اكتب أسماء الأحماض والكحولات المشتقة منها الإسترات الآتية، مع كتابة الاسم الشائع لكل منها :

(١) $H-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-CH_3$

(٢) $CH_3-(CH_2)_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-C_2H_5$

الحـــل

	الحمض	الكحول	الإستر
١	حمض فورميك	كحول ميثيلى	فورمات الميثيل
٢	حمض بيوتيريك	كحول إيثيلى	بيوتيرات الإيثيل

مثال ٢

ارسم الصيغة البنائية للإسترات التالية :

(١) أسيتات الفينيل.

(٢) أسيتات البيوتيل.

فكرة الحـل

الحـــل

(١)

الجزء الأول	الجزء الثانى	الصيغة البنائية
أسيتات مشتق من حمض الأسيتيك CH_3COOH بعد نزع (H−) من مجموعة (COOH−)	الفينيل مشتق من البنزين C_6H_6 بعد نزع ذرة الهيدروجين (H−)	$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-$ + $-C_6H_5$ ← $CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-C_6H_5$

(٢)

الجزء الأول	الجزء الثانى	الصيغة البنائية
أسيتات	البيوتيل	$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-$ + $-C_4H_9$ ← $CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-C_4H_9$

تسمية الأيوباك للإسترات

اسم الإستر حسب نظام الأيوباك يتكون من جزئين، هما :

$R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-R$

الجزء الثانى (يشتق من اسم الكحول)	الجزء الأول (يشتق من اسم الحمض)
وهو اسم مجموعة الألكيل المتصلة بذرة الأكسجين فى جزىء الكحول	يشتق من اسم الأيوباك للحمض المقابل مع استبدال المقطع (- يك) بالمقطع (- ات) وحذف كلمة حمض

الجزء الأول: الكانوات — الجزء الثانى: الألكيل

اسم الإستر

• تطبيق

$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-C_2H_5$

الإيثيل — حمض إيثانويك (- يك / + ات) ← إيثانوات

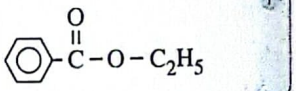
إيثانوات — الإيثيل

مثال ١

اكتب أسماء الأحماض والكحولات المشتق منها الإسترات الآتية، مع كتابة اسم كلًا منها تبعًا لنظام الأيوباك :

(١) $H-COOCH_2CH_3$

(٢) $C_2H_5-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-CH_3$

(٣) 

(٤) $CH_3-CH_2-CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-C_2H_5$

ابحث في التيليجرام @TOOPSEC

الحـــل

	الجمض	+	الكحول	←	الإستر
١	حمض ميثانويك		إيثانول		ميثانوات الإيثيل
٢	حمض بروبانويك		ميثانول		بروبانوات الميثيل
٣	حمض بنزويك		إيثانول		بنزوات الإيثيل
٤	حمض بيوتانويك		إيثانول		بيوتانوات الإيثيل

مثال ٢

ارسم الصيغة البنائية للإسترات التالية :

(١) إيثانوات البيوتيل. (٢) بنتانوات الميثيل. (٣) ميثانوات الهبتيل.

فكرة الحـل

الحـــل

(١)

الجزء الأول	الجزء الثانى	الصيغة البنائية
إيثانوات مشتق من حمض الإيثانويك CH_3COOH بعد نزع (H−) من مجموعة (COOH−)	البيوتيل مشتق من البيوتانول C_4H_9-OH بعد نزع مجموعة (OH−)	$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-C_4H_9$
$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-$	$-C_4H_9$	

(٢)

الجزء الأول	الجزء الثانى	الصيغة البنائية
بنتانوات	الميثيل	$C_4H_9-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-CH_3$
$C_4H_9-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-$	$-CH_3$	

(٣)

الجزء الأول	الجزء الثانى	الصيغة البنائية
ميثانوات	الهبتيل	$H-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-C_7H_{15}$
$H-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-$	$-C_7H_{15}$	

مثال ٣

ارسم الصيغة البنائية لأربعة أيزومرات من الإسترات لها الصيغة الجزيئية $C_6H_{12}O_2$، مع كتابة تسمية الأيوباك لكل منها.

الحـــل

	(١)	(٢)	(٣)	(٤)
الصيغة البنائية	$H-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-C_5H_{11}$	$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-C_4H_9$	$C_2H_5-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-C_3H_7$	$C_4H_9-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-CH_3$
تسمية الأيوباك	ميثانوات البنتيل	إيثانوات البيوتيل	بروبانوات البروبيل	بنتانوات الميثيل

أداء ذاتى

اذكر أسماء الإسترات التى تكون أيزومرات للمركبات الآتية :

(١) بنزوات الميثيل. (٢) حمض الإيثانويك.

