الجامعي في الكيمياء

2016

التوجيهي العلمي / الوحدة الرابعة

الكيمياء العضوية

إعداد الأستاذ :- محمد خشان

ماجستير كيمياء تطبيقية

0788343798

مركز التكنولوجيا

0788543523

(ثانياً) تفاعلات المركبات العضوية

❖ يتم تقسيم تفاعلات المركبات العضوية بشكلٍ عام كما يلي:-
١- تفاعلات الإضافة.
٢- تفاعلات الحذف.
٣- تفاعلات الاستبدال.
٤- تفاعلات التأكسد والاختزال.
٥- تفاعلات الحموض والقواعد (تفاعلات المركبات العضوية كحموض وقواعد).
وسيتم تناول كل من هذه التفاعلات على حدا.

تفاعلات الإضافة

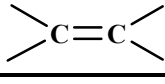
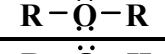
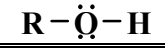
❖ تحدث تفاعلات الإضافة بشكلٍ عام في المركبات العضوية غير المشبعة, كالألكينات والألكاينات ومجموعة الكاربونيل, وفي هذه التفاعلات يتم كسر للرابطة الضعيفة **(π)** وتكوين للرابطة القوية **(σ)**, وسيتم تناول ثلاثة نماذج من تفاعلات الإضافة, وهي الإضافة إلى كلٍ من الألكينات والألكاينات ومركبات الكاربونيل.

❖ قبل الخوض في تفاصيل تفاعلات الإضافة, يجب التعرف أولاً على ما يعرف باسم الإلكتروفيلات والنيوكليوفيلات.

★ **الإلكتروفيل:-** مادة فقيرة بالإلكترونات, يحتاج الغلاف الأخير فيها لزوج الكترونات للوصول إلى حالة الثبات.

★ **النيوكليوفيل:-** مادة غنية بالإلكترونات, تستطيع منح هذه الإلكترونات أو المشاركة بها.

➢ يمثل الجدول التالي أهم الإلكتروفيلات والنيوكليوفيلات.

الإلكتروفيلات (حموض لويس)	النيوكليوفيلات (قواعد لويس)
H^+	H^-
Br^+	Cl^-, Br^-
Cl^+	
$\oplus CH_3$	$:NH_3$
$AlCl_3$	
$FeCl_3$	
BF_3	OH^-
NO_2^+	$H_2O:$

❖ بعد التعرف على المقصود بكل الإلكتروفيلات والنيوكليوفيلات, يجب التعرف على كل من الإضافة الإلكتروفيلة والإضافة والنيوكليوفيلية.

★ **الإضافة الإلكتروفيلة:-** الإضافة التي تبدأ فيها الخطوة الأولى بمهاجمة الإلكتروفيل للرابطة الثنائية.

★ **والإضافة النيوكليوفيلية:-** الإضافة التي تبدأ فيها الخطوة الأولى بمهاجمة النيوكليوفيل لمجموعة الكاربونيل.

١) الإضافة فى الألكينات

أ) إضافة هاليدات الهيدروجين (HX):-

❖ (HI ,HBr ,HCl = HX).

❖ يتم من خلال هذا التفاعل تحويل الألكين إلى هاليد الكيل, وتتم الإضافة حسب ما يعرف باسم **قاعدة ماركوفنيكوف**, والتي تنص على ما يلي:-

قاعدة ماركوفنيكوف:- يضاف الطرف الموجب (الإلكتروفيل) (H^+) إلى ذرة كربون الرابطة الثنائية المرتبطة بالعدد الأكبر من ذرات الهيدروجين.

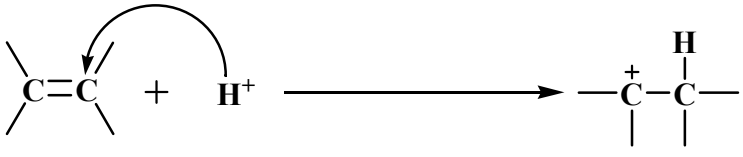
❖ أي أنه عند إضافة (HX) إلى ألكين غير متماثل, فإن ذرة الهيدروجين ترتبط بذرة الكربون المرتبطة بعدد أكبر من ذرات الهيدروجين.

