الدحيح

Al-Da7i7

خليك دحيح كيمياء

الكيمياء العضوية

2025

خالد هلال

مدرس الكيمياء للمرحلة الثانوية

كيمياء عضوية هي كيمياء مركبات الكربون باستثناء أكاسيد الكربون وأملاح الكربونات والسيانيد.

برزيليوس

١) قسم العناصر إلى فلزات ولا فلزات.

٢) قسم المركبات إلى:

مركبات عضوية	مركبات غير عضوية
من أصل نباتي أو حيواني	من اصل معدني

٣) هو صاحب نظرية القوى الحيوية.

المواد العضوية تتكون داخل خلايا الكائنات الحية بواسطة قوى حيوية ولا يمكن تحضيرها داخل المختبرات.

فوهلر حطم نظرية القوى الحيوية واستطاع تحضير مادة عضوية من مادة غير عضوية وهي اليوريا (البولينا) "مادة توجد في بول الثدييات".

$$\underset{\text{كلوريد أمونيوم}}{NH_4Cl} + \underset{\text{سيانات الفضة}}{AgCNO} \longrightarrow \underset{\text{سيانات الأمونيوم}}{NH_4CNO} + \underset{\text{كلوريد الفضة}}{AgCl_{(s)}}$$

$$\underset{\text{سيانات أمونيوم (مادة غير عضوية)}}{NH_4CNO_{(aq)}} \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{يوريا (مادة عضوية)}}{H_2N-CO-NH_{2(s)}}$$

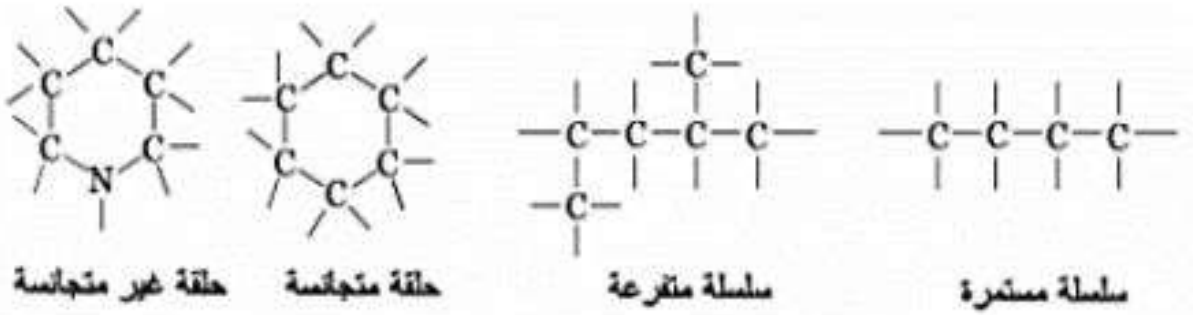
علل: أصبحت تُعرف المادة العضوية على أساس بنيتها التركيبية وليس المصدر.

(ج) لأن معظم المركبات العضوية التي يتم تحضيرها في المختبرات لا تتكون إطلاقًا داخل خلايا الكائنات الحية.

علل: وفرة المركبات العضوية؟

(ج) - لاختلاف قدرة ذرة الكربون على الارتباط مع بعضها بروابط أحادية أو ثنائية أو ثلاثية.

-وقد ترتبط على هيئة سلاسل مستمرة أو متفرعة أو حلقات متجانسة أو غير متجانسة.



سلسلة مستمرة — سلسلة متفرعة — حلقة متجانسة — حلقة غير متجانسة

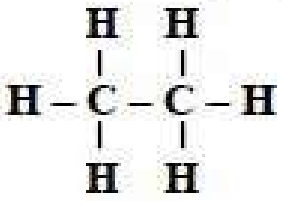
الفرق بين المركبات العضوية وغير العضوية

وجه المقارنة	المركبات العضوية	المركبات غير العضوية
التركيب الكيميائي	يشترط أن تحتوي على عنصر الكربون.	قد تحتوي على عناصر أخرى غير الكربون.
الذوبان	لا تذوب في الماء غالبًا ،وتذوب في المذيبات العضوية مثل البنزين.	تذوب في الماء غالبًا.
درجة الانصهار	منخفضة	مرتفعة
درجة الغليان	منخفضة	مرتفعة
الرائحة	لها رائحة مميزة.	عديمة الرائحة.
الاشتعال	تشتعل وينتج H_2O, CO_2	لا تشتعل غالبًا.
أنواع الروابط	روابط تساهمية.	روابط أيونية وتساهمية.
التوصيل الكهربي	مواد غير إلكتروليتية لا توصل التيار الكهربي لعدم قدرتها على التأين.	مواد إلكتروليتية توصل التيار الكهربي لقدرتها على التأين.
سرعة التفاعلات	بطيئة ، تتم بين الجزيئات.	سريعة ، تتم بين الأيونات.
البلمرة أو التجمع	تتميز بقدرتها على تكوين بوليمرات.	لا توجد غالبًا.
المشابهة الجزيئية (الأيزوميرزم)	توجد بين كثير من المركبات.	لا توجد غالبًا.

الصيغة الجزيئية صيغة توضح نوع وعدد ذرات كل عنصر في المركب ولا تبين طريقة الارتباط بين كل الذرات في الجزيء مثل : C_2H_6

الصيغة البنائية صيغة تبين نوع وعدد ذرات كل عنصر في المركب وتبين طريقة الارتباط بين الذرات في الجزيء بالروابط التساهمية.

مثال



المشابهة الجزيئية (الأيزوميرزم - التشكل)

ظاهرة تتفق بعض المركبات العضوية في الصيغة الجزيئية وتختلف في الصيغة البنائية وبذلك تختلف في الخواص الفيزيائية والكيميائية.

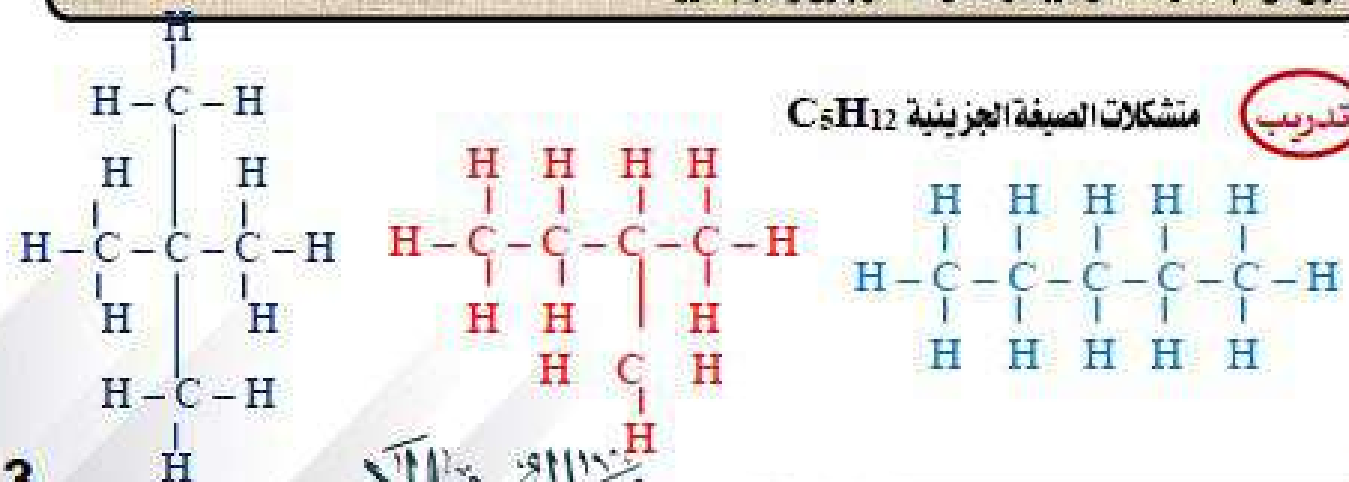
C_2H_6O "صيغة جزيئية"

كحول إيثيلي			إيثير ثنائي الميثيل
C_2H_5OH			$CH_3 - O - CH_3$
78.5°C	←	درجة الغليان	-29.5°C
-117.3°C	←	درجة الانصهار	-138°C
يتفاعل	←	التفاعل مع الصوديوم	لا يتفاعل

ملحوظة

قد تظهر الصيغة البنائية كما لو كان الجزيء مسطحاً ولكنه في الواقع مجسم ولذلك يستخدم (النماذج الجزيئية) وهي أنواع من البلاستيك تمثل فيها ذرات كل عنصر بلون وحجم معين.

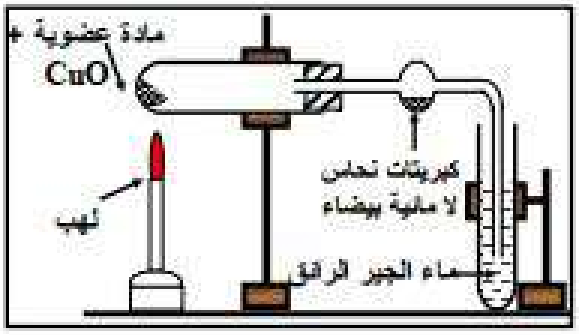
تدريب متشكلات الصيغة الجزيئية C_5H_{12}



تدريب ارسم الصيغة البنائية للمركبات الآتية:

$[CH_3OH / C_2H_2 / C_2H_4 / C_2H_4Br_2]$

الكشف عن الكربون والهيدروجين



الخطوات :

تسخين المادة العضوية (قماش ، ورق ، جلد) مع أكسيد النحاس الأسود في أنبوبة اختبار وإمرار الغازات الناتجة على كبريتات النحاس اللامائية ثم ماء الجير الرائق.

المشاهدة :

كبريتات نحاس بيضاء : إذا أزرقت دل ذلك على وجود بخار الماء مما يدل على وجود الهيدروجين.

$$CuO + 2H \xrightarrow{\Delta} Cu + H_2O$$

يتعكر ماء الجير مما يدل على خروج CO_2 مما يدل على وجود الكربون.

$$2CuO + C \xrightarrow{\Delta} 2Cu + CO_2$$

الاستنتاج : المركب العضوي يحتوي على الكربون والهيدروجين.

الهيدروكربونات ← هي مركبات تحتوي على عنصري الكربون والهيدروجين

- **أولاً : مفتوحة السلسلة (أليفاتية)**
  - **مشبعة**
    - **الألكانات**
      - جميع الروابط بين ذرات الكربون "أحادية"
      - C_nH_{2n+2}
      - ميثان CH_4
      - إيثان C_2H_6
      - بروبان C_3H_8
  - **غير مشبعة**
    - **الألكينات**
      - توجد بالسلسلة الكربونية "روابط ثنائية"
      - C_nH_{2n}
      - إيثين C_2H_4
      - بروبين C_3H_6
    - **الألكاينات**
      - توجد بالسلسلة الكربونية "روابط ثلاثية"
      - C_nH_{2n-2}
      - إيثاين C_2H_2
      - بروباين C_3H_6
- **ثانيا : حلقية**
  - **مشبعة أليفاتية**
    - أمثلة
    - بنتان حلقي C_5H_{10}
    - هكسان حلقي C_6H_{12}
  - **غير مشبعة أروماتية**
    - أمثلة
    - بنزين عطري C_6H_6
    - نفثالين $C_{10}H_8$

ملحوظة الهيدروكربونات هي مركبات تتكون من عنصري الكربون والهيدروجين فقط

أولا: الألكانات البارافينات

هي هيدروكربونات أليفاتية مشبعة تحتوي على روابط أحادية بين ذرات الكربون من النوع سيجما قوية صعبة الكسر و هي مركبات خاملة نسبيًا.

ملاحظات

١) الألكانات جميع الألكانات صيغتها العامة C_nH_{2n+2} حيث n عدد ذرات الكربون.
٢) تلعب دورًا هامًا كوقود: توجد بكميات كبيرة في النفط الخام ويتم فصلها عن بعضها بواسطة التقطير التجزيئي.

مثال

١- يوجد الميثان بنسبة تتراوح من (٥٠ - ٩٠) في الغاز الطبيعي.
٢- يعبأ البروبان والبيوتان في أسطوانات ويستخدما كوقود.
الألكانات الأطول في السلسلة توجد في الكيروسين والديزل وزيوت التشحيم.

التسمية (عدد ذرات الكربون + ان)

عدد ذرات الكربون	عدد ذرات الكربون + ان
١) ميث	ميثان CH_4
٢) إيث	إيثان C_2H_6
٣) بروب	بروبان C_3H_8
٤) بيوت	بيوتان C_4H_{10}
٥) بنت	بنتان C_5H_{12}
٦) هكس	هكسان C_6H_{14}
٧) هبت	هبتان C_7H_{16}
٨) أوكت	أوكتان C_8H_{18}
٩) نون	نونان C_9H_{20}
١٠) ديك	ديكان $C_{10}H_{22}$

مجموعة الألكيل R-

هي مجموعة عضوية تتكون بنزع ذرة هيدروجين من الألكان.

قانونها الجزيئي: C_nH_{2n+1}

التسمية: استبدال المقطع (ان) في الألكان بالمقطع (يل).

الاسم	الألكان	مجموعة الألكيل	الاسم
ميثان	CH_4	CH_3	ميثيل
إيثان	C_2H_6	C_2H_5	إيثيل
بروبان	C_3H_8	C_3H_7	بروبيل
بيوتان	C_4H_{10}	C_4H_9	بيوتيل

السلسلة المتجانسة هي مجموعة من المركبات يجمعها قانون جزيئي عام وتشترك في خواصها الكيميائية وتتدرج في خواصها الفيزيائية.

ملحوظة كل مركب يزيد عن سابقة بمجموعة CH_2 (ميثيلين) وتكون سلسلة متجانسة

تسمية الألكانات بطريقة الأيوباك

IUPAC "الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية"

نظام الأيوباك نظام عالمي لتسمية المركبات العضوية حسب أطول سلسلة كربونية.

تُعرف تسمية المركبات العضوية على أساس المصدر بالاسم الشائع فالاسم الشائع للألكانات هو البارافينات.

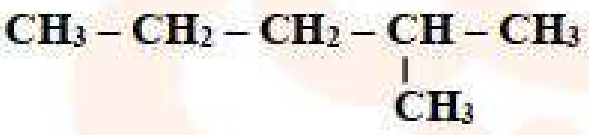
تسمية الألكانات :

١) نختار أطول سلسلة كربونية سواء كانت مستقيمة أو متفرعة.

٢) ترقيم أطول سلسلة كربونية من الجهة الأقرب للبديل.

٣) كتابة رقم ذرة الكربون التي عليها الفرع ثم اسم الفرع ثم الألكان.

مثال



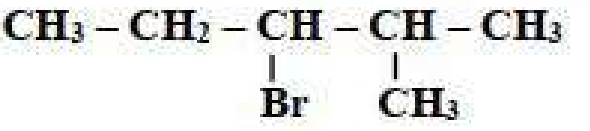
٢ - ميثيل - بيوتان.

٢ - ميثيل - بنتان

٤) إذا كانت الفروع مجموعة سالبة (Cl^- / Br^- / I^- / F^- / NO_2^-)

كلورو برومو يودو فلورو نيترو

مثال

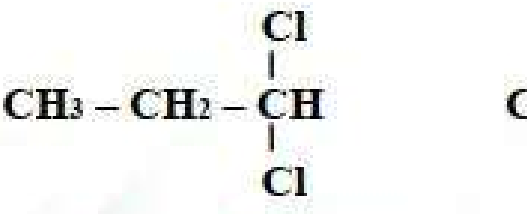


١ - بروموـ ٣ - ميثيل بيوتان.

٣ - بروموـ ٢ - ميثيل بنتان

٥) إذا تكررت التفرعات تستخدم المقدمات ثنائي وثلاثي ورباعي.

مثال

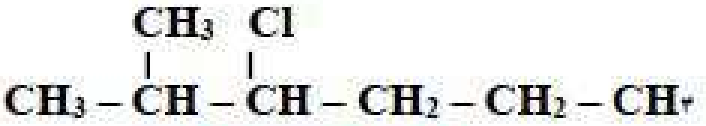


٢،٢ - ثنائي ميثيل بنتان.

