



دولة فلسطين  
وزارة التربية والتعليم

# الكيمياء

فرع الإقتصاد المنزلي

الفترة الثالثة

جميع حقوق الطبع محفوظة ©

دولة فلسطين  
وزارة التربية والتعليم



مركز المناهج

[moehe.gov.ps](http://moehe.gov.ps) | [mohe.pna.ps](http://mohe.pna.ps) | [mohe.ps](http://mohe.ps)

[f.com/MinistryOfEducationWzartAltrbyWaltlym](https://www.facebook.com/MinistryOfEducationWzartAltrbyWaltlym)

هاتف +970-2-2969350 | فاكس +970-2-2969377

حي الماصيون، شارع المعاهد

ص. ب 719 - رام الله - فلسطين

[pcdc.edu.ps](http://pcdc.edu.ps) | [pcdc.mohe@gmail.com](mailto:pcdc.mohe@gmail.com)

# الكيمياء العضوية

## (Organic Chemistry)

### المحتويات

|    |  |
|----|--|
| 3  | 1.3 الهيدروكربونات   |
| 3  | 1.1.3 أنواع الهيدروكربونات   |
| 4  | 2.1.3 التسمية النظامية للهيدروكربونات الأليفاتية حسب نظام الأيوباك |
| 12 | 3.1.3 بعض تطبيقات الهيدروكربونات                                   |
| 13 | 2.3 المجموعات الوظيفية   |
| 13 | 1.2.3 الهاليدات  |
| 17 | 2.2.3 الكحولات   |
| 21 | 3.2.3 الأمينات   |
| 23 | 4.2.3 الألدهيدات والكيثونات  |
| 25 | 5.2.3 الحموض الكربوكسيلية  |
| 29 | 3.3 الأسماء الشائعة لبعض المركبات العضوية                          |
| 30 | أختبر نفسي   |
| 32 | اختبار الفترة الثالثة  |

ما الصفات التي أودعها الله - سبحانه وتعالى - في المركبات العضوية حتى أصبحت كيمياء مركباتها بهذا التنوع في مجالات الحياة المختلفة؟  
يتوقع من الطلبة بعد دراسة هذه الوحدة، والتفاعل مع أنشطتها أن يكونوا قادرين على توظيف المجموعات الوظيفية في تصنيف المركبات العضوية، ودراسة بعض خصائصها وتطبيقاتها المختلفة، من خلال تحقيق الآتي:

- تصنيف الهيدروكربونات الأليفاتية بمخططات.
- كتابة أسماء الهيدروكربونات الأليفاتية باستخدام نظام الأيوباك.
- كتابة الصيغة العامة لبعض المركبات العضوية.
- تصنيف المركبات العضوية، اعتماداً على مجموعاتها الوظيفية بالمخططات.
- كتابة أسماء بعض المركبات العضوية، باستخدام نظام الأيوباك (IUPAC).
- تصميم نماذج لبعض صيغ المركبات العضوية.
- توظيف الصيغة البنائية للمركب العضوي في تفسير خصائصه الفيزيائية.
- التعرف إلى بعض تطبيقات المركبات العضوية في الحياة.



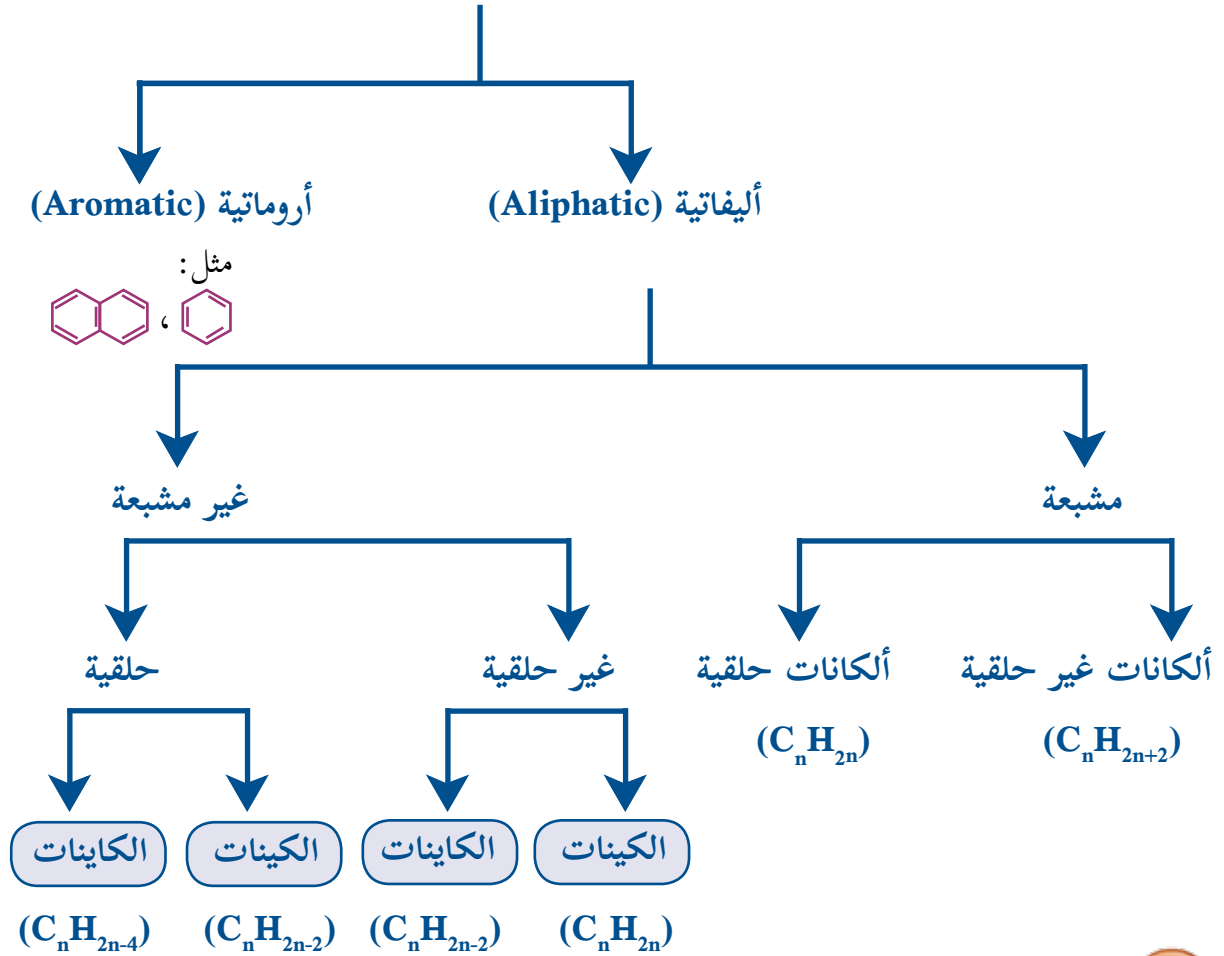
### 1.3

## الهيدروكربونات (Hydrocarbons)

### (1.1.3): أنواع الهيدروكربونات (Hydrocarbons):

تعلمت سابقاً أنّ الهيدروكربونات تتكوّن من عنصري الكربون والهيدروجين فقط، ولكنها تختلف عن بعضها برتب الروابط التساهميّة بين ذرات الكربون في المركّب، ولأنّ عدد المركّبات الهيدروكربونيّة كبير، تمّ تصنيفها إلى عدة مجموعات؛ من أجل تسهيل دراستها، وللتعرّف إليها تتبع المخطط الآتي يوضّح تصنيف المركّبات الهيدروكربونيّة:

### الهيدروكربونات



سؤال:



من خلال دراستك للمخطط السابق أكتب بلغتك الخاصة؛ تعريفاً للمركّبات الهيدروكربونية الأليفاتية؟

### 2.1.3: التسمية النظامية للهيدروكربونات الأليفاتية حسب نظام الأيوباك

#### (Nomenclature of Hydrocarbons According to IUPAC)

يلجأ الكيميائيون إلى تسمية المركبات، من أجل تمييزها عن بعضها، ولقد استخدمت أسماء شائعة ومقاطع خاصة لتسمية بعض المركبات.

ونظراً لكثرة الهيدروكربونات الطبيعية والمصنعة التي لا يمكن الإلمام بأسمائها الشائعة، فقد اقترح الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية طريقة منظمة لتسميتها، بحيث يكون لكل مركب اسم خاص يميزه عن غيره، سنقتصر في هذه الوحدة على تسمية المركبات الهيدروكربونية المشبعة وغير المشبعة غير الحلقية.

**الأيوباك:** هي كلمة تُستخدم اختصاراً للاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية (IUPAC – International Union of Pure and Applied Chemistry).

#### أولاً: تسمية الألكانات:

تعلمت في الصف العاشر تسمية الألكانات غير الحلقية وغير المتفرعة، بناءً على عدد ذرات الكربون المكونة لها، ولتذكر ذلك، نفذ النشاط الآتي:



#### نشاط (2): الألكانات غير الحلقية:

1- أي المركبات الآتية يُعدُّ من الألكانات غير الحلقية؟



2- ارسم الصيغة البنائية لـ ع-هبتان.