❖ يعتبر تفاعل إضافة هاليدات الهيدروجين مثالاً على **الإضافة الإلكتروفيلية**.

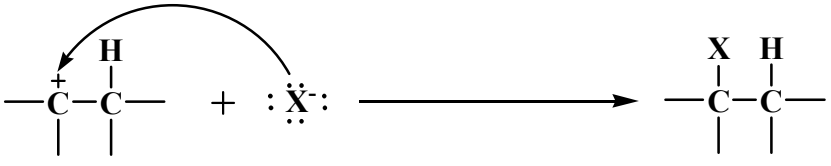
محمد خشان

✓ خطوات حدوث التفاعل

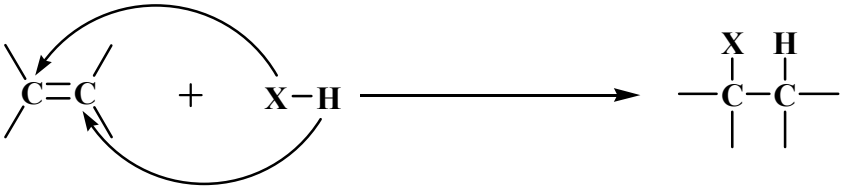
➢ يوفر هاليد الهيدروجين (HX) كلاً من الإلكتروفيل (H^+), والنيوكليوفيل (X^-), ويبدأ التفاعل من خلال مهاجمة (H^+) للرابطة الثنائية, مما يؤدي إلى كسر الرابطة الضعيفة **(π)**, ويرتبط (H^+) بإحدى ذرتي كربون الرابطة الثنائية, فتظهر شحنةموجبة على ذرة الكربون الأخرى, ويتكون نتيجةً لذلك أيون كربوني موجب.



➢ يعتبر الأيون الكربوني الموجب مادةً وسطية غير ثابتة, وتحتاج إلى الإلكترونات (الإلكتروفيل), وهنا يبدأ النيوكليوفيل (X^-) بمهاجمة الأيون الكربوني كما يلي:-



❖ يمكن تمثيل الخطوتين السابقتين بالقاعدة العامة التالية:-



☑ **سؤال:-** أكتب الناتج العضوي لكل من التفاعلات التالية:-

أ) $CH_3CHCHCH_3 + HCl \longrightarrow$ ----------

ب) $CH_3CH_2CH=\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}-CH_3 + HBr \longrightarrow$ ----------

ج) $CH_3-\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}=\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}-CH_3 + HI \longrightarrow$ ----------

د) $CH_3-\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}=CH-CH_3 + HBr \longrightarrow$ ----------

ه) $H-\overset{\overset{H}{|}}{C}=\overset{\overset{H}{|}}{C}-H + HI \longrightarrow$ ----------

و) $CH_3-\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}=CH_2 + HBr \longrightarrow$ ----------

الإجابة:-

أ) $CH_3CH_2\overset{\overset{Cl}{|}}{C}HCH_3$

ب) $CH_3CH_2CH_2-\overset{\overset{CH_3}{|}}{\underset{\underset{Br}{|}}{C}}-CH_3$

ج) $CH_3-\overset{\overset{CH_3}{|}}{CH}-\overset{\overset{CH_3}{|}}{\underset{\underset{I}{|}}{C}}-CH_3$

د) $CH_3-\overset{\overset{CH_3}{|}}{\underset{\underset{Br}{|}}{C}}-CH_2-CH_3$

ه) $H-\overset{\overset{H}{|}}{\underset{\underset{H}{|}}{C}}-\overset{\overset{H}{|}}{\underset{\underset{I}{|}}{C}}-H$

و) $CH_3-\overset{\overset{CH_3}{|}}{\underset{\underset{Br}{|}}{C}}-CH_3$

محمد خشان

ب) إضافة الماء (H_2O):-

❖ يتم من خلال هذا التفاعل تحويل الألكين إلى كحول, وتتم الإضافة أيضاً حسب قاعدة ماركوفنيكوف.