١،١ - ثنائي كلورو بروبان

٦) إذا اختلفت التفرعات ← يتم الترقيم من الطرف الذي يعطي مجموع ترقيم اقل للتفرعات مع ترتيبها أبجدياً.

مثال



٣- كلورو ٢- ميثيل هكسان

الألكانات مركبات هيدروكربونية مُشبعة تحتوي على روابط أحادية بين ذرات الكربون من نوع سيجما القوية صعبة الكسر.

◄ قانونها الجزيئي C_nH_{2n+2}

الميثان CH_4

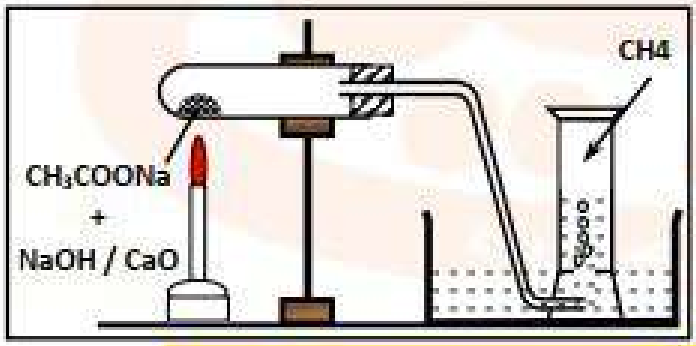
- يوجد الميثان في الغاز الطبيعي بنسبة تصل إلى ٩٠%
- يوجد في مناجم الفحم وأحياناً يسبب انفجار مناجم الفحم بسبب اشتعاله.

علل : يسمى غاز الميثان بغاز البرك والمستنقعات.

(ج) لأنه ينتج من تحلل المواد العضوية داخل البرك والمستنقعات.

تحضير الميثان في المختبر

يحضر الميثان في المختبر من التقطير الجاف لملح أسيتات الصوديوم اللامائية مع الجير الصودي باستخدام الجهاز الموضح:



$$CH_3COONa + NaOH \xrightarrow[\Delta]{CaO} CH_4 + Na_2CO_3$$

- الجير الصودي خليط من الصودا الكاوية NaOH والجير الحي CaO (أكسيد الكالسيوم)
- أكسيد الكالسيوم لا يدخل في التفاعل ويعمل على خفض درجة انصهار الخليط.
- يجمع الميثان بإزاحة سطح الماء إلى أسفل لأنه لا يذوب في الماء.

الخواص الفيزيائية للألكانات

١) الأفراد الأولى غازات ($C1 \rightarrow C4$) مثل : الميثان كوقود للمنازل ، خليط البروبان والبيوتان يعبأ في أسطوانات ويستخدم كوقود منزلي (غاز البوتاجاز) وتكون نسبة البروبان هي الأكثر في المناطق الباردة لأنه أقل في درجة الغليان وأكثر تطايراً ، أما في المناطق الحارة تكون نسبة البيوتان هي الأكثر.

٢) الأفراد الثانية (المتوسط) تحتوي من (٥ - ١٧) ذرة كربون فهي سوائل مثل الجازولين والكيروسين.

٣) المركبات التي تحتوي على أكثر من ١٧ ذرة كربون مواد صلبة مثل : شمع البارافين.

ملحوظة لا تذوب الألكانات في الماء وترتفع درجة الغليان بزيادة الكتلة الجزيئية.

الخواص الكيميائية للألكانات

علل : الألكانات قليلة النشاط (خاملة نسبياً) ؟

(ج) لأنها مركبات مشبعة تحتوي على روابط أحادية من النوع سيجما قوية صعبة الكسر.

١) **الاحتراق:** تحترق الألكانات وينتج غاز CO_2 وبخار الماء وهي تفاعلات طاردة للحرارة.

$$CH_4 + 2O_2 \xrightarrow{\Delta} CO_2 + 2H_2O + \text{طاقة}$$

٢) **التفاعل مع الهالوجينات (الهلجنة):** تتفاعل الألكانات مع الهالوجينات بالتسخين إلى 400°C أو في وجود الأشعة فوق البنفسجية U.V في سلسلة من تفاعلات الاستبدال (ويتوقف الناتج على نسبة الميثان والهالوجين في خليط التفاعل).

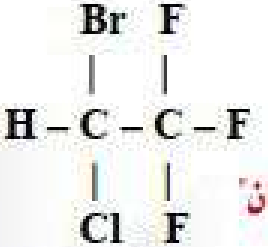
- $CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{\Delta} CH_3Cl + HCl$ (كلوروميثان) (كلوريد الميثيل)
- $CH_3Cl + Cl_2 \xrightarrow{\Delta} CH_2Cl_2 + HCl$ ثنائي كلوروميثان (كلوريد الميثيلين)
- $CH_2Cl_2 + Cl_2 \xrightarrow{\Delta} CHCl_3 + HCl$ ثلاثي كلوروميثان (كلوروفورم)
- $CHCl_3 + Cl_2 \xrightarrow{\Delta} CCl_4 + HCl$ رباعي كلوروميثان (رابع كلوريد الكربون)

استخدامات مشتقات الألكانات الهالوجينية

١) **الكلوروفورم (مخدر):** تسبب في وفيات كثيرة بسبب عدم التقدير الدقيق للجرعة.

٢) **الهالوثان (مخدر):** أكثر أماناً من الكلوروفورم.

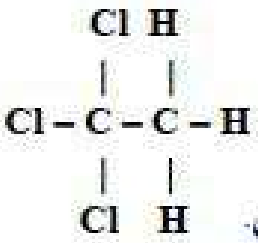
وصيغته $CHBrCl-CF_3$



٢- بروموـ ٢- كلورو ـ ١، ١، ١ ثلاثي فلورو إيثان "الهالوثان"

٣) ١ ، ١ ، ١ ثلاثي كلورو إيثان: يستخدم في التنظيف الجاف

٤) الفريونات: مشتقات هالوجينية للميثان وهي مركبات لها خواص تبريد نموذجية تستخدم في أجهزة التبريد والتكييف - تنظيف الأجهزة الألكترونية - دفع السوائل.



ومن أمثلتها : CF_4 (رباعي فلورو ميثان) وأشهرها CF_2Cl_2 ثنائي كلورو ثنائي فلورو ميثان.

ومن خواصها : (رخيصة الثمن - سهلة الإسالة - غير سامة - لا تشتعل - لا تتفاعل مع الفلزات)

ولكنها تسبب تآكل طبقة الأوزون وسيتم تحريمه دوليًا عام ٢٠٢٠.

التكسير الحراري الحفزي

تجرى هذه العملية أثناء تكرير البترول وذلك لتحويل المنتجات البترولية الثقيلة طويلة السلسلة (أقل استخداماً) إلى جزيئات أخف وأصغر (أكثر استخداما)

وتتم عملية التكسير بالتسخين تحت ضغط مرتفع وعوامل حفازة فينتج نوعين من المركبات :

أ) ألكانات ذات سلسلة قصيرة تستخدم مع الجازولين (وقود السيارات).

ب) ألكينات قصيرة مثل الإيثين والبروبين تدخل في صناعة البوليمرات.

بيوتان C_4H_{10} $\xrightarrow[\text{عامل حفز}]{P/T}$ بيوتين C_4H_8 + أوكتان C_8H_{18}

الأهمية الاقتصادية للألكانات

١) يستخدم الميثان في تحضير أسود الكربون الذي يستخدم في (ورنيش الأحذية - الحبر الأسود - إطارات السيارات).

$$CH_4 \xrightarrow{1000^\circ C} C + 2H_2$$

س : كيف تحصل على : أسود الكربون من أسيتات الصوديوم؟

$$CH_3COONa + NaOH \xrightarrow[\Delta]{CaO} CH_4 + Na_2CO_3$$

$$CH_4 \xrightarrow{1000^\circ C} C + 2H_2$$

٢) يستخدم الميثان في تحضير الغاز المائي الذي يستخدم كعامل مختزل وكوقود.

$$CH_4 + H_2O \xrightarrow[\text{حفز}]{725^\circ C} CO + 3H_2$$

الغاز المائي خليط من أول أكسيد الكربون والهيدروجين.

س : كيف تحصل على : الغاز المائي من أسيتات الصوديوم؟

$$CH_3COONa + NaOH \xrightarrow[\Delta]{CaO} CH_4 + Na_2CO_3$$

$$CH_4 + H_2O \xrightarrow[\text{حفز}]{725^\circ C} CO + 3H_2$$

ثانيا الألكينات (الاوليفينات)

هي مركبات هيدروكربونية غير مُشبعة تحتوي على رابطة ثنائية بين ذرتي الكربون ، $C \overset{\pi}{=} C$ منهم رابطة باي π ورابطة سيجما σ الضعيفة سهلة الكسر.

يمكن اعتبار الألكينات مشتقات من الألكانات بنزع ذرتين هيدروجين من الألكان المقابل.

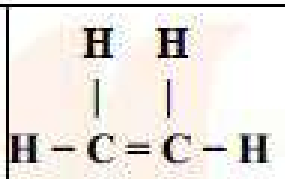
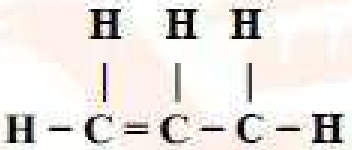
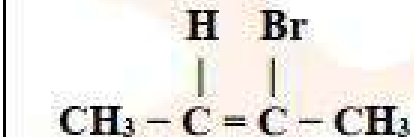
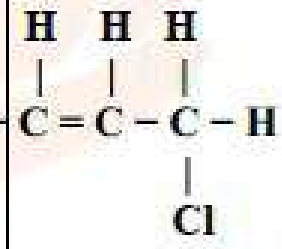
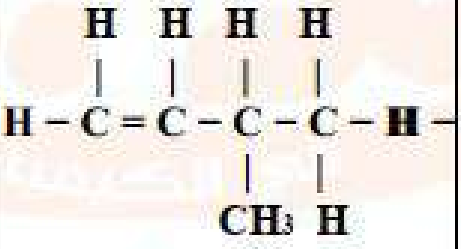
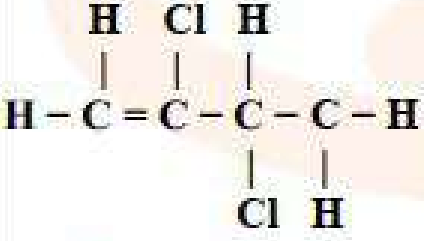
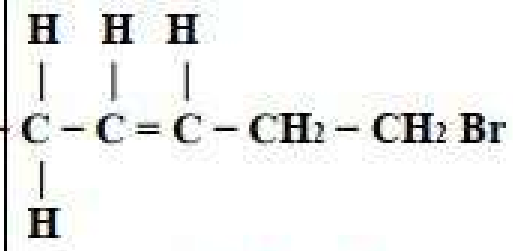
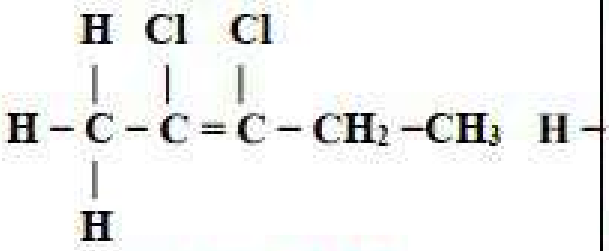
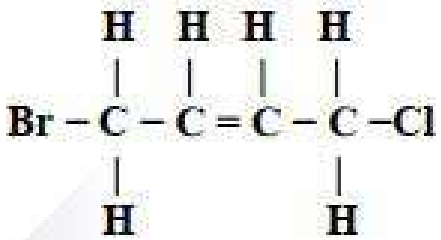
تسمية الألكينات

١) استبدال المقطع (آن) في الألكان المقابل بالمقطع (ين).

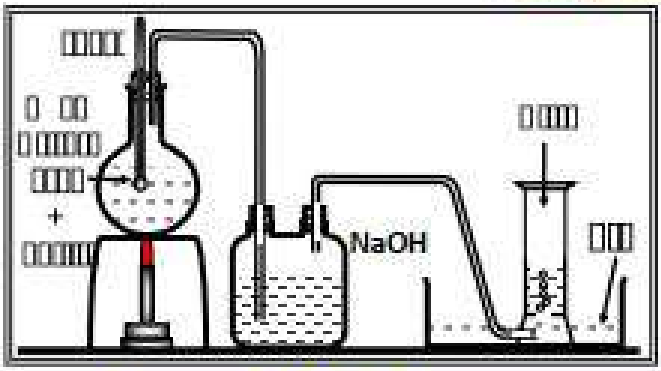
٢) ترقيم أطول سلسلة كربونية من الجهة الأقرب للرابطة الثنائية.

٣) كتابة رقم ذرة الكربون التي عليها الفرع ثم اسم الفرع ثم رقم ذرة الكربون التي عليها الرابطة الثنائية ثم الألكين.

أمثلة

 إيثين (إيثيلين) C_2H_4	 بروبين C_3H_6	 ٢- برومو ٢- بيوتين
 ٣- كلورو ١- بروبين	 ٣- ميثيل ١- بيوتين	 ٣،٣ ثنائي كلورو ١- بيوتين
 ٥- برومو ٢- بنتين	 ٢،٢ ثنائي كلورو ٢- بنتين	
		

تحضير غاز الإيثين (الإيثيلين) في المختبر



يحضر الإيثين C_2H_4 في المعمل بنزع جزيء ماء من الكحول الإيثيلي (الإيثانول) C_2H_5OH بواسطة حمض كبريتيك مركز عند 180°C

معادلات التحضير:

١) يتفاعل الإيثانول مع حمض الكبريتيك المركز مكونًا كبريتات إيثيل هيدروجينية عند 80°C

$$C_2H_5OH + HOSO_3H \xrightarrow{80°C} C_2H_5OSO_3H + H_2O$$

٢) تتحل كبريتات الإيثيل الهيدروجينية بالحرارة ويتكون الإيثين.

$$C_2H_5OSO_3H \xrightarrow[\Delta]{180°C} C_2H_4 + H_2SO_4$$

بجمع المعادلتين:

$$C_2H_5OH \xrightarrow[H_2SO_4]{980°C} C_2H_4 + H_2O$$

الخواص الفيزيائية للألكينات

١) الأفراد الأولى غازات (C2 → C4) والمتوسطة سوائل (C5 → C15) والعليا مواد صلبة وهي أكثر من ١٥ ذرة كربون.

٢) لا تذوب في الماء وترتفع درجة الغليان بزيادة الكتلة الجزيئية.

الخواص الكيميائية للألكينات

علل: الألكينات نشطة كيميائيًا. أو الألكينات تتفاعل بالإضافة.

(ج) بسبب وجود الرابطة باي الضعيفة سهلة الكسر.

١) **الاحتراق:** تشتعل في الهواء خلال تفاعل طارد للحرارة وينتج CO_2 وبخار ماء.

$$C_2H_4 + 3O_2 \xrightarrow{\Delta} 2CO_2 + 2H_2O$$

٢) **الهدرجة (إضافة الهيدروجين):**

$$CH_2 = CH_2 + H_2 \xrightarrow[150 - 300°C]{Pt \text{ or } Ni} CH_3CH_3$$

إيثين C_2H_4 (إيثان) C_2H_6

خلي بالك | ألكين + هيدروجين ← ألكان

٣) الهلجنة : إضافة البروم (Br_2) إلى الألكينات عند الرج مع رابع كلوريد الكربون يزول لونه الأحمر ويستخدم هذا التفاعل في الكشف على الرابطة الثنائية.

$$CH_2 = CH_2 + Br_2 \longrightarrow \underset{\underset{Br}{|}}{CH_2} - \underset{\underset{Br}{|}}{CH_2}$$

س: كيف تميز بين : الإيثان والإيثين ؟

بإضافة البروم يزول لونه الأحمر مع الإيثين ولا يزول لونه مع الإيثان.