3- ارسم جميع الصيغ البنائية للألكان غير الحلقية الذي يحتوي على 14 ذرة هيدروجين.

4- هل يمكنك تسمية الصيغ التي رسمتها سابقاً في الفرع (3)؟

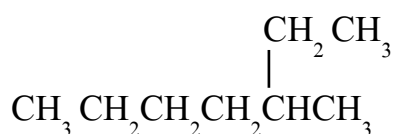
للتعرّف إلى كيفية تسمية الألكانات غير الحلقية المتفرعة حسب نظام الأيوباك، نتبع القواعد الآتية:

1- نبحث عن أطول سلسلة متواصلة من ذرات الكربون في الجزيء الواحد، وتُعدّ السلسلة الرئيسيّة للهيدروكربون الذي يُشتقّ منه الاسم، ولا يشترط أن تكون السلسلة مكتوبة على سطر أفقي.



مثال:

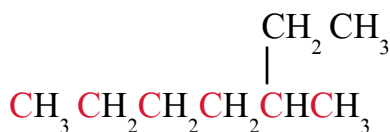
ابحث عن أطول سلسلة كربونية متواصلة في المركب:



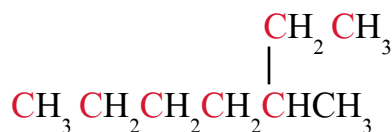
الحل:



أطول سلسلة كربونية متواصلة تكون في الشكل (أ) وعدد ذرات الكربون فيها سبع ذرات، بينما في الشكل (ب) تتكون السلسلة من ست ذرات كربون متواصلة.



(ب)

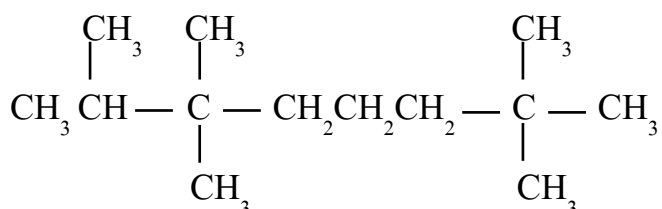
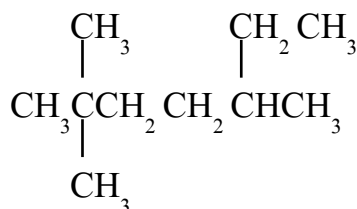


(أ)

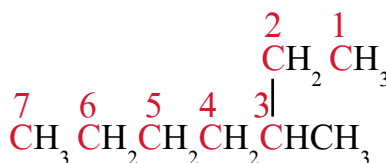
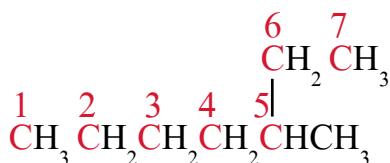
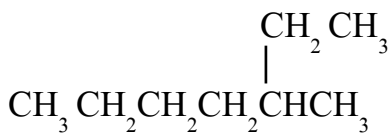
سؤال:



ما أطول سلسلة كربونية متواصلة في كل من المركبين الآتيين:



2- تُرَقِّم ذرات الكربون في أطول سلسلة متواصلة من الطرف الذي يُعطي أقل مجموع من الأرقام الدالّة على أماكن التفرّعات، فيكون الترقيم الصحيح للمركب المجاور كالآتي:



الترقيم الخاطيء

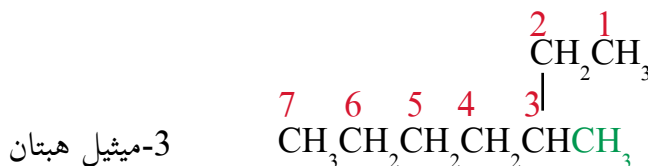
الترقيم الصحيح

3- تُسمي المجموعات الهيدروكربونيّة المتفرّعة، والتي تُعرف بالمجموعات الألكيليّة (R-)، وصيغتها العامّة  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$ ، وذلك بأن نستبدل بالمقطع (ان) في الألكان المقطع (يل)، كما هو موضّح في الجدول (1-3) الآتي:

الجدول (1-3): الاسم النظامي لبعض المجموعات الألكيليّة

| الألكان (R-H)                       | مجموعة الألكيل المشتقة (R-)          | الاسم باللغة العربيّة | الاسم باللغة الإنجليزيّة |
|-------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|--------------------------|
| $\text{CH}_4$                       | $\text{CH}_3-$                       | ميثيل                 | Methyl                   |
| $\text{CH}_3\text{CH}_3$            | $\text{CH}_3\text{CH}_2-$            | إيثيل                 | Ethyl                    |
| $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ | $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2-$ | بروبيل                | Propyl                   |
| $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ | $\text{CH}_3\text{CHCH}_3$           | أيزو بروبييل          | Iso-propyl               |

4- تُسمي الألكان المتفرّع، بذكر رقم ذرة الكربون الموجود عليها التفرّع، ثمّ اسم المجموعة الألكيلية المتفرّعة، يليها اسم الألكان الموافق لأطول سلسلة هيدروكربونيّة في الصيغة، كما يلي:

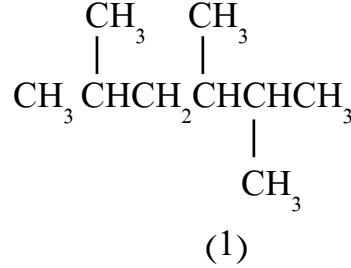
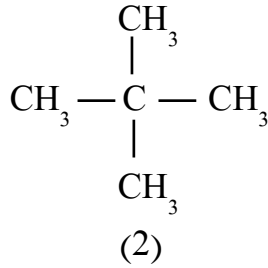


في حال تكرار المجموعة الألكيلية نفسها أكثر من مرة، نضيف المقاطع (ثنائي، ثلاثي، رباعي...) لتدل على عدد تكرار المجموعات الألكيلية المتماثلة.



مثال:

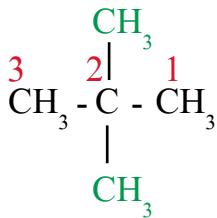
ما الاسم النظامي للمركبين الآتيين؟



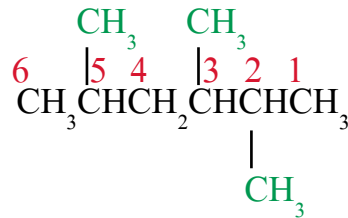
الحل:

نلاحظ أنّ أطول سلسلة في المركب (1) تحوي 6 ذرات كربون، فتكون السلسلة الرئيسة هي الهكسان، وأنّ مجموعات الميثيل المتفرّعة موجودة على ذرات الكربون ذات الأرقام 2، 3، 5، وبذلك يكون اسم المركب 2،3،5-ثلاثي ميثيل هكسان، وبتابع الخطوات نفسها، نُسَمِّي المركب (2) كما يأتي:

عند كتابة الاسم النظامي للمركب نضع خطأً قصيراً؛ لفصل الأرقام عن الحروف، وفاصلة بين الأرقام المتتالية.



2،2-ثنائي ميثيل بروبان



2،3،5-ثلاثي ميثيل هكسان

## سؤال: ?

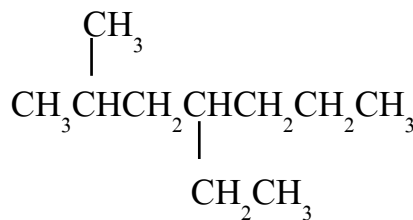
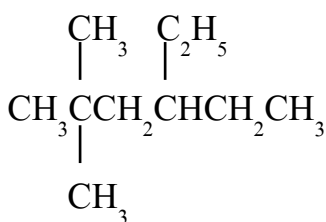
ارسم الصيغة البنائية للمركب 3،3-ثنائي إيثيل بنتان.

عند وجود مجموعات ألكيلية مختلفة على السلسلة الرئيسة، فإنها تُسمى طبقاً لترتيبها الهجائي باللغة الإنجليزية.

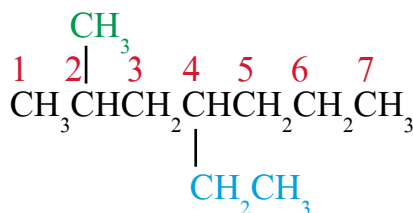
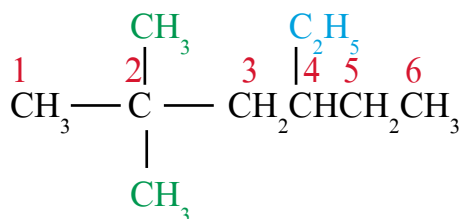


## مثال:

ما الاسم النظامي للمركبين الآتيين؟



## الحل:

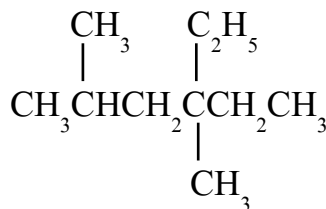


4-إيثيل-2،2-ثنائي إيثيل ميثيل هكسان

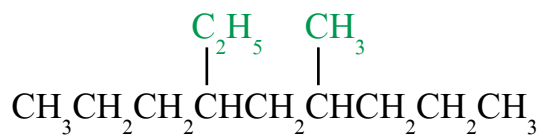
4-إيثيل-2-ميثيل هبتان

## سؤال: ?

سمِّ المركب المجاور حسب نظام الأيوباك:



عند تساوي مجموع أرقام التفرعات من طرفي السلسلة، تُعطى أولوية الترقيم للترتيب الهجائي للمجموعات الألكيلية، كما في المثال الآتي:



يُسمى المركب 4-إيثيل-6-ميثيل نونان، وليس 6-إيثيل-4-ميثيل نونان.



