- **المجال : المادة و تحولاتها**
- **الوحدة④: مدخل الى الكيمياء العضوية**
- **الكفاءات المستهدفة:** ـ يكون قادرًا على تسمية المركبات العضوية وفق نظام التسمية الدولية .

ـ يتعرف على بعض العائلات العضوية .

ـ يتعرف على المواد المشتقة من البترول و إستعمالاتها في الحياة اليومية ، و تأثيرها على المحيط و على البيئة .

① مدخل الى الكيمياء العضوية :

① ـ 1°) **عنصر الكربون :** يعتبر الكربون **(Carbone)** العنصر المكون الرئيسي لجميع المركبات العضوية ، فهو بذلك من العناصر المهمة جدًا على الأرض ، حيث تشكل المواد العضوية ما يقارب **6\5** من مجموع المواد الكيميائية عمومًا ، و عادة ما تعرف المواد العضوية بـ **مركبات الكربون** بإستثناء بعض المواد التي يدخل في تكوينها هذا العنصر لكنها تصنف كمواد غير عضوية (معدنية) مثل أكاسيد الكربون **CO** ، **CO_2** و كذا بعض الفحمات مثل **Na_2CO_3** و السيانيدات مثل **KCN** ... إلا أن هذه المواد لا تقلل من مجال المواد العضوية الواسع .

① ـ 2°) **نشأة الكيمياء العضوية:** كان الإعتقاد السائد قديمًا هو أن **المركبات العضوية** لا يمكن إستخلاصها إلا من عضويات الكائنات الحية الحيوانية و النباتية بفعل **قوة حيوية (force vitale)** خفية داخل عضوياتها ، و بقي هذا الإعتقاد سائدًا الى غاية عام **1828 م** أين تمكن الألماني **ف . وولر (F.Wohler:1800-1882)** من إنتاج أول مركب عضوي في المخبر إنطلاقًا من مكوناته الأساسية وهو مركب **البولة (اليوريا) :CH_4ON_2** ، و منذ هذا التاريخ توالت الأبحاث و الإكتشافات و الإنجازات حيث توصل الكثير من الكيميائيين مثل **بيرتللو (Berthelot:1827-1907)** ، و **كيكولي (V.S.Kekulé)** ، و غيرهم من التوصل الى صناعة و إنتاج الكثير من المواد العضوية الطبيعية و الإصطناعية و ما أكثرها في يومنا هذا .

① ـ 3°) **تعريف الكيمياء العضوية:** تعرف الكيمياء العضوية على أنها **كيمياء الكربون** ، و هي علم قائم بحد ذاته تهتم بدراسة و تحليل و تركيب كل المركبات العضوية التي يدخل في تكوينها بالأساس عنصري **الفحم C** و **الهيدروجين H** على الأقل إضافة لعدد محدود جدًا من العناصر الأخرى مثل **الأكسجين O** ، و **الآزوت N** ، و بعض الهالوجينات مثل **الكلور Cl** أو المعادن مثل **المغنيزيوم Mg** ، و غيره من العناصر الأخرى الثانوية .

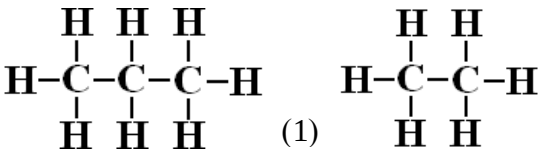
② **الفحوم الهيدروجينية :**

الفحوم الهيدروجينية (**الهيدروكربونات**) هي الأنواع الكيميائية العضوية التي تتألف جزيئاتها من عنصري **الفحم C** و **الهيدروجين H** فقط ، أي هي المركبات العضوية التي صيغتها العامة من الشكل **C_xH_y** .

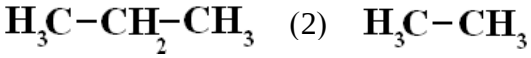
- **تذكير :** (تمثيل لويس للجزيئات)

يسمح تمثيل **لويس *Lewis*** كما نعلم بتمثيل البنية الجزيئية لجميع المركبات الكيميائية إعتماداً على قاعدتي **الثنائية *Duet*** و **الثمانية *Octet*** الإلكترونيتين ، بحيث يُمَكِّن هذا التمثيل في النهاية من كتابة الصيغ الكيميائية الجزيئية للمركبات العضوية بشكليها **المنشورة (المفصلة)** و **نصف المنشورة (نصف المفصلة)** كالتالي :

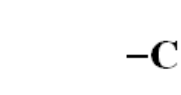
- **تطبيق** : أعط تمثيل لويس للمركبين العضويين : **C_2H_6** و **C_3H_8** .
- **الحل** : ▪ الصيغ الجزيئية المنشورة : (1)
  ▪ الصيغ الجزيئية نصف المنشورة : (2)



(1)



(2)



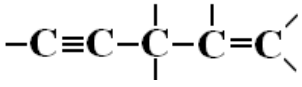
② ـ 1°) **السلاسل الفحمية المختلفة للفحوم الهيدروجينية :**

تصنف الفحوم الهيدروجينية متعددة الكربون من حيث بنية هيكلها الكربوني الى صنفين :

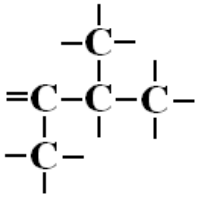
1° ـ أ) **الفحوم الهيدروجينية ذات السلاسل الفحمية المفتوحة :** و هي التي تكون فيها ذرات الفحم في الجزيء مرتبطة فيما بينها مشكلة سلسلة مفتوحة ، و يمكن لهذه السلسلة أن تكون **خطية** أو **متفرعة** .

- **مثال :**

▪ سلسلة فحمية مفتوحة **خطية**



▪ سلسلة فحمية مفتوحة **متفرعة**



1° ـ ب) **الفحوم الهيدروجينية ذات السلاسل الفحمية المغلقة (الحلقية) :** و هي التي تكون فيها ذرات الفحم في الجزيء مرتبطة فيما بينها مشكلة سلسلة مغلقة (حلقة) .

- **مثال :**

- تطبيق : أعط تمثيل سلاسل المركبات التالية : C_4H_8 و C_3H_6 علمًا أن السلسلة الكربونية لكل منهما مغلقة .
- الحل : و على الترتيب
- **نشاط ① : (تطبيق نموذج لويس في بعض الجزيئات العضوية)**

نعتبر الأنواع الكيميائية العضوية التالية : **الإيثان ؛ الإيثلين ؛ الأستلين** .

ـ **إبحث عن الصيغة المجملة لجزيئات هذه الغازات** ..... (الجواب على الترتيب : C_2H_6 ؛ C_2H_4 ؛ C_2H_2) .

ـ **أكتب صيغها الجزيئية نصف المنشورة ثم صيغها المنشورة . ماذا تلاحظ ؟ علل**

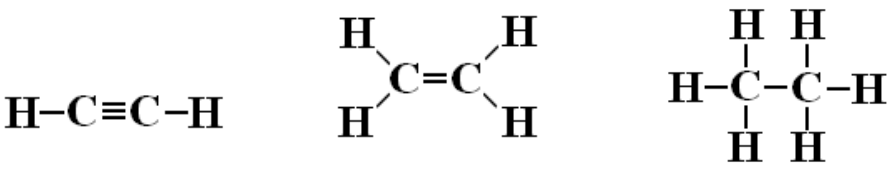
(الجواب : الصيغ نصف المنشورة على الترتيب : H_3C-CH_3 ؛ $H_2C=CH_2$ ؛ $HC\equiv CH$)

الصيغ المنشورة :

(1) : الإيثان

(2) : الإيثلين

(3) : الأستلين



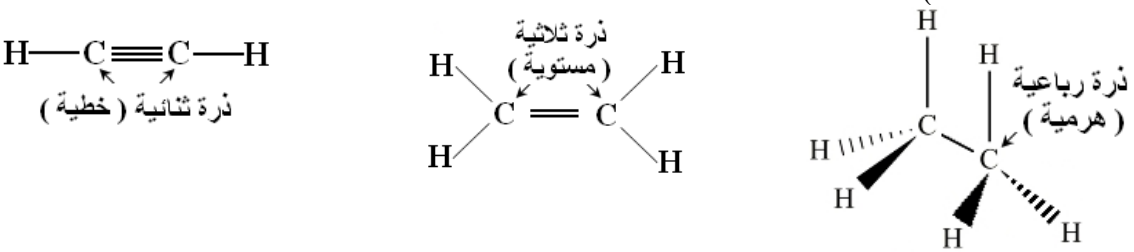
(3) (2) (1)

نلاحظ أن جزيئة الإيثان تتواجد في الفضاء أي في المعلم **3D** لإحتوائها على روابط بسيطة فقط **C – C** ، بينما الإيثن (الإيثلين) يتواجد في مستو بسبب إحتوائه على رابطة ثنائية واحدة **C = C** أي على شكل **2D** ، أما الإيثين (الأستلين) فيتواجد على خط مستقيم أي ذرات الجزيء مترافقة فيما بينها بشكل خط مستقيم لإحتوائه على رابطة ثلاثية واحدة **C ≡C** .

ـ **ماهو عدد الروابط التكافؤية في كل جزيء ؟**..... (الجواب : في جزيء الإيثان توجد سبعة (**7**) روابط تكافؤية بسيطة من النوع **σ** ، و في جزيء الإيثلين توجد خمسة (**5**) روابط تكافؤية بسيطة **σ** و رابطة تكافئية واحدة من النوع **π** ، بينما في جزيء الأستلين توجد ثلاثة (**3**) روابط بسيطة من النوع **σ** و رابطتين من النوع **π**)

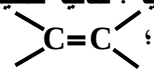
ـ **أعط التمثيل الفضائي لكل جزيء (تمثيل كرام)**

(الجواب : لاحظ الشكل أدناه ...)



ـ **هل للجزيئات الثلاثة هندسة فضائية متشابهة ؟ إشرح .**

(الجواب : لا يكون للجزيئات الثلاثة السابقة هندسة فضائية متشابهة لأن ذرات الفحم **C** في الجزيئات العضوية عمومًا تتواجد بثلاثة حالات مختلفة : **رباعية هرمية ؛ ثلاثية مستوية ؛ ثنائية خطية** كما هو موضح بالشكل أعلاه) .

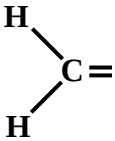
ـ **مثل سلاسل هذه الجزيئات** ..... ($-C\equiv C-$ ؛  ؛ $-C-C-$) سلاسل مفتوحة خطية " غير متفرعة "

- **نتيجة :** أكمل العبارات التالية :

تختلف الهندسة (الفضائية لجزيئات) **الفحوم الهيدروجينية بإختلاف** (عدد و نوع) **الروابط** (التكافؤية) **الموجودة في الجزيء و عدد ذرات** (الكربون) **فيها** .