٤) إضافة هاليد الهيدروجين :

أولاً : إذا كان الألكين متماثل (ذرتي كربون الرابطة المزدوجة تحتويان على نفس عدد ذرات H)

تضاف ذرة الهيدروجين على أي من ذرتي الكربون وذرة الكلور على ذرة الكربون الأخرى.

$$CH_2 = CH_2 + HCl \rightarrow CH_3 - CH_2 - Cl$$

ثانيًا : إذا كان الألكين غير متماثل (ذرتي كربون الرابطة المزدوجة تحتويان على عدد غير متساو من ذرات H)

يتم تطبيق قاعدة ماركونيكوف .

قاعدة ماركونيكوف

عند إضافة متفاعل غير متماثل مثل ($\overset{+}{H}X$ ، $\overset{+}{H}O\overset{-}{S}O_3H$) إلى ألكين غير متماثل مثل البروبين فإن الشق الموجب من التفاعل يضاف إلى ذرة الكربون الغنية بالهيدروجين والشق السالب من التفاعل يضاف إلى ذرة الكربون الفقيرة بالهيدروجين.

$$CH_3 - CH = CH_2 + HCl \rightarrow CH_3 - \underset{\underset{Cl}{|}}{CH} - CH_3$$

بروبين ٢- كلورو بروبان

٥) الأكسدة : يتم أكسدة الألكينات بالعوامل المؤكسدة مثل فوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2 أو برمنجانات البوتاسيوم $KMnO_4$ ويتكون الجلايكولات (كحولات ثنائية الهيدروكسيل) .

تفاعل باير

أكسدة الإيثيلين بمحلول مائي من برمنجانات البوتاسيوم في وسط قلوي يتكون الإيثيلين جليكول ويزول اللون البنفسجي لبرمنجانات البوتاسيوم.

$$H-C(H)=C(H)-H + H-OH + [O] \xrightarrow[\text{وسط قلوي}]{KMnO_4} H-C(H)(OH)-C(H)(OH)-H$$

إيثيلين جليكول "عديم اللون" (١، ٢ ثنائي هيدروكسي إيثان)

في هذا التفاعل يزول لون برمنجانات البوتاسيوم البنفسجي ويستخدم في الكشف عن الألكينات.

س : كيف تميز بين : الإيثان والإيثين ؟

بإضافة محلول مائي لبرمنجانات البوتاسيوم في وسط قلوي يزول لونها البنفسجي مع الإيثين ولا يزول مع الإيثان.

س : علل : يستخدم الإيثيلين جليكول كمادة مانعة لتجمد المياه في مبردات السيارات؟

لأنه يكون روابط هيدروجينية مع جزيئات الماء فيمنع تجمع جزيئات الماء مع بعضها على هيئة بلورات ثلج.

س : كيف تحصل على : الإيثيلين جليكول من الإيثين ؟

$$H-C(H)=C(H)-H + H_2O_2 \longrightarrow H-C(H)(OH)-C(H)(OH)-H$$

إيثين — إيثيلين جليكول

س : اكتب معادلة تفاعل : ٢- بيوتين مع محلول برمنجانات بوتاسيوم قلوية؟

$$H-C(H)(H)-C(H)=C(H)-C(H)(H)-H + H2O + [O] \xrightarrow[\text{وسط قلوي}]{KMnO_4} H-C(H)(H)-C(H)(OH)-C(H)(OH)-C(H)(H)-H$$

س : كيف تحصل على : كحول ثنائي الهيدروكسيل (إيثيلين جليكول) من كحول أحادي الهيدروكسيل (الكحول الإيثيلي)؟

$$C_2H_5OH \xrightarrow{H_2SO_4 / 180^\circ C} C_2H_4 + H_2O$$

$$C_2H_4 + H_2O + [O] \xrightarrow[\text{وسط قلوي}]{KMnO_4} C_2H_4(OH)_2$$

٦) **الهيدرة الحفزية :** إضافة الماء إلى مركب عضوي غير مُشبع في وجود عوامل حفازة.

يتم التفاعل على مرحلتين :

أ) يضاف حمض الكبريتيك أولاً إلى الإيثين في 80°C ويتكون كبريتات إيثيل هيدروجينية.

$$CH_2=CH_2 + HOSO_3H \xrightarrow{80^\circ C} CH_3-CH_2OSO_3H$$

ب) تنحل كبريتات الإيثيل الهيدروجينية مائيًا عند 110°C ويتكون الكحول الإيثيلي.

$$CH_3-CH_2OSO_3H + H-OH \xrightarrow{110^\circ C} CH_3-CH_2OH + H_2SO_4$$

بجمع المعادلتين (١) و (٢)

علل : لا يتم تفاعل إضافة الماء إلى الإيثين إلا في وسط حمضي (مثل H_2SO_4)؟

لأن الماء إلكتروليت ضعيف وبالتالي فإن تركيز أيون H^+ ضعيف لا يستطيع كسر الرابطة الثنائية

لذلك يضاف حمض الكبريتيك لزيادة تركيز أيون H^+ اللازم لكسر الرابطة الثنائية.

٧) **البلمرة :** هي عملية تجميع الجزيئات الصغيرة (المونمرات) إلى جزيء كبير عملاق يسمى (البوليمر).

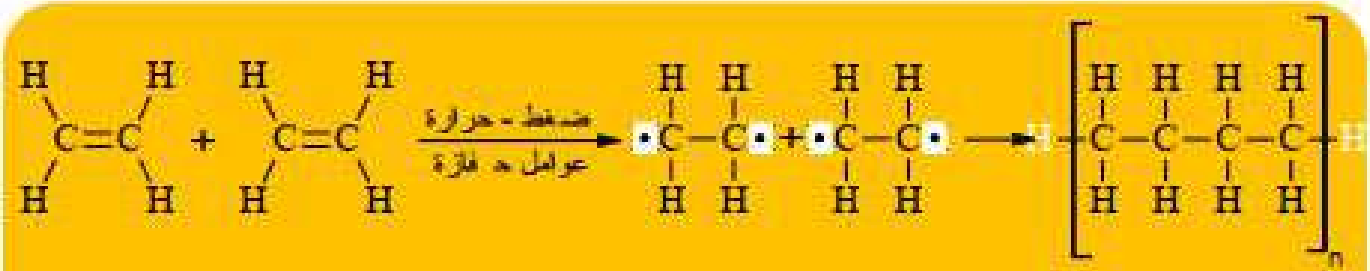
علل : عملية البلمرة من التفاعلات الكيميائية الهامة؟

لأنها تستخدم في تحضير العديد من المنتجات التي ساهمت في ازدهار الحضارة وهناك طريقتين أساسيتين لعملية البلمرة ، وهما :

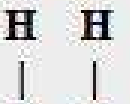
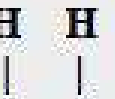
أ) **بلمرة بالتكاثف :** تتم بين مونمرين مختلفين بالتكاثف عن طريق الارتباط مع فقد جزيء بسيط مثل الماء ، ويتكون بوليمر مشترك يكون هو الوحدة الأساسية لتكوين البوليمر.

ب) **بلمرة بالإضافة :** هي عملية إضافة أعداد كثيرة من جزيئات مركب واحد صغير غير مُشبع إلى بعضها ويتكون جزيء مُشبع كبير جداً.

مثال **بلمرة الإيثيلين :**



بولي إيثيلين

المونومر	البوليمر	الاسم التجاري	خواصه	استخداماته
إيثين	بولي إيثيلين	بولي إيثيلين	لين ويتحمل المواد الكيميائية	الرقائق - أكياس البلاستيك - زجاجات بلاستيك - الخراطيم
 بروبين	بولي بروبين	بولي بروبين (P.P)	قوي وصلب	السجاد - المفارش - الموكيت - المعلبات - الشكائر البلاستيك - والجراكن.
 كلورو إيثين (كلوريد فاينيل)	بولي كلورو إيثين (بولي فينيل كلوريد)	بولي فينيل كلوريد (P.V.C)	لين وقوي	مواسير الصرف الصحي والري - أنابيب بلاستيك - أحذية - خراطيم مياه - عوازل أسلاك كهربية - عوازل أرضيات - زجاجات الزيوت - جراكن الزيوت المعدنية.
رباعي فلورو إيثين	بولي رباعي فلورو إيثين	تفلون	يتحمل الحرارة لا يلتصق عازل للكهرباء خامل	تبطين أواني الطهي (التيفال) - خيوط الجراحة.

ثالثا : الألكاينات (الأستيلينات)

هي مركبات هيدروكربونية غير مشبعة تحتوي على رابطة ثلاثية بين ذرتين كربون أحدهما سيجما (σ)

$$\overset{\sigma}{\underset{\pi}{\underset{\pi}{C \equiv C}}}$$

والأخرتان باي(π) ضعيفة سهلة الكسر. ، قانونها الجزيئي "CnH2n-2"

أو (كل مركب منها يقل ذرتين هيدروجين عن الألكينات وأربع ذرات عن الالكانات) .

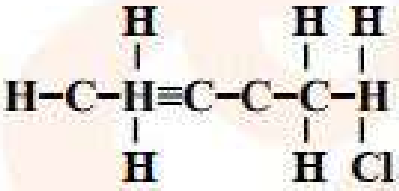
أول مركب في هذه المجموعة هو الإيثاين (C_2H_2) واسمه الشائع "إستيلين".

تسمية الالكينات

١) ترقيم أطول سلسلة كربونية من الجهة الأقرب للرابطة الثلاثية.

٢) رقم الفرع ثم اسم الفرع ثم رقم الرابطة الثلاثية ثم الألكاين.

٣) استبدال (آن) في الألكان بالمقطع (آين)"



$CH \equiv C-CH_2-CH_2Cl$

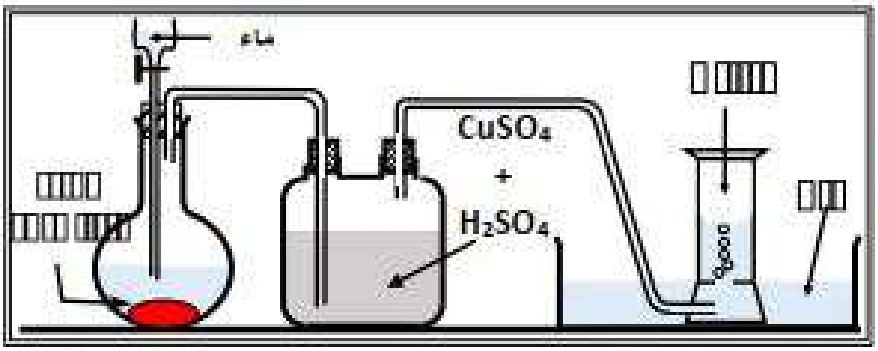
٤- كلورو ١- بيوتاين

٥- كلورو ٢- بنتاين

طريقة تحضير الإيثاين (الإستيلين)

تنقيط الماء على كربيد الكالسيوم

$$CaC_2 + 2H_2O \longrightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2$$



يمرر غاز الإستيلين على محلول كبريتات نحاس وحمض كبريتيك لتنقيته من الشوائب (الفوسفين PH_3 وكبريتيد الهيدروجين H_2S) الناتجين من الشوائب الموجودة في كربيد الكالسيوم.

تحضيره في الصناعة

بتسخين الميثان (الغاز الطبيعي) لدرجة حرارة أعلى من 1400°C ثم التبريد السريع للناتج.

$$C_2H_4 \xrightarrow[\text{تبريد سريع}]{1500^\circ C} C_2H_2 + 3H_2$$

الخواص الكيميائية

١) الاحتراق :

$$C_2H_2 + \frac{3}{2}O_2 \xrightarrow{\text{كمية محدودة}} CO_2 + H_2O + C$$

ينتج لهب داخن ؟ - لعدم احتراق الكربون تماماً.

$$C_2H_2 + \frac{5}{2}O_2 \xrightarrow{\text{كمية وفيرة}} 2CO_2 + H_2O + 3000^\circ C$$

يحترق الإستيلين في كمية وفيرة من الأكسيجين وتنتج حرارة هائلة ويسمى بلهب الأكسي استيلين الذي يستخدم في لحام وقطع المعادن.

٢) تفاعلات الإضافة :

تتم الإضافة على مرحلتين لاحتوائه على رابطتين (π) حيث تتحول الرابطة الثلاثية إلى ثنائية ثم أحادية

ومن أمثلة تفاعلات الإضافة :

أ) الهدرجة : إضافة الهيدروجين في وجود Ni مجزأ كعامل حفاز.

$$\underset{\text{إيثاين}}{H-C\equiv C-H} + H_2 \longrightarrow \underset{\text{إيثين}}{CH_2=CH_2} + H_2 \longrightarrow \underset{\text{إيثان}}{CH_3-CH_3}$$

ب) الهلجنة : (يزول لون البروم الأحمر) المذاب في رابع كلوريد الهيدروجين.

$$\underset{\text{إيثاين}}{H-C\equiv C-H} + Br_2 \longrightarrow \underset{\text{١،٢ ثنائي بروموإيثين}}{H-\overset{Br}{\overset{|}{C}}=\overset{Br}{\overset{|}{C}}-H} + Br_2 \longrightarrow \underset{\text{رباعي بروموإيثان}}{H-\overset{Br}{\overset{|}{\underset{Br}{\underset{|}{C}}}}-\overset{Br}{\overset{|}{\underset{Br}{\underset{|}{C}}}}-H}$$

ج) إضافة الأحماض الهالوجينية (HX) :

د- الهيدرة الحفزية : إضافة الماء إلى الألكاينات في وجود عوامل حفازة.

س : كيف تحصل على : الأسيتالدهيد من كربيد الكالسيوم؟

س : كيف تحصل على : حمض الأسيتيك من كربيد الكالسيوم ؟

مثال هام **ما هو الشيء الذي يصبح به الإنسان لاشيء ؟**

إن استطعت أن تجاوب على هذه الأسئلة التي سوف ترد الآن لنفسك وليس لي فسوف تجد حقيقة ما أنت عليه بحق ولكن فكر قبل أن تخدع نفسك.

س : ماذا تريد؟

س : كيف تصل على ما أردته؟

س : هل أنت تؤدي الذي سيوصلك إلى ما أردته على أكمل وجه؟

س : ما هو شعورك إن لم تؤد ذلك على أكمل وجه فبذلك لن تصل إلى ما أردته؟

س : ما هو شعورك إن أديته على أكمل وجه ووصلت إلى ما أردته؟

هل أنت متأكد أنك أصبت الجواب؟

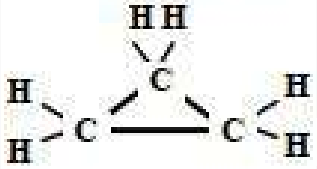
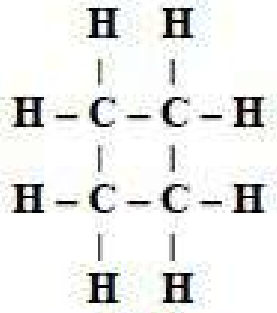
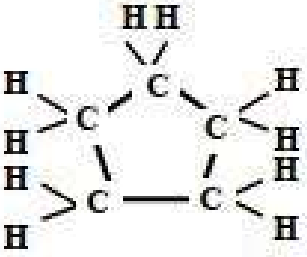
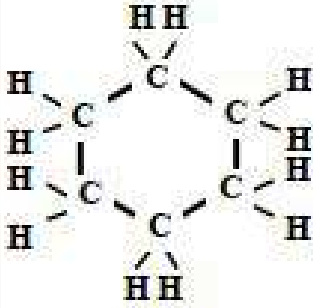
هل عرفت حقيقة ما أنت عليه؟

الهيدروكربونات الحلقية

١) المركبات الحلقية المُشبعة (الألكانات الحلقية) :

هيدروكربونات حلقية مُشبعة تبدأ بثلاث ذرات كربون صيغتها العامة C_nH_{2n} ، وتوجد مشابهة جزيئية مع الألكينات.