.....

.....

ابحث في التيليجرام @100PSEC

أفكار حل أسئلة Open Book تقيس :

مخرج التعلم: تسمية الاسترات.

ما اسم المركب العضوى الناتج من تفاعل مركب CH_3COOH مع مركب CH_3CH_2OH ؟

① إيثانوات الإيثيل. ② ميثانوات الإيثيل.

③ إيثانوات الميثيل. ④ بروبانوات الميثيل.

فكرة الحـل :

∵ CH_3COOH حمض عضوى، CH_3CH_2OH كحول.

∴ المركب العضوى الناتج من تفاعلهما يكون إستر.

∵ الجزء الأول من اسم الإستر يشتق من اسم الحمض وذلك باستبدال المقطع (- يك) بالمقطع (- ات) مع حذف كلمة حمض.

∴ الجزء الأول من اسم الإستر : إيثانوات.

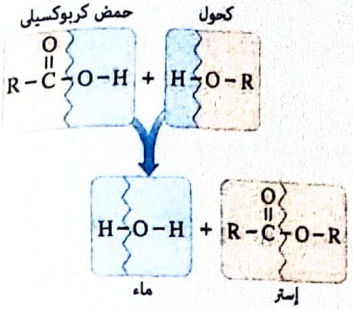
∵ الجزء الثانى من اسم الإستر يشتق من اسم الكحول وهو اسم مجموعة الألكيل المتصلة بذرة الأكسجين فى جزىء الكحول ($-CH_3CH_2$).

∴ الجزء الثانى من اسم الإستر : الإيثيل.

الحـل : الاختيار الصحيح : ①

تحضير الإسترات صناعيًا

تُحضر الإسترات بتفاعل الأحماض الكربوكسيلية مع الكحولات والتى تمثل بالمعادلة العامة المقابلة :



وتستخدم فى تفاعلات الأسترة مادة نازعة للماء، مثل :

- حمض الكبريتيك المركز.
- غاز كلوريد الهيدروچين الجاف.

للتخلص من الماء الناتج وبالتالى منع التفاعل العكسى وزيادة معدل التفاعل الطردى (اتجاه تكوين الإستر) تبعًا لقاعدة لوشاتيليه.

تطبيق تحضير إستر أسينات الإيثيل.

$$\underset{\text{حمض أسيتيك}}{CH_3COOH_{(l)}} + \underset{\text{إيثانول}}{C_2H_5OH_{(l)}} \xrightarrow[H_2SO_4]{\text{conc}} \underset{\text{إستر أسيتات إيثيل}}{CH_3COOC_2H_{5(aq)}} + \underset{\text{ماء}}{H_2O_{(l)}}$$

الخواص العامة للإسترات

تتناول الخواص العامة للإسترات كل من :

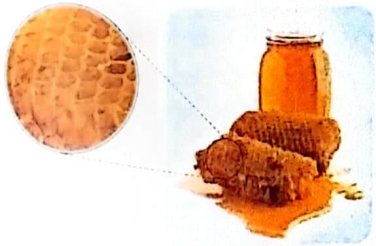
أولًا الخواص الفيزيائية للإسترات

١ **الحالة الفيزيائية :** الإسترات معظمها سوائل.

٢ **الرائحة :** تتميز معظم الإسترات بروائح زكية وهى التى تمد الفواكه والأزهار والزيوت العطرية برائحتها والنكهة الخاصة بها.

الارتفاع التدريجى فى الكتلة المولية للأحماض الكربوكسيلية والكحولات المستخدمة فى تكوين الإستر يغير طبيعة الإستر من سائل ذو رائحة زكية إلى مواد صلبة شمعية عديمة الرائحة تقريبًا.

الشموع التى يمثلها شمع النحل ما هى إلا إسترات ذات كتلة مولية مرتفعة.



شمع عسل النحل عبارة عن إستر

٣ **درجة الغليان :**

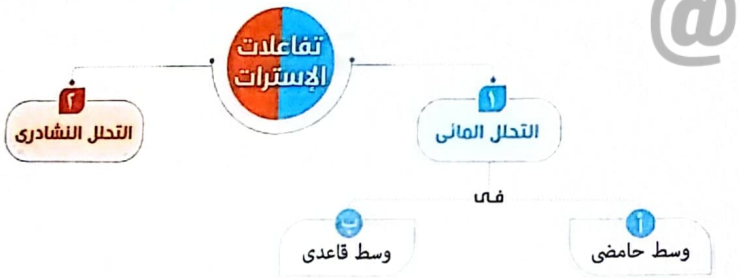
درجة غليان الإسترات أقل بكثير من درجة غليان الأحماض الكربوكسيلية أو الكحولات المساوية لها فى الكتلة المولية، وذلك لعدم احتوائها على مجموعة الهيدروكسيل القطبية الموجودة فى كل من الأحماض الكربوكسيلية والكحولات والتى تسبب ارتباط جزيئاتها معًا بروابط هيدروچينية.