- **نشاط ② : (التعرف على نماذج جزيئات بعض الأنواع الكيميائية العضوية و تمييز البعض منها)**

نعطي في الجدول التالي (**ص** : **317**) تمثيلاً للبنية الفضائية لبعض الجزيئات حيث تمثل الكريات **البيضاء** ذرات **الهيدروجين** و **السوداء** ذرات **الكربون** و **الحمراء** ذرات **الأكسجين** و **الزرقاء** ذرات **الآزوت** . أكمل الجدول بالبحث عن المطلوب

ـ **(1)** : ثنائي ميثيل - 3،4 بنتن - 2 $H_3C-CH=C(CH_3)-CH(CH_3)-CH_3$ ـ **(2)** : الإيثلين 

ـ **(3)** : ميثيل - 2 الهكسان $H_3C-CH(CH_3)-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$ ـ **(4)** : حمض الإيثانويك $H_3C-C(=O)-OH$

– **(5)** : ميثيل ـ أمين H_3C-NH_2 – **(6)** : هو نفسه المركب (1) – **(7)** : الإيثانول H_3C-CH_2-OH
– **(8)** : بروبن –1 ول – 3 $H_2C=CH-CH_2-OH$ – **(9)** : اليوريا (البولة) $(NH_2)_2C=O$
– **(10)** : ميثيل – 2 البروبان $(CH_3)_3C$.
ـ حدد الفحوم الهيدروجينية من بين الأنواع المقترحة في الجدول..... (الجواب : المركبات **1 ؛ 2 ؛ 3 ؛ 6 ؛ 10**) .
ـ ماهي الجزيئات التي تحتوي على روابط بسيطة فقط ؟ ماهو شكلها الفضائي ؟ علل
(الجواب : جزيئي المركبين **3** ، **10** فقط هما اللذان يحتويان روابط **كربون ـ كربون** أحادية بسيطة " من النوع **σ** " وبالتالي يكون لهيكليهما الكربوني بنية فضائية **هرمية** لأن **ذرات الكربون** في السلسلة الكربونية للجزيء **رباعية الروابط**) .
ـ ماهي الجزيئات التي تحتوي على روابط ثنائية ؟ ماهو شكلها الهندسي ؟ علل
(الجواب : جزيئي المركبين **1** ، **2** فقط هما اللذان يحتويان روابط **كربون ـ كربون** مضاعفة ثنائية " من النوع **σ,π** " وبالتالي يكون لهيكليهما الكربوني بنية **مستوية** على مستوى الرابطة **C=C** لأن **ذرات الكربون** في السلسلة الكربونية للجزيء **ثلاثية الروابط**) .
ـ ماهي الجزيئات التي تحتوي على روابط ثلاثية ؟ ماهو شكلها الهندسي ؟ علل
(الجواب : جزيئ الأستلين مثلاً هو الذي يحتوي رابطة **كربون ـ كربون** مضاعفة ثلاثية " من النوع **σ,π,π** " وبالتالي يكون لهيكله الكربوني بنية **خطية** على مستوى الرابطة **C≡C** لأن **ذرات الكربون** في السلسلة الكربونية للجزيء **ثنائية الروابط)**
ـ ماذا تستنتج ؟ ..... (الجواب : مما سبق نستنتج أن جزيئات **الفحوم الهيدروجينية** C_xH_y عموماً يكون لها بنية فراغية إما **هرمية رباعية** أو **مستوية** أو **خطية** بحسب طبيعة الروابط **كربون ـ كربون** في السلسلة الكربونية للجزيء) .

- **نتيجة** : أكمل العبارات التالية :
  - **في هذه العينة الجزيئات التي تحتوي عنصر**(الأكسجين) **لا تصنف مع الفحوم** (الهيدروجينية) **.**
  - **تختلف الفحوم** (الهيدروجينية) **المقترحة في** (الجدول : العينة) **في عدد و نوع** (العناصر) **المكونة لجزيئاتها ، و تختلف أيضًا في** (بنيتها) **الفضائية : للبعض منها بنية فضائية**(بثلاثة أبعاد : **3D**) **و البعض** (ببعدين : **2D**) **و البعض الآخر بنية** (خطية) **ببعد واحد .**
  - **نلاحظ من الصور أن للفحوم الهيدروجينية المقترحة التي تحتوي :**

ـ رابطة (ثلاثية) **بنية** (خطية) **.**
ـ رابطة (ثنائية) **بنية** (مستوية) **.**
ـ رابطة (أحادية) **بنية** (فضائية) **.**

② – 2°) **الكتابة الطوبولوجية للفحوم الهيدروجينية:**
2° – أ) **الهيكل الكربوني :** نظرًا لكون **المركبات الهيدروكربونية** (الفحوم الهيدروجينية) تمتاز بإحتوائها فقط عنصري الكربون و الهيدروجين تم الإتفاق بين الكيميائيين على أن تمثل جزيئاتها بتمثيل مبسط يرتكز على **الهيكل الكربوني (الفحمي)** للمركب .

- **تعريف : الهيكل الكربوني** لمركب عضوي هو **تمثيل** لسلسلته الكربونية .
- **مثال :** الهيكل الكربوني للمركب C_2H_6 هو ببساطة $C-C$ ، و للمركب C_3H_8 هو $C-C-C$
- **نشاط تطبيقي : ـ أعط الهيكل الكربوني للجزيئات التالية : البوتان$H_3C-CH_2-CH_2-CH_3$ ؛ الميثان CH_4 . علل**
ـ أكتب الصيغ المجملة للجزيئات التي لها الهيكل الكربوني التالي : $C-C-C-C$ و $C-C-C-C$ و $C-C-C$
ـ إقترح عدة هياكل كربونية لجزيئات تحتوي على5 ذرات كربون .

- الجواب : ـ البوتان : $C-C-C-C$ ، الميثان : C .

ـ الصيغ الجزيئية المجملة على الترتيب : C_5H_{12} ، C_4H_{10} ، C_3H_8 .
ـ الهياكل الكربونية المقترحة للجزيئات C_5H_{12} هي : $C-C-C-C-C$ و $C-C-C-C$ و $C-\overset{\overset{C}{|}}{C}-C$

2° – ب) **الكتابة الطوبولوجية :** ***Ecriture Topologique***

- **تعريف :** الكتابة الطوبولوجية هي تمثيل للهيكل الكربوني للجزيء تتم بالإنتقال من الهيكل الكربوني المبسط إليها بتمثيل الروابط الكربونية فقط دون حتى كتابة رمز عنصر الكربون **C** أي هي إختصار للهيكل الكربوني الموافق .

إصطلاحًا : الكتابة الطوبولوجية ، عبارة عن خط متواصل منكسر و أحيانًا متفرع مكون من قطع مستقيمة متساوية الطول حيث نهاية قطعة منها أو إلتقاء قطعتين أو ثلاثة توافق موقع ذرة الكربون **C** .

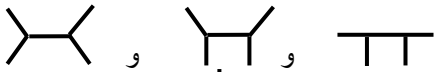
- **أمثلة :** ـ الكتابة الطوبولوجية للهيكل الكربوني التالي : $C-\overset{\overset{C}{|}}{C}-C$ هي : ⊤

ـ الكتابة الطوبولوجية للهيكل الكربوني التالي : $C-\overset{\overset{C}{|}}{C}-\overset{\overset{C}{|}}{C}-C$ هي : ⊤⊤

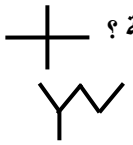
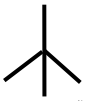
- **تطبيق : ـ أعط الكتابة الطوبولوجية للمركب التالي :C_3H_6 . لماذا لا نتحدث عن الكتابة الطوبولوجية للجزيءCH_4 ؟**
الجواب : ، لا نتحدث عن الكتابة الطوبولوجية للجزيء CH_4 كونه يحتوي ذرة واحدة كربون **C** (لا يحتوي روابط فحمية) .

2° ـ جـ) **تكافؤ الكتابات الطوبولوجية :**

نقول عن **كتابتين طوبولوجيتين** أنهما **متكافئتين** إذا أمكن الحصول على إحداهما **بتشويه** أو **تدوير** الأخرى ، حيث يقصد بالتشويه تغيير توجيه واحدة من القطع المستقيمة أو أكثر بينما يقصد بالتدوير دوران التمثيل حول نفسه كما هو موضح من الأمثلة التالية :

ـ كتابات طوبولوجية متكافئة بالتشويه :  و و

ـ كتابات طوبولوجية متكافئة بالتدوير : و

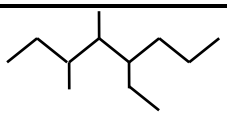
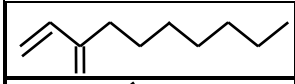
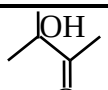
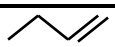
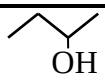
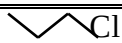
● **تطبيق : ـ هل الكتابات الطوبولوجية التالية متكافئة ؟**  و  (الجواب : نعم بالتشويه)

و (الجواب : لا)

ـ إقترح 3 كتابات طوبولوجية غير متكافئة و الموافقة للصيغة المجملة التالية : C_5H_{12}

الجواب : و و

نشاط ③ : (التعرف على الصيغ المنشورة و الهيكل الكربوني و الكتابة الطوبولوجية في بعض المركبات العضوية)

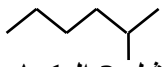
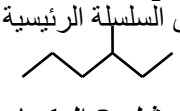
الكتابة الطوبولوجية	الهيكل الكربوني	الصيغة نصف المنشورة
	C=C	$H_2C=CH_2$
	C−C	H_3C-CH_3
		
		
	C−C−C=C−C	$H_3C-CH_2-CH=CH-CH_3$
	C−C−C−C−C	$H_3C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
		
	C=C−C	$H_2C=CH-CH_3$
	C−C−C−C	$H_3C-CH_2-CH_2-CH_3$
	C−C−C=C	$H_3C-CH_2-CH=CH_2$
	C−C−COH−C	
	C−C−C−CCl	$H_3C-CH_2-CH_2-CH_2-Cl$

② ـ 3°) **المماكبات و التماكب : *Les Isomères et L'isomérie***

● **تعريف :** المماكبات هي المركبات الكيميائية التي لها نفس الصيغة الجزيئية المجملة (نفس عدد الذرات المكونة للجزيء) و بنية جزيئية مختلفة (صيغتها المنشورة مختلفة) ، فهي أنواع كيميائية مختلفة في الخواص الفيزيائية و الكيميائية رغم تماثل صيغها الجزيئية العامة . توجد عدة أنواع من التماكب ، سنهتم بدراسة التماكب التكويني منها فقط .

3° ـ أ) **التماكب التكويني الوضعي : *I.C.de position***

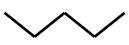
في هذا النوع من التماكب يكون للمماكبات نفس السلسلة الرئيسية و نفس الفروع (الجذور) و لكنها تختلف في موضع التفرع

● **مثال :**  

ميثيل ـ2 الهكسان **ميثيل ـ3 الهكسان** ..... (مماكبان لهما نفس الصيغة العامة : C_7H_{16})

3° ـ ب) **التماكب التكويني السلسلي : *I.C.de chaîne***

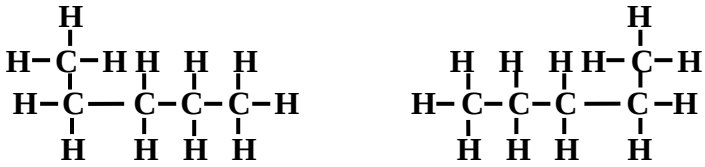
في هذا النوع من التماكب يكون للمماكبات نفس الصيغة المجملة و صيغ منشورة (أو نصف منشورة) بسلاسل فحمية مختلفة

● **مثال :** 

البنتان : C_5H_{12} (سلسلة خطية) **ميثيل ـ2 البوتان : C_5H_{12}** (سلسلة متفرعة)

● **ملاحظة :** توجد حالة أخرى من التماكب التكويني تخص **المماكبات الوظيفية** تعرف بـ " **التماكب التكويني الوظيفي** " ***I.C.de fonction*** و فيها يكون للمماكبات وظائف كيميائية مختلفة و نفس السلاسل الكربونية بنفس الجذور و المواضع .

● **تطبيق : ـ لاحظ الصيغة المنشورة للجزيئين :**



ـ أكتب الصيغة الجزيئية المجملة لكل جزيء .

ـ هل هما متماكبان ؟ علل .

● الجواب :

ـ الصيغة الجزيئية المجملة لكل من هذين الجزيئين هي : C_5H_{12} و هما جزيئان متماثلان لنفس المركب العضوي .

ـ للجزيئين نفس الصيغة المجملة و لكنهما ليس متماكبين لأن لهما كذلك نفس الصيغة المنشورة .

③ **التسمية النظامية للفحوم الهيدروجينية (المشبعة و غير المشبعة) حسب توصيات *(I.U.P.A.C)* :**

نظرًا للعدد الهائل من المركبات العضوية و لتسهيل دراستها و التعرف على خصائصها الفيزيائية و الكيميائية المختلفة تم تصنيفها في مجموعات (عائلات) على أساس التشابه في الخواص بين أفراد العائلة الواحدة و كذا وضع قواعد تسمية نظامية عامة و خاصة بإتفاق دولي من قبل الإتحاد العالمي للكيميائيين IUPAC .

تعتبر الفحوم الهيدروجينية المركبات الأساسية لجميع المركبات العضوية أي هي المركبات الأصلية التي تشتق منها كل المركبات الأخرى ، و تصنف الفحوم الهيدروجينية الى صنفين رئيسيين هما :

ـ **الفحوم الهيدروجينية المشبعة** : و هي التي تحتوي جزيئاتها روابط تكافؤية فحمية **أحادية** (بسيطة) فقط .