التسمية : الألكان + حلقي أو سيكلو + اسم الألكان

 C_3H_6 بروبن حلقي سيكلو بروبان	 C_4H_8 بيوتان حلقي سيكلو بيوتان	 C_5H_{10} بنتان حلقي سيكلو بنتان	 C_6H_{12} هكسان حلقي سيكلو هكسان

علل : البروبان الحلقي والبيوتان الحلقي مركبات نشطة للغاية (غير مستقرة)؟

لأن الزوايا في البروبان الحلقي ٦٠° والبيوتان الحلقي ٩٠° فيكون التداخل بين الأوربيتالات الذرية ضعيف وتكون الروابط بين ذرة الكربون ضعيفة سهلة الكسر.

علل : البنتان الحلقي والهكسان الحلقي مركبات مستقرة وقليلة النشاط؟

لأن الزوايا في البنتان الحلقي والهكسان الحلقي تقترب من ١٠٩° فتكون الروابط بين ذرة الكربون من النوع سيجما يصعب كسرها

٢) الهيدروكربونات الحلقية غير المُشبعة (المركبات الأروماتية العطرية) :

أ) المركبات الأليفاتية (الدهنية)	ب) المركبات الأروماتية (العطرية)
☜ مشتقة من الأحماض الدهنية.	☜ مشتقة من بعض الراتنجات والمنتجات.
☜ تحتوي على نسبة عالية من الهيدروجين.	☜ تحتوي على نسبة اقل من الهيدروجين.
☜ غالبًا عديمة الرائحة.	☜ لها روائح عطرية مميزة.
☜ أول أفرادها الميثان.	☜ أول أفرادها البنزين العطري.

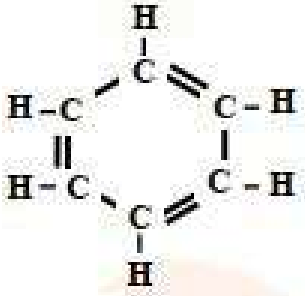
الهيدروكربونات الحلقية غير المشبعة

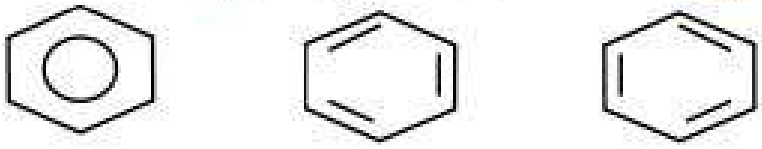
بنزين عطري C_6H_6 — نفثالين $C_{10}H_8$ — أنثراثين $C_{14}H_{10}$

البنزوبروبين : مادة توجد في دخان السجائر وهي مسببة للسرطان.

بنزين السيارات : هو الجازولين ويختلف تماماً في تركيبه عن البنزين العطري.

كيكولي اكتشف الصيغة البنائية للبنزين العطري





ملحوظة الحلقة داخل الشكل السداسي تدل على عدم تمركز الإلكترونات الستة عند ذرات كربون معينة

علل : استغرق التعرف على الصيغة البنائية للبنزين العطري وقت طويل .

لأن البنزين العطري يتفاعل بالإضافة والاستبدال وكذلك طول الروابط بين ذرات الكربون بين طول الرابطة الثنائية والاحادية.

تحضير البنزين في الصناعة

١) **من قطران الفحم :** بالتقطير الإتلافي للفحم الحجري (أي تسخينه بمعزل عن الهواء) وينتج سوائل أهمها مادة ثقيلة سوداء تسمى قطران الفحم وعند التقطير التجزيئي لقطران الفحم ينتج مركبات عضوية أهمها البنزين العطري (نحصل عليه عند درجة حرارة من 80°C إلى 82°C) .

٢) **اختزال الفينول :**

٣) من مشتقات البترول الأليفاتية : بإحدى الطريقتين

أ) من الهكسان العادي (طريقة إعادة التشكيل المحفزة) :

يمرر الهكسان العادي في درجة حرارة مرتفعة على عامل حفز يحتوي على البلاتين وتسمى بطريقة (إعادة التشكيل المحفزة)

$$C_6H_{14} \xrightarrow[\Delta]{\text{بلاتين Pt}} C_6H_6 + 4H_2$$

هكسان عادي ← بنزين عطري

ب) بلمرة الإستيلين (بلمرة ثلاثية) :

$$3C_2H_2 \xrightarrow[\text{مسخنة لدرجة الاحمرار}]{\text{أنبوبة من النيكل}} C_6H_6$$

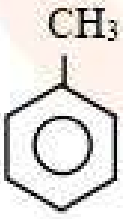
إيثاين ← بنزين عطري

٤) التقطير الجاف لبنزوات الصوديوم (تحضير البنزين في المعمل) :

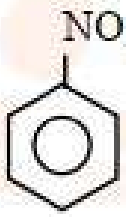
$$\text{بنزوات الصوديوم} + NaOH_{(s)} \xrightarrow[\Delta]{CaO} \text{بنزين} + Na_2CO_{3(s)}$$

تسميات مشتقات البنزين

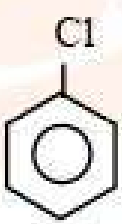
يسمى مشتق البنزين أحادي الإحلال باسم الذرة أو المجموعة + كلمة بنزين.



ميثيل بنزين
$C_6H_5CH_3$



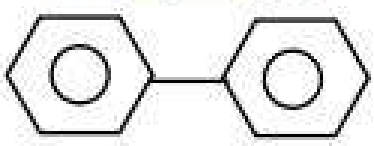
نيتروبنزين
$C_6H_5NO_2$



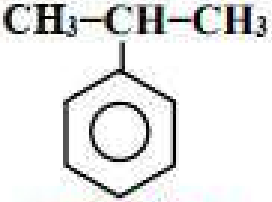
كلوروبنزين
C_6H_5Cl

شق (مجموعة) الأريل Ar

هو الشق الناتج من نزع ذرة الهيدروجين من هيدروكربون أروماتي (ويرمز له بالرمز Ar) مثل شق الفينيل ($-C_6H_5$) والذي ينتج عند نزع ذرة هيدروجين من البنزين.



ثنائي الفينيل $C_{12}H_{10}$ ← $C_6H_5 - C_6H_5$



٢- فينيل بروبان

س : ما الفرق بين ثنائي الفينيل والنفثالين؟ مع كتابة الصيغة الجزيئية لكل منها؟

- بالنسبة لثنائي الفينيل فإنه يتكون نتيجة ارتباط مجموعتي فينيل ببعضها من خلال الإلكترونات الحرة لذرتي الكربون في كل منهما.
- أما جزيء النفثالين مسطح تشترك فيه حلقتي البنزين في ذرة كربون.

ملحوظة ينتج النفثالين من التقطير التجزيئي لقطران الفحم الناتج من التقطير الإتلافي للفحم الحجري

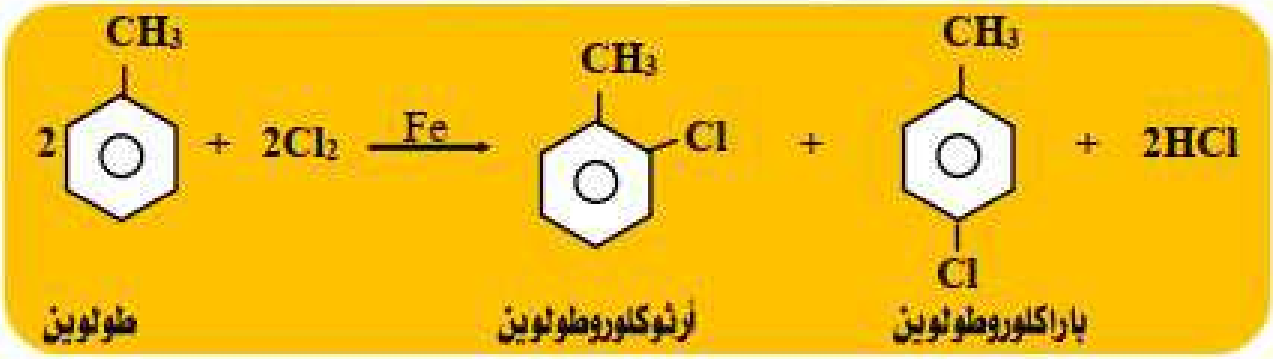
إذا كان البنزين ثنائي الإحلال :

المجموعة الموجهة :
٢ ، ٦ "أرثو" ٣ ، ٥ "ميتا" ٤ "بارا"

المجموعة الموجهة A

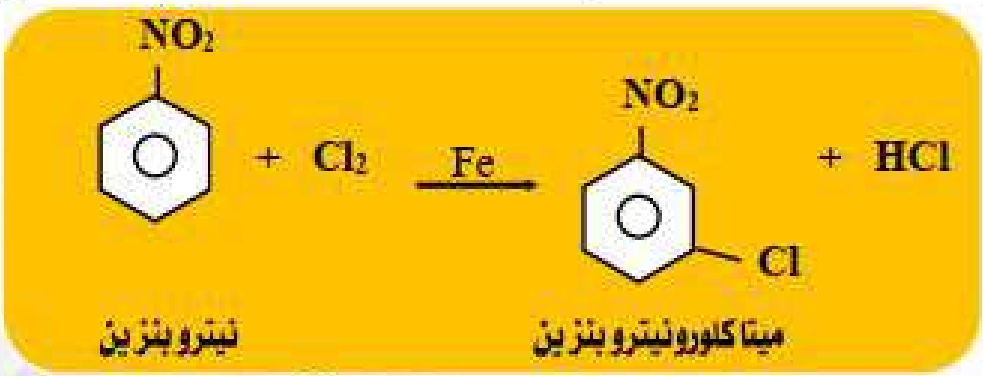
أ) المجموعات التي توجه "أرثو" و "بارا" :

مجموعة الألكيل $-CH_3$	الهالوجينات (فلور - كلور - بروم - يود)
الهيدروكسيل $-OH$	الأمينو $-NH_2$



ب) المجموعات التي توجه "ميتا" :

مجموعة النيترو $-NO_2$	كيتون $-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-$
الكربوكسيل $-COOH$	
مجموعة ألدهيد $-CHO$	



علل :

١) هلجنة الطولوين تعطي مركبين؟ لأن مجموعة الميثيل توجه أرثو وبارا.

٢) هلجنة النيتروبنزين تعطي مركب واحد ؟ لأن مجموعة النيترو توجه ميتا فقط. (+ المعادلات)

الخواص الفيزيائية للبنزين

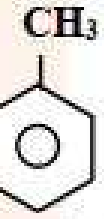
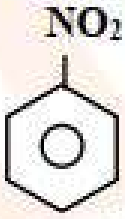
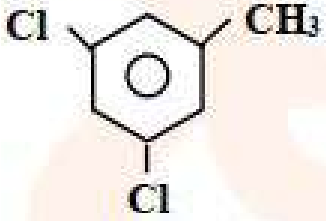
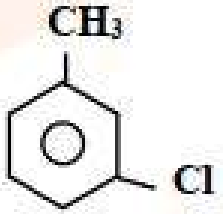
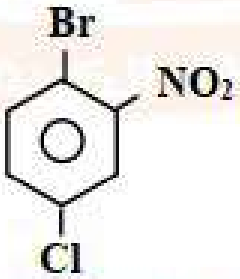
١) سائل شفاف لا يمتزج بالماء وله رائحة مميزة يغلي عند 80°C

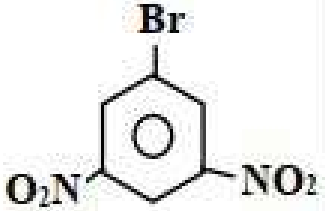
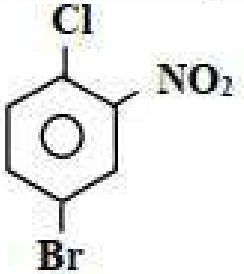
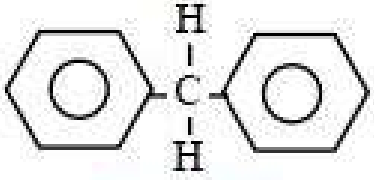
٢) يشتعل بدخان أسود مما يعني انه يحتوي على نسبة عالية من الكربون.

٣) يستخدم البنزين العطري كمذيب عضوي وفي تحضير كثير من المركبات العضوية الهامة.

تسميات البنزين

يتم ترقيم ذرة الكربون بحيث يكون مجموع ترقيم البدائل أقل رقم ممكن في التسمية تُرتب البدائل حسب حروفها الأبجدية.

 ميثيل هكسان حلقي	 نيتروبنزين	 ٣، ٥ - ثنائي كلورو طولوين
 ٣- كلورو طولوين	 ١- برومو- ٤- كلورو -٢- نيترو بنزين	٢، ٤ - ثنائي برومو- ١- كلورو بنزين

 ٢، ٥- ثنائي نيترو طولوين	 ٤- برومو- ١- كلورو -٢- نيترو بنزين	 ثنائي فينيل ميثان	الجامكسان ١، ٢، ٣، ٤، ٥، ٦- سداسي كلورو هكسان حلقي.

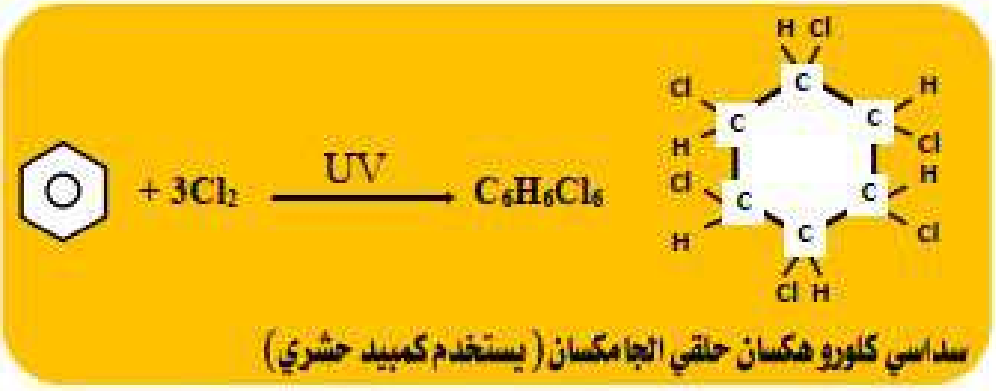
الخواص الكيميائية للبنزين

يتفاعل البنزين بالإضافة والاستبدال:

١) تفاعلات الإضافة:

أ) الهدرجة (إضافة الهيدروجين): في وجود ضغط وحرارة وعامل حفاز وينتج هكسان حلقي (سداسي هيدرو بنزين).

ب) الهلجنة: بالتفاعل مع الكلور يتكون سداسي كلورو هكسان حلقي (الجامكسان) مبيد حشري.



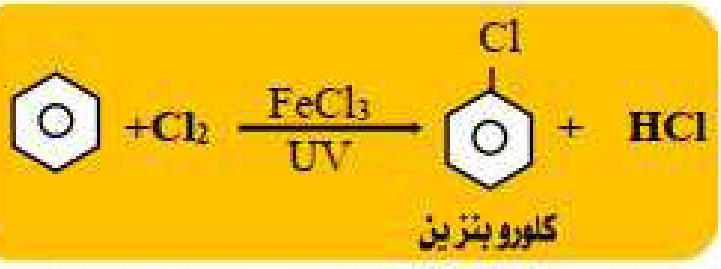
٢) تفاعلات الإحلال: تعتبر تفاعلات الإحلال هي التفاعلات الهامة للبنزين. (علل)

لأنها تمكننا من الحصول على مركبات لها أهمية اقتصادية كبيرة.

علل: تفاعلات الإحلال أسهل من الإضافة؟

لأن الطاقة اللازمة لبدء تفاعلات الإضافة كبيرة، لعدم تمركز الإلكترونات الستة عند ذرات كربون معينة عكس تفاعلات الإحلال التي يتم فيها استبدال ذرة هيدروجين بذرة أخرى.

أ) الهلجنة:



ملحوظة ثنائي كلورو ثنائي فينيل ثلاثي كلورو إيثان (د.د.ت) (D.D.T) مبيد حشري شديد السُمية. علل؟
لأن الجزء $>CH-CCl_3$ (Cl, H) يذوب في النسيج الدهني للحشرة فيقتلها.