## ثانياً: تسمية الألكينات:



درست في الصف العاشر الألكينات، وبعضاً من مميزات العامة، ولتذكر ذلك، نفذ النشاط الآتي:



### نشاط (3): الألكينات غير الحلقية:

1- أي من الصيغ الآتية ممكن أن تكون من الألكينات غير الحلقية؟



2- ما اسم الألكين المقابل للبروبان؟

3- ارسم جميع الصيغ البنائية للألكين غير الحلقية الذي يحتوي على (4) ذرات كربون.

لعلك تتساءل عن كيفية تسمية متشكلات الألكين التي رسمتها في النشاط السابق.

يمكن تسمية الألكينات ومتشكلاتها من خلال اتباع الخطوات الآتية:

1- تُسمّى الألكينات المستقيمة وغير المتفرّعة التي تحتوي على رابطة ثنائية واحدة، وذلك بأن نستبدل بالمقطع (ان) في الألكان المقطع (ين) في الألكين المقابل، ويتم ترقيم أطول سلسلة تحتوي الرابطة الثنائية من الطرف الأقرب لها، كما هو موضّح في الجدول (2-3) الآتي:

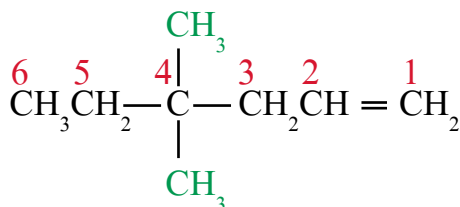
الجدول (2-3): الاسم النظامي لبعض الألكينات المستقيمة

| عدد ذرات الكربون | اسم الألكان | اسم الألكين المقابل | الصيغة الجزيئية | الصيغة البنائية       |
|------------------|-------------|---------------------|-----------------|-----------------------|
| 2                | إيثان       | إيثين               | $C_2H_4$        | $CH_2=CH_2$           |
| 3                | بروبان      | بروبين              | $C_3H_6$        | $CH_3CH=CH_2$         |
| 4                | بيوتان      | -1 بيوتين           | $C_4H_8$        | $CH_3CH_2CH=CH_2$     |
|                  |             | -2 بيوتين           |                 | $CH_3CH=CHCH_3$       |
| 5                | بنتان       | -1 بنتين            | $C_5H_{10}$     | $CH_3CH_2CH_2CH=CH_2$ |
|                  |             | -2 بنتين            |                 | $CH_3CH_2CH=CHCH_3$   |

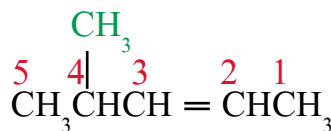
يشار إلى موقع الرابطة الثنائية برقم أول ذرة كربون بدأت منها.



2- تُسمّى الألكينات المستقيمة والمتفرعة بقواعد تسمية الألكانات غير الحلقية نفسها، على أن تتضمّن السلسلة الرئيسة الرابطة الثنائية، بأقل رقم ممكن، كما هو موضح في المثالين الآتيين:

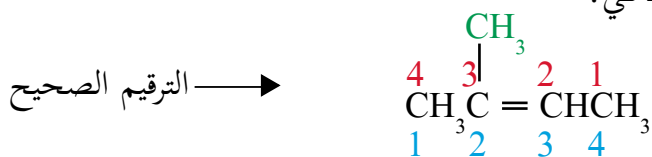


4،4-ثنائي ميثيل-1-هكسين



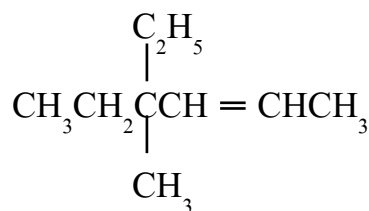
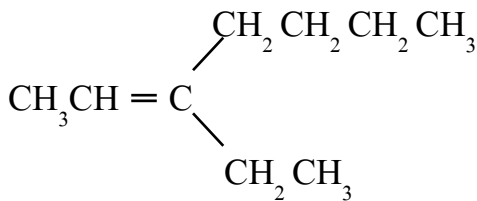
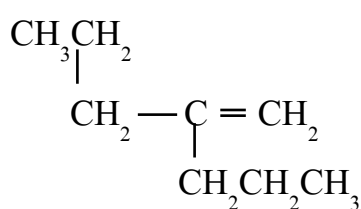
4-ميثيل-2-بنتين

3- إذا تساوى ترقيم الرابطة الثنائية من كلا طرفي السلسلة الرئيسة، فإننا نرقم من الطرف الأقرب إلى التفرع، كما هو موضح في المثال الآتي:



2-ميثيل-2-بيوتين

سؤال: سمّ الألكينات الآتية، حسب نظام الأيوباك:



### ثالثاً: تسمية الألكينات غير الحلقية:

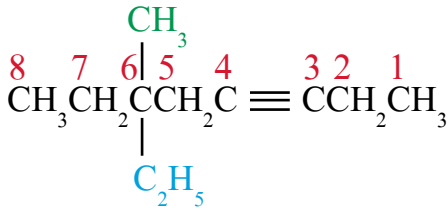


تُعدّ الألكينات هيدروكربونات غير مشبعة، تحوي رابطة ثلاثية بين ذرتي كربون متجاورتين، وصيغتها العامة  $C_n H_{2n-2}$ ، ويشترك اسم الألكين من اسم الألكان المقابل، وذلك بأن نستبدل بالمقطع (ان) في الألكان المقطع (اين) في الألكين، كما هو موضح في الجدول (3-3) الآتي:

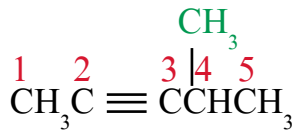
الجدول (3-3): الاسم النظامي لبعض الألكينات غير الحلقية

| عدد ذرات الكربون | اسم الألكان | اسم الألكين المقابل | الصيغة الجزيئية | الصيغة البنائية           |
|------------------|-------------|---------------------|-----------------|---------------------------|
| 1                | ميثان       | -                   | -               | -                         |
| 2                | إيثان       | إيثاين              | $C_2H_2$        | $HC \equiv CH$            |
| 3                | بروبان      | بروباين             | $C_3H_4$        | $CH_3C \equiv CH$         |
| 4                | بيوتان      | 1-بيوتاين           | $C_4H_6$        | $CH_3CH_2C \equiv CH$     |
| 5                | بنتان       | 1-بنتاين            | $C_5H_8$        | $CH_3CH_2CH_2C \equiv CH$ |

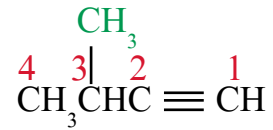
أما في حالة الألكينات المتفرعة، فتُسمّى بقواعد تسمية الألكينات نفسها، كما في الأمثلة الآتية:



6-إيثيل-6-ميثيل-3-أوكتاين

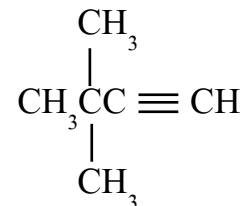
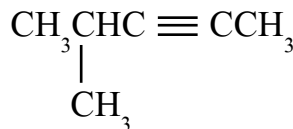
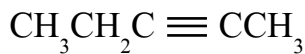


4-ميثيل-2-بنتاين



3-ميثيل-1-بيوتاين

سؤال: سمّ الألكينات الآتية، حسب نظام الأيوباك:



### 3.1.3: بعض تطبيقات الهيدروكربونات:

تعدّ الهيدروكربونات مصدراً مهماً لانتاج الطاقة، إضافة إلى ذلك تدخل في تطبيقات حياتية متنوعة أخرى والتي من أهمها:

#### الميثان:

يُشكّل الميثان ما نسبته 80% من الغاز الطبيعيّ المستخدم كوقود، وينتُج من احتراقه أسودُ الكربون، الذي يُستخدم في صناعة أحبار الطابعات، ويُستخدم أيضاً كمادة أولية في تحضير الكثير من المركبات العضوية كالكلوروفورم  $CHCl_3$  المعروف كمادة مخدرة، وفي تحضير رابع كلوريد الكربون  $CCl_4$  المعروف كمذيب عضوي.