المركب	الصيغة الكيميائية	الكتلة المولية (g/mol)	درجة الغليان
حمض الإيثانويك	CH_3COOH	60	118°C
البروبانول	C_3H_7OH	60	97.8°C
فورمات الميثيل	$HCOOCH_3$	60	31.8°C
حمض البروبانويك	C_2H_5COOH	74	141°C
البيوتانول	C_4H_9OH	74	118°C
أسيتات الميثيل	CH_3COOCH_3	74	57°C

ثانيًا الخواص الكيميائية للإسترات

تُعد الإسترات مركبات متعادلة بالرغم من اشتقاقها من الأحماض الكربوكسيلية والكحولات (التى لها صفة حامضية).

يوضح المخطط الآتى أهم تفاعلات الإسترات :



١ التحلل المائى للإسترات

ينتج من التحلل المائى للإستر حمض عضوى و كحول.

$$\underset{\text{إستر}}{R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OR} + H_2O \longrightarrow \underset{\text{حمض عضوى}}{R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH} + \underset{\text{كحول}}{ROH}$$

ابحث في التاريخ @TOOPSEC

ويعتبر هذا التفاعل عكس تفاعل الأسترة، وقد يتم التحلل المائى للإسترات فى :

أ التحلل المائى للإسترات فى وسط حامضى (H^+)

تتحلل الإسترات مائيًا فى وجود وسط حامضى (H^+) مكونة **حمض عضوى** و **كحول**.

تطبيق ١ التحلل المائى فى وسط حامضى لأسيتات الإيثيل.

$$CH_3COOC_2H_{5(l)} + H_2O_{(l)} \xrightarrow{H^+} CH_3COOH_{(aq)} + C_2H_5OH_{(l)}$$

إستر أسيتات الإيثيل — حمض الأسيتيك — كحول إيثيلى

ب التحلل المائى للإسترات فى وسط قاعدى

تتحلل الإسترات مائيًا بالتسخين فى وجود وسط قلوى مثل هيدروكسيد الصوديوم NaOH مكونة **ملح الحمض العضوى** و **كحول**.

تطبيق ١ التحلل المائى فى وسط قاعدى لأسيتات الإيثيل.

$$CH_3COOC_2H_{5(l)} + NaOH_{(aq)} \xrightarrow{\Delta} CH_3COONa_{(aq)} + C_2H_5OH_{(l)}$$

أسيتات إيثيل — أسيتات صوديوم — إيثانول

تطبيق ٢ التحلل المائى فى وسط قاعدى لبنزوات الإيثيل.

$$C_6H_5COOC_2H_{5(l)} + NaOH_{(aq)} \xrightarrow{\Delta} C_6H_5COONa_{(aq)} + C_2H_5OH_{(l)}$$

بنزوات إيثيل — بنزوات صوديوم — إيثانول

أداء ذاتى

وضح بالمعادلات الرمزية كيفية الحصول على الميثان من أسيتات الإيثيل.

.....

.....

.....

.....

٢ التحلل النشادرى للإسترات

هو تفاعل الإسترات مع الأمونيا لتكوين أميد الحمض الكربوكسيلى و الكحول.

تطبيق ١ التحلل النشادرى لأسيتات الإيثيل.

$$CH_3COOC_2H_{5(l)} + NH_{3(g)} \longrightarrow CH_3CONH_{2(l)} + C_2H_5OH_{(l)}$$

أسيتات إيثيل — أسيتاميد — إيثانول

تطبيق ٢ التحلل النشادرى لبنزوات الإيثيل.

$$C_6H_5COOC_2H_{5(l)} + NH_{3(g)} \longrightarrow C_6H_5CONH_{2(l)} + C_2H_5OH_{(l)}$$

بنزوات إيثيل — بنزاميد — إيثانول

أداء ذاتى وضح بالمعادلات الرمزية :

(١) كيفية الحصول على أميد حمض عضوى من حمض أروماتى.

.....

(٢) تفاعل التحلل النشادرى لأيزومر حمض الإيثانويك.

.....

ابحث في التليجرام
@TOOPSEC

أفكار حل أسئلة Open Book تقيس :

مخرج التعلم: التعرف على أنواع التفاعلات العضوية المختلفة (تفاعلات الإسترات).