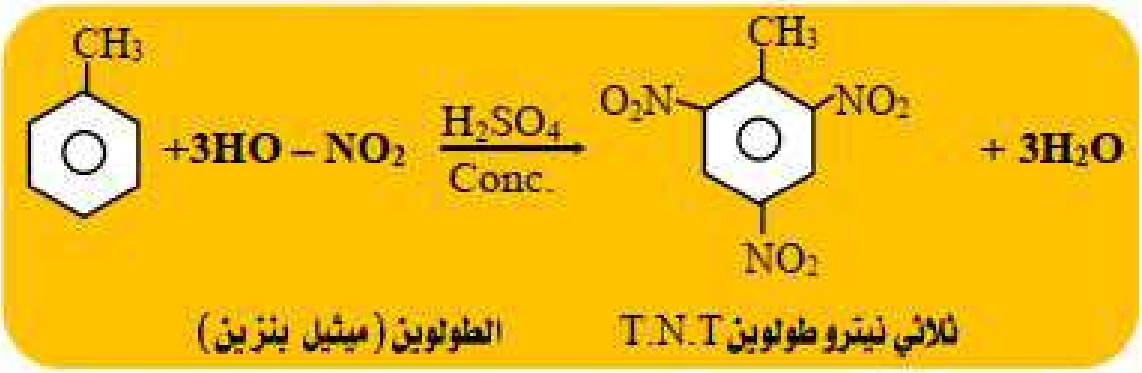
علل : وصف (D.D.T) بأنه أقبح مركب حُضر في تاريخ الكيمياء.

لأنه ثابت لا يتحلل يظل في البيئة فترة طويلة فيتسبب في مشاكل بيئية مثل موت الحشرات النافعة مثل النحل ، والأسماك من خلال مياه الري والصرف ووصل للإنسان في خلال السلسلة الغذائية وتم تحريمه في بعض الدول.

ب) الألكلة (تفاعل فريدل / كرافت) : تفاعل البنزين مع كلوريد الميثيل في وجود حفز.

ج) النيترة : تفاعل البنزين مع حمض النيتريك في وجود حمض الكبريتيك

نيترة الطولوين



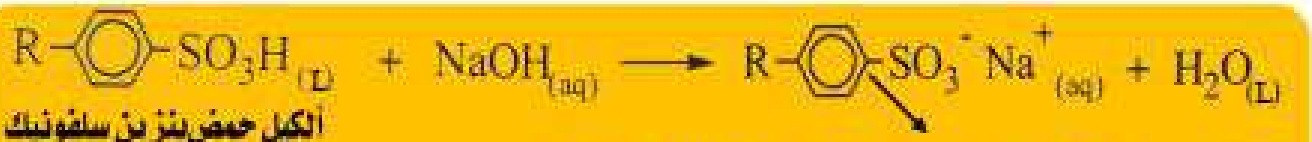
علل : مركبات عديدة النيترو شديدة الانفجار؟

لأن جزيئاتها تحتوي على الوقود الذاتي (كربون) والأكسيجين مادة مؤكسدة ، هذه المركبات تحترق بسرعة وتنتج كمية من الحرارة والغازات ويحدث الانفجار بسبب ضعف الرابطة N-O وتكون رابطتين قويتين هما الرابطة C-O في ثاني أكسيد الكربون ، N-N في جزيء النيتروجين.

ملحوظة خليط النيترة هو خليط من (حمض كبريتيك وحمض نيتريك بنسبة ١:١)

د) **السلفنة :** تفاعل البنزين مع حمض الكبريتيك المركز (إدخال مجموعة السلفونيك SO_3H- على حلقة البنزين)

صناعة المنظفات الصناعية

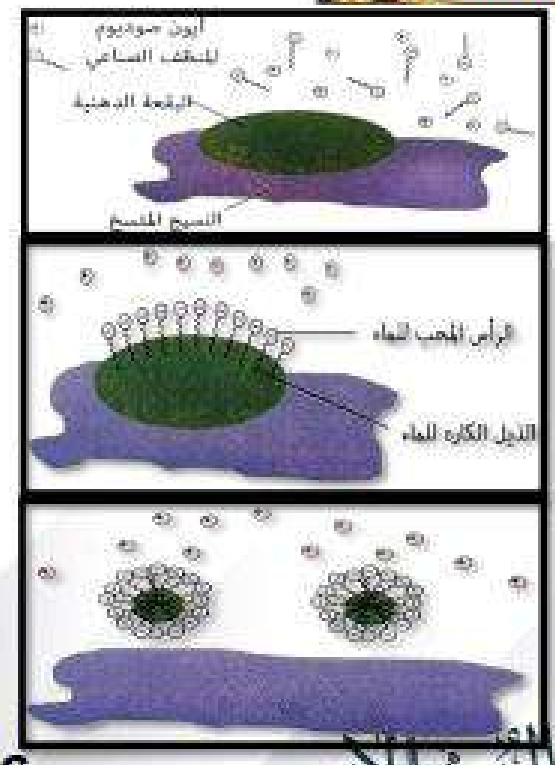


الملح الصوديومي لألكيل حمض بنزين سلفونيك (المنظف الصناعي)

ويتكون جزيء المنظف من جزأين :

١) **الذيل :** سلسلة هيدروكربونية طويلة وهو كاره للماء (غير قطبي).
٢) **الرأس :** مجموعة متأينة وهو محب للماء (قطبي).

كيفية عمل المنظف الصناعي



لا يصلح الماء في إزالة البقع الدهنية من على الأنسجة لأنها مواد عضوية والماء مذيب قطبي.

١) إضافة المنظف الصناعي إلى الماء يقلل من توتره السطحي مما يُزيد قدرة الماء على تندية (بلل) النسيج المراد تنظيفه.

٢) فترتبط رأس المنظف بالماء والذيل بالبقع الدهنية فتلتف جزيئات المنظف حول البقع الدهنية وبأقل احتكاك ميكانيكي تنفصل البقع الدهنية عن النسيج.

٣) تنفصل الكرات نتيجة للتنافر بين جزيئات متشابهة الشحنة وتتعلق في الماء على هيئة مُستحلب ، ويتم التخلص منها بعملية الشطف.

الدحيح

Al-Da7i7

خليك دحيح كيمياء

الفصل الثانى

خالد هلال

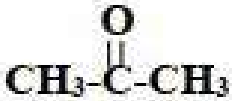
مدرس الكيمياء للمرحلة الثانوية

مُشتقات الهيدروكربونات

أولا: الكحولات والفينولات

المجموعة الفعالة (الوظيفية)

مجموعة من الذرات مرتبطة معًا بشكل معين وتشكل ركن في جزيء المركب ولكن فعاليتها (وظيفتها) تتغلب على خواص الجزيء بأكمله.

القسم	الصيغة العامة	المجموعة الوظيفية	رمزها	مثال
الكحولات	R-OH	الهيدروكسيل	-OH	CH_3-OH كحول ميثيلي
الفينولات	Ar-OH	الهيدروكسيل	-OH	 الفينول
الإيثيرات	R-O-R	الإيثيرية	-O-	CH_3-O-CH_3 إيثير ثنائي الميثيل
الألدهيدات	R-CHO	الفورميل (الألدهيد)		CH_3-CHO أسيتالدهيد
الكيتونات		الكربونيل (الكيتون)		
أحماض الكربوكسيل		الكربوكسيل		CH_3COOH حمض أسيتيك
الإسترات		الإستر		$CH_3COOC_2H_5$ إستر أسيتات الإيثيل
الامينات	$R-NH_2$	الأمين	$-NH_2$	$C_2H_5NH_2$ إيثيل أمين

الكحولات والفينولات تتميز الكحولات والفينولات بوجود مجموعة هيدروكسيل أو أكثر -OH

١) إذا اتصلت مجموعة الهيدروكسيل بمجموعة ألكيل R-OH يكون **كحول**.

٢) إذا اتصلت مجموعة الهيدروكسيل بمجموعة آريل Ar-OH يكون **فينول**.

٣) تعتبر الكحولات مشتقة من الماء H-OH باستبدال ذرة هيدروجين الماء بمجموعة ألكيل.

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

٤) يعتبر الفينول مُشتق من الماء باستبدال ذرة هيدروجين الماء بمجموعة آريل.

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

٥) الكحولات تُشتق من الألكانات باستبدال ذرة هيدروجين من الالكان بمجموعة هيدروكسيل.

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

٦) الفينول يشتق من البنزين باستبدال ذرة هيدروجين بمجموعة هيدروكسيل.

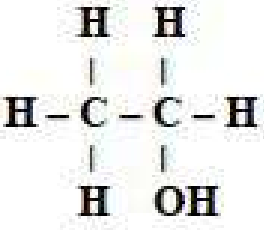
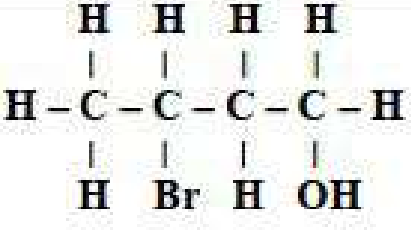
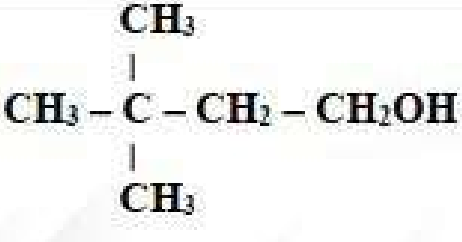
- $\cancel{Ar\text{-}H} \xrightarrow[+OH]{-H} Ar\text{-}OH$

تسمية الكحولات

١) ترقيم أطول سلسلة كربونية مستمرة من الجهة الأقرب لمجموعة الهيدروكسيل.

٢) كتابة رقم الفرع ← اسم الفرع ← رقم مجموعة الهيدروكسيل اسم الكحول.

٣) إضافة المقطع (ول) إلى الألكان المقابل.

 الميثانول	إيثانول
 ٢- برومو ١- بيوتان	 ٢، ٢ ثنائي ميثيل ١- بيوتانول

التسمية الشائعة حسب مجموعة الألكيل

كلمة كحول + اسم مجموعة الألكيل

أمثلة

كحول ميثيلي $CH_3\text{-}OH$	كحول إيثيلي $C_2H_5\text{-}OH$
كحول بروبيلي $CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}OH$	كحول أيزوبروبيلي $CH_3\text{-}CH(OH)\text{-}CH_3$

تصنيف الكحولات

تصنف الكحولات ← حسب عدد مجموعات الهيدروكسيل

أحادية الهيدروكسيل	ثنائية الهيدروكسيل	ثلاثية الهيدروكسيل	رباعية الهيدروكسيل
ميثانول	إيثيلين جليكول	جلسرول	سوربيتول
CH_3OH	$C_2H_4(OH)_2$	$C_3H_5(OH)_3$	$C_6H_8(OH)_6$
$CH_3\text{-}OH$	$CH_2(OH)\text{-}CH_2(OH)$	$CH_2(OH)\text{-}CH(OH)\text{-}CH_2(OH)$	$CH_2(OH)\text{-}CH(OH)_4\text{-}CH_2(OH)$

تصنيف الكحولات أحادية الهيدروكسيل

تصنف حسب الكاربينول $-C(OH)-$

كحولات أولية

الكاربينول يتصل بذرتين هيدروجين ومجموعة ألكيل.

الكاربينول مجموعة طرفية ، مثال:

$$R\text{-}CH_2\text{-}OH$$

الإيثانول

$$CH_3\text{-}CH_2\text{-}OH$$

- المجموعة المميزة CH_2OH
- الصيغة العامة $R\text{-}CH_2OH$

كحولات ثانوية

الكاربينول يتصل بذرة هيدروجين واحدة ومجموعتين ألكيل.

مثال:

$$R\text{-}CH(OH)\text{-}R$$

٢- بروبانول

$$CH_3\text{-}CH(OH)\text{-}CH_3$$

كحولات ثالثية

الكاربينول لا يحتوي على هيدروجين ويتصل بثلاث مجموعات ألكيل.

مثال:

$$R\text{-}C(OH)(R)\text{-}R$$

٢- ميثيل ٢- بروبانول

$$CH_3\text{-}C(OH)(CH_3)\text{-}CH_3$$

الكحولات أحادية الهيدروكسيل

الإيثانول (الكحول الإيثيلي) C_2H_5OH

الإيثانول من أقدم المركبات العضوية المحضرة صناعيًا ، حضره قدماء المصريين من تخمر المواد السكرية.

تحضير الإيثانول في الصناعة

أ) التخمر الكحولي : تحويل السكروز إلى كحول إيثيلي بفعل الانزيمات الموجودة في الخميرة.

ينتج حوالي ٢٠٪ من الإيثانول على مستوى العالم من عمليات التخمر الكحولي للمواد السكرية والنشوية خاصة في البلاد التي يكثر فيها زراعة قصب السكر والبنجر والذرة.

في مصر يُحضر الإيثانول من المولاس (المحلول السكري المتبقي بعد استخلاص السكر منه) .

وتجرى عملية التخمر بإضافة الخميرة إلى محلول المولاس (سكروز) فينكون الإيثانول وثاني أكسيد الكربون كالآتي :

$$C_{12}H_{22}O_{11(aq)} + H_2O_{(\ell)} \xrightarrow[H^+]{\text{تحلل مائي}\ \text{hydrolysis}} C_6H_{12}O_{6(aq)} + C_6H_{12}O_{6(aq)}$$

سكروز — جلوكوز — فركتوز

$$C_6H_{12}O_{6(aq)} \xrightarrow[\text{Zymase enzyme}]{\text{خميرة (انزيم الزيمز)}\ \text{yeast}} 2\,C_2H_5OH_{(\ell)} + 2\,CO_{2(g)}$$

جلوكوز — كحول إيثيلي

ب) هيدرة الإيثين : وهي الطريقة الشائعة لتحضير الإيثانول في معظم البلاد النفطية.

عند تكسير المواد البترولية كبيرة السلسلة ينتج الإيثين ، وبالهيدرة الحفزية للإيثين باستخدام حمض كبريتيك ينتج الإيثانول.

$$\text{مركبات بترولية} \xrightarrow[\text{Cracking}]{\text{تكسير}} CH_2{=}CH_{2(g)} + H_2O_{(\ell)} \xrightarrow[110\ ^\circ C]{H_2SO_4\ \text{conc.}} C_2H_5OH_{(v)}$$

علل : يعتبر الإيثانول من البتروكيماويات .

لأنه يمكن تحضيره من الإيثين والإيثين من مشتقات البترول.

تحضير الكحولات بالهيدرة الحفزية للألكينات

الإيثين هو الألكين الوحيد الذي يعطي كحول أولي بالإماهة الحفزية وبقية الألكينات تعطي كحولات ثانوية أو ثالثية.

$$CH_3-CH=CH_{2(\ell)} + H-OH_{(\ell)} \xrightarrow[110\ ^\circ C]{H_2SO_4\ conc.} CH_3-\underset{OH}{\underset{|}{CH}}-CH_{3(\ell)}$$

بروبين — ٢- بروبانول (كحول ثانوي)

الكحول المحول "السبرتو الأحمر"

هو كحول إيثيلي تُضاف إليه مواد ملونة ومواد سامة مثل الميثانول (بسبب الجنون والعمى) ومواد كريهة الرائحة مثل "البيريدين" لمنع تناوله في المشروبات الكحولية (يستخدم كوقود منزلي وبعض الصناعات الكيماوية)

[85 % إيثانول + 5 % ميثانول + 1 % إضافات + لون والباقي ماء]

- تفرض الدول ضريبة إنتاج على الإيثانول النقي ٩٦٪ للحد من تناوله في المشروبات الكحولية لما لها من اضرار اجتماعية وصحية (تليف الكبد وسرطان المعدة والمريء) ونظرًا لأن للإيثانول استخدامات عديدة يمكن استخدامه بسعر اقتصادي بعد إضافة المواد السابقة والتي لا يمكن فصلها إلا بعمليات كيميائية معقدة.