#### النفثا (naphtha):

مركّبات هيدروكربونية تتكون من (4 - 12) ذرة كربون، تستخدم بشكل واسع كمذيبات عضوية في سوائل التنظيف الجاف، وصناعة الدهانات، وفي صناعة اللوآعات (القذّاحات).

#### الزيوت المعدنية (mineral oil):

إحدى منتجات تكرير النفط، وهي زيوت شفافة عديمة الرائحة تحتوي جزيئاتها على 15-40 ذرة كربون، تدخل في تركيب زيوت الأطفال، وفي المراهم التجميلية، ومصفّفات الشعر، ومعالجة الأكزيما، وتستخدم أيضاً كملين للمعدة (Laxative)، وتستعمل بعض الزيوت المعدنية كموصل حراري، وفي التحريك الهيدروليكي في الرافعات وآلات الكبس، وبعضها يستخدم في التشحيم، وفي صناعة شمع الإضاءة.



## 2.3 المجموعات الوظيفية (Functional Groups)



نظراً لوجود عدد كبير من المركبات العضوية، فقد تم تصنيفها إلى مجموعات؛ لتسهيل دراستها، والتعرّف إلى خواصها الكيميائية والفيزيائية.

أنّ المركبات العضوية قد تحتوي بالإضافة إلى عنصري الكربون والهيدروجين، على ذرات عناصر أخرى، كالأكسجين، والكلور، والنيتروجين. وقد تبين لك أنّ ذرة الأكسجين قد ترتبط بذرة الكربون برابطة تساهمية أحادية أو ثنائية. وما يميّز هذه المركبات بعضها عن بعض، ويُحدد صفاتها الكيميائية والفيزيائية، هو نوع العناصر المكوّنة لها، وكيفية ارتباطها، والتي تُسمّى بالمجموعة الوظيفية.

المجموعة الوظيفية: هي ذرة أو مجموعة من الذرات توجد في المركبات العضوية، وهي المسؤولة عن تحديد صفاتها الفيزيائية والكيميائية.



وبناءً على ذلك، تمّ تصنيف المركبات العضوية إلى عدة مجموعات، منها: الهاليدات، والكحولات، والأمينات، والألدهيدات، والكيتونات، والحموض الكربوكسيلية، وغيرها. وسنتعرّف في هذا الفصل إلى بعض المركبات العضوية، وطريقة تسميتها، وخصائصها الفيزيائية، وبعض استخداماتها في مجالات الحياة المختلفة.

### 1.2.3: الهاليدات (Halides)

تُعرّف الهاليدات: بأنّها مركبات عضوية استُبدلت فيها ذرة هالوجين بإحدى ذرات الهيدروجين، ويوجد بعض الهاليدات التي تحتوي على أكثر من ذرة هالوجين، والشكل (1-3) الآتي يُبيّن صيغ بعض الهاليدات العضوية:



الشكل (1-3): صيغ بعض الهاليدات العضوية

## ■ تصنيف هاليدات الألكيل (Classification of Alkyl Halides):

هاليدات الألكيل: هي الكانات، استُبدلت فيها ذرة هالوجين بإحدى ذرات الهيدروجين.

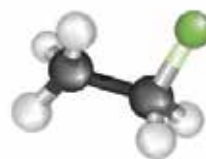
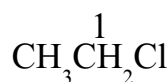
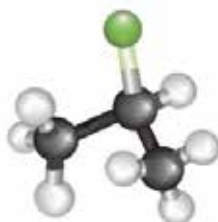
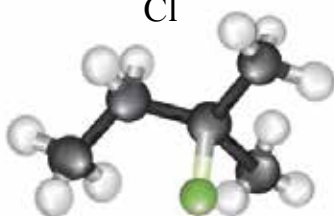
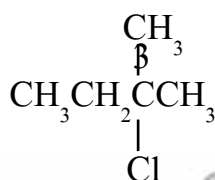


تُصنّف هاليدات الألكيل حسب موقع ذرة الهالوجين على السلسلة الهيدروكربونية إلى عدة أنواع، ولتتعرف هذه الأنواع، نفّذ النشاط الآتي:



نشاط (2): تصنيف هاليدات الألكيل، حسب موقع ذرة الهالوجين على السلسلة الهيدروكربونية:

تأمّل صيغ هاليدات الألكيل الآتية، ثمّ أجب عن الأسئلة التي تليها:



رقم هاليد الألكيل

الصيغة البنائية:

1- رقم السلسلة الهيدروكربونية لكل هاليد، على اعتبار أنّ ذرة الكلور فرع على السلسلة الهيدروكربونية.

2- حدّد رقم ذرة الكربون المتّصلة بذرة الكلور في المركّبات السابقة.

3- كم ذرة كربون متصلة بذرة الكربون المرتبطة بذرة الكلور؟

4- اقترح تصنيفاً مناسباً لهاليدات الألكيل السابقة.

لعلّك توصلت من النشاط السابق إلى أنّ ذرة الكربون المتّصلة بذرة الكلور قد ترتبط بذرة كربون واحدة، أو ذرتين، أو ثلاث، وبذلك تُصنّف هاليدات الألكيل حسب موقع ذرة الهالوجين على السلسلة الهيدروكربونية إلى أولية  $1^\circ$  ( $\text{RCH}_2\text{X}$ )، أو ثانوية  $2^\circ$  ( $\text{R}_2\text{CHX}$ )، أو ثالثية  $3^\circ$  ( $\text{R}_3\text{CX}$ ). (تمثل X: فلور، كلور، بروم، يود).

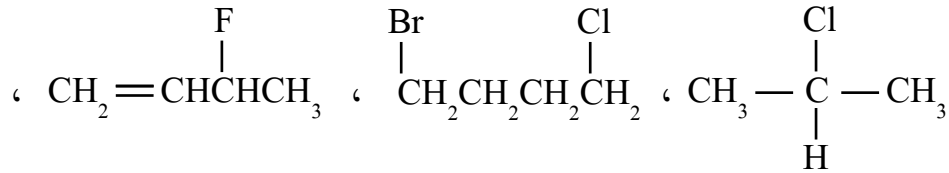
## ■ تسمية الهاليدات باستخدام نظام الأيوباك (IUPAC):

تُعدّ الهاليدات مشتقات للهيدروكربونات، وبذلك تُسمّى باستخدام خطوات تسمية الهيدروكربونات، ويُضاف مقطع فلورو أو كلورو أو برومو أو أيودو قبل اسم الهيدروكربون، حسب ذرّة الهالوجين الموجود في السلسلة الهيدروكربونية. كما يُستخدم لفظ ثنائي، أو ثلاثي، وغيرها؛ للدلالة على عدد ذرّات الهالوجين المكررة في المركّب.



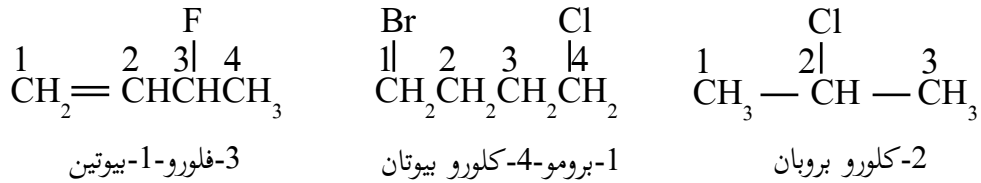
—مثال:—

ما الاسم النظامي لكل من الهاليدات الآتية؟



—الحل:—

باستخدام قواعد تسمية الهاليدات، تكون أسماء المركّبات كما يأتي:



3-فلورو-1-بيوتين

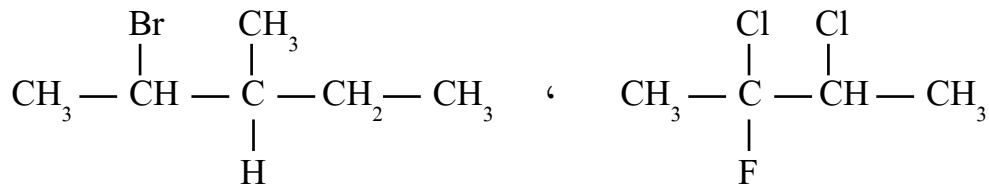
1-برومو-4-كلورو بيوتان

2-كلورو بروبان

سؤال:



اكتب الاسم النظامي للمركّبين الآتيين:



## ■ الخواص الفيزيائية للهاليدات (Physical Properties of Halides):

تعلّمت في وحدة الروابط الكيميائية أنّ قطبيّة الجزيئات تتأثر بنوع الذرّات المكونة لها؛ ما يُؤثر في خصائصها الفيزيائية، كدرجة غليانها، وذائبيتها في المذيبات المُختلفة، تعتمد درجات غليان الهاليدات على عدة عوامل، ولتعرّف إلى هذه العوامل، ويمكن أن نستنتجها من خلال تأمل الجدول (3-4):