❖ يعتبر تفاعل إضافة الماء إلى الألكينات من تفاعلات **الإضافة الإلكتروفيلية**.

✓ **القاعدة العامة :-**

$$C=C + HO-H \xrightarrow[H_2SO_4 \text{ أو}]{H^+} \overset{\overset{H}{|}}{-C-}\overset{\overset{OH}{|}}{-C-}$$

❖ ***يتم التفاعل بوجود حمض قوي كعامل مساعد, والسبب في ذلك هو أن الماء ضعيف التأين, وبالتالي فهو غير قادر على منح (H^+) إلى الرابطة الثنائية, لذلك يتم استخدام حمض قوي مثل (H_2SO_4) لتوفير الإلكتروفيل (H^+).***

☑ **سؤال:-** اكتب معادلة كيميائية توضح إضافة الماء (H_2O) في وسط حمضي إلى كل من (١- بيوتين), (ميثيل بروبين).

الإجابة:-

أ) $CH_3CH_2CH{=}CH_2 + H_2O \xrightarrow{H^+} CH_3CH_2\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{C}}HCH_3$

ب) $CH_3\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}{=}CH_2 + H_2O \xrightarrow{H^+} CH_3\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{\overset{\displaystyle OH}{\overset{|}{C}}}}CH_3$

☑ **سؤال:-** أكمل المعادلات التالية:-

أ) $CH_3CH{=}CHCH_3 + H_2O \xrightarrow{H^+}$ ----------

ب) $CH_3\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}{=}CHCH_3 + H_2O \xrightarrow{H^+}$ ----------

الإجابة:-

أ) $CH_3CH_2\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{C}}HCH_3$

ب) $CH_3\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{\overset{\displaystyle CH_3}{\overset{|}{C}}}}CH_2CH_3$

ج) إضافة الهالوجينات (X_2) (الهلجنة):-

❖ ($F_2 = X_2$,Cl_2 ,Br_2 ,I_2).

❖ حيث يتم من خلال هذا التفاعل تحويل الالكينات إلى هاليدات الكيل ثنائية, وهي عبارة عن هاليدات ألكيل تتميز باحتوائها على ذرتي هالوجين مرتبطتين بذرتي كربون متجاورتين.

❖ يعتبر تفاعل إضافة الهالوجينات (X_2) إلى الألكينات من تفاعلات **الإضافة الإلكتروفيلية**.

✓ **القاعدة العامة :-**

$$\underset{\text{C=C}}{\text{>C=C<}} + X{-}X \xrightarrow{CCl_4} \underset{\displaystyle X\ \ X}{\underset{|\ \ |}{-C-C-}}$$

محمد خشان

☑ **سؤال:-** أكمل التفاعلات التالية:-

أ) $H_2C=\overset{\overset{CH_2CH_3}{|}}{C}CH_2CH_3 + F_2 \xrightarrow{CCl_4}$ ----------

ب) $CH_3-CH=CH-CH_3 + Br_2 \xrightarrow{CCl_4}$ ----------

✍ **الإجابة:-**

أ) $H_2C(F)-\overset{\overset{CH_2CH_3}{|}}{C}(F)CH_2CH_3$

ب) $CH_3-CH(Br)-CH(Br)-CH_3$

☑ **سؤال:-** أكتب معادلة كيميائية توضح إضافة الكلور (Cl_2) إلى كل من (٢- هكسين) و (٢- بيوتين).