الطريقة العامة لتحضير الكحولات "بالتحلل المائي لهاليدات الألكيل"

$$R\boxed{X} + K\boxed{OH}_{(aq)} \xrightarrow{\Delta} R\,OH + K\,X$$

يتسخين هاليدات الألكيل مع المحلول المائي لقلوي قلوي تحل مجموعة OH محل شق الهاليد ويتكون الكحول المقابل.

$$CH_3-CH_2-\boxed{Br}_{(\ell)} + K\boxed{OH}_{(aq)} \xrightarrow{\Delta} CH_3-CH_2-OH_{(aq)} + KBr_{(aq)}$$

برومايد إيثيل (هاليد ألكيل أولي) — إيثانول (كحول أولي)

$$CH_3-\underset{CH_3}{\overset{H}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}-\boxed{Br}_{(\ell)} + K\boxed{OH}_{(aq)} \xrightarrow{\Delta} CH_3-\underset{CH_3}{\overset{H}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}-OH_{(aq)} + KBr_{(aq)}$$

٢- برومو بروبان
هاليد ألكيل ثانوي (برومايد بروبيل ثانوي)

٢- بروبانول (كحول ثانوي)

$$CH_3-\underset{CH_3}{\overset{CH_3}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}-Cl_{(\ell)} + KOH_{(aq)} \xrightarrow{\Delta} CH_3-\underset{CH_3}{\overset{CH_3}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}-OH_{(aq)} + KCl_{(aq)}$$

٢- كلورو٢- ميثيل بروبان
هاليد ألكيل ثالثي (كلوريد بيوتيل ثالثي)

٢- ميثيل ٢- بروبانول (كحول ثالثي)

ملحوظة

تُرتب الهالوجينات حسب سهولة نزعها كالآتي: يود > بروم > كلور أي أن يوديدات الالكيل أسهلها في التحلل (لسهولة نزع اليود).

الخواص الفيزيائية للكحولات

١) الكحولات متعادلة التأثير . علل ؟

لأن مجموعة الهيدروكسيل غير متأينة وصعوبة انفصال أيون الهيدروجين.

٢) ترتفع درجة الغليان ويقل الذوبان في الماء بزيادة مجموعة الهيدروكسيل.

٣) الأفراد الأولى سوائل خفيفة تمتزج تمامًا بالماء ، والمركبات المتوسطة سوائل زيتية القوام ، والمركبات العالية مواد جامدة ذات قوام شمعي.

علل : درجة غليان الكحولات أعلى من درجة غليان الألكينات المقابلة ؟

لوجود مجموعة الهيدروكسيل القطبية التي تكون روابط هيدروجينية بين جزيئات الكحول وبعضها.

علل : تذوب الكحولات (خاصة الأفراد الأولى منها) في الماء ؟

لوجود مجموعة الهيدروكسيل القطبية التي تكون روابط هيدروجينية مع جزيئات الماء.

الخواص الكيميائية للكحولات

١) حامضية الكحولات : الكحولات متعادلة التأثير ولكنها تسلك في بعض التفاعلات مسلك الأحماض لذلك يتفاعل الكحول مع الفلزات النشطة ويتصاعد الهيدروجين.

$$2\,C_2H_5OH_{(\ell)} + 2\,Na_{(s)} \longrightarrow 2\,C_2H_5ONa_{(\ell)} + H_{2(g)}$$

كحول إيثيلي — إيثوكسيد الصوديوم

$$2CH_3OH_{(L)} + 2Na_{(s)} \longrightarrow 2CH_3ONa_{(L)} + H_{2(g)}$$

كحول ميثيلي — ميثوكسيد الصوديوم

ويمكن تفسير الخواص الحمضية الضعيفة للكحولات على أن زوج الإلكترونات المكون للرابطة يُزاح أكثر ناحية ذرة الأكسجين الأعلى في السالبية فيسهل كسر الرابطة التساهمية القطبية (O-H) ويحل الفلز محل هيدروجين مجموعة الهيدروكسيل.

تدريب عملي **تجربة توضح الخاصية الحمضية للكحولات**

١) ضع في أنبوبة اختبار حوالي $5cm^3$ من الإيثانول وأضف عليها قطعة صوديوم صغيرة.

٢) سد فوهة الأنبوبة بأصبع اليد. نشاهد حدوث فوران وتجمع كمية من غاز H_2.

٣) قرب عود ثقاب مُشتعل لفوهة الأنبوبة تحدث فرقعة مميزة نتيجة اشتعال H_2.

٤) بخر المحلول في حمام مائي نشاهد تبقي مادة صلبة بيضاء هي إيثوكسيد الصوديوم.

٥) الصوديوم حل محل هيدروجين كمجموعة الهيدروكسيل.

يتفاعل إيثوكسيد الصوديوم مع الماء.

$$C_2H_5ONa_{(\ell)} + H-OH_{(\ell)} \longrightarrow C_2H_5OH_{(\ell)} + NaOH_{(aq)}$$

١) تفاعل الاسترة: تفاعل خاص بـ(H) مجموعة الهيدروكسيل.

$$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-\boxed{OH_{(\ell)}+H}\overset{*}{O}C_2H_{5(\ell)} \xrightarrow[conc]{H_2SO_4} CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-\overset{*}{O}C_2H_{5(aq)} + H_2O_{(\ell)}$$

حمض الأسيتيك — إيثانول — إستر أسيتات إيثيل — ماء

علل: في تفاعل الأسترة يضاف حمض الكبريتيك المركز؟

لنزع الماء ومنع التفاعل العكسي.

ملاحظة

الماء الناتج من تفاعل الإستر مصدره إتحاد ذرة H من مجموعة الهيدروكسيل في الكحول مع مجموعة OH من الحمض، وتم إثبات ذلك باستخدام نظائر الاكسجين $^{18}_{8}O$.

علل: أكسجين الماء في تفاعل الإستر مصدره الحمض وليس الكحول؟

حيث يتم تفاعل الإيثانول المحتوي على نظير الأكسجين الثقيل $^{18}_{8}O$ مع حمض أسيتيك يحتوي على نظير الاكسجين العادي $^{16}_{8}O$ فوجد أن الماء الناتج يحتوي على نظير الاكسجين العادي (أي أن أكسيجين الماء مصدره الحمض وليس الكحول).

٢) تفاعلات خاصة بمجموعة الهيدروكسيل: (نزع مجموعة OH من الكحول)

$$C_2H_5\boxed{OH_{(\ell)}+H}Cl_{(\ell)} \xrightarrow{ZnCl_2} C_2H_5Cl_{(aq)} + H_2O_{(\ell)}$$

كحول إيثيلي — حمض الهيدروكلوريك — كلوريد الإيثيل — ماء

٣) تفاعلات تخص الكاربينول: (-C-OH)

تتأكسد الكحولات بالعوامل المؤكسدة مثل حمض الكروميك (ثاني كرومات البوتاسيوم المحمضة بحمض كبريتيك مركز) او برمنجانات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز ويختلف ناتج الاكسدة باختلاف نوع الكحول.

أ) الكحول الأولي : يتأكسد إلى الألدهيد المقابل ثم إلى الحمض المقابل

ب) الكحول الثانوي : يتأكسد على كيتون ج) الكحول الثالثي : لا يتأكسد

أ) أكسدة الكحولات الأولية

تتأكسد الكحولات الأولية على مرحلتين لأن مجموعة الكاربينول تتصل بذرتين H.

$$CH_3\text{-}CH_2\text{-}H + [O] \longrightarrow CH_3\text{-}CHO + H_2O$$

أسيتالدهيد

$$CH_3\text{-}CHO + [O] \longrightarrow CH_3COOH$$

حمض أسيتيك (إيثانويك)

ملاحظة

عندما تتصل ذرة كربون بمجموعتين (OH) يكون المركب الناتج غير ثابت فيفقد جزيء ماء ويتحول لمركب ثابت.

الكشف عن الإيثانول

(الكشف عن سانق مخمور)

١) ضع في أنبوبة اختبار 3 mL إيثانول + كمية مماثلة من محلول ثاني كرومات البوتاسيوم المحمضة بحمض كبريتيك مركز (لونها برتقالي).

٢) سخن في حمام مائي لمدة ١٠ دقائق فنلاحظ تحول اللون البرتقالي إلى الأخضر ومع استمرار التسخين تظهر رائحة الخل (حمض الأسيتيك).

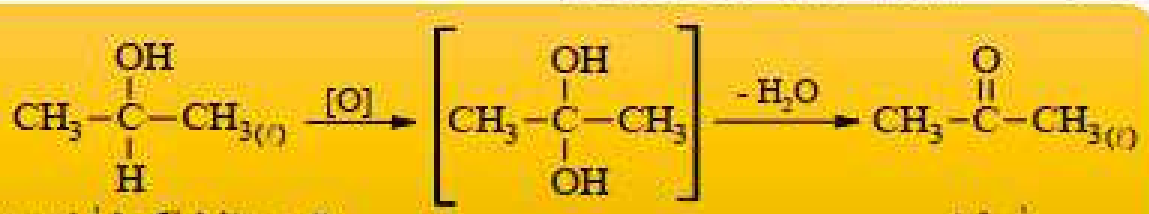
ملاحظة الكشف عن سانق مخمور

١) إذا استخدمنا محلول برمنجانات البوتاسيوم المحمضة نلاحظ زوال لونها البنفسجي.

٢) يستخدم هذا التفاعل للكشف عن تعاطي السائقين للكحولات ، حيث يسمح لهم بنفخ بالون من خلال أنبوبة بها مادة السيلكاجيل المشبعة بمادة ثاني كرومات البوتاسيوم المحمضة بحمض كبريتيك مركز ، ثم يترك البالون ليخرج منه زفير السائق ، فإذا كان السائق مخموراً يتغير لون ثاني كرومات البوتاسيوم داخل الأنبوبة من اللون البرتقالي للون الأخضر.

ب) أكسدة الكحول الثانوي

يتأكسد على مرحلة واحدة لان مجموعة الكاربينول تتصل بذرة هيدروجين واحدة للاكسدة. يتأكسد الكحول الثانوي إلى كيتون مثل أكسدة الايزوبروبانول الى اسيتون (بروبانون).



٢- بروبانول "كحول أيزوبروبيلي" — أسيتون

ج) أكسدة الكحول الثالثي

علل : الكحول الثالثي صعب أكسدته ؟

لأن الكاربينول لا يحتوي على هيدروجين قابل للأكسدة.

تفاعلات تخص الجزيء ككل

$$C_2H_5OH \xrightarrow[180^\circ C]{H_2SO_4\ Conc} C_2H_4 + H_2O$$

إيثين

$$2C_2H_5OH \xrightarrow[140^\circ C]{H_2SO_4\ Conc} C_2H_5\text{-}O\text{-}C_2H_5 + H_2O$$

إثير ثنائي الإيثيل

الأهمية الاقتصادية للكحولات (الإيثانول)

١) مذيب للمركبات العضوية مثل الزيوت والدهون.

٢) يستخدم في محاليل تعقيم الفم والاسنان عن طريق المضمضة كمادة مطهرة لقدرته على قتل الميكروبات.

٣) يستخدم الإيثانول في صناعة الروائح العطرية والمشروبات الكحولية (المشروبات الكحولية لها اضرار فتاكة على صحة الإنسان مثل تليف الكبد وسرطان المعدة والمريء).

٤) يخلط مع الجازولين ويستخدم كوقود للسيارات في بعض البلاد مثل البرازيل.

٥) يدخل في تكوين الكحول المحول [85 % إيثانول + 5 % ميثانول + 1 % إضافات + لون ورائحة والباقي ماء] ويستخدم الكحول المحول كوقود منزلي وفي بعض الصناعات الكيميائية.

٦) تملأ به الترمومترات التي تقيس درجات الحرارة المنخفضة حتى (-50°C) . علل ؟

لانخفاض درجة تجمده (-110.5°C)

كحولات ثنائية الهيدروكسيل

١) يستخدم كمانع لتجمد الماء في مبردات السيارات.
٢) يستخدم في سوائل الفرامل الهيدروليكية وأحبار الطباعة وأحبار الأقلام الجافة؟ لأنه شديد اللزوجة
٣) إنتاج بولي إيثيلين جليكول (P.E.G) الذي يستخدم في صناعة ألياف الداكرون وأفلام التصوير وشرائط التسجيل.

كحولات ثلاثية الهيدروكسيل

١) يستخدم في مستحضرات التجميل والكريمات كمادة مرطبة للجلد.
٢) في صناعة النسيج حتى يعطيه النعومة.
٣) في صناعة ثلاثي نيتروجليسرين وهي مادة شديدة الانفجار وتستخدم في علاج الأزمات القلبية لتوسيع الشرايين.

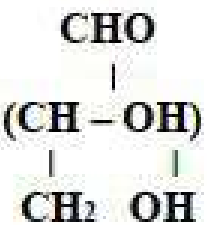
$$\begin{array}{l} CH_2-OH \\ | \\ CH-OH \\ | \\ CH_2-OH_{(\ell)} \end{array} + 3\ HO-NO_{2(\ell)} \xrightarrow{H_2SO_4\ conc} \begin{array}{l} CH_2-O-NO_2 \\ | \\ CH-O-NO_2 \\ | \\ CH_2-O-NO_{2(\ell)} \end{array} + 3\ H_2O_{(\ell)}$$

ثلاثي نيترات الجلسرين

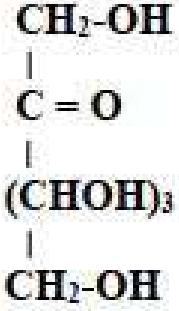
المركبات عديدة الهيدروكسيل

الكربوهيدرات هي مواد ألدهيدية أو كيتونية عديدة الهيدروكسيل مثل الجلوكوز والفراكتوز.

الجلوكوز $C_6H_{12}O_6$
مادة ألدهيدية عديدة الهيدروكسيل



الفراكتوز $C_6H_{12}O_6$
مادة كيتونية عديدة الهيدروكسيل.



اختبر غباءك

س١ : ما المقصود بكل من :

أ) المجموعة الوظيفية
ب) الكحول المحول
ج) حامضية الكحول
د) البلمرة بالتكاثف

س٢ : كيف تميز بين :

أ) كحول اولي وكحول ثالثي
ب) الإيثانول والإيثير

س٣ : كيف تحصل على :

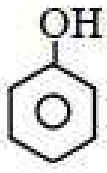
أ) أسيتون من بروبين
ب) ٢- بروبانول من ١- بروبانول (كحول ثانوي من كحول أولي) والعكس

س٤ : أكتب الصيغة البنائية للمركبات الآتية :

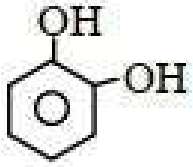
أ) كيتون عديد الهيدروكسيل من الكربوهيدرات
ب) ألدهيد عديد الهيدروكسيل من الكربوهيدرات
ج) مفرقع ويستخدم في توسيع الشرايين لعلاج الأزمات القلبية

الفينولات

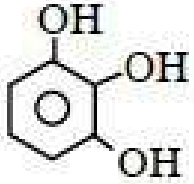
مركبات هيدروكسيلية أروماتية تتصل فيها مجموعة هيدروكسيل أو أكثر مباشرة بحلقة البنزين.



الفينول
(حمض الكربوليك)



هيدروكسي بنزين ١، ٢ ثنائي هيدروكسي بنزين



١، ٢، ٣ ثلاثي هيدروكسي بنزين

الفينول (حمض الكربوليك)

مركب عضوي له أهمية صناعية كبيرة - يستخدم كمادة أولية في تحضير كثير من المنتجات ، مثل : البوليمرات ومستحضرات السلسليك (كالأسبرين) والأصباغ.

طرق تحضير الفينول

١) من التقطير التجزيئي لقطران الفحم.

٢) من الكلوروبنزين.

الخواص الفيزيائية للفينول

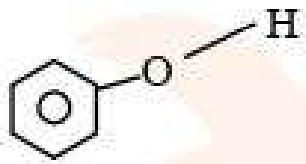
١) مادة كاوية للجلد - تنصهر عند 43°C

٢) شحيح الذوبان في الماء.