ـ **الفحوم الهيدروجينية غير المشبعة** : و هي التي تحتوي جزيئاتها على الأقل رابطة تكافؤية فحمية **ثنائية** أو **ثلاثية** .

③ ـ 1°) **الألكانات *Les Alcanes* :**

الألكانات هي فحوم هيدروجينية C_xH_y مشبعة لجزيئاتها سلاسل كربونية مفتوحة (خطية و متفرعة) يكون فيها عدد ذرات الكربون **C** : ($x = n$) و عدد ذرات الهيدروجين **H** : ($y = 2n+2$) ، صيغتها العامة من الشكل : C_nH_{2n+2}

حيث : **$n \geq 1$ (عدد صحيح طبيعي غير معدوم) أي : $n = \{ 1 ، 2 ، 3 ، ... \}$**

يتركب **الإسم النظامي للألكان** من جزئين : **ألكان = ألك + ان** .

ـ السابقة : **ألك** ... من أصل إغريقي تدل على عدد ذرات الكربون (**n**) في الجزيء حيث :

$n = 1$ (ميث...) ؛ $n = 2$ (إيث...) ؛ $n = 3$ (بروب...) ؛ $n = 4$ (بوت...) ؛ $n = 5$ (بنت...) ؛

$n = 6$ (هكس...) ؛ $n = 7$ (هبت...) ؛ $n = 8$ (أوكت...) ؛ $n = 9$ (نون...) ؛ $n = 10$ (ديك...) .

ـ اللاحقة : **...ان (ane)** مشتركة لكل الألكانات للتعبير عن إنتمائها لهذه العائلة (كل الروابط فيها أحادية) .

● **أمثلة :** لاحظ الجدول المرفق

C_6H_{14}	C_5H_{12}	C_4H_{10}	C_3H_8	C_2H_6	CH_4
الهكسان	**البنتان**	**البوتان**	**البروبان**	**الإيثان**	**الميثان**
Hexane	***Pentane***	***Butane***	***Propane***	***Ethane***	***Méthane***

③ ـ 2°) **الجذور الألكيلية *Les Alcyles* :**

الجذور الألكيلية هي مجاميع ألكيلية تشتق من الألكانات C_nH_{2n+2} بحذف ذرة هيدروجين **H** واحدة منها ، فتكون بذلك صيغتها العامة من الشكل : $-C_nH_{2n+1}$ و يرمز لها إختصارًا بالرمز : **R–** بمعنى لكل ألكان جذر ألكيلي موافق يشتق منه و يحمل إسمه مع إستبدال اللاحقة (**...ان**) **(ane)** في إسم الألكان باللاحقة (**... يل**) **(yle)** .

● **أمثلة :** لاحظ الجدول المرفق : (**ألك + ـان : R – H**) ⟵ (**ألك + يل : R–**)

$-C_6H_{13}$	$-C_5H_{11}$	$-C_4H_9$	$-C_3H_7$	$-C_2H_5$	$-CH_3$
هكسيل	**بنتيل**	**بوتيل**	**بروبيل**	**إيثيل**	**ميثيل**
Hexyle	***Pentyle***	***Butyle***	***Propyle***	***Ethyle***	***Méthyle***

③ ـ 3°) **تسمية المركبات العضوية :**

تعتمد التسمية النظامية للمركبات العضوية وفق الإتحاد الدولي (IUPAC) على الصيغة الجزيئية المفصلة (أو نصف المفصلة) للنوع الكيميائي بطريقة الترقيم وفق جملة من القواعد تضبط إسم المركب كالتالي :

● **تسمية الألكانات :**

▪ إختيار أطول سلسلة كربونية و اعتبارها **السلسلة الرئيسية** ، ثم ترقيمها و تسميتها ، وإذا كان لها فروع يجب أن تأخذ ذرات الكربون من السلسلة الموافقة لهذه الفروع أقل الأرقام الممكنة .

▪ يسبق إسم السلسلة الرئيسية بأسماء فروعها على أن يرفق إسم كل فرع (جذر ألكيلي) برقم ذرة الكربون المرتبط بها مباشرة من السلسلة الرئيسية ، و في حالة وجود فروع متماثلة تسمى مرة واحدة رفقة أرقام ذرات إرتباطاتها بالسلسلة مع الإشارة لعددها كأن نقول مثلاً :

ـ **ثنائي** أو (**داي**) في حالة وجود جذرين متماثلين

ـ **ثلاثي** أو (**تراي**) في حالة وجود ثلاثة جذور متماثلة

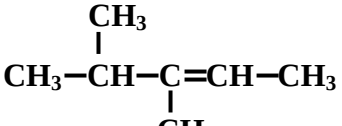
ـ **رباعي** أو (**تترا**) في حالة وجود أربعة جذور متماثلة **... إلخ**

● **أمثلة :** (1) $(CH_3)_2CHC_2H_5$ ⟵ 2 – ميثيل البيوتان : ***2-méthylbutane***
(2) $(CH_3)_3CC_3H_7$ ⟵ 2،2 – ثنائي ميثيل البنتان : ***2,2-diméthylpentane***
(3) $(CH_3)_3CCHC_2H_5C_3H_7$ ⟵ 3 – إيثيل ثنائي ميثيل– 2،2 الهكسان : ***3-éthyl diméthyl-2,2 hexane***

③– 4°) **الألسانات (الألكنات) :** ***Les Alcènes***

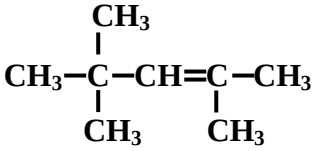
الألسانات أو الألكنات هي العائلة الثانية من الفحوم الهيدروجينية صيغتها العامة من الشكل : C_nH_{2n} حيث : $2 \leq n$
تحتوي جزيئاتها على رابطة تكافئية فحمية (كربون ـ كربون) واحدة ثنائية : $C = C$ من النوع (**σ,π**) ، وهي بذلك فحوم هيدروجينية غير مشبعة لإحتوائها روابط مزدوجة (غير مشبعة) .
عمومًا إسم الألسان (الألكن C_nH_{2n} = **ألكـ ... + ... ن** (**ène**) : لاحقة مشتركة لكل الألسانات تدل على إنتمائها لهذه العائلة)
مثل : C_2H_4 (إيثن : ***Ethène*** الشائع باسم الإيثيلين : ***Ethylène***)
C_3H_6 (بروبن : ***Propène***) ؛ C_4H_8 (بوتن : ***Butène***) ؛ C_5H_{10} (بنتن : ***Pentène***) ... إلخ
في حالة تسمية ألسان معطى بالصيغة المنشورة تطبق نفس القواعد المتبعة في تسمية الألكان على أن تعطى الأفضلية للرابطة الثنائية المميزة للألسان عند تعيين السلسلة الكربونية الرئيسية أو الترقيم بدءًا من طرف السلسلة الأقرب لهذه الرابطة و التي يشار لها عند التسمية باللاحقة **... ن** (**ène**) .

● **أمثلة :** (1)



3،4 – ثنائي ميثيل بنتـ– 2 – ن
3,4 – diméthylpent-2-ène

(2)

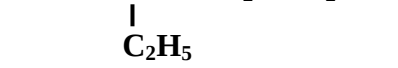


2،4،4 – ثلاثي ميثيل بنتـ– 2 – ن
2,4,4 – triméthylpent-2-ène

③– 5°) **الألسينات (الألكينات) :** ***Les Alcynes***

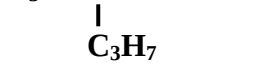
الألسينات أو الألكينات هي العائلة الثالثة من الفحوم الهيدروجينية صيغتها العامة من الشكل : C_nH_{2n-2} حيث : $2 \leq n$
تحتوي جزيئاتها على رابطة تكافئية فحمية (كربون ـ كربون) واحدة ثلاثية : $C \equiv C$ من النوع (**σ,π,π**) ، وهي بذلك فحوم هيدروجينية غير مشبعة لإحتوائها روابط مضاعفة ثلاثية (غير مشبعة) .
عمومًا إسم الألسين (الألكين C_nH_{2n-2} = **ألكـ ... + ... ين** (**yne**) : لاحقة مشتركة لكل الألسينات تدل على إنتمائها لهذه العائلة)
مثل : C_2H_2 (إيثين : ***Ethyne*** الشائع باسم الأستلين : ***Acétylène***)
C_3H_4 (بروبين : ***Propyne***) ؛ C_4H_6 (بوتين : ***Butyne***) ؛ C_5H_8 (بنتين : ***Pentyne***) ... إلخ
في حالة وجود عدة مماكبات لنفس الألسين ، يتم تسمية كل مماكب على أساس صيغته المنشورة (أو نصف المنشورة) بطريقة التسمية بالترقيم كما أسلفنا على أن تعطى الأفضلية للرابطة الثلاثية المميزة للألسين عند تعيين السلسلة الكربونية الرئيسية أو الترقيم بدءًا من طرف السلسلة الأقرب لهذه الرابطة و التي يشار لها عند التسمية باللاحقة **... ين** (**yne**) .

● **أمثلة :** (1)



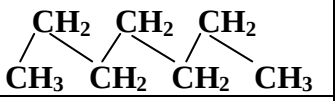
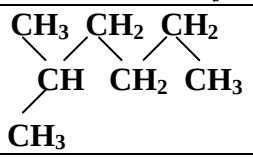
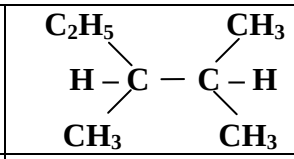
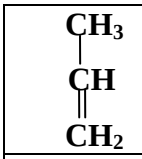
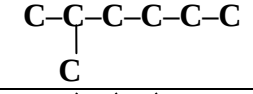
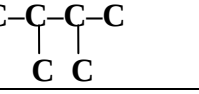
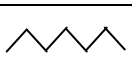
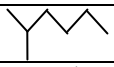
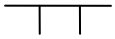
إيثيل 3 هكسين - 1
3-éthylhex-1-yne

(2)



ميثيل 3 هكسين - 1
3-méthylhex-1-yne

● **تطبيق : إعتمادً على القواعد السابقة ، أكمل الجدول التالي :**

الصيغة ن.المنشورة				
الهيكل الفحمي	C–C–C–C–C–C–C			C = C – C
الكتابة الطوبولوجية				
الإسم حسب IUPAC	الهبتان	2 – ميثيل الهكسان	2،3– ثنائي ميثيل البوتان	البروبن

④ **تأثير السلسلة الفحمية على الخصائص الفيزيائية**:

● **تعريف الكحول :** الكحول الأحادي المشبع مركب عضوي أكسجيني صيغته الجزيئية العامة من الشكل : **R–OH** ، أين **R–** جذر ألكيلي و **–OH** مجموعة هيدروكسيل تمثل **الزمرة الوظيفية الكحولية** .
يشتق إسم الكحول عمومًا من إسم الألكان الموافق له (الذي يساويه في عدد ذرات الكربون) و ذلك بإضافة اللاحقة **(...ول)** المميزة لمجموعة الكحول لإسم الألكان الموافق أي : **ألكان + ول = ألكانول**

● **أمثلة :** CH_3OH **الميثانول** ***(Méthanol)*** ؛ C_2H_5OH **الإيثانول** ***(Ethanol)*** ؛ **... إلخ**

تصنف الكحولات الأحادية المشبعة $R-OH$ الى ثلاثة أصناف رئيسية : **أولية ؛ ثانوية ؛ ثالثية** .

- **الكحولات الأولية :** صيغتها الجزيئية العامة من الشكل $R-CH_2-OH$.
- **الكحولات الثانوية :** صيغتها الجزيئية العامة من الشكل $R_1-CHOH-R_2$.
- **الكحولات الثالثية :** صيغتها الجزيئية العامة من الشكل $R_1R_2R_3COH$.

● **أمثلة :** للكحول الأحادي المشبع C_4H_9OH :

ـ مماكب كحولي من صنف أولي : $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$ (البوتانول ـ 1 : *Butane-1-ol*) .

ـ مماكب كحولي من صنف ثانوي : $C_2H_5-CHOH-CH_3$ (البوتانول ـ 2 : *Butane-2-ol*) .