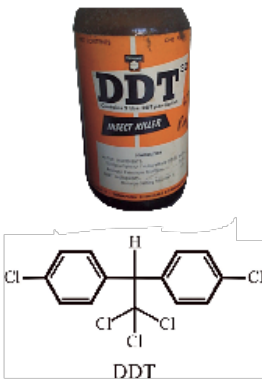
الجدول (3-4): درجة غليان بعض الهاليدات عند (1) ضغط جوي

| الرقم           | 1                     | 2                      | 3                      | 4                     | 5                               | 6                               | 7                        | 8               |
|-----------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------|-----------------|
| هاليد الألكيل   | $\text{CH}_3\text{F}$ | $\text{CH}_3\text{Cl}$ | $\text{CH}_3\text{Br}$ | $\text{CH}_3\text{I}$ | $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$ | $\text{C}_3\text{H}_7\text{Cl}$ | $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ | $\text{CHCl}_3$ |
| درجة غليانه (س) | -78                   | -24                    | 3                      | 42                    | 12                              | 47                              | 40                       | 61              |

من أهم هذه العوامل:

- 1- نوع ذرة الهالوجين: يؤدي الانتقال من الفلور إلى اليود في المجموعة السابعة زيادة في درجة غليان الهاليد.
- 2- عدد ذرات الهالوجين المرتبطة في السلسلة الهيدروكربونية: تؤدي زيادة عدد ذرات الهالوجين المرتبطة بالسلسلة الهيدروكربونية إلى ارتفاع درجة غليان الهاليد.
- 3- طول السلسلة الهيدروكربونية: يؤدي الزيادة في طول السلسلة الهيدروكربونية إلى ارتفاع درجة غليان الهاليد بسبب زيادة كتلته المولية.

### ■ بعض تطبيقات الهاليدات (Applications of Halides):



تُستخدم الهاليدات في عدة تطبيقات، منها: مواد التبريد في الثلاجات، مثل مركب ثلاثي كلورو فلورو ميثان  $\text{CCl}_3\text{F}$  (فريون 11)، وصناعة المبيدات الحشرية، مثل DDT، كما تُستخدم كمذيبات لبعض المركبات العضوية، بالإضافة إلى استخدامها في الصناعات البلاستيكية، مثل صناعة البولي فينيل كلورايد (Poly vinyl chloride (PVC)).

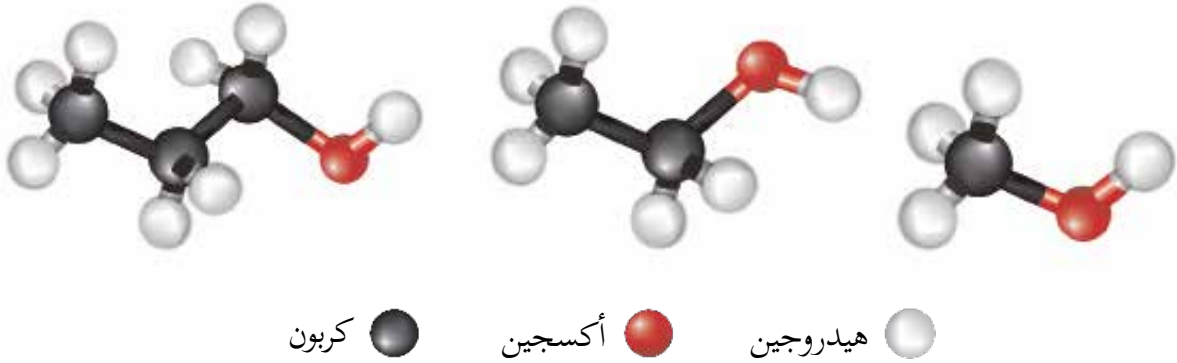
هناك محاذير دولية على استخدام مادة ال DDT؛ سبب خطورتها على الإنسان لما لها من قدرة على الذوبان في أنسجة الكائنات الحية، والتسبب بأمراض خطيرة.





### 2.2.3: الكحولات (Alcohols)

عرف الإنسان الكحولات منذ زمن بعيد، ويُعدُّ الإيثانول من أوائل الكحولات التي تمَّ تحضيرها من تخمّر السكريات، ويُستخدم الإيثانول حالياً كوقود ومعقّم طبيّ. ولتتعرف إلى الصّيغة العامة للكحولات، تأمل الصّيغ البنائية الآتية، ثم أجب عن الأسئلة التي تليها:



1- اكتب الصيغة البنائية بالرموز للكحولات الظاهرة في الصيغ السابقة.

2- ما المجموعة الوظيفية المشتركة بين المركبات السابقة؟

3- اكتب الصيغة العامة للكحولات.

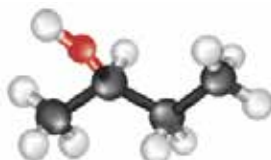
لعلك لاحظت من الصّيغ البنائية السابقة أنّ الكحولات مركّبات عضوية، تحتوي على مجموعة هيدروكسيل OH متصلة بذرة كربون مشبعة، وصيغتها العامة هي ROH، حيث تُمثّل R مجموعة الألكيل، وقد تكون هذه المجموعة سلسلة هيدروكربونية مفتوحة أو متفرعة أو حلقية، ويُستثنى من ذلك الفينول، الذي تكون فيه مجموعة الهيدروكسيل متصلة بحلقة بنزين.

### تصنيف الكحولات أحادية الهيدروكسيل (Classification of Alcohols):

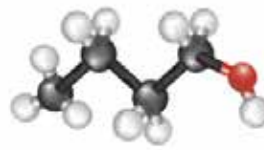
تعلمت سابقاً تصنيف هاليدات الألكيل حسب موقع ذرة الهالوجين على السلسلة الهيدروكربونية، وبالطريقة نفسها، تُصنّف الكحولات أحادية الهيدروكسيل حسب موقع مجموعة الهيدروكسيل على السلسلة الهيدروكربونية إلى أولية 1 (RCH<sub>2</sub>OH)، أو ثانوية 2 (R<sub>2</sub>CHOH)، أو ثالثة 3 (R<sub>3</sub>COH)، كما هو موضح في الصّيغ البنائية الآتية:



( 3 )



( 2 )



( 1 )

## تسمية الكحولات باستخدام نظام الأيوباك (IUPAC):

تحتوي بعض الكحولات على أكثر من مجموعة هيدروكسيل، فقد تحتوي على مجموعتين أو ثلاث مجموعات.

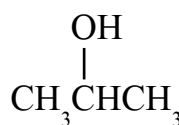
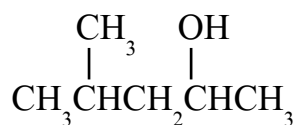


تُسمى الكحولات باستخدام خطوات تسمية الألكانات، حيث تُعطى الأولوية في الترقيم إلى مجموعة الهيدروكسيل، ثم يُضاف المقطع (ول) إلى اسم الألكان المقابل مسبقاً برقم ذرة الكربون المتصلة بها.



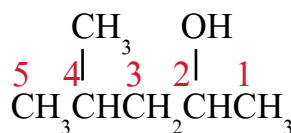
مثال

ما الاسم النظامي لكل من المركبات الآتية؟

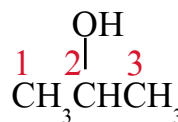


الحل:

باستخدام قواعد تسمية الكحولات، تكون أسماء المركبات كما يأتي:



4-ميثيل-2-بنتانول

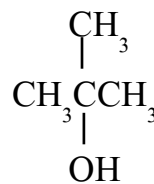
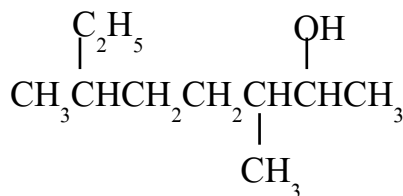


2-بروبانول

سؤال:



اكتب الاسم النظامي للكحولات الآتية:



## ■ الخواص الفيزيائية للكحولات (Physical Properties of Alcohols):

### ■ أ- درجة غليان الكحولات (Boiling Point of Alcohols):

تمتاز الكحولات بارتفاع درجة غليانها مقارنة بالألكانات المقابلة لها، حيث تُؤثر مجموعة الهيدروكسيل في الصفات الفيزيائية للكحولات، تأمل الجدول (3-5) للتعرف إلى العوامل التي تؤثر على درجة غليان الكحولات، نفذ النشاط الآتي:

الجدول (3-5): درجة غليان بعض الكحولات عند (1) ضغط جوي

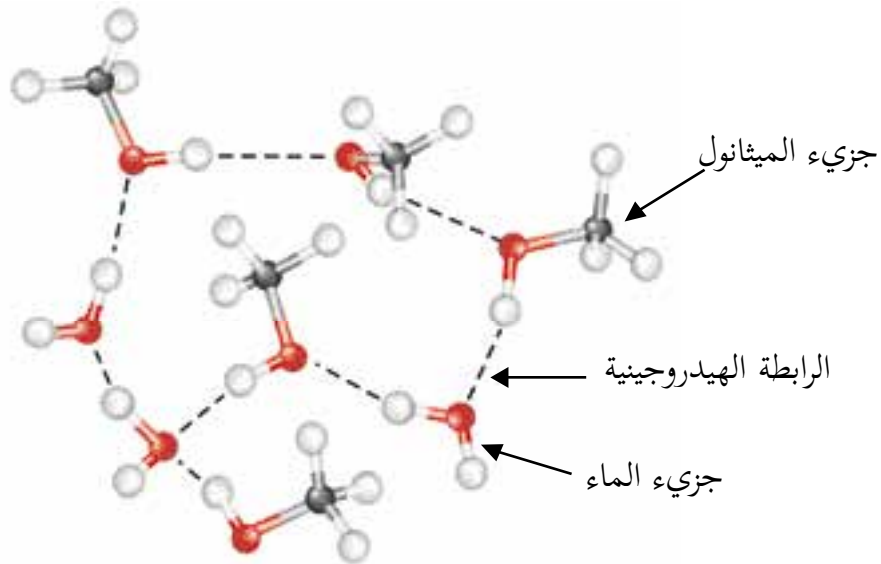
| الرقم | اسم الكحول         | صيغته البنائية  | درجة غليانه (س°) |
|-------|--------------------|---|------------------|
| 1     | ميثانول            | $\text{CH}_3\text{OH}$  | 64.9             |
| 2     | إيثانول            | $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$   | 78.4             |
| 3     | 1-بروبانول         | $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$  | 97.4             |
| 4     | 1-بيوتانول         | $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$   | 117.7            |
| 5     | 2-بيوتانول         | $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{CH}_3 \\   \\ \text{OH} \end{array}$                      | 99.5             |
| 6     | 2-ميثيل-2-بروبانول | $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_3 \\   \\ \text{OH} \end{array}$ | 82.2             |
| 7     | 1-بنتانول          | $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$  | 138              |

لعلك لاحظت أنّ درجة غليان الكحولات تعتمد على عدة عوامل، منها:

- طول السلسلة الهيدروكربونية: تؤدي الزيادة في طول السلسلة الهيدروكربونية إلى ارتفاع درجة غليان الكحول؛ بسبب زيادة كتلته المولية.
- موقع مجموعة الهيدروكسيل على السلسلة الهيدروكربونية: تتأثر درجة غليان الكحول بموقع مجموعة الهيدروكسيل على السلسلة الهيدروكربونية؛ لأنّ قدرة الكحول على الترابط الهيدروجيني بين جزيئاتها تتأثر بموقع مجموعة الهيدروكسيل، فقدرة الكحولات على الترابط بين جزيئاتها تأخذ الترتيب الآتي: الأولية < الثانوية < الثالثية.
- شكل جزيء الكحول: كما مرّ معك سابقاً، تعتمد درجة غليان المركّبات العضوية، كالألكانات على شكل الجزيء، فمثلاً: درجة غليان البيوتان أعلى من درجة غليان 2-ميثيل بروبان؛ لأنّ مقدار الروابط الثانوية في الجزيئات غير المتفرعة أعلى منها في الجزيئات المتفرعة. وتنطبق هذه الحالة على درجة غليان الكحولات.

#### ■ ب- ذائبية الكحولات (Solubility of Alcohols):

تذوب الكحولات بشكل عام في الماء؛ بسبب احتوائها على مجموعة الهيدروكسيل القطبية، التي تكوّن ترابطاً هيدروجينياً مع جزيئات الماء، كما هو موضح في الشكل (2-3).



الشكل (2-3): الترابط الهيدروجيني بين جزيئات الميثانول وجزيئات الماء

## ■ بعض تطبيقات الكحولات (Applications of Alcohols):

لقد تعلمت في وحدة المحاليل أنّ جلايكول الإيثلين (  $\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \\ | \quad \quad | \\ \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$  ) يُستخدم كمادة مانعة للتجمد في مبرّد السيارات، وتُستخدم الكحولات في عمليات التصنيع الكيميائي؛ لتحضير بعض المركّبات العضوية، كالألكينات، والألدهيدات، والحموض الكربوكسيلية، وهاليدات الألكيل، والجدول (6-3) الآتي يُبين بعض استخدامات مجموعة من الكحولات:

### الجازولين:



هو خليط من مركبات هيدروكربونية عدد ذرات الكربون فيه من (6-12) ويُعرف بينزين السيارات.

### الجدول (6-3): بعض استخدامات مجموعة من الكحولات

| الكحول     | بعض الاستخدامات  |
|------------|--|
| الجليسرول  | صناعة مواد التجميل.  |
| الإيثانول  | مُذيب لبعض المواد كالدّهانات، ووقود حيث يُضاف إلى الجازولين. |
| 2-بروبانول | مُذيب لبعض المواد، كالدّهانات.                               |

## 3.2.3: الأمينات (Amines):

تحتل الأمينات مكانة جيدة في الصناعات الكيميائية، فتُعدّ مواد أساسية لتحضير المواد الصيدلانية والمبيدات الحشرية، وهي مركبات مشتقة من مركب الأمونيا ( $\text{NH}_3$ )، نتجت من استبدال مجموعة ألكيل ( $\text{R-}$ ) مكان ذرة هيدروجين أو أكثر، وعليه صنّفت الأمينات حسب عدد المجموعات الألكيلية المتصلة بذرة النيتروجين إلى:



أمين ثالثي (3°)



أمين ثانوي (2°)



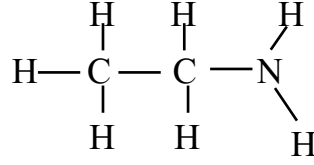
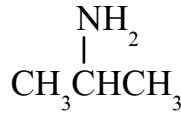
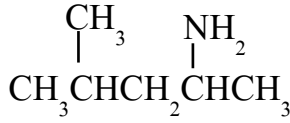
أمين أولي (1°)

### ■ تسمية الأمينات الأولية:

تُسمى الأمينات الأليفاتية الأولية باعتبارها مشتقات من الهيدروكربونات، ويشار للمجموعة ( $-\text{NH}_2$ ) باسم أمينو.

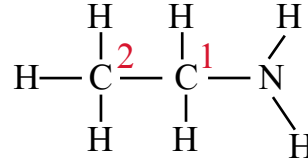
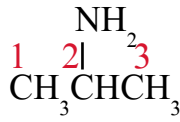
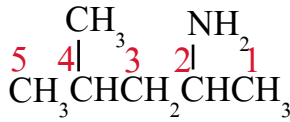


مثال: سم كل من المركبات الآتية؟



الحل:

باستخدام قواعد تسمية الأمينات الأولية، تكون أسماء المركبات كالتالي:



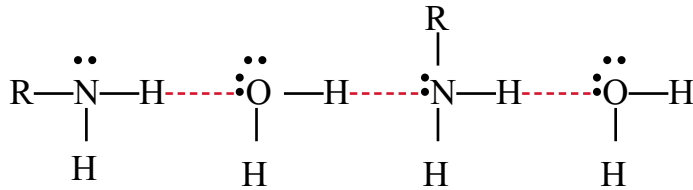
2-أمينو-4-ميثيل بنتان

2-أمينو بروبان

أمينو ايثان

### ■ الخواص الفيزيائية للأمينات (Physical properties of Amines):

تُعدّ الأمينات-التي تحتوي على عدد قليل من ذرات الكربون-غازات أو سوائل ذات درجات غليان منخفضة لها رائحة نفاذة تشبه رائحة الأمونيا، وتمتاز الأمينات بأنها مركبات قطبية، وتكوّن روابط هيدروجينية بين جزيئاتها، ولذلك لها درجات غليان أعلى من المركبات غير القطبية، والهاليدات المقاربة لها في الكتلة المولية، وأيضاً تذوب الأمينات في الماء، بسبب قدرتها على تكوين روابط هيدروجينية مع جزيئات الماء، لاحظ الشكل (3-3).



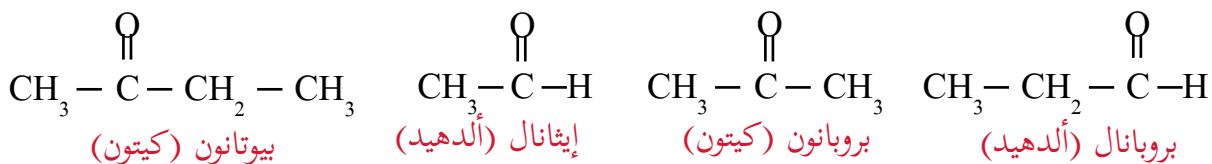
الشكل (3-3): الترابط الهيدروجيني بين جزيئات الماء والأمينات

سؤال: ما العوامل التي تؤثر في درجة غليان الأمينات؟



### (4.2.3): الألدهيدات والكيثونات (Aldehydes and Ketones)

هي مجموعة من المركبات العضوية التي لها نفس المجموعة الوظيفية، ولتعرّف إلى هذه المركبات، تمعّن الصيغ الآتية، ثم أجب عن الأسئلة التي تليها:



1- ما المجموعة الوظيفية المشتركة للألدهيدات، والكيثونات؟

2- استنتج الصيغة العامة لكل من الألدهيدات، والكيثونات.