٣) يمتزج بالماء تماما عند 65°C

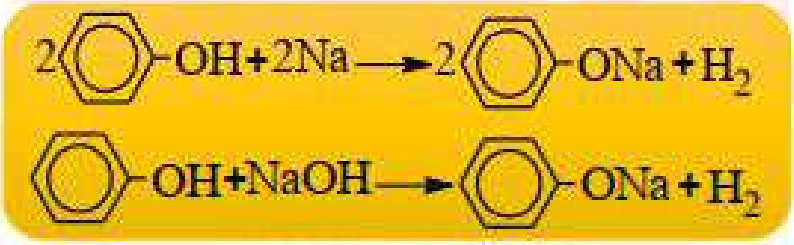
٤) له رائحة مميزة - تأثيره حامضي

الخواص الكيميائية للفينول



علل : الفينول حمضي التأثير ؟

لأن حلقة البنزين تزيد من طول الرابطة بين (O-H) فيسهل انفصال أيون الهيدروجين لذلك يسمى بحمض الكربوليك.



علل : لا يتفاعل الفينول مع الأحماض الهالوجينية ؟

لأن حلقة البنزين تقصر من طول الرابطة بين ذرة الأكسيجين وحلقة البنزين فتكون الرابطة قوية صعبة الكسر فيصعب فصل مجموعة الهيدروكسيل.

١) نيترة الفينول :

٢، ٤، ٦ - ثلاثي نيتروفينول (حمض البكريك)

وهي تستخدم في عمل المفرقعات وعلاج الحروق لأنه يصبغ الجلد باللون الأصفر ولا تسهل إزالته ويبقى عدة أيام.

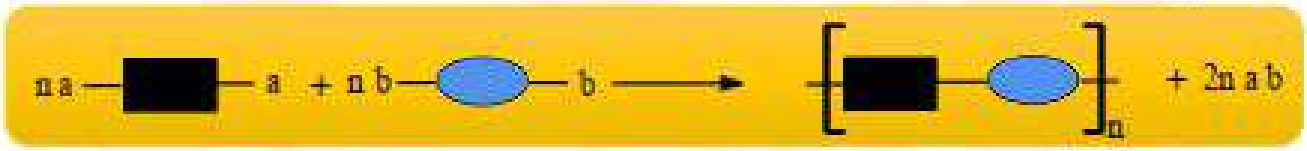
البلمرة بالتكاثف تتم بين مونمرين مختلفين يحدث بينهما تكاثف مع فقد جزيء ماء وينتج بوليمر مشترك.

مثال مع الفورمالدهيد (H-CHO)

- تسخين الفينول مع الفورمالدهيد في وجود وسط قلوي او حمض ثم تجرى عملية بلمرة بالتكاثف وينتج البكاليت.
- تم الخطوة الأولى بتفاعل جزيء من الفورمالدهيد مع ٢ جزيء من الفينول ويخرج جزيء ماء ،ثم ترتبط جزيئات البوليمر بالتتابع ويتكون البكاليت.

البكاليت هو نوع من البلاستيك الشبكي لونه بني قاتم وهو يتحمل الحرارة. لذلك يستخدم في طفايات السجائر وعازل للكهرباء لذلك يستخدم في الأجهزة الكهربية.

بوليمرات التكاثف هي بوليمرات مشتركة تنتج من ارتباط نوعين من المونمر ويخرج جزيء صغير مثل : جزيء الماء.



الكشف عن الفينول

١) عند إضافة قطرات من كلوريد الحديد III إلى محلول مائي من الفينول ويتكون لون بنفسجي.

٢) عند إضافة ماء البروم إلى محلول مائي من الفينول ويتكون راسب أبيض.

أهمية الفينول

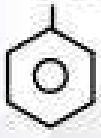
يستخدم في عمل المطهرات ،الأصباغ والبكاليت وحمض البكريك وصناعة مستحضرات السلسليك (الأسبرين).

الأحماض الكربوكسيلية

هي أكثر المركبات العضوية حامضية ولكن أقل قوة من الأحماض غير العضوية تكون مجموعة متجانسة من المركبات العضوية

تتميز بوجود مجموعة او أكثر من مجموعات الكربوكسيل ($-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH$)

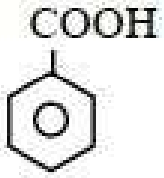
- إذا اتصلت مجموعة الكربوكسيل بمجموعة ألكيل كان الحمض أليفاتي R-COOH.
- إذا اتصلت مجموعة الكربوكسيل بمجموعة آريل كان الحمض أروماتي Ar-COOH مثل :



أحماض تحتوي على مجموعة كربوكسيل واحدة "أحادية الكربوكسيل"

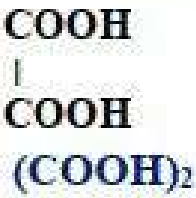
حمض الفورميك $HCOOH$

حمض البنزويك



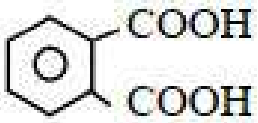
أحماض ثنائية الكربوكسيل

حمض الأكساليك



$(COOH)_2$

حمض الفيثاليك

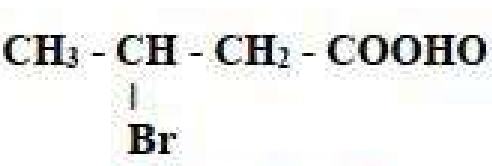


التسمية

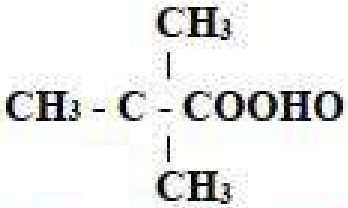
١) التسمية حسب نظام الأيوباك : إضافة المقطع (ويك) إلى الالكان المقابل.

٢) التسمية الشائعة: حسب المصدر الذي يحضر منه الحمض.

الحمض	التسمية الشائعة	المصدر	الألكان المقابل	الاسم بنظام الايوباك
$HCOOH$	حمض الفورميك	النمل	ميثان CH_4	حمض الميثانويك
CH_3COOH	حمض الأسيتيك (الخليك)	الخل	إيثان C_2H_6	حمض إيثانويك
C_3H_7COOH	حمض البيوتريك	الزبدة	بيوتان C_4H_{16}	حمض بيوتانويك
$C_{15}H_{31}COOH$	حمض بالمتيك	زيت النخيل	هكساديكان $C_{16}H_{34}$	حمض هكساديكانويك



٣- بروموحمض بيتانويك



٢،٢ ثنائي ميثيل حمض بروبانويك

تحضير حمض الخليك في الصناعة

١) الطريقة الحيوية : أكسدة المحاليل الكحولية المخففة بواسطة أكسجين الهواء في وجود بكتريا الخليك.

٢) الهيدرة الحفزية للأستيلين :

$$H-C\equiv C-H_{(g)} + H_2O_{(\ell)} \xrightarrow[HgSO_4\ (60\ ^\circ C)]{H_2SO_4\ (40\%)} CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H_{(\ell)} \xrightarrow{[O]} CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH_{(\ell)}$$

إسيتيلين — حمض الأسيتيك

الخواص الفيزيائية للأحماض

١) الأفراد الأولى : تامة الذوبان في الماء وله رائحة نفاذة.

٢) الأفراد التالية : سوائل زيتية القوام لها رائحة كريهة وشحيحة الذوبان في الماء.

٣) بزيادة الكتلة الجزيئية : نجد أحماض صلبة عديمة الرائحة غير قابلة للذوبان في الماء.

علل : درجة غليان الأحماض الكربوكسيلية أعلى من درجة غليان الكحولات المتساوية معها في الكتلة الجزيئية ؟

لوجود مجموعة الكربوكسيل في الاحماض فترتبط جزيئات الاحماض مع بعضها بزوج من الروابط الهيدروجينية.

أما الكحولات فترتبط مع بعضها بروابط هيدروجينية واحدة.

الخواص الكيميائية للأحماض

١) تفاعلات تخص الهيدروجين بمجموعات الكربوكسيل :

تظهر الخاصية الحمضية للأحماض الكربوكسيلية عند تفاعلها مع الفلزات ومع أكاسيد الفلزات والهيدروكسيدات وأملاح الكربونات والبيكربونات لتكوين الأملاح العضوية.

$$2CH_3COOH + Mg \longrightarrow (CH_3COO)_2Mg + H_2$$

أسيتات ماغنسيوم

$$CH_3COOH + NaHCO_3 \longrightarrow CH_3COONa + H_2O + CO_2$$

٢) تفاعلات تخص مجموعة الهيدروكسيل : (تفاعل الاسترة)

$$CH_3COOH + C_2H_5OH \xrightarrow[Conc]{H_2SO_4} CH_3COOC_2H_5 + H_2O$$

٣) تفاعلات تخص مجموعة الكربوكسيل : (اختزال O)

$$CH_3COOH + 2H_2 \xrightarrow[200^\circ C]{CuCrO_4} C_2H_5OH + H_2O$$

طرق الكشف عن حمض الأسيتيك عمليا

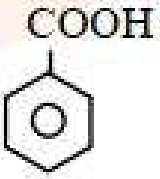
١) كشف الحامضية : إضافة كربونات الصوديوم إلى حمض الاستيك يحدث فوران ويتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يعكر ماء الجير.

٢) تفاعل الاسترة : (حمض + كحول) تظهر رائحة الإستر الذكية. مثل : رائحة الزهور والفواكه

الأحماض الكربوكسيلية الأروماتية

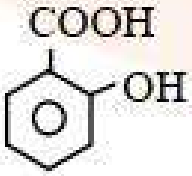
هي مركبات تحتوي على مجموعة كربوكسيل أو أكثر بحلقة البنزين.

قاعدية الحمض العضوي : هي عدد مجموعات الكربوكسيل في الحمض العضوي.



حمض بنزويك أحادي القاعدية

حمض فيثاليك ثنائي القاعدية



حمض سلسليك

حمض البنزويك

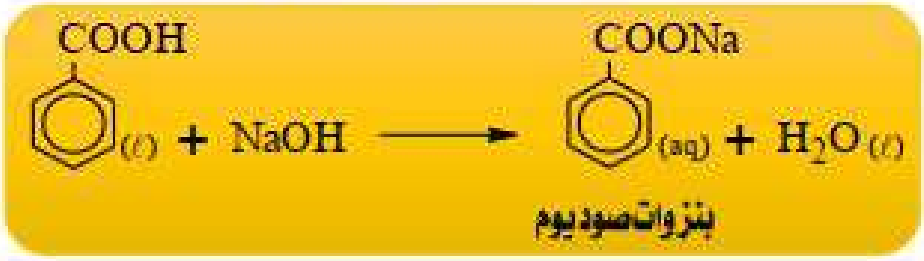
تحضيره بأكسدة البنزالدهيد أو الطولوين باستخدام مادة مؤكسدة مناسبة.

مثال أكسدة الطولوين

$$2\,C_6H_5CH_3 + 3O_{2(g)} \xrightarrow[400\ ^\circ C]{V_2O_5} 2\,C_6H_5COOH_{(aq)} + 2H_2O_{(v)}$$

طولوين — حمض بنزويك

الأحماض الأروماتية أكثر حامضية قليلًا من الأحماض الأليفاتية وأقل ذوبانًا في الماء وأقل تطايرًا من الأحماض الأليفاتية.



بنزوات صوديوم

بنزوات الإيثيل

أهمية الأحماض في حياتنا

١) حمض الفورميك HCOOH :

هو الحمض الذي يفرزه النمل الأحمر دفاعًا عن نفسه ويدخل في صناعة المبيدات الحشرية والصبغات والروائح والعقاقير.

٢) حمض الخليك CH3COOH :

- حمض الخليك الثلجي هو حمض الأسيتيك تركيزه 100% ويتجمد عند 16°C ويشبه الثلج ، الخل وهو حمض الخليك تركيزه 4%.
- حمض الخليك مادة أولية في تحضير كثير من المركبات العضوية مثل : الحرير الصناعي والصبغات والمبيدات الحشرية والإضافات الغذائية.

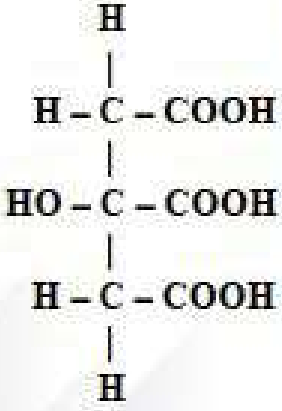
٣) حمض البنزويك :

قليل الذوبان في الماء ، يحول إلى ملحه الصوديومي أو البوتاسيومي ليذوب في الماء ويسهل امتصاصه في الجسم.

علل : تستخدم بنزوات الصوديوم 0.1 % كمادة حافظة لمعظم الأغذية المحفوظة؟

لأنها تمنع نمو الفطريات على الأغذية.

٤) حمض الستريك : يوجد في الموالح مثل الليمون (٥ - ٧٪) والبرتقال (١٪).

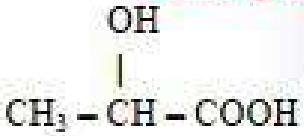


علل : يضاف إلى الفاكهة المجمدة ؟

ليحافظ على لونها وطعمها لأنه يمنع نمو البكتريا على الأغذية

لأنه يقلل الرقم الهيدروجيني PH ، وهو حمض ثلاثي القاعدية.

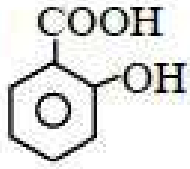
٥) حمض اللاكتيك : يوجد في اللبن ويتكون بفعل الإنزيمات التي تفرزها بعض أنواع البكتريا على سكر اللبن (اللاكتوز) كما يتكون في الجسم نتيجة للمجهود الشاق ويسبب تقلصاً في العضلات.



٦) حمض الاسكوربيك : (فيتامين ج ، C)

يوجد في الخضروات والفواكه والفلفل الأخضر ونقصه في الجسم يسبب تدهور في بعض الوظائف الحيوية والإصابة بمرض "الإسقربوط" من أعراضه (نزيف اللثة وتورم المفاصل).

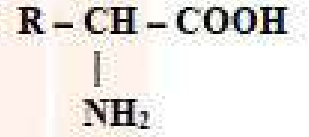
٧) حمض السلسليك : يستخدم في تحضير مستحضرات التجميل الخاصة بالجلد ليعطي الجلد النعومة ويحميه من أشعة الشمس وكان يستخدم قديماً قبل تحضير الأسبرين في علاج الصداع والبرد ولكنه يسبب قرحة المعدة.



٨) الأحماض الأمينية : هي مشتقات أمينية للأحماض الكربوكسيلية.

مثل الجلايسين (أمينو أستيك) $NH_2\text{-}CH_2\text{-}COOH$

والأحماض الأمينية الطبيعية التي توجد في البروتينات عددها (٢٠ حمض) وهي نوع من ألفا أمينو.



(مجموعة الأمينو تتصل بذرة كربون الفا)

والبروتينات : هي بوليمرات للأحماض الأمينية مثل : الأنسولين ويتكون من تكاثف (٥١ جزيء) لستة عشر حمض أميني.

علل : الأحماض الأمينية الموجودة في البروتينات من النوع ألفا – أمينو ؟

لأن مجموعة الأمينو متصلة بذرة الكربون ألفا وهي ذرة كربون تلي مجموعة الكربوكسيل.

الاسترات

تتميز الإسترات بوجود مجموعة الإستر COOR-

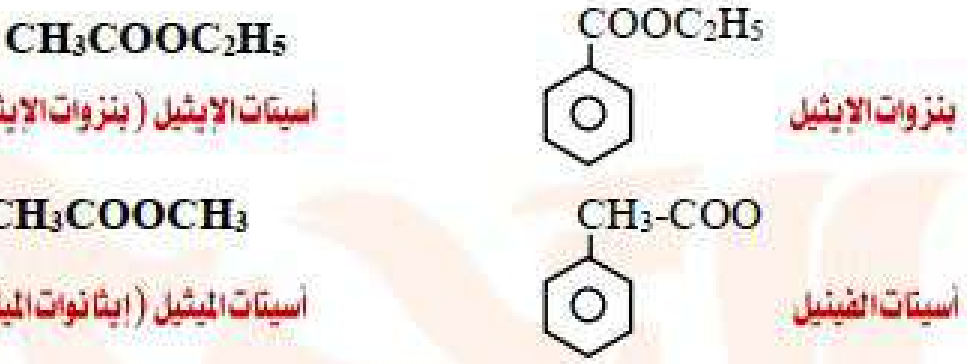
الاسترات هي ناتج تفاعل الأحماض مع الكحولات ،وتتميز الإسترات بالروائح الذكية مثل رائحة الأزهار والفواكه.