ـ مماكب كحولي من صنف ثانوي : $(CH_3)_3COH$ (ميثيل ـ 2 بروبانول ـ 2 : *2-méthylpropane-2-ol*) .

④ ـ أ) **تأثير السلسلة الفحمية على إنحلال الكحولات في الماء** :

● **نشاط تمهيدي :** ـ الأدوات : **أنابيب إختبار ، حامل أنابيب ، ماء مقطر ، الميثانول (méthanol) ، الإيثانول (éthanol) ، البنتانول ـ 1 (pentane-1-ol) ، البوتانول ـ 1 (butane-1-ol)** .

ـ إبحث عن الصيغة العامة لكل من الكحولات و صيغته المنشورة . أكتبها . ما نوع و شكل سلسلة كل كحول ؟ ماهو عدد ذرات كل منها ؟

ـ الجواب :

الكحول	الميثانول (méthanol)	الإيثانول (éthanol)	البنتانول ـ 1 (pentane-1-ol)	البوتانول ـ 1 (butane-1-ol)
الصيغة العامة	CH_3OH	C_2H_5OH	$C_5H_{11}OH$	C_4H_9OH
الصيغة ن.المنشورة	$H-CH_2-OH$	CH_3-CH_2-OH	$C_4H_9-CH_2-OH$	$C_3H_7-CH_2-OH$
السلسلة ـ عدد ذرات C ـ الصنف	خطية ، 1 ، أولي	خطية ، 2 ، أولي	خطية ، 5 ، أولي	خطية ، 4 ، أولي

ـ التجربة : **خذ (4) أنابيب إختبار ، وضع في كل أنبوب 10 mL من الماء المقطر ، ثم ضف لكل منها على الترتيب 2 mL من الكحولات المحضرة بواسطة الماصة .**

ـ ماذا تلاحظ ؟ ..... (الجواب : نلاحظ في الأنبوب الذي يحتوي على الماء و الميثانول أن الميثانول قد إمتزج كلية مع الماء أي تحصلنا على محلول مائي ، و كذلك الحال في الأنبوب الثاني الحاوي على الماء و الإيثانول . بينما في الأنبوبين الحاويين على الماء رفقة كل من البنتانول ـ 1 و البوتانول ـ 1 نلاحظ أنهما لا يمتزجان مع الماء و هذا لظهور طبقتين منفصلتين في كل أنبوب) .

ـ صف ما يحدث في الأنابيب بعد مدة معينة .

(الجواب بعد الر ّج يحدث إنفصال المادتين " الكحولين" عن الماء في الأنبوبين الثالث و الرابع أي لا تنحل في الماء .

ـ هل كل الكحولات تنحل في الماء ؟ ..... (الجواب : لاتنحل كل الكحولات في الماء بل هناك كحولين فقط من الكحولات الأربعة قليلين للإنحلال في الماء هما الميثانول و الإيثانول) .

- **زيادة على هذه الكحولات إبحث في المراجع (أو الأنترنت) في مجموعة الكحولات التي تنحل و التي لا تنحل :**

ـ ماهو عدد ذرات الكربون في كل كحول ينحل ؟ ..... (الجواب : أقل أو يساوي على الأكثر 3 ذرات) .

ـ ماهو عددها في التي لا تنحل ؟ ماذا تستنتج ؟ ..... (الجواب : 4 ذرات ، 5 ذرات ، ... نستنتج أن : الكحولات التي تحتوي على عدد كبير من ذرات الفحم "أكثر من أربعة تقريبًا" لا تنحل في الماء) .

ـ هل لعدد ذرات الكربون أثر في خاصية إنحلال الكحولات في الماء ؟

(الجواب : نعم عدد ذرات الكربون في الكحولات له علاقة بقابلية إنحلالها في الماء " علاقة عكسية ") .

④ ـ أ) **تأثير السلسلة الفحمية على درجة غليان الأنواع الكيميائية العضوية**:

● **نشاط : تعطى في الجدول التالي درجة غليان بعض الفحوم الهيدروجينية (ألكانات) تحت الضغط الجوي النظامي :**

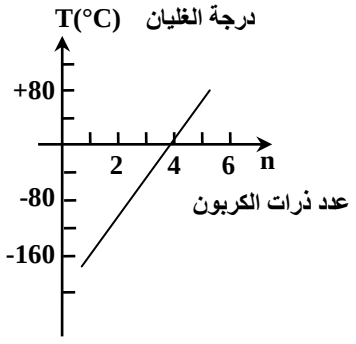
عدد ذرات الكربون (n)	1	2	3	4	5	6
النوع الكيميائي C_nH_{2n+2}	الميثان *méthane*	الإيثان *éthane*	البروبان *propane*	البوتان *butane*	البنتان *pentane*	الهكسان *hexane*
درجة الغليان (°C)	- 162	- 89	- 42	?	36	69

ـ ماذا تلاحظ في هذا الجدول ؟ ..... (الجواب : نلاحظ في الجدول زيادة درجة الغليان بزيادة عدد ذرات الكربون في السلسلة)

ـ كيف تتغير درجة الغليان من نوع كيميائي لآخر ؟..... (الجواب : تتغير درجة الغليان من نوع كيميائي لآخر بتناسب مع زيادة ذرات الكربون في السلسلة الكربونية) .

ـ أرسم الخط البياني : (T = f(n بين درجة الغليان T و عدد ذرات الكربون n .

(الجواب : لاحظ البيان المرفق جانبه) .



ـ عين درجة غليان البوتان من البيان . قارنها مع القيمة المعطاة في جداول الخصائص الفيزيائية للأنواع العضوية .

(الجواب : درجة غليان البوتان هي تقريبًا **0,5 °C**) .

● **نتيجة :** مما سبق يتضح أن عدد ذرات الكربون في السلسلة الكربونية للأنواع العضوية له تأثير مباشر على الخصائص الفيزيائية للنوع الكيميائي مثل قابلية الإنحلال ، درجة الغليان ، ... إلخ .

عمل تطبيقي

الكشف عن العائلات العضوية

● مفهوم المجموعة المميزة : **تتميز المركبات العضوية بتنوعها الكبير ، و لذلك و من أجل تسهيل دراستها صنفها الكيميائيون الى " عائلات " تتميز عن بعضها البعض بمجموعات كيميائية تسمى " الزمر الوظيفية " ، حيث تعطي كل زمرة وظيفية للعائلة التي تتميز بها خواص كيميائية و فيزيائية تميزها عن العائلات الأخرى .**

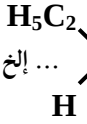
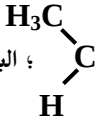
1°) عائلتي الألدهيدات و الكيتونات :

1°ـ أ) تعريف : ـ عائلة الألدهيدات هي مركبات عضوية أكسجينية صيغتها العامة من الشكل : RCHO ، تمتاز سلاسلها الأساسية بإحتوائها المجموعة الوظيفية الألدهيدية " مجموعة الفورميل : CHO – " وهي الوظيفة المميزة لهذه العائلة .

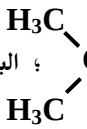
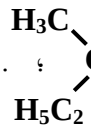
ـ عائلة الكيتونات هي مركبات عضوية أكسجينية صيغتها العامة من الشكل : RCOR' ، تمتاز سلاسلها الأساسية بإحتوائها المجموعة الوظيفية الخلونية (السيتونية) " مجموعة الكاربونيل : $\diagdown\!\!\diagup CO$ " وهي الوظيفة المميزة لهذه العائلة .

1°ـ ب) تسمية الألدهيدات و الكيتونات :

ـ نسمي الألدهيدات بإسم سلسلتها الألكيلية الأصلية التي تضاف لها اللاحقة (...ال : al)

مثل : الميثانال  ؛ **الإيثانال**  ؛ **البروبانال** **... إلخ**

ـ نسمي الكيتونات بإسم سلسلتها الألكيلية الأصلية التي تضاف لها اللاحقة (...ون : one)

مثل : البروبانون  ؛ **البوتانون ـ 1**  ؛ **... إلخ**

1°ـ جـ) نشاطات تجريبية :

● نشاط : ① **تجربة المصباح دون لهب " Lampe sans flamme "**

ـ التجربة : سخن الإيثانول في بيشر حتى تتصاعد أبخرته ، و سخن سلك النحاس على مصباح بنزن حتى التوهج (الإحمرار) ثم ضعه في البيشر دون أن تتركه يسقط . لماذا سخنت الإيثانول ؟ ..... (تسخين الإيثانول حتى التبخر لكي يتفاعل بشكل أسرع) .

ـ ماذا تلاحظ عند وضع سلك النحاس المسخن في البيشر ؟ ..... (عند إدخال سلك النحاس المسخن في البيشر الحاوي على بخار الكحول يتوهج السلك دلالة على حدوث أكسدة مقتصدة للكحول بأكسجين الهواء في وجود وساطة معدنية من النحاس) .

ـ ماهي الفاكهة التي لها نفس الرائحة المنبعثة من وسط التفاعل ؟ ..... (تنبعث من وسط التفاعل رائحة مثل رائحة التفاح) .

ـ أي مادة تحصلت عليها ؟ لماذا ؟ ..... (حصلنا على الألدهيد بأكسدة الكحول أكسدة مقتصدة لأن الألدهيد المتحصل عليه تنبعث منه رائحة مماثلة لرائحة التفاح) .

ـ إبحث عن المركب العضوي الذي له نفس الرائحة ، ثم إستنتج النوع الكيميائي الذي حصلت عليه من التفاعل ..... (النوع الكيميائي المتحصل عليه هو ألدهيد الحل " الإيثانال " عن طريق الأكسدة المقتصدة للكحول الإيثيلي " الإيثانول ") .

● **النتيجة : عند أكسدة الكحول الأولي أكسدة مدبرة و مقتصدة نحصل على ألدهيد ثم على حمض كربوكسيلي .**

● نشاط : ② الكشف عن وظيفة الألدهيد $H-\underset{|}{C}=O$

ـ التجربة : ضع في أنبوب إختبار كمية من الميثانال (مادة ألدهيدية : الإيثانال ، النشاء ، ... إلخ) و ضف له بضعة قطرات من محلول فهلنغ ، و ضع المزيج في حمام مائي دافئ (مسخن قليلاً) .

ـ ماذا يحدث في الأنبوب ؟ ..... (تحدث تحول كيميائي تتم فيه أكسدة الألدهيد بمحلول فهلنغ في وسط قاعدي) .

● **صف ملاحظاتك وإستنتاجاتك في بضع أسطر بالإجابة عن الأسئلة التالية :**

ـ ماهو لون المحلول الناتج ؟ ..يأخذ محلول فهلنغ لو نًا مم يزًا مع الألدهيد ، ويتشكل راسب أحمر آجري) .

ـ ماهي المادة الناتجة عن هذا التفاعل ؟ ..... (المادة الناتجة عن أكسدة الألدهيد هي حمض عضوي كربوكسيلي مع تشكل راسب أحمر قرميدي من أحادي أكسيد النحاس Cu_2O بسبب إرجاع محلول فهلنغ) .

ـ ماذا تقول عن هذا اللون الذي يأخذه محلول فهلنغ بوجود مادة عضوية ألدهيدية ؟ ..... (لون مميز للزمرة الوظيفية الألدهيدية) .

ـ ماذا تستنتج إذن في حالة ظهور هذا اللون عند مزج محلول فهلنغ بمادة عضوية مجهولة ؟ ..... (في حالة ظهور هذا اللون عند مزج محلول فهلنغ مع مادة عضوية مجهولة نستنتج أن هذه الأخيرة عبارة عن مركب ألدهيدي) .

● نشاط : ③ الكشف عن وظيفة الكيتون $\diagdown C=O$

ـ التجربة : ضع في أنبوب إختبار 1mL من البروبانون (مادة كيتونية) و 2 mL من كاشف 2,4 – D.N.P.H (ثنائي نيترو ـ 4،2 فينيل الهيدرازين) في أنبوب آخر .

ـ لاحظ جيدًا لون الكاشف و لون البروبانون في البداية ..... (لون الكاشف أصفر بينما البروبانون عديم اللون) .

ـ أمزج محتوى الأنبوبين و لاحظ ماذا يحدث ؟ ..... (عند مزج المادة العضوية الحاوية على مجموعة الكربونيل $\diagdown C=O$ مع الكاشف D.N.P.H تشكل راسب بلوري لا يحل في الماء) .