أى المركبات الآتية يعطى حمض الإيثانويك عند تحلله مائيًا فى وسط حامضى ؟

① CH_3COCH_3 ② $CH_3COOC_2H_5$

③ $C_6H_5COOCH_3$ ④ $C_2H_5COOCH_3$

فكرة الحل :

∵ الإسترات (وليس الكيتونات) تتحلل مائيًا فى وسط حامضى مكونة حمض عضوى وكحول.

∴ بستبعد الاختيار ①

∵ التحلل المائى فى وسط حامضى للمركب $CH_3COOC_2H_5$ يُعبر عنه بالمعادلة التالية :

$$CH_3COOC_2H_{5(l)} + H_2O_{(l)} \xrightarrow{H^+} CH_3COOH_{(aq)} + C_2H_5OH_{(l)}$$

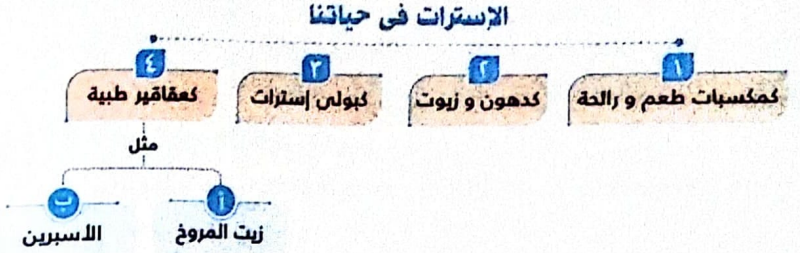
إيثانوات الإيثيل — حمض الإيثانويك — الإيثانول

∴ التحلل المائى لإيثانوات الإيثيل فى الوسط الحامضى ينتج حمض الإيثانويك وكحول إيثيلى.

الحل : الاختيار الصحيح : ②

الإسترات فى حياتنا

تتعدد صور الاستخدامات الحياتية للإسترات، كما يتضح من المخطط التالى :

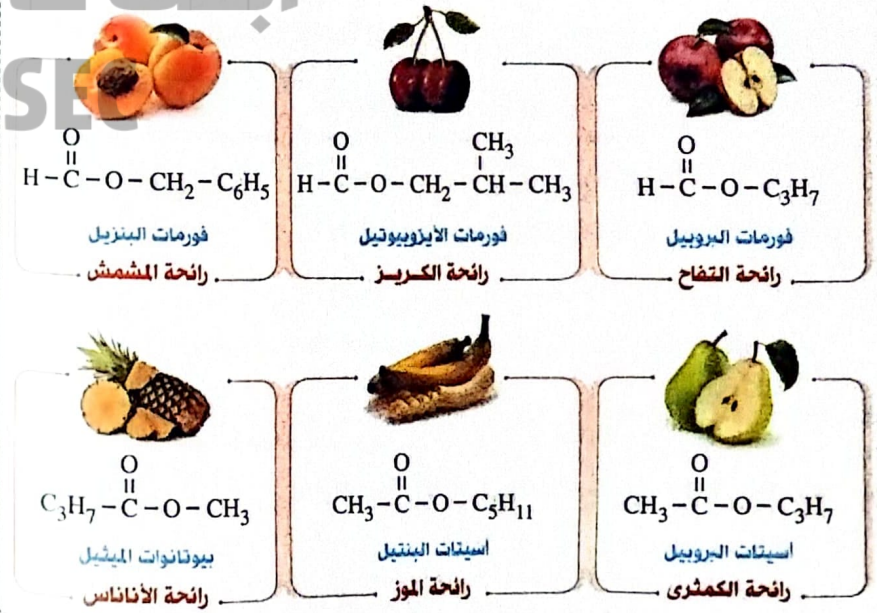


١ الإسترات كمكسبات طعم ورائحة

تتميز الإسترات بروائح زكية جعلت منها مواد هامة فى كثير من الصناعات الغذائية كمكسبات طعم ورائحة.

للاطلاع فقط

نوضح فيما يلى بعض الإسترات شائعة الاستخدام و روائحها المميزة.

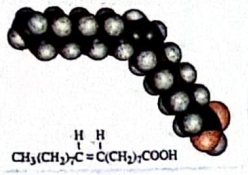


٢ الإسترات كدهون وزيوت

الأحماض الدهنية هى أحماض أليفاتية أحادية الكربوكسيل (مشبعة فى الدهون وغير مشبعة فى الزيوت) تتفاعل مع الجليسرول مكونة إسترات.