الزيوت والدهون : هي استرات مشتقة من الجلسرين مع أحماض دهنية عالية.

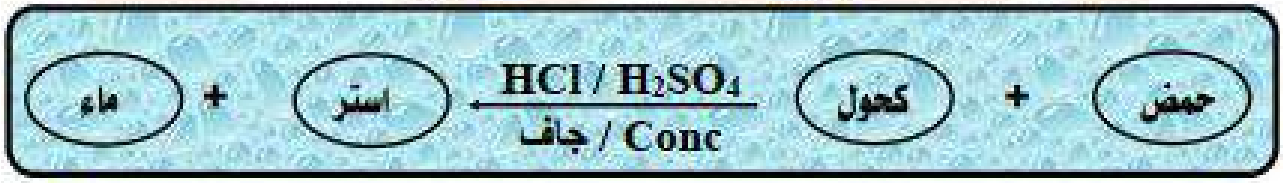
شمع النحل : هي استرات ذات كتلة جزيئية مرتفعة.

تسمية الإستر

يسمى الإستر باسم الشق الحمضي + اسم مجموعة الألكيل من الكحول.



طرق تحضير الاسترات



$$CH_3COOH + C_2H_5OH \xrightarrow[Conc]{H_2SO_4} CH_3COOC_2H_5 + H_2O$$

الكحول الإيثيلي — أسيتات الإيثيل

علل : يضاف حمض الكبريتيك المركز عند تفاعل الأسترة ؟

لأنه ينزع الماء ويمنع التفاعل العكسي.

الخواص الفيزيائية للأسترات

تقل رائحة الاستر الذكية بزيادة الكتلة الجزيئية ودرجة غليان الاسترات أقل من درجة غليان الأحماض والكحولات التي لها نفس الكتلة الجزيئية. (علل)؟

لأن الإسترات لا تحتوي على مجموعة هيدروكسيل كما في الكحولات والأحماض وبذلك لا تكون روابط هيدروجينية بين جزيئاتها.

الخواص الكيميائية للاسترات

١) التحلل المائي الحمضي : تتحلل الإسترات مائيًا في وجود حمض معدني مخفف ويتكون الحمض والكحول المشتق منهم الإستر.

$$CH_3COOC_2H_5 + H_2O \xrightarrow{H^+} CH_3COOH + C_2H_5OH$$

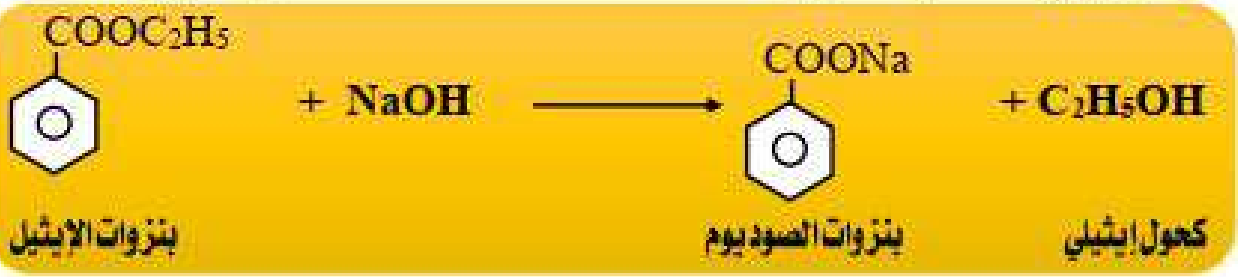
اسيتات الإيثيل — ماء — حمض الأسيتيك — كحول إيثيلي

٢) التحلل المائي القاعدي (التصبن) :

تتحلل الإسترات مائيًا في وجود مادة قلوية مثل هيدروكسيد الصوديوم أو هيدروكسيد البوتاسيوم ويتكون ملح الحمض والكحول.

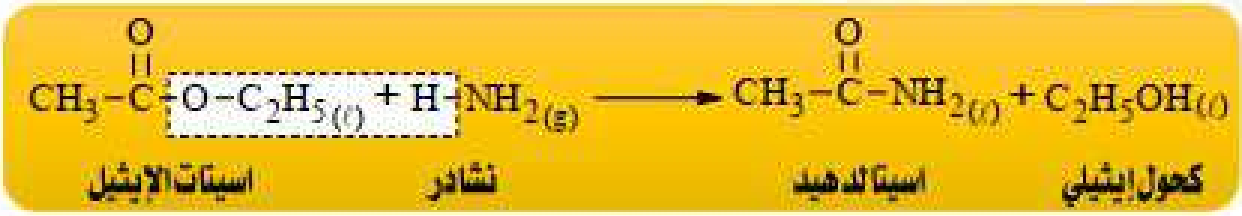
$$CH_3COOC_2H_5 + NaOH \longrightarrow CH_3COONa + C_2H_5OH$$

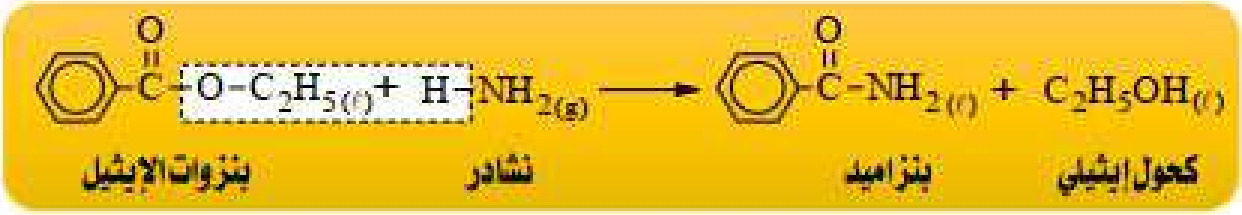
اسيتات الإيثيل — أسيتات الصوديوم — كحول إيثيلي



٣) التحلل النشادري للإسترات :

التحلل النشادري للإسترات ينتج أميد الحمض والكحول.





الاستخدامات الهامة للاسترات

١) الاسترات كمكسبات طعم ورائحة :

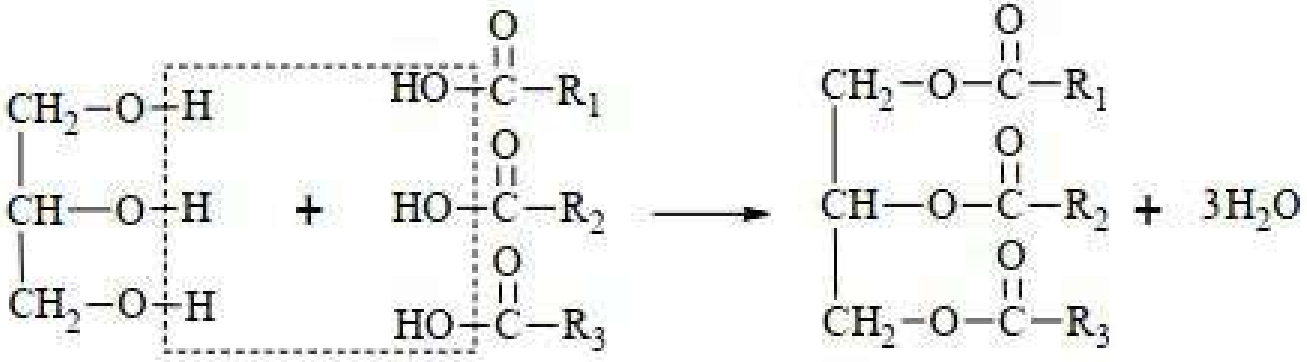
تتميز الإسترات برواتح ذكية لذا تستخدم كمكسبات طعم ورائحة في الصناعات الغذائية.

٢) الاسترات كدهون وزيوت :

الزيوت والدهون عبارة عن إسترات ناتجة من تفاعل الجلسرول مع الأحماض الدهنية.

علل : تسمى جزيئات الزيوت والدهون بثلاثي الجلسريد ؟

لأن كل جزيء منها يتكون من تفاعل جزيء واحد من الجلسريد (كحول ثلاثي الهيدروكسيل) مع ثلاث جزيئات من الاحماض الدهنية (والتي قد تكون من نوع واحد وغالبًا تكون مختلفة) . وقد تكون السلسلة الكربونية لهذه الاحماض طويلة أو قصيرة مُشبعة أو غير مُشبعة.

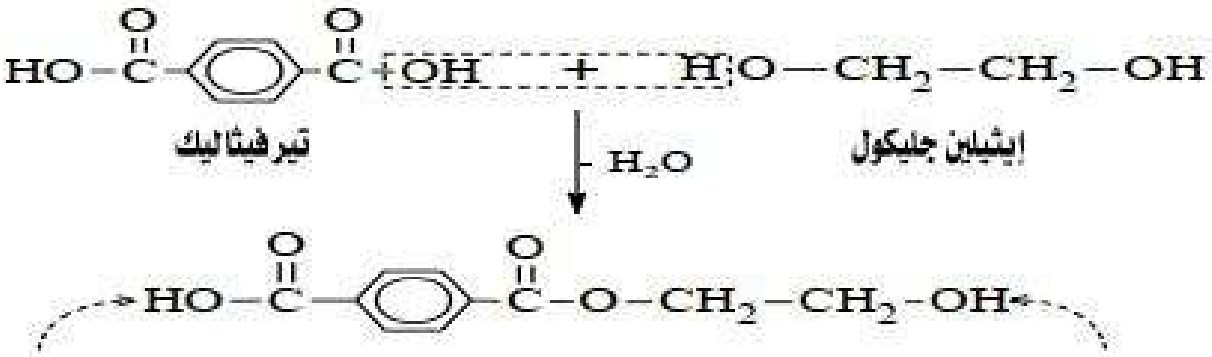


ملحوظة

يسمى التحلل المائي لإستر ثلاثي الجلسريد (الزيت أو الدهن) في وجود قلوي قوي مثل NaOH أو KOH باسم عملية التصبن وهي الأساس الصناعي لتحضير الصابون والجلسرين.

٣) الاسترات كبوليمرات:

يتكون البولي إستر من بلمرة بالتكاثف لحمض التيرفيثاليك والإيثيلين جليكول وبذلك يتكون البولي إستر (ألياف الداكرون) التي تتميز بالخمول وتستخدم في عمل صمامات القلب الصناعية واستبدال الشرايين التالفة.

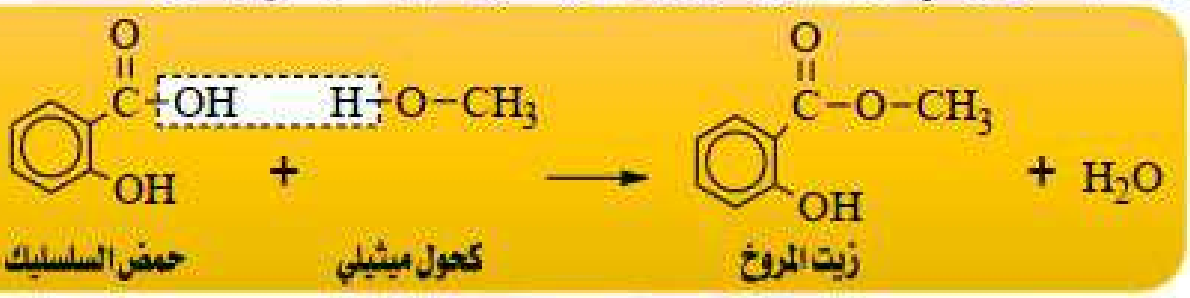


٤) الاسترات كعقاقير طبية:

حمض — ألياف — الداكرون كحول

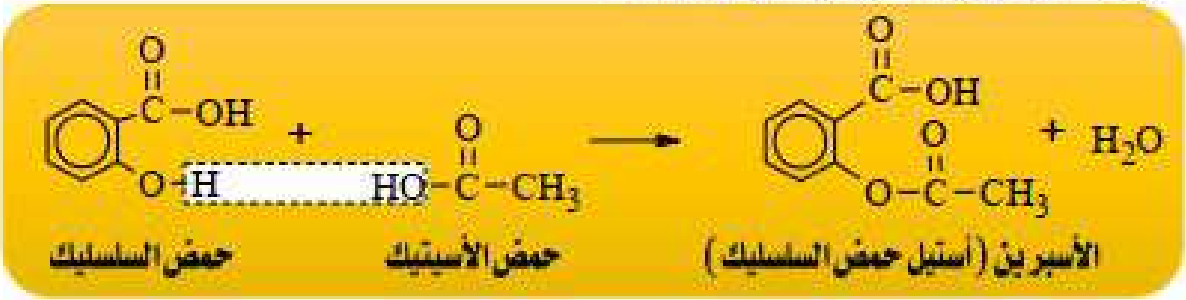
أ) زيت المروخ (سلسلات الميثيل):

يستخدم كدهان موضعي لعلاج آلام الروماتيزم ويحضر من تفاعل حمض السلساليك مع الميثانول.



ب) الأسبرين (أستيل حمض السلسليك):

- يستخدم لعلاج الصداع والبرد ويخفض درجة الحرارة ويعطي سيولة للدم فيعالج الأزمات القلبية.
- ويحضر من تفاعل حمض السلسليك مع حمض الأسيتيك.



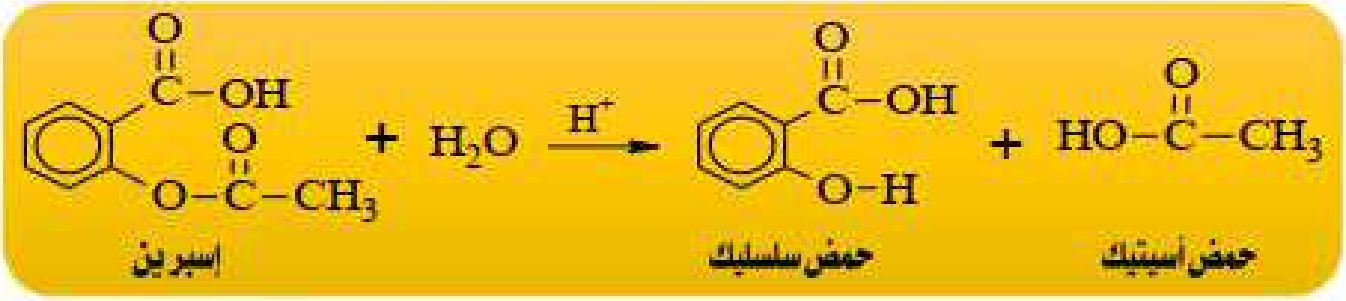
المادة الفعالة في الاسبرين هي (حمض الأسيتيك)، أما مجموعة الأستيل (CH3-CO-) فتقلل من حامضية الأسبرين وتجعله عديم الطعم ويجب تفتيت حبة الأسبرين قبل بلعها أو أخذها مذابة في الماء لأنها تسبب قرحة المعدة.

علل : ينصح الأطباء بتفتيت حبة الأسبرين قبل بلعها أو أخذها مذابة في الماء؟

لأن الأسبرين يتحال في الجسم إلى حمض سلسليك وحمض أسيتيك ،وهي أحماض تسبب تهيج جدار المعدة وقد تسبب قرحة المعدة + المعادلة.

علل : تخلط بعض أنواع الأسبرين بمادة قلوية مثل هيدروكسيد ألومنيوم $Al(OH)_3$؟

لتعادل الحموضة الناتجة عنه.



الدحيح

Al-Da7i7

خليك دحيح كيمياء

أسئلة العضوية

2025

خالد هلال

مدرس الكيمياء للمرحلة الثانوية