ـ ماهو لون المزيج الناتج ؟ ماذا تستنتج ؟ ..... (لون المزيج الناتج أصفر برتقالي ، نستنتج أن المادة العضوية المختبرة تحوي مجموعة الكربونيل مثل الألدهيدات و الكيتونات وهي السبب في تشكل الراسب الأصفر البرتقالي) .

● **ضع في أنبوب إختبار كمية من الميثانال و ضف له بضع قطرات من الكاشف (D.N.P.H)**

ـ ماذا يحدث ؟ كيف تفسر هذه النتيجة ؟ ماذا تستنتج عن إستعمال الكاشف D.N.P.H في حالة الميثانال ؟ هل هذه النتيجة عامة في حالة الكيتونات و في حالة الألدهيدات ؟ ..... (عند مزج المادة العضوية الحاوية على مجموعة الكربونيل $\diagdown C=O$ مع الكاشف D.N.P.H تشكل راسب بلوري أصفر برتقالي لا يحل في الماء مثل الألدهيد (الميثانال) أو الكيتون (البروبانون) ، وهذه النتيجة تخص جميع المركبات العضوية الكربونيلية الحاوية على مجموعة الكربونيل أي الألدهيدات و الكيتونات) .

2°) الكشف عن الكحول :

● نشاط : ① تأثير برمنغنات البوتاسيوم في وسط حمضي على الكحولات :

ـ التجربة : ضع في أنبوب إختبار 5mL من محلول برمنغنات البوتاسيوم المحمض بحمض الكبريت ، ثم ضف له 1mL من الإيثانول . حرك المزيج ثم ضعه في حمام مائي ساخن .

ـ ماهو لون محلول البرمنغنات المحمضة قبل مزجها مع الكحول ؟ ..... (لون بنفسجي) .

ـ **ماهو اللون الظاهر بعد المزج مع الكحول ؟ ماذا تستنتج ؟** ..... بعد إضافة الكحول الى محلول البرمنغنات البنفسجي يصبح المزيج الناتج شفافاً أي عديم اللون . نستنتج أنه يمكن الكشف عن الكحول بمفاعلته بمحلول البرمنغنات المحمض بحمض الكبريت الذي يزول لونه البنفسجي) .

ـ **ضف بضع قطرات من D.N.P.H الى المزيج الناتج السابق . ماذا تلاحظ ؟** ..... (نلاحظ تشكل راسب أصفر برتقالي) .

ـ **إستنتج النوع الكيميائي المتشكل بإستخدام نتائج النشاط السابق المتعلق بعملية الكشف عن مجموعة الكربونيل** ..... (يتشكل عن أكسدة الإيثانول (كحول أولي) في مرحلة متقدمة من التفاعل الإيثانال (ألدهيد) بدليل ظهور الراسب الأصفر البرتقالي بعد إضافة كاشف **D.N.P.H** الى وسط التفاعل) .

ـ **أعد التجربة مع الإيثانال ، هل يتغير لون محلول البرمنغنات المحمضة ؟ ضف له قطرات من D.N.P.H ماذا تلاحظ ؟** ..... (في تجربة ثانية وعند مزج الإيثانال مع محلول البرمنغنات المحمضة يزول اللون البنفسجي المميز لهذه الأخيرة دلالة على أن الألدهيد الناتج عن أكسدة كحول أولي في مرحلة متقدمة من التفاعل يتأكسد هو الآخر في مرحلة تالية وفي نفس الشروط التجريبية الى حمض عضوي كربوكسيلي بدليل عدم ظهور راسب أصفر برتقالي عند إضافة قطرات من كاشف الـ**D.N.P.H** أي أن الألدهيد المتشكل ثمت أكسدته كلية) .

ـ **أعد التجربة مع البروبانون ، هل يتغير لون محلول البرمنغنات المحمضة ؟ ماذا تستنتج ؟** ..... (لا يتغير لون محلول البرمنغنات عند مزجه مع البروبانون مما يدل على عدم حدوث تفاعل بينهما أي أن الكيتون (جسم غير مرجع) لا يقبل الأكسدة المقتصدة مثل الألدهيد) .

● نتيجة : يمكن أكسدة الكحول (من صنف أولي) الى ألدهيد في مرحلة أولى من التفاعل وفي حالة وجود بقية من المؤكسد يتأكسد الألدهيد الناتج بدوره في مرحلة ثانية الى حمض عضوي كربوكسيلي .

3°) الكشف عن الألسان (الألكن) :

ـ **التجربة : ضع في أنبوب إختبار كمية من محلول ثنائي البروم Br_2 مع كمية من الماء ، و أضف إليه كمية من الألسان (الألكن) 2– ميثيل بوت–2–ن 2-méthylbut-2-ène المنحلة في رابع كلور الميثان CCl_4** .

ـ **ماذا تلاحظ عند الخلط ؟** ..... (نلاحظ زوال اللون البني لمحلول البروم مباشرة بعد إمتزاجه بالألسان العديم اللون) .

ـ **كيف أصبح لون الخليط ؟** ..... (يصبح عديم اللون) .

ـ **إستنتج على ضوء نتائج هذه التجارب كاشفاً للألسانات** ..... النتائج السابقة تجعلنا نقول أنه للكشف عن الألسانات نستعمل دوماً محلول البروم البني اللون الذي يتفاعل مع هذه المركبات ينتج دوماً مركب عضوي عديم اللون) .

4°) الكشف عن الأمينات :

4°- أ) تعريف : الأمينات مركبات عضوية آزوتية صيغتها العامة من الشكل : $C_nH_{2n+3}N$ و تصنف الى ثلاثة أصناف رئيسية :

ـ **أمينات أولية : RNH_2 .**

ـ **أمينات ثانوية : R_1NHR_2 .**

ـ **أمينات ثالثية : $R_1R_2R_3N$.**

ـ يمكن إعتبار الأمينات ناتجة بالأساس من النشادر NH_3 بإستبدال كل ذرة من ذرات الهيدروجين **H** فيه بجذر ألكيلي **R** .

ـ تعتبر ذرة الآزوت **N** الذرة الوظيفية لمجموعة الأمين ($-NH_2$; $>NH$; $\equiv N$) وهي الزمرة المميزة للأمينات .

4°- ب) تسمية الأمينات :

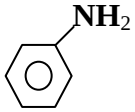
تسمى الأمينات حسب نظام التسمية الدولية المعتمد من قبل (**IUPAC**) تسمية إستبدالية كالتالي :

ـ **حالة الأمينات الأولية** : عادة تستخدم هذه الطريقة بوجه أخص مع الأمينات الأولية حيث يسبق إسم الألكان بإعتباره هو المركب الأصلي الذي تشتق منه صيغة الأمين (الأولي) بالسابقة **أمينو** : (**amino-**) مع الإشارة الى موضع المجموعة الأمينية ($-NH_2$) في السلسلة الفحمية .

أمثلة : H_3C-NH_2 أمينو الميثان *aminométhane* (عادة يسمى تسمية وظيفية : ميثيل أمين *méthylamine*) .

$H_3C-CH_2-CH_2-NH_2$ أمينو - 1 البروبان *amino-1 propane* (عادة : بروبيل أمين *propylamine*) .

$H_3C-\underset{\displaystyle NH_2}{\underset{|}{CH}}-CH_3$ أمينو - 2 البروبان *amino-2 propane* .



أمينو البنزين *amino benzène* (فينيل أمين أو الأنيلين : *phénylamine ou aniline*) .

- **حالة الأمينات الثانوية و الثالثية** : بالنسبة لطريقة التسمية هذه تعتبر الأمينات الثانوية و الثالثية كمشتقات للأمينات الأولية الموافق لأطول سلسلة فحمية ، حيث يسبق إسم الأمين الأولي ذو السلسلة الفحمية الأطول بإسم المستبدل (حالة الأمين الثانوي) أو بإسمي المستبدلين (حالة الأمين الثالثي) على ذرة الآزوت **N** للمجموعة الأمينية ($-NH_2$) في الأمين الأولي الأصلي .

أمثلة : $C_2H_5-NH-CH_3$: N- ميثيل أمينو الإيثان *N-méthylaminoéthane* (إعتياديًا : إيثيل ميثيل أمين)

$C_2H_5-\underset{\displaystyle C_2H_5}{\underset{|}{N}}-C_2H_5$: N،N- ثنائي إثيل أمينوالإيثان *N,N-diéthylaminoéthane* (إعتياديًا : ثلاثي إيثيل أمين)

● نشاط : ① **تبيان دور ميثيل أمين (أمينوالميثان) في تفاعله مع حمض كلور الهيدروجين المركز** :

التجربة : بلل قضيب من الزجاج بمحلول مركز لحمض كلور الهيدروجين HCl ، ثم بلل قضيب زجاجي آخر بمحلول مركز لميثيل أمين CH_3NH_2 ، و قرب رأسي القضيبين المبللين من بعضهما البعض دون أن يتلامسان .

ـ ماذا تلاحظ عند إقتراب القضيبين المبللين ؟ ..... (عند إقتراب القضيبين يتفاعل كل من حمض كلور الهيدروجين و ميثيل أمين مشكلين **دخانًا أبيضًا**) .

ـ ماهو الدخان المتصاعد ؟ ..... (الدخان المتصاعد هو ملح كلور ميثيل الأمونيوم *Chlorure méthylammonium* CH_3NH_3Cl الناتج وفق معادلة التفاعل المنمذجة للتحول الكيميائي الحادث التالية :

$$HCl + CH_3NH_2 \xrightarrow{\text{تفاعل : حمض ـ أساس}} CH_3NH_3Cl$$

(حمض) (أساس) (ملح أمونيومي رباعي مستقر)

● نشاط : ② **الكشف عن الأمينات** :

التجربة : ضع في أنبوب إختبار كمية من محلول إيثيل أمين (أمينوالإيثان) ، وضع في أنبوب آخر قطرات من كاشف أزرق البروموثيمول .

ـ أي المحلولين له رائحة ؟ ما ميزتها ؟ ..... (المحلول الأميني إثيل أمين له **رائحة كريهة** و التي تشبه رائحة **النشادر**) .

ـ ما لون محلول أزرق البروموثيمول ؟ ..... (أخضر) .

ـ أسكب محلول أزرق البروموثيمول على المحلول الأميني . ماهو لون الخليط ؟ ماذا تستنتج ؟ ..... (يتحول لون الكاشف الملون من لونه الأصلي **الأخضر** الى اللون الأزرق الذي يظهر به في الأوساط الساسية مما يدل على ان **الأمين** مركب **أساسي**) .

ـ إستنتج طريقة للكشف عن الأمينات ..... (للكشف عن الأمينات ـ مركبات أساسية ، نستخدم أحد الكواشف الملونة مثل كاشف أزرق البروموثيمول الذي يتغير لونه الى الأزرق في وجود مركب أميني) .

● نتيجة : **أكمل العبارة التالية :**

أغلب الأمينات لها رائحة (كريهة) ، و تمتاز محاليلها بخاصية (أساسية) ، و تتلون باللون (الأزرق) مع كاشف أزرق البروموثيمول الذي يمكن إستخدامه (ككاشف) للأمينات .

5°) الكشف عن الأحماض الكربوكسيلية :

5°- أ) تعريف : الأحماض العضوية الكربوكسيلية مركبات عضوية أكسجينية صيغتها العامة $C_nH_{2n}O_2$ تتميز بزمرتها الوظيفية : $-COOH$ و يمكن بذلك كتابة صيغتها المجملة بالشكل : $R-COOH$.

5°- ب) التسمية : يشتق إسم الحمض العضوي الكربوكسيلي من إسم الألكان الموافق (الذي يساويه في عدد ذرات الكربون) مع إضافة كلمة **حمض** (**acide**) في البداية و اللاحقة **...ويك** (**oïque**) في النهاية .

أي : **إسم الحمض = حمض + ألكان + ويك = حمض ألكانويك** .

أمثلة : $HCOOH$ *acide méthanoïque* حمض الميثانويك (إعتياديًا : حمض النمل : *acide formique*) .

CH_3COOH *acide éthanoïque* حمض الإيثانويك (إعتياديًا : حمض الخل : *acide acétique*) .