الأحماض العضوية المكونة للدهون والزيوت تكون أحيانًا من نوع واحد، إلا إنها غالبًا تكون مختلفة، بمعنى أن السلسلة الكربونية المكونة لها قد تكون :

- قصيرة أو طويلة.
- مشبعة أو غير مشبعة.



جزىء حمض دهنى غير مشبع
(للإيضاح فقط)

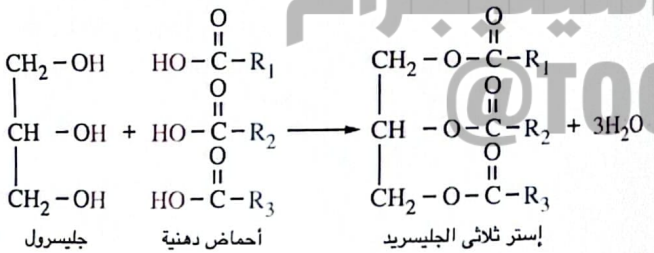
جزىء حمض دهنى مشبع
(للإيضاح فقط)

فى ضوء ما سبق يمكن تعريف الدهون والزيوت، بأنها إسترات ناتجة عن تفاعل الجليسرول مع الأحماض الدهنية وتُعرف جزيئاتها بإستر ثلاثى جليسريد.

تُسمى جزيئات الدهون و الزيوت بثلاثى جليسريد، لأن كل جزىء منها يتكون من تفاعل 1 جزىء من الجليسرول مع 3 جزيئات من الأحماض الدهنية.

ثلاثى جليسريد

والتى يُعبر عنها بالمعادلة التالية :



التصبن

تُعرف عملية التحلل المائى للدهون أو الزيوت فى وسط قلوى مثل هيدروكسيد البوتاسيوم KOH أو هيدروكسيد الصوديوم NaOH لتكوين صابون وجليسرول بعملية التصبن، لأنها تُمثل الأساس الصناعى لتحضير كل من الصابون والجليسرول.

ما الفرق بين الصابون و المنظف الصناعى ؟

الصابون : ملح صوديومى لأحماض دهنية عالية.

المنظف الصناعى : ملح صوديومى لألكيل حمض بنزين السلفونيك.

ابحث فى التيليجرام
@TOOPSEC

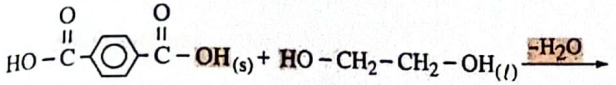
٣ الإسترات كبوليمرات (البولى إسترات)

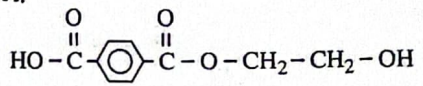
تعمل الإسترات كمونومرات فى تحضير البولى إسترات وهى بوليمرات تنتج من عملية تكاثف مشتركة لمونومرين، أحدهما حمض ثنائى الكربوكسيل (القاعدية)، والآخر كحول ثنائى الهيدروكسيل.

ومن أشهر البولى إسترات **الداكرون**.

تحضير الداكرون

يُصنع بوليمر **الداكرون** من أسترة حمض التيرفثاليك مع الإيثيلين جليكول.





وتستمر عملية التكاثف عن طريق :

- مهاجمة مجموعة هيدروكسيل جزىء الكحول لطرف الجزىء من جهة مجموعة كربوكسيل الحمض.
- مهاجمة مجموعة كربوكسيل جزىء الحمض لطرف الجزىء من جهة مجموعة هيدروكسيل الكحول.

وباستمرار عملية التكاثف يتكون جزىء طويل جدًا يسمى بولى إستر (بوليمر الداكرون).

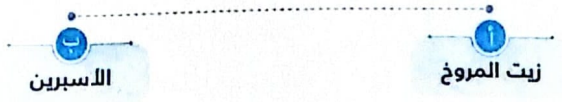
استخدامات الداكرون

نظرًا للخمول الكيميائى لبوليمر الداكرون تصنع منه :

- أنابيب تستخدم كبدائل للشرايين التالفة.
- صمامات القلب الصناعية.

٤ الإسترات كعقاقير طبية

تستخدم الإسترات كمادة فعالة فى صناعة الكثير من العقاقير، مثل :

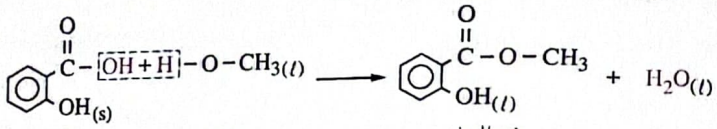


ويستخدم فى تحضير هذين العقارين **حمض السلسليك** الذى يحتوى على مجموعتى الكربوكسيل والهيدروكسيل معًا.