3- ما المقطع المشترك بين أسماء الألدهيدات؟ وما المقطع المشترك بين أسماء الكيثونات؟

يتبيّن لك من الصيغ السابقة أنّ الصيغة العامة للألدهيدات هي  $\text{R} - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{H}$ ، بينما الصيغة العامة

للكيثونات هي  $\text{R} - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{R}$  وتشارك الألدهيدات، والكيثونات بالمجموعة الوظيفية نفسها التي

قد تكون مجموعتا R و R في الكيثون متماثلتين أو مختلفتين.



تُسمى بمجموعة الكربونيل ( $-\overset{\text{O}}{\parallel} \text{C}-$ ).

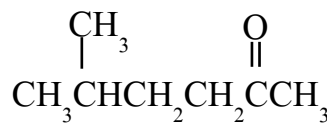
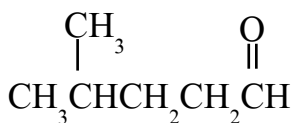
■ تسمية الألدهيدات والكيثونات باستخدام نظام الأيوباك (IUPAC):

تُسمّى الألدهيدات بخطوات تسمية الألكانات نفسها، ولعلّك قد توصلت إلى أنّه يُضاف المقطع (ال) إلى اسم الألكان المقابل، بينما تُسمّى الكيثونات بالطريقة نفسها، ولكن يُضاف المقطع (ون) إلى اسم الألكان المقابل، على أن يتم ترقيم السلسلة الهيدروكربونية الرئيسة من الطرف الأقرب لمجموعة الكربونيل.



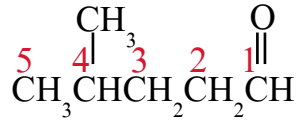
مثال

اكتب الاسم النظامي للمركبين الآتيين:

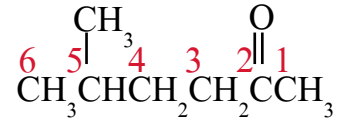


باتباع قواعد التسمية النظامية للألدهيدات والكي-tonات، يُسمّى المركبان السابقان كالآتي:

تأخذ ذرّة الكربون في مجموعة الكربونيل في الألدheid رقم واحد دائماً.

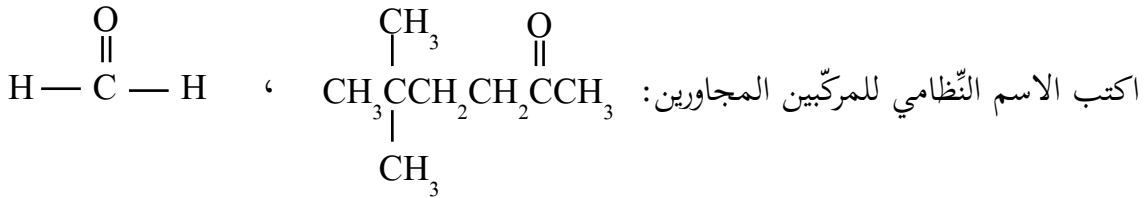


4-ميثيل بنتانال



5-ميثيل-2-هكسانون

سؤال:



### بعض تطبيقات الألدheids والكي-tonات (Applications of Aldehydes & Ketones):

تُستخدم الألدheids والكي-tonات في عدة مجالات، فمثلاً: يُستخدم الميثانال (الفورمالدهايد) في تحضير محلول الفورمالين الذي يُستخدم في حفظ الأنسجة من التحلل، كما يُستخدم في تفاعلات البلمرة، كالميلامين، كما تُستخدم الألدheids في تصنيع المركبات العضوية، ويُستخدم البروبانون (الأسيتون) كمذيب، وتُستخدم بعض الألدheids والكي-tonات في صناعة العطور، فرائحة الياسمين تعود لأحد الكي-tonات المُسمّى Jasmone، أما رائحة الليمون فتُعزى إلى الألدheid المُسمّى Citral، يستخدم البروبانون كمؤشر لفحص السكر.



أطباق من الميلامين

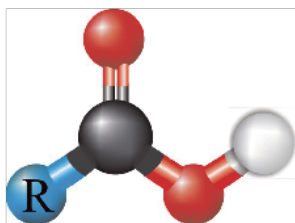
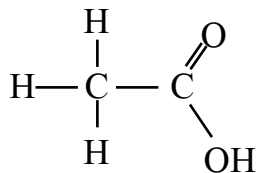


حفظ الأنسجة في الفورمالين



### 5.2.3: الحموض الكربوكسيلية (Carboxylic Acids)

يستخدم الناس كثيراً من المركبات العضوية، كالخل، والليمون، التي تحتوي على مركبات عضوية تُعرف بالحموض الكربوكسيلية، ولتعرّف إلى الحموض الكربوكسيلية الموجود في الخل، ادرس الصيغة البنائية الآتية:



الصيغة العامة للحموض الكربوكسيلية

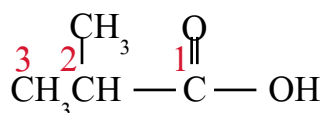
حمض الأستيك (يوجد في الخل)

لعلك لاحظت أنّ الحموض الكربوكسيلية تحتوي على

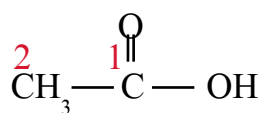
مجموعتي الكربونيل (  $\text{C}=\text{O}$  ) والهيدروكسيل (OH) مرتبطين معاً، وبذلك تكون صيغتها العامة هي  $\text{RCOOH}$ .

### تسمية الحموض الكربوكسيلية باستخدام نظام الأيوباك (IUPAC):

تُسمى الحموض الكربوكسيلية باستخدام خطوات تسمية الألكانات، وذلك بإضافة المقطع (ويك) لاسم الألكان مسبقاً بكلمة حمض، على أن تأخذ ذرة الكربون في مجموعة الكربوكسيل رقم واحد دائماً، كالاتي:



حمض 2-ميثيل بروبانويك

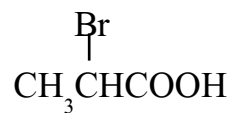
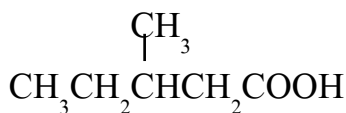
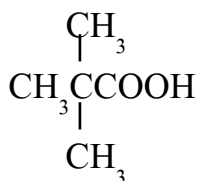


حمض إيثانويك

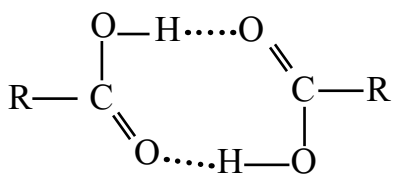
سؤال:



اكتب الاسم النظامي لكل من الحموض العضوية الآتية:



## ■ الخواصّ الفيزيائية للحموض الكربوكسيلية (Physical Properties of Carboxylic Acids):



الشكل (3-4): الشُنائِيَّات الجزيئية للحموض الكربوكسيلية

تُعدّ درجات غليان الحموض الكربوكسيلية أعلى من الهيدروكربونات والمركّبات العضوية التي تحتوي على أكسجين، ولها عدد ذرّات الكربون نفسها، كالألكانات، والكحولات، والألدهيدات، والكي-tonات؛ بسبب الترابط الهيدروجيني الذي يجعلها متواجدة على شكل ثنائيات جزيئية، كما هو مُبيّن في الشكل (3-4) المجاور. ويبيّن الجدول (3-7) الآتي درجات غليان بعض المركّبات العضوية:

الجدول (3-7): درجات غليان بعض المركّبات العضوية عند (1) ضغط جوي

| المركّب                 | بيوتانول | 1-بيوتانول | بيوتانول | حمض البروبانويك |
|-------------------------|----------|------------|----------|-----------------|
| الكتلة المولية (غم/مول) | 72       | 74         | 72       | 74              |
| درجة الغليان (س)        | 80       | 117.7      | 76       | 141             |

وكما هي الحال في المركّبات العضوية الأخرى، تزداد درجة غليان الحموض الكربوكسيلية بزيادة طول السلسلة الهيدروكربونية، كما هو موضّح في الجدول (3-8) الآتي. وإذا زاد عدد ذرّات الكربون عن ستّ ذرّات، فإنّ الحموض الكربوكسيلية تنفكّ عند محاولة تحديد درجة غليانها.

الجدول (3-8): درجات غليان بعض الحموض الكربوكسيلية عند (1) ضغط جوي

| المركّب          | حمض الميثانويك | حمض الإيثانويك | حمض البروبانويك | حمض البيوتانويك | حمض البنثانويك |
|------------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| درجة الغليان (س) | 100            | 118            | 141             | 163             | 184            |

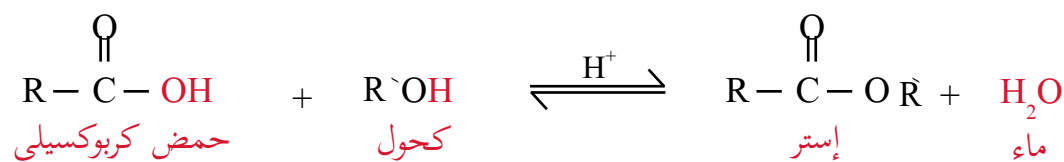
وتذوب الحموض الكربوكسيلية التي لا يزيد فيها عدد ذرّات الكربون عن أربع ذرّات بشكل كامل في الماء؛ بسبب قطبيتها العالية، ولكن ذاتية الحموض الكربوكسيلية في الماء تقل بزيادة الكتلة المولية للحمض الكربوكسيلي، إلى أن تُصبح شحيحة الذوبان في الماء.