$(CH_3)_2CHCOOH$ *acide 2-méthylpropanoïque* حمض ميثيل - 2 البروبانويك .

● نشاط : ① **الكشف على حمض كربوكسيلي** :

التجربة : ضع في أنبوب إختبار 5 mL من الماء المقطر ، ثم ضف له بضع قطرات من حمض كربوكسيلي بواسطة الماصة .

ـ ما لون المحلول الناتج ؟ ..... (شفاف : عديم اللون) .

ضع في أنبوب آخر 5 mL من الماء المقطر ، ثم ضف له بضع قطرات من كاشف أزرق البروموثيمول .

ـ ما لون المحلول الناتج ؟ ..... (أخضر) .
أمزج المحتويين في أنبوب ثالث . ما لون الخليط الناتج بعد المزج ؟ ..... (أصفر) .
ـ إقترح على ضوء نتائج هذه التجربة طريقة للكشف عن الأحماض الكربوكسيلية ..... (الكشف عن الأحماض الكربوكسيلية نستخدم أحد الكواشف الملونة مثل كاشف أزرق البروموثيمول الذي يتغير لونه من الأخضر الى الأصفر في الوسط الحمضي) .

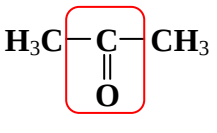
● نتيجة : **إستنتج بإكمال العبارة التالية :**

للكشف عن الأحماض (الكربوكسيلية) ، نستخدم كاشف (أزرق البروموثيمول) الذي يكون لونه الأصلي (مخضرًا) و يتحول الى اللون (الأصفر) بوجود حمض كربوكسيلي في المحلول .

6°) التماكب الوظيفي :

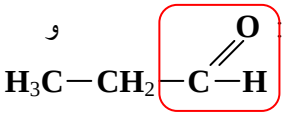
للمتماكبات الوظيفية نفس الصيغة الجزيئية المجملة و صيغها المنشورة (نصف المنشورة) تختلف في الزمرة الوظيفية المميزة لكل منها .

مثال : للصيغة الجزيئية C_3H_6O مماكبان وظيفيان هما :

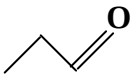


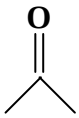
البروبانال (ألدهيد) : *propanal*

و



البروبانون (كيتون) : *propanone*





● **تطبيق** :

ـ لاحظ الصيغ الجزيئية نصف المفصلة التالية وأكتب الصيغة المجملة لكل جزيء .

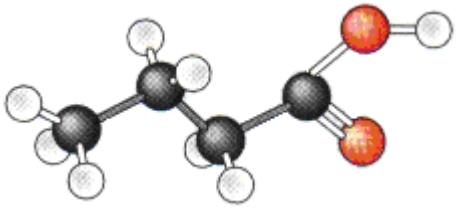
$H_3C-CH_2-CH_2-COOH$

$HO-CH_2-CH=CH-CH_2-OH$

$H_3C-CHOH-CH_2-CHO$

ـ ماهي الزمرة الوظيفية المميزة لكل جزيء ؟ هل تشكل متماكبات ؟ علل .

ـ في الصورة بنية أحد الجزيئات السابقة . ما إسم زمرته المميزة ، و ما إسم عائلته ؟



● **الجواب** : ـ الصيغة الجزيئية المجملة الموافقة لكل مركب هي : $C_4H_8O_2$

ـ الزمر المميزة في المركبات المنمذجة بالصيغ نصف المفصلة أعلاه هي :

- المجموعة الكربوكسيلية الحمضية $-COOH$ في المركب الأول .
- مجموعة الهيدروكسيل الكحولية $-OH$ في المركب الثاني .
- مجموعة الفورميل الألدهيدية $-CHO$ في المركب الثالث .

هناك تشكل للمماكبات إذا حصلنا على مركبات مختلفة في الخواص و مشتركة في الصيغة المجملة .

ـ تبين الصورة نموذج متباعد لجزيء المركب الأول $H_3C-CH_2-CH_2-COOH$ ، وهو **حمض عضوي كربوكسيلي** زمرته الوظيفية المميزة : **مجموعة الكربوكسيل** $-COOH$.

⑤ **المرور من مجموعة مميزة الى أخرى** :

5°-1) إماهة الألسان (الألكن) :

● نشاط : **إماهة الإيثيلين (الإيثن)** :

التجربة : خذ حجمًا من غاز الإيثيلين C_2H_4 ، و ضعه في أنبوب إختبار . أنكسه وأدخل فوهته في حوض به ماء محمض بحمض الكبريت ثم سخن الكل . إنتظر قليلاً . ماذا تلاحظ ؟ ..... (لاحظ صعود الماء في أنبوب الإختبار) .

ـ ماهي المادة التي حصلت عليها ؟ كيف تعلل إجابتك ؟..... (المادة المتحصل عليها عبارة عن **كحول** ، و يمكن التأكد من ذلك بالكشف عن المادة الناتجة) .

ـ أكتب معادلة التفاعل ..... ($H_2C=CH_2 + H_2O \underset{300\ °C}{\overset{H_2SO_4}{\rightleftharpoons}} H_3C-CH_2-OH$)

ـ هل يمكن إستغلال هذا التفاعل لإنتاج هذه المادة بكميات كبيرة ؟ علل

(يستغل هذا التفاعل في المصنع من أجل إنتاج هذه المواد صناعيًا أي التحضير الصناعي للكحولات بإماهة الألسانات بالرغم من أن التفاعل محدود و يتم بمردود ضعيف ويتم فيه الحصول على محلول ممدد للكحول والذي يتم تركيزه فيما بعد بالتقطير ، أما الألكن (الألسان) المتبقى فيتم إسترجاعه . إلا أن كل هذه الصعوبات التقنية لا تحد من الإنتاج الصناعي لكميات كبيرة من الكحولات بهذه الطريقة) .

5°-2) نزع الماء من الكحول :

● نشاط : **تشكيل الألسان بنزع الماء في وسط حمضي للكحول مبثيل ـ 2 بوتانول ـ 2** :

معادلة التفاعل :

$$\underset{\text{CH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\diagdown\!\!\diagup}}\text{COH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{\text{نزع الماء داخل الجزيئات}} \underset{\text{CH}_3}{\overset{\text{H}}{\diagdown}}\text{C}=\text{C}\underset{\text{CH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\diagup}} + \text{H}_2\text{O}$$

التجربة : نحصل بتفاعل نزع الماء من الكحول الثنائي **2– ميثيل بوتان– 2– أول** : *2-méthylbutan-2-ol* في وساطة حامضية من حمض الكبريت المركز H_2SO_4 (مادة شرهة للماء) على الألسان **2– ميثيل بيوت– 2– ن** : *2-méthylbut-2-ène* ، و يعرف هذا التفاعل بـ : **تفاعل نزع الماء داخل الجزيئات** *Déshydratation* ***intramoléculaire*** أي نزع الماء من جزيئة واحدة للكحول رفقة تشكل الألسان الموافق ، و في تجربة أخرى بشروط تجريبية أخرى يمكن نزع جزيئة ماء من جزيئين كحوليين و ينتج عن ذلك مركب عضوي هو **الإيثر أوكسيد** و التفاعل يعرف في هذه الحالة بـ : **تفاعل نزع الماء مابين الجزيئات** *Déshydratation* ***intermoléculaire***

3-°5) الأكسدة المقتصدة للكحول :

3-°أ) المؤكسد بالنقصان : ***Oxydant en défaut***

تفاعل الأكسدة المقتصدة (المدبرة أو الوسيطية) : **Oxydation ménagée** هو تفاعل أكسدة لطيفة غير عنيف لا يؤدي الى تخريب الجزيء و إنما يحافظ هذا الأخير على شكله و هيكله على العكس من تفاعلات الإحتراق التي تقود الى تحطيم الهيكل الكربوني للجزيء .

● نشاط : **الأكسدة المقتصدة للإيثانول بمحلول محمض من برمنغنات البوتاسيوم** :

التجربة : ضع في حوجلة 6 mL من الإيثانول النقي ثم 1 mL من حمض الكبريت المركز و 2 mL من برمنغنات البوتاسيوم (0,2 mol/L) مع التسخين بلطف . أغلق الحوجلة بسدادة لها فتحة يمر من خلالها أنبوب توصيل بكأس بيشر موجودًا بحوض مليء بالثلج (أو ماء جليدي) لتكثيف المادة البخارية الناتجة عن التفاعل (القطارة).

ـ أكتب الصيغة نصف المفصلة للكحول المتفاعل . هل هو كحول أولي أم ثانوي ؟ ..... (CH_3CH_2OH : كحول أولي) .

ـ إنتظر قليلاً حتى تحصل على القطارة (تكاثف البخار) ، أسكب 0,5 mL من كاشف D.N.P.H في أنبوب إختبار ثم ضف بضع قطرات من القطارة . لاحظ و صف ما يحدث . هل تحتوي القطارة على الزمرة المميزة المسماة بمجموعة الكربونيل ؟ علل

(نلاحظ تشكل راسب أصفر برتقالي بللوري مما يدل على أن القطارة الناتجة عن تفاعل الكحول مع المحلول المؤكسد هي مادة عضوية كربونيلية تحتوي على مجموعة الكربونيل $\text{C}=\text{O}$) .

ـ ضع 1 mL من محلول فهلنغ أو كاشف شيف في أنبوب إختبار ، ثم ضف إليه بضع قطرات من القطارة . سخن في حمام مائي ماذا تلاحظ ظ ماذا تستنتج ؟ ..... (مع محلول فهلنغ يتشكل راسب أحمر قرميدي ، أما مع كاشف شيف فإنه يتورد مما يدل في الحالتين على أن القطارة عبارة عن الألدهيد : الإيثانال CH_3CHO الذي يتميز برائحة شبيهة لرائحة التفاح) .

ـ إستنتج المجموعة المميزة التي يحتويها النوع الكيميائي الموجود في القطارة و الناتج من التفاعل الكيميائي الحادث بين الكحول و برمنغنات البوتاسيوم . أكتب معادلة التفاعل الحادث . إستنتج إسم و صيغة المركب الناتج .

(المجموعة المميزة للنوع الكيميائي المتشكل من تفاعل الكحول الأولي مع المحلول المؤكسد هي الزمرة الألدهيدية المسماة بمجموعة الفورميل **CHO–** أي أن المجموعة المميزة للكحول الأولي **CH_2OH–** تتحول الى المجموعة المميزة للألدهيد **CHO–** في وجود نقصان من المؤكسد .

معادلة التفاعل :

ـ نصف معادلة الأكسدة : تخص الثنائية **($RCHO/RCH_2OH$) : (CH_3CHO/CH_3CH_2OH)**

$$5\times[CH_3CH_2OH \xrightarrow{\text{أكسدة}} CH_3CHO + 2H^+_{(aq)} + 2e^-]$$

ـ نصف معادلة الارجاع : تخص الثنائية **(MnO_4^-/Mn^{2+}) :**

$$2\times[MnO_4^- + 8H^+_{(aq)} + 5e^- \xrightarrow{\text{إرجاع}} Mn^{2+} + 4H_2O]$$

ـ المعادلة الاجمالية : أكسدة ـ إرجاع

$$\underset{\text{(الإيثانول)}}{5CH_3CH_2OH} + 2MnO_4^- + 6H^+_{(aq)} \xrightarrow[\text{المؤكسد بالنقصان}]{\text{أكسدة ـ إرجاع}} \underset{\text{(الإيثانال)}}{5CH_3CHO} + 2Mn^{2+} + 8H_2O$$

● نتيجة :

عند تفاعل الكحول الأولي (الإيثانول) مع (برمنغنات البوتاسيوم) الموجود بكمية (قليلة) ، نسمي التفاعل (أكسدة مقتصدة) و يكون ناتج التفاعل (ألدهيدًا) .

3-°ب) المؤكسد بالزيادة : ***Oxydant en excès***

التجربة : ضع في إرلينة ماييز *Erlenmeyer* على الترتيب 9 قطرات (كمية قليلة جدًا) من الإيثانول النقي ثم حوالي 1 mL من حمض الكبريت المركز مع 16 mL من محلول برمنغنات البوتاسيوم (كمية وفيرة منه) .