أ زيت المروخ (سلسيلات ميثيل)

تحضير زيت المروخ

يُحضر زيت المروخ بأسترة حمض السلسليك مع الميثانول.



استخدام زيت المروخ

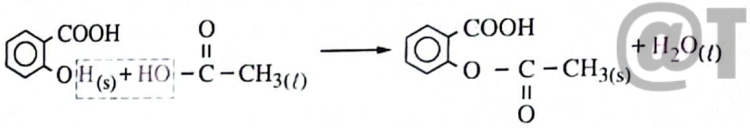
يستخدم زيت المروخ كدهان موضعى لتخفيف الآلام الروماتيزمية، حيث إنه يمتص عن طريق الجلد.

يستخدم زيت المروخ كدهان موضعى لتخفيف الآلام الروماتيزمية

ب الأسبرين (أسيتيل حمض السلسليك)

تحضير الأسبرين

يُحضر الأسبرين بأسترة حمض السلسليك مع حمض الأسيتيك.

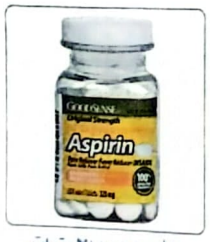


وجود مجموعة الأسيتيل ($-CO-CH_3$) فى الأسبرين رغم أن المادة الفعالة فيه هى حمض السلسليك، **يجعل** الأسبرين عديم الطعم – تقريبًا – ويقلل من حموضته.

استخدام الأسبرين

الأسبرين من أهم العقاقير التى تستخدم فى :

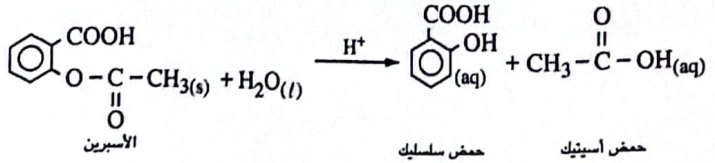
- تخفيف آلام الصداع.
- خفض درجة الحرارة.
- تقليل احتمالات حدوث الأزمات القلبية، **لأنه** يُقلل تجلط الدم (يزيد من سيولة الدم).



الأسبرين من الإسترات

ابحث في التيليجرام @TOOPSEC

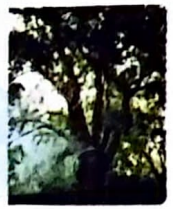
ينصح الأطباء بتفتيت حبة الأسبرين قبل بلعها أو أخذها مذابة فى الماء، **لأنه** يتحلل مائيًا فى الجسم مكونًا حمض السلسليك وحمض الأسيتيك، وهذه الأحماض تسبب تهيج لجدار المعدة وقد تسبب قرحة للمعدة.



تُخلط بعض أنواع الأسبرين **بمادة قلوية** مثل هيدروكسيد الألومنيوم، **لمعادلة** حمضى السلسليك والأسيتيك الناتجين عن عملية التحلل المائى للأسبرين.

للاطلاع فقط

الهنود الحمر أول من اكتشفوا أن لحاء شجرة الصفصاف القدرة على تخفيف الصداع، وقد تم استخلاص مادة حمض السلسليك من لحاء هذه الشجرة فيما بعد لاستخدامه فى صناعة الأسبرين.


شجرة صفصاف

لحاء شجرة الصفصاف

قطع لحاء شجرة الصفصاف

أداء ذاتى

(١) اذكر وجه تشابه و وجه اختلاف بين الداكرون و الأسبرين.

.....

.....

.....

.....

(٢) كيف تميز عمليًا بين الأسبرين و زيت المروخ ؟

.....

.....

.....

.....

.....

أفكار حل أسئلة Open Book تقيس :

مخرج التعلم: التعرف على الأهمية الاقتصادية للإسترات.

١ كل مما يأتى من الجليسريدات، **عدا** .....

ⓐ الزيوت.

ⓑ الدهون.

ⓒ الصابون.

ⓓ الليبيدات.

فكرة الحل :

∵ الزيوت عبارة عن جليسريدات غير مشبعة، بينما الدهون عبارة عن جليسريدات مشبعة.

∴ يستبعد الاختيارين ⓐ ، ⓑ

∵ الصابون عبارة عن ملح صوديومى لأحماض دهنية عالية.

∴ الصابون ليس من الجليسريدات.