## ■ بعض مشتقات الحموض الكربوكسيلية:

يُنتج من تفاعل الحموض الكربوكسيلية مع بعض المركبات العضوية الأخرى، كالكحولات والأمينات، مركبات تُدعى بمشتقات الحموض الكربوكسيلية، كالإسترات والأميدات.

## ■ أولاً: الإسترات:

تُعدّ الإسترات من أهم مشتقات الحموض الكربوكسيلية، وهي مركبات تُنتج من تفاعل الحموض الكربوكسيلية مع الكحولات في الوسط الحمضي، كما هو موضّح في المعادلة العامة الآتية:



وتمتاز الإسترات المحتوية على عدد قليل من ذرات الكربون بأنها سوائل عديمة اللون، لها روائح مميزة لبعض أنواع مختلقة من الفواكه، والجدول (9-3) الآتي يُبين بعض الإسترات وروائحها المميزة.

الجدول (9-3): بعض الإسترات وروائحها المميزة

| الرائحة المميزة | الإستر   | الرائحة المميزة | الإستر  |
|-----------------|--|-----------------|---|
| الموز           | $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3\text{C} - \text{O}(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3 \\ \text{إيثانوات البنثيل} \end{array}$              | المشمش          | $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3\text{CH}_2\text{C} - \text{O}(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3 \\ \text{بروبانوات البنثيل} \end{array}$ |
| الأناناس        | $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{C} - \text{O} \text{CH}_3\text{CH}_2 \\ \text{بيوتانوات الإيثيل} \end{array}$ | التفاح          | $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{C} - \text{O} \text{CH}_3 \\ \text{بيوتانوات الميثيل} \end{array}$           |

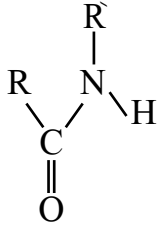


تُعدّ الإسترات مصدراً مهماً لإنتاج بعض الصناعات النسيجية، وإنتاج أنواع خاصة من البلاستيك المستخدم في صناعة قارورات المياه، والمشروبات المختلفة، كما سيُمرّ معك لاحقاً.

وتتفكك الإسترات بوجود قاعدة قوية مثل هيدروكسيد الصوديوم، إلى الكحول وملح الحمض الكربوكسيلي المكونان لكل منها، ويُستغل هذا التفاعل في الصناعات الصّابونية.

لا يُنصح الإكثار من تناول الحلوى المطاطية الملوّنة والمنكّهة بطعم الفواكه المختلفة، لما تحتويه من مواد كيميائية لها آثار جانبية على الصحة.

## ■ ثانياً: الأميدات



الصيغة العامة للأميدات

هي أحد مشتقات الحموض الكربوكسيلية التي تنتج من تفاعل الحمض الكربوكسيلي مع الأمونيا أو الأمينات، ومُعظم الأميدات مركبات صلبة عديمة الرائحة بيضاء اللون، تدخل في صناعة وإنتاج بعض الانسجة، والمبيدات الحشرية، والعلاجات الزراعية.

### 3.3 الأسماء الشائعة لبعض المركبات العضوية (Common Names of Organic Compounds):

يوجد كثير من المركبات العضوية التي اشتهرت بأسمائها الشائعة، إضافة إلى اسمها النظامي، وما زالت هذه الأسماء متداولة حتى اللحظة، والجدول (10-3) الآتي يبين بعض هذه المركبات وأسماءها الشائعة والنظامية:

الجدول (10-3): الاسم الشائع والاسم النظامي لبعض المركبات العضوية

| الاسم النظامي                                     | الاسم الشائع    | المركب العضوي  | الرقم |
|---|-----------------|--|-------|
| إيثين   | إيثيلين         | $H_2C = CH_2$  | 1     |
| إيثاين  | أستيلين         | $HC \equiv CH$   | 2     |
| كلورو ميثان                                       | كلوريد الميثيل  | $CH_3Cl$   | 3     |
| ميثانول   | كحول الميثيل    | $CH_3OH$   | 4     |
| إيثانول   | كحول الإيثيل    | $C_2H_5OH$   | 5     |
| بروبانول  | أستون           | $CH_3COCH_3$   | 6     |
| ميثانال   | فورمالدهيد      | $\begin{array}{c} O \\    \\ H - C - H \end{array}$  | 7     |
| إيثانال   | أستالدهيد       | $CH_3CHO$  | 8     |
| حمض الميثانويك                                    | حمض الفورميك    | $HCOOH$  | 9     |
| حمض الإيثانويك                                    | حمض الأسيتيك    | $CH_3COOH$   | 10    |
| 1،2-إيثان دايل<br>1،2-ثنائي هيدروكسي إيثان        | إيثيلين جلايكول | $\begin{array}{cc} CH_2 & - & CH_2 \\   & &   \\ OH & & OH \end{array}$                        | 11    |
| 1،2،3-بروبان تريول<br>1،2،3-ثلاثي هيدروكسي بروبان | جليسرول         | $\begin{array}{ccc} CH_2 & - & CH & - & CH_2 \\   & &   & &   \\ OH & & OH & & OH \end{array}$ | 12    |

## أختبر نفسي

السؤال الأول: اختر رمز الاجابة الصحيحة في كل مما يأتي:

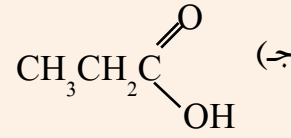
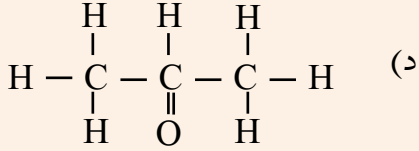
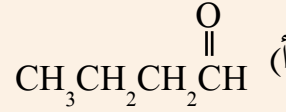
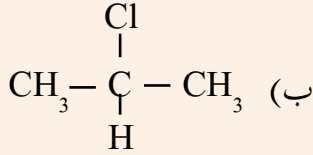
1- ما الاسم النظامي للمركب  $(CH_3)_2CHCH_2CH_2CH_3$ ؟

أ) 2-ميثيل بنتان. ب) 4-ميثيل بنتان. ج) 2،2-ثنائي ميثيل بيوتان. د) 2-إيثيل بنتان.

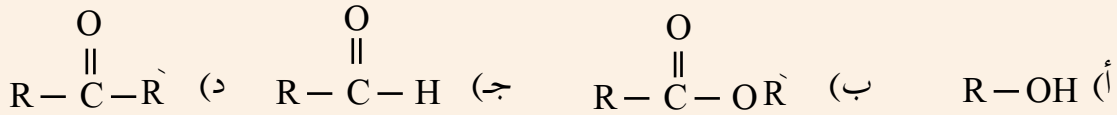
2- أي من المركبات الآتية لا تحتوي على مجموعة الكربونيل؟

أ) الألدهيدات. ب) الكيتونات. ج) الحموض الكربوكسيلية. د) الكحولات.

3- أي من المركبات الآتية لها أعلى ذائبية في الماء؟



4- ما الصيغة العامة للإسترات؟



5- ما الصيغة الجزيئية للهيدروكربون الحلقي المشبع الذي يحتوي على أربع ذرات كربون؟



6- أي من الآتية يعد من تطبيقات الزيوت المعدنية؟

أ) أحبار الطابعات. ب) القدّاحات. ج) التنظيف الجاف. د) مراهم البشرة.

**السؤال الثاني:** عيّن الخطأ في اسم المركبات الآتية، ثمّ اكتب الاسم النظامي الصحيح لكل منها:

| الاسم النظامي | الصيغة   | الاسم                   | الرقم |
|---------------|--|-------------------------|-------|
|               | $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{CH} = \text{CHCH}_3 \end{array}$   | 2-ميثيل-4-هكسين         | 1     |
|               | $\begin{array}{c} \text{C}_2\text{H}_5 \quad \text{CH}_3 \\   \quad   \\ \text{HC} \equiv \text{CCHCH}_2\text{CCH}_3 \\   \\ \text{H} \end{array}$ | 3-إيثيل-5-ميثيل-1-هكسين | 2     |

**السؤال الثالث:** ارسم الصيغة البنائية للمركبات الآتية:

1- 2-أمينو-4-ميثيل بنتان.

2- 4-إيثيل-2-هبتانول

**السؤال الرابع:** لم تقتصر أهمية الهيدروكربونات على اعتبارها مصدراً هاماً لانتاج الطاقة بل تعدت أهميتها لتدخل في مجالات حياتية مختلفة. ناقش العبارة..