ـ ضف للمزيج المتفاعل بعد فترة قطرات من كاشف أزرق البروموثيمول . هل يتغير لونه ؟ ..... (يتلون باللون الأصفر) .

ـ ماهي العائلة الكيميائية التي ينتمي إليها المركب الناتج من التفاعل ؟ أكتب معادلة التفاعل الحادث .
(تغير لون الكاشف الملون دليل على وجود حمض عضوي كربوكسيلي نتج عن أكسدة الكحول الأولي بمحلول محمض من برمنغنات البوتاسيوم و في وجود وفرة من المؤكسد .
معادلة التفاعل :
ـ نصف معادلة الأكسدة : تخص الثنائية **$(RCOOH/RCH_2OH)$: (CH_3COOH/CH_3CH_2OH)**

$$5\times[CH_3CH_2OH + H_2O \xrightarrow{\text{أكسدة}} CH_3COOH + 4H^+_{(aq)} + 4e^-]$$

ـ نصف معادلة الإرجاع : تخص الثنائية **(MnO_4^-/Mn^{2+}) :**

$$4\times[MnO_4^- + 8H^+_{(aq)} + 5e^- \xrightarrow{\text{إرجاع}} Mn^{2+} + 4H_2O]$$

ـ المعادلة الإجمالية : أكسدة ـ إرجاع

$$\underset{\text{(الإيثانول)}}{5CH_3CH_2OH} + 4MnO_4^- + 12H^+_{(aq)} \xrightarrow[\text{المؤكسد بالزيادة}]{\text{أكسدة ـ إرجاع}} \underset{\text{(حمض الإيثانويك)}}{5CH_3COOH} + 4Mn^{2+} + 11H_2O$$

● نتيجة :
الأكسدة المقتصدة لكحول أولي (بزيادة) من المؤكسد ينتج عنها (حمضًا كربوكسيليًا) .
4-°5) المرور من الكحول الى المشتق الهالوجيني:
التجربة : ضع في إرلينة مايير سعتها 250 mL المواد التالية : 1 g من كلور الكالسيوم اللامائي ، 25 mL من الكحول الإيثيلي و 60 mL من حمض كلور الماء المركز ، رج الخليط و أتركه لمدة25 دقيقة ثم ضعه في حبابة الفصل *Ampoule à décanter* ، أترك الخليط بعدها يهدأ لمدة 3 دقائق ثم تخلص من المادة السائلة (الطور المائي) . ضف 20 mL من الماء المقطر الى الحبابة و رج جيدًا ثم تخلص من السائل . كرر العملية بعد إضافة محلول كربونات الصوديوم الحامضية مع الرج لبضع دقائق و التخلص من الطور المائي . أغسل جيدًا الطور العضوي المتحصل عليه بالماء المقطر .
ـ ماهي عملية الترشيح ؟ و ما الفرق بينها و بين عمليتي التقطير و الإبانة ؟ ..... (عملية الترشيح هي عملية الفصل بين مادتين بواسطة ورق ترشيح و بعض الأدوات الأخرى : قمع زجاجي ، كؤوس بيشر ، ... الفرق بينها و بين عمليتي التقطير و الإبانة هو أن عملية التقطير تعتمد أساسًا على نقاط الغليان للمواد الممتزجة أثناء الفصل بينها ، و هي الطريقة الأدق مقارنة مع عمليتي الترشيح و الإبانة بينما هذه الأخيرة فهي عملية فصل بين المواد و الخلائط عن طريق التركيد والترسيب بترك مكونات الخليط الواحد لتهدأ و تترسب لمدة كافية من الزمن) .
ـ أكتب معادلة التفاعل الحاصل بين الكحول و حمض HCl . ما إسم المادة العضوية الناتجة ؟
(معادلة التفاعل الحاصل بين كحول أحادي مشبع أولي الصنف و حمض كلور الهيدروجين عمومًا تكتب بالشكل التالي :

$$R-CH_2OH + H-Cl \longrightarrow R-CH_2Cl + H_2O$$

مع الإيثانول مثلاً :

$$CH_3-CH_2OH + H-Cl \longrightarrow CH_3-CH_2Cl + H_2O$$

و عمومًا تفاعل كحول أحادي مشبع **ROH** مع أحد الأحماض الهيدروجينية **HX** يعطي مشتقًا هالوجينيًا **RX** وفق المعادلة :

$$ROH + HX \longrightarrow RX + H_2O$$

تطبيقات :

I) تمارين حول الفحوم الهيدروجينية :

■ حل التمرين : 1

ـ الكيمياء العضوية هي كيمياء الكربون بإستثناء أكاسيد الكربون CO ، CO_2 والكربونات ...

ـ تأخرت الكيمياء العضوية عن بقية الفروع الأخرى كون أن الكيمياء العضوية التي تهتم بدراسة المركبات العضوية كان يعتقد أن هذه الأخيرة تصنع من المواد الحية ولايمكن صناعتها في المخبر .

ـ أسماء الكيميائيين الذين ساهموا في تنمية الكيمياء العضوية ، و أهمية الكيمياء العضوية في الحياة المعاشة ... (راجع الكراس أو الكتاب المدرسي) .

■ حل التمرين : 2

ـ البوتان هو ألكان (فحم هيدروجيني مشبع) صيغته الجزيئية من الشكل C_nH_{2n+2} حيث : $n = 4$.

ـ الإيثانال هو ألدهيد زمرته الوظيفية —CHO (مجموعة الفورميل) صيغته الجزيئية من الشكل $C_nH_{2n}O$ حيث : $n = 2$.

ـ تكملة الجدول :

الصيغة العامة	إسم العائلة	الصيغة . ن . المفصلة	المركب
CH_4	ألكان	CH_3-H	*Méthane* : الميثان
C_3H_8	ألكان	$CH_3-CH_2-CH_3$	*Propane* : البروبان
CH_4O	كحول	CH_3-OH	*Méthanol* : الميثانول
C_3H_6O	كيتون	$CH_3-CO-CH_3$	*Propanone* : البروبانون
CH_2O	ألدهيد	$H-CHO$	*Méthanal* : الميثانال
$C_2H_4O_2$	حمض كربوكسيلي	CH_3-COOH	*Acide éthanoïque* : حمض الإيثانويك

■ حل التمرين : 3

ـ الصيغ نصف المفصلة الممكنة للمركب الذي صيغته المجملة C_5H_{12} مع التسمية :

$CH_3(CH_2)_3CH_3$ ؛ $(CH_3)_2CHCH_2CH_3$ ؛ $(CH_3)_3CCH_3$

البنتان (*pentane*) 2 – ميثيل البوتان (*2-méthylbutane*) 2،2 – ثنائي ميثيل البروبان (*2,2-diméthylpropane*)

ـ الصيغة العامة للألكانات : RH .

ـ هذا المركب : $CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$ يسمى بوتان (*Butane*) .

ـ هذا المركب : $CH_3-CH=CH_2$ يسمى بروبن (*propène*) .

ـ هذا المركب : $CH_3-CH_2-CH_3$ يسمى بروبان (*propane*) .

ـ حسب نظام IUPAC هذا المركب $CH_3-CHCl-CH=CH_2$ يسمى : 3–كلوروبيوت–1– ن (*3-chlorobut-1-ène*) .

ـ حسب نظام IUPAC ، $CH_3-CCl_2-CH=CH_2$: 3،3– ثنائي كلوروبيوت–1– ن (*3,3-dichlorobut-1-ène*)

■ حل التمرين : 4

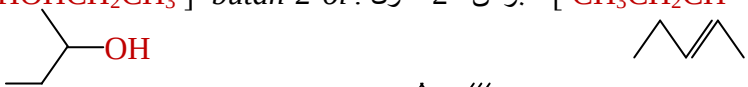
جدول أسماء المركبات و عائلاتها و كتابتها الطوبولوجية

$H_3C-CH-CH-CH_3$ H_3C CH_3 ثنائي ميثيل - 2،2 البوتان (ألكان)	$H_3C-CH_2-CH=CH-CH_3$ بنتن - 2 (ألكان : ألسان)	$H_3C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$ CH_3 CH_3 ثلاثي ميثيل - 3،3،5 الهبتان (ألكان)
$H_3C-CH_2-C=CH_2$ CH_3 ميثيل - 2 البوتن - 1 (ألكن : ألسان)	$H_3C-CH_2-CH-CH-CH_3$ CH_2 CH_3 CH_3 إيثيل - 3، ميثيل - 2 البنتان	$H_3C-CH-CH_2-CH-CH_3$ CH_2 CH_3 CH_3 إيثيل - 2، ميثيل - 4 البنتان (ألكان)
$H_3C-CH_2-CH_2-CH_2-OH$ بوتانول - 1 (كحول أولي)	$H_3C-CH=CH-CH_2-CH_3$ بنتن - 2 (ألكن : ألسان)	$H_3C-CH-CH_2-CH_3$ CH_3 ميثيل - 2 البوتان (ألكان)
CH_3 $H_3C-C-CH_3$ CH_3 ثنائي ميثيل - 2،2 البروبان (ألكان)	$H_5C_2-CH-COOH$ CH_3 حمض ميثيل - 2 البوتانويك (حمض كربوكسيلي)	$H_3C-COH-CH_3$ CH_3 OH ميثيل - 2 بروبانول - 2 (كحول ثالثي)
$H_3C-CHOH-CH_2-CH_3$ OH بوتانول - 2 (كحول ثانوي)	$C_3H_7-NH_2$ أمينو - 1 البروبان (أمين أولي)	$H_3C-CH-CH=CH_2$ CH_3 ميثيل - 3 بوتن - 1 (ألكن : ألسان)

■ حل التمرين : 5

الصيغ نصف المنشورة للمركبات و كتابتها الطوبولوجية

• بنت–2– ن : *pent-2-ène* [$CH_3CH_2CH{=}CHCH_3$] • بوتان– 2– أول : *butan-2-ol* [$CH_3CHOHCH_2CH_3$]



• بوتين - 1 : *but-1-yne* [$CH_3CH_2C{\equiv}CH$]

• كلور - 1، ميثيل - 2 البروبان : *1,2-chlorométhyl propane* [$(CH_3)_2CHCH_2Cl$]

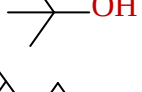
• ثنائي ميثيل - 2،2 بروبانول - 1 : *2,2-diméthylpropan-1-ol* [$(CH_3)_3CCH_2OH$]

• حمض ميثيل - 2 البروبانويك : *acide 2-méthylpropanoïque* [$(CH_3)_2CHCOOH$]

• ميثيل - 2 البروبان : *2-méthyl propane* [$(CH_3)_2CHCH_3$]

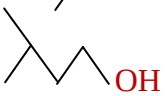
• ميثيل - 3 بوتن - 1 : *3-méthylbut-1-ène* [$(CH_3)_2CHCH{=}CH_2$]

• ميثيل - 2 بروبانول - 2 : *2-méthylpropan-2-ol* [$(CH_3)_3COH$]

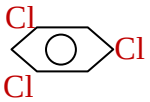


• ميثيل - 3 البنتان : *3-méthylpentane* [$(C_2H_5)_2CHCH_3$]

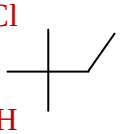
• ميثيل - 3 بوتانول - 1 : *3-méthylbutan-1-ol* [$(CH_3)_2CHCH_2CH_2OH$]



• ثلاثي كلور - 1،3،5، البنزين : *1,3,5-trichlorobenzène*

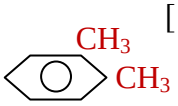


• ثنائي ميثيل - 2،2 البوتان : *2,2-diméthylbutane* [$(CH_3)_3CC_2H_5$]



• حمض البروبانويك : *acide propanoïque* [C_2H_5COOH]

• ثنائي ميثيل - 2،1 البنزين : *1,2-diméthylbenzène*



■ حل التمرين : 6

الإيثن ؛ كلور الإيثان ؛ ميثيل -2 بروبانول -2

II) تمارين حول المجاميع الوظيفية لبعض المركبات العضوية :

■ حل التمرين : 1

خاطئة ؛ صحيحة ؛ صحيحة ؛ صحيحة ؛ $-COOH$ ؛ $-CHO$ ؛ $R-CHO$ ؛ $R-OH$.