الحل : الاختيار الصحيح : ⓒ

ابحث في التيليجرام
@TOOPSEC

٢ أى مما يأتى يعبر عن التصنيف الصحيح لكل من الصابون و الدهن و البروتين ؟

الاختيارات	الصابون	الدهن	البروتين
ⓐ	ملح	أميد	إستر
ⓑ	إستر	أميد	ملح
ⓒ	أميد	ملح	إستر
ⓓ	ملح	إستر	أميد

فكرة الحل :

∵ الصابون عبارة عن ملح صوديومى لأحماض دهنية عالية.

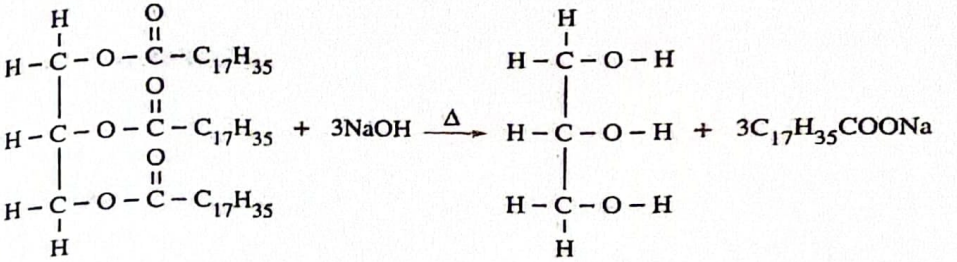
∴ يستبعد الاختيارين ⓑ ، ⓒ

∵ الدهن عبارة عن إستر ثلاثى الجليسريد.

∴ يستبعد الاختيار ⓐ

الحل : الاختيار الصحيح : ⓓ

٣ المعادلة الآتية تعبر عن أحد التفاعلات الهامة :



هذا التفاعل يعتبر مثالًا لتفاعلات .....

(أ) التكاثف.

(ب) الأسترة.

(جـ) التحلل المائى.

(د) الأكسدة.

فكرة الحل :

∵ الدهون تتحلل مائيًا فى وجود وسط قلوى مثل $NaOH_{(aq)}$ مكونة ملح الحمض العضوى وجليسرول.

∴ التفاعل يعتبر مثالًا لتفاعلات التحلل المائى.

الحل : الاختيار الصحيح : (جـ)

٤ ما زوج المونومرات التى تتفاعل معًا لتكوين بولى إستر؟

(أ) CH_3COOH ، $C_2H_5NH_2$

(ب) $HCOOH$ ، HOC_2H_4OH

(جـ) $HOOCC_3H_6COOH$ ، $HOC_6H_{12}OH$

(د) HOC_3H_6OH ، $H_2NC_2H_4NH_2$

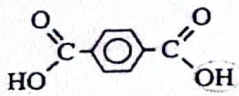
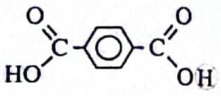
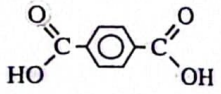
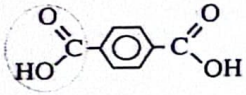
فكرة الحل :

∵ البوليمر الناتج من نوع البولى إسترات.

∴ عملية البلمرة بالتكاثف تحدث بين مونومرين أحدهما حمض ثنائى الكربوكسيل والآخر كحول ثنائى الهيدروكسيل.

الحل : الاختيار الصحيح : (جـ)

٥ تفاعل حمض التيرفثاليك مع الإيثيلين جليكول يكون مصحوبًا بتكوين المركب (X) وماء.
ما الذى ينفصل من حمض التيرفثاليك عند تكوين الماء فى هذا التفاعل ؟

(أ) 	(ب) 
(جـ) 	(د) 

فكرة الحل :

عند تفاعل الأحماض العضوية (مثل حمض التيرفثاليك) مع الكحولات (مثل الإيثيلين جليكول) لتكوين الإسترات، تنفصل ذرة هيدروجين مجموعة الهيدروكسيل من جزىء الكحول ومجموعة الهيدروكسيل من جزىء الحمض لتكوين جزىء الماء.

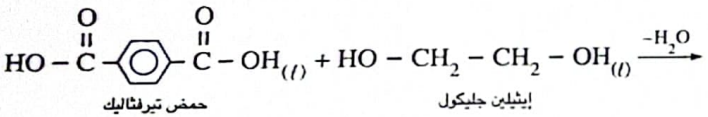
الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

٦ كل مما يأتى من البوليمرات، عدا .....

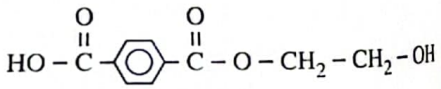
(أ) الداكرون. (ب) الباكليت. (جـ) شمع النحل. (د) النايلون.

فكرة الحل :

∵ الداكرون ينتج من بلمرة الإستر المكوَّن من تفاعل حمض التيرفثاليك مع الإيثيلين جليكول.



حمض تيرفثاليك — إيثيلين جليكول



∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ الباكليت ينتج من بلمرة الفورمالدهيد مع الفينول.

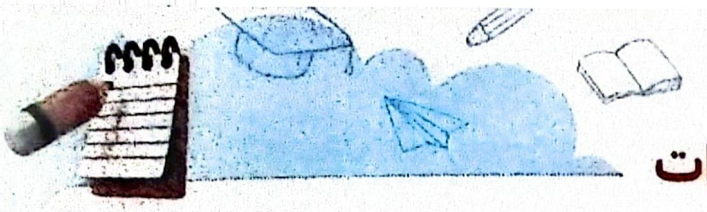
∴ يستبعد الاختيار (ب)

∵ شمع النحل عبارة عن إستر كتلته المولية كبيرة.

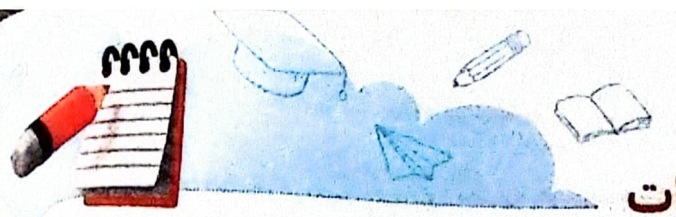
∴ شمع النحل ليس من البوليمرات.

الحل : الاختيار الصحيح : (جـ)

ابحث في التليجرام
@TOPSEC



مذكـــرات



مذكـــرات

ابحث في التيليجرام
@TOOPSEC

هام

احرص على اقتناء

كتب

الامتحان

فى

بنك الأسئلة
والامتحانات التدريبية
للمراجعة النهائية

للصف 3 الثانوى

ابحث
@TOOPSEC

تصريح وزارة التربية والتعليم رقم ١٠٤ - ١٤ - ١ - ٥٦

2025

الكيمياء

الآن بجميع المكتبات

كتب الامتحان فى

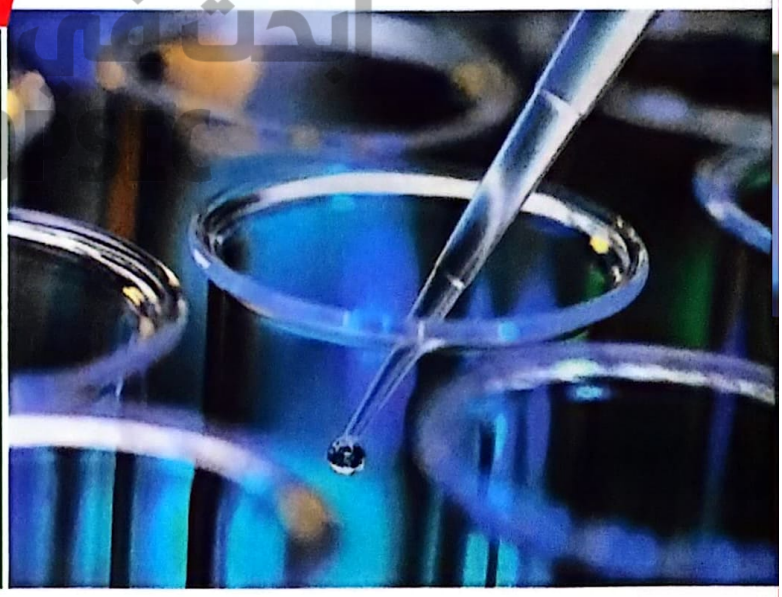
- الأحياء • الفيزياء
- التاريخ • الجغرافيا
- اللغة العربية
- الچيولوچيا والعلوم البيئية
- علم النفس و الاجتماع
- الفلسفة وقضايا العصر

الجزء الثانى : الكيمياء العضوية

يُصرف مجانًا مع الكتاب

قريبًا

كتاب بنك الأسئلة
والامتحانات التدريبية
للمراجعة النهائية
ويشمل 3000 سؤال جديد



كتب الامتحان

لا يخرج عنها أى امتحان

ابحث فى تليجرام
@ketabpdf

GPS

الدولية للطبع والنشر والتوزيع
الفجالة - القاهرة
تليفون: ٢٥٨٨٥٥٨٥ - ٢٥٩٠٤٣٢٣ - ٠٢/٢٥٨٨٨٨٨٦
www.alemte7anbooks.com
Email : info@alemte7anbooks.com
الخط الساخن ١٥٠١٤
/alemte7anbooks

6 223007 300544