■ حل التمرين : 2

كحول ميثيلي ؛ ميثانول ؛ بروبان– 2 – أول (*propan-2-ol*) ؛ كحول إيزوبروبيلي ؛ بوتان– 2 – أول (*butan-2-ol*) ؛ 3 – ميثيل بوتان – 2 – أول (*3-méthylbutan-2-ol*) ؛ 2 – ميثيل بوتان – 2 – أول (*2-méthylbutan-2-ol*) .

■ حل التمرين : 3

• الكحول الأولي قابل للأكسدة مرتين و الكحول الثالثي غير قابل للأكسدة ... **الكحول الأولي يتأكسد على مرحلتين بسبب إحتواء ذرة الفحم الوظيفي في جزيئه على ذرتي هيدروجين H ($-CH_2-OH$) معطيًا في المرحلة الأولى الألدهيد الموافق ليتأكسد هذا الأخير بدوره معطيًا الحمض الكربوكسيلي الموافق ، و لا تحدث المرحلة الأخيرة هذه من التفاعل إلا في وجود زيادة من المؤكسد ؛ بينما الكحول الثالثي لايقبل الأكسدة المقتصدة أصلاً لعدم إحتواء ذرة الفحم الوظيفي في جزيئه على ذرات هيدروجين H ($-\overset{|}{\underset{|}{C}}-OH$) .**

• درجة غليان الكحولات تزداد بزيادة الوزن الجزيئي ... **تتعلق درجة غليان الكحول بعدد ذرات الفحم المكونة لجزيئه أي بطول السلسلة الفحمية للجزيء و شكلها ، بالتالي تزداد درجة الغليان بزيادة الكتلة المولية للجزيء أو الوزن الجزيئي .**

• درجة غليان الكحول أعلى من درجة غليان الهيدروكربون الذي يقاربه في الوزن الجزيئي ... **تكون درجات غليان الكحولات أعلى من درجات غليان الفحوم الهيدروجينية المماثلة لها في الكتلة المولية تقريبًا بسبب الترابط الجزيئي مابين جزيئات الكحول و تماسكها فيما بينها لأنها مركبات وظيفية ذات جزيئات مستقطبة وإنعدام ذلك بالنسبة للهيدروكربونات .**

• تذوب بعض الكحولات بالماء ... **الحدود الأولى من الكحولات تنحل في الماء بنسب متفاوتة تتعلق بطول سلاسلها الفحمية نظرًا للتشابه الكائن بين جزيئات الماء و جزيئات الكحول (خاصية الإستقطاب : طبقًا للمثل الشائع ـ الطيور على أشكالها تقع ـ *Qui se ressemble s'assemble*) إلا أن قابلية الإنحلال هذه تقل أو تنعدم بزيادة طول السلسلة الفحمية أو بزيادة الوزن الجزيئي للكحول لذلك الحدود العليا من الكحولات لاتنحل في الماء .**

• تتفاعل الكحولات مع الصوديوم ... **تتفاعل الكحولات ROH مع معدن الصوديوم Na (مرجع قوي جدًا) ويرافق ذلك إنطلاق غاز ثنائي الهيدروجين H_2 وفق المعادلة : أكسدة ـ إرجاع**

$$ROH + Na \longrightarrow (RO^- + Na^+) + \tfrac{1}{2} H_2\uparrow$$

ألكانولات الصوديوم ثنائي الهيدروجين

• تقل الإنحلالية للكحولات بزيادة الوزن الجزيئي ... **نعم كما أسلفنا فإن إنحلال الكحولات في الماء يقل بزيادة الوزن الجزيئي للكحول أي بزيادة طول السلسلة الفحمية .**

■ حل التمرين : 4

صحيح ؛ صحيح ؛ خطأ ؛ صحيح ؛ صحيح ؛ خطأ ؛ صحيح ؛ صحيح ؛ صحيح .

■ حل التمرين : 5

① $C_2H_5OH + NaNH_2 \longrightarrow C_2H_5ONa + NH_3\uparrow$

② $2CH_3OH + 2Na \longrightarrow 2CH_3ONa + H_2\uparrow$

③ $(CH_3)_2CHBr + NaOH \longrightarrow (CH_3)_2CHOH + NaBr$

④ $CH_3CH{=}CH_2 + H_2O \xrightarrow{H_2SO_4} (CH_3)_2CHOH$

⑤ $C_2H_5OH + HCl \longrightarrow C_2H_5Cl + H_2O$

■ حل التمرين : 6

1) ـ معادلة تفاعل الإحتراق : $\mathbf{C_xH_yO_z + (x-z/2+y/4)O_2 \longrightarrow xCO_2 + (y/2)H_2O}$

• حساب $\mathbf{m_C}$ ؛ $\mathbf{m_H}$ ؛ $\mathbf{m_O}$ الكائنة في كتلة العينة المتفاعلة من المركب : $\mathbf{m = 7,4\ g}$

ـ يحترق الفحم متحولاً الى غاز ثنائي أكسيد الفحم وفق المعادلة : $\mathbf{C + O_2 \longrightarrow CO_2}$

بالتالي : $\mathbf{m_C = m_{CO2}\,[M_C/M_{CO2}] = 17,7\,(12/44) = 4,83\ g}$

ـ يحترق الهيدروجين متحولاً الى بخار الماء وفق المعادلة : $\mathbf{H_2 + O_2 \longrightarrow ½\ H_2O}$

بالتالي : $\mathbf{m_H = m_{H2O}\,[2M_H/M_{H2O}] = 9,04\,(2/18) = 1,00\ g}$

ـ لدينا : $\mathbf{m = m_C + m_H + m_O \Rightarrow m_O = m - (m_C + m_H) = 7,4 - (4,83 + 1,00) = 1,57\ g}$

ـ دستور آفوغادرو ـ آمبير ⇐ الكتلة المولية الجزيئية التقريبية للمركب : $\mathbf{M = 29.d}$

بالتالي : $\mathbf{M = 29 \times 2,55 = 73,95\ g/mol \simeq 74\ g.mol^{-1}}$

ـ النسب المئوية الكتلية للعناصر المكونة للمركب : $\mathbf{C\% = 100\ m_C/m = 100\ m_{CO2}\,[M_C/m.M_{CO2}] = 65,27\ \%}$

• بنفس الطريقة فإن : $\mathbf{H\% = 100\ m_H/m = 100\ m_{H2O}\,[2M_H/m.M_{H2O}] = 13,51\ \%}$

$\mathbf{O\% = 100\ m_O/m = 100 - [C\% + H\%] = 21,22\ \%}$

ـ مما سبق يكون لدينا : $\boxed{\mathbf{M/100 = 12x/C\% = y/H\% = 16z/O\%}}$

ـ الصيغة المجملة للمركب :

$\mathbf{C_4H_{10}O}$ ⟷

. $\boxed{x = 4} \Leftarrow \mathbf{x = M.C\%/100.M_C = (74\times65,27)/1200 = 4}$

. $\boxed{y = 10} \Leftarrow \mathbf{y = M.H\%/100.M_H = (74\times13,51)/100 = 10}$

. $\boxed{z = 1} \Leftarrow \mathbf{z = M.O\%/100.M_O = (74\times21,22)/1600 = 1}$

2) بما أن المركب $\mathbf{C_4H_{10}O}$ يتفاعل مع معدن الصوديوم و يرافق ذلك إنطلاق غاز ثنائي الهيدروجين $\mathbf{H_2}$ فإن المركب عبارة عن كحول أحادي مشبع : $\mathbf{ROH}$ زمرته الوظيفية المميزة هي مجموعة الهيدروكسيل $\mathbf{—OH}$ ، و الصيغة المجملة له تحديدًا هي : $\mathbf{C_4H_9OH}$ ، و له مجموعة من المتماكبات الكحولية (**أولية ، ثانوية ، ثالثية**) .

3) معادلة التفاعل الحادث بين الكحول و معدن الصوديوم : $2C_4H_9OH + 2Na \longrightarrow 2C_4H_9ONa + H_2\uparrow$

بوتانولات الصوديوم

ـ كتلة المركب العضوي الناتج و حجم غاز ثنائي الهيدروجين المنطلق :

كمية مادة الكحول المتفاعلة : $\mathbf{n = m/M = 7,4/74 = 0,1\ mol}$ ⇐ كمية مادة المركب العضوي الناتج : $\mathbf{n = 0,1\ mol}$ ،

بينما كمية مادة الغاز المنطلق هي : $\mathbf{n' = n/2 = 0,05\ mol}$ (حسب المعادلة)

بالتالي : ـ كتلة C_4H_9ONa الناتجة : $\mathbf{m = n.M = 0,1\times96 = 9,6\ g}$

ـ حجم H_2 المنطلق (في الشروط النظامية : $V_0 = 22,4$ L/mol) : $\mathbf{V = n'.V_0 = 0,05 \times 22,4 = 1,12\ L}$

■ حل التمرين : 7

1) ـ معادلة تفاعل تحضير كحول بإماهة ألكن : $\underset{(أ)}{\mathbf{C_nH_{2n}}} + \mathbf{H_2O} \longrightarrow \underset{(ب)}{\mathbf{C_nH_{2n+1}OH}}$

2) ـ معادلة تفاعل الإحتراق : $\mathbf{C_nH_{2n+1}OH + (3n/2)O_2 \xrightarrow{تام} nCO_2 + (n+1)H_2O}$

$\mathbf{ك_ب \longrightarrow ك_1 + ك_2}$

ـ حساب قيمة $\mathbf{n}$ عدد ذرات الكربون في جزيء الكحول (ب) :

• المعادلة : $\Leftarrow$ $\mathbf{ك_2\backslash ك_1 = (1+n)18\backslash44n}$ ..... **(1)**

• التجربة : $\Leftarrow$ $\mathbf{ك_2\backslash ك_1 = 6\backslash11}$ ..... **(2)**

من (1) و (2) نجد : $\mathbf{6\backslash11 = (1+n)18\backslash44n} \Leftarrow \boxed{\mathbf{n = 3}}$ ..... (عدد ذرات الفحم في جزيء الألكن ـ أ ـ و الكحول ـ ب ـ)

ـ الصيغتين الجزيئيتين المجملتين للألكن (أ) و الكحول (ب) :

• الألكن (أ) : C_nH_{2n} $\xleftrightarrow{n\ =\ 3}$ C_3H_6 ..... **(البروبن :** ألكن لا تناظري **) .**

• الكحول (ب) : $C_nH_{2n+1}OH$ $\xleftrightarrow{n\ =\ 3}$ C_3H_7OH ..... **(البروبانول :** له مماكبين كحوليين **) .**

ـ الصيغة الجزيئية النصف مفصلة لكل من (أ) و (ب) :

• كما أسلفنا : الألكن C_3H_6 لاتناظري صيغته نصف المفصلة : $H_3C-CH=CH_2$

• إماهة **ألكن لاتناظري** تعطي نظريًا متماكبين كحوليين لنفس الكحول و **عمليًا** ينتج أحدهما **بأفضلية** وهو المتماكب الكحولي ذو **الصنف الأعلى** (التي تتحقق لأجله قاعدة **ماركوف نيكوف**) والآخر بآثار طفيفة مهملة بالتالي الصيغة نصف المفصلة للكحول C_3H_7OH هي : $H_3C-CHOH-CH_3$ ..... (البروبان– 2– أول : كحول ثانوي) .

■ حل التمرين : 8

الإيثانول ؛ بوتان– 2– أول ؛ البروبان– 2– أول ؛ الإيثن (الإيثيلين)

■ حل التمرين : 10

الألدهيد ؛ $>C=O$ **؛ الأسيتون(الخلون) ؛ الألدهيد ؛ الأسيتون**

■ حل التمرين : 11

صحيح ؛ خطأ ؛ خطأ ؛ صحيح ؛ خطأ ..... (على الترتيب)

■ حل التمرين : 12

الأحماض العضوية ؛ حمض الزبدة (البيوتريك) ؛ حمض3 – بروم البوتانويك ؛ حمض3 – ميثيل البوتانويك .

■ حل التمرين : 14

صحيح ؛ صحيح ؛ صحيح ؛ خطأ ؛ خطأ

■ حل التمرين : 15

الأمين الثالثي ؛ إيثيل ثنائي ميثيل أمين ؛ ثنائي إيثيل أمين ؛ بروبيل أمين