✍ **الإجابة:-**

$$CH_3CH_2CH_2CH=CHCH_3 + Cl_2 \xrightarrow{CCl_4} CH_3CH_2CH_2\overset{Cl}{C}H-\overset{Cl}{C}HCH_3$$

$$CH_3CH=CHCH_3 + Cl_2 \xrightarrow{CCl_4} CH_3\overset{Cl}{C}H-\overset{Cl}{C}HCH_3$$

يستخدم تفاعل إضافة (Br_2) المذاب في رابع كلوريد الكربون (CCl_4) في التمييز مخبرياً بين الألكينات والألكانات, حيث يتميز (Br_2) المذاب في رابع كلوريد الكربون (CCl_4) بلونه الأحمر، وتؤدي إضافته إلى الألكينات إلى اختفاء اللون، أما عند إضافته إلى الألكانات فلا يحدث تفاعل ويبقى محتفظاً بلونه الأحمر.

✓ **القاعدة العامة :-**

$$\diagdown C=C\diagup + Br_2 \xrightarrow{CCl_4} -\overset{Br}{C}-\overset{Br}{C}-$$

أحمر اللون — عديم اللون

☑ **سؤال:-** وضح من خلال المعادلات الكيميائية كيف يمكنك التمييز مخبرياً بين كل من المركبين (٢- بنتين) و (بنتان).

✍ **الإجابة:-**

من خلال إضافة محلول البروم الأحمر المذاب في رابع كلوريد الكربون إلى كل من المركبين, حيث يختفي اللون الأحمر عند التفاعل مع (٢- بنتين), بينما لا يتفاعل مع (بنتان), ويبقى اللون كما هو.

(٢- بنتين) $CH_3CH_2CH=CHCH_3 + Br_2 \xrightarrow{CCl_4} CH_3CH_2\overset{Br}{C}H-\overset{Br}{C}HCH_3$

أحمر اللون — عديم اللون

(بنتان) $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3 + Br_2 \xrightarrow{CCl_4}$ لا يحدث تفاعل

أحمر اللون — يبقى اللون أحمر

☑ **سؤال:-** وضح من خلال المعادلات الكيميائية كيف يمكنك التمييز مخبرياً بين كل من المركبين (ميثيل بروبين) و (بيوتان) باستخدام محلول البروم المذاب في (CCl_4).

✍ **الإجابة:-**

من خلال إضافة محلول البروم الأحمر المذاب في رابع كلوريد الكربون إلى كل من المركبين, حيث يختفي اللون الأحمر عند التفاعل مع (ميثيل بروبين), بينما لا يتفاعل مع (بيوتان), ويبقى اللون كما هو.

(ميثيل بروبين)

$$CH_3-\underset{}{\overset{CH_3}{\overset{|}{C}}}H=CH_2 + Br_2 \xrightarrow{CCl_4} CH_3-\overset{CH_3}{\overset{|}{C}}(Br)-CH_2Br$$

أحمر اللون — عديم اللون

(بيوتان)

$$CH_3CH_2CH_2CH_3 + Br_2 \xrightarrow{CCl_4} \text{لا يحدث تفاعل}$$

أحمر اللون — يبقى اللون أحمر

د) إضافة الهيدروجين (H_2) (الهدرجة):-

❖ حيث يتم من خلال هذا التفاعل تحويل المركب العضوي غير المشبع إلى مركب عضوي مشبع بذرات الهيدروجين (تحويل الألكين إلى ألكان), حيث تتم الإضافة بوجود إحدى العوامل المساعدة التالية، البلاتين **(Pt)**، البلاديوم **(Pd)**، النيكل **(Ni)**.

❖ يقوم العامل المساعد على إضعاف الرابطة (H-H), ليسهّل إضافة الهيدروجين إلى الألكين.

❖ يعتبر تفاعل إضافة الهيدروجين (H_2) إلى الألكينات من تفاعلات **الإضافة الإلكتروفيلية**.

✓ **القاعدة العامة :-**

$$C=C + H-H \xrightarrow{\text{عامل مساعد}} -\overset{H}{\overset{|}{C}}-\overset{H}{\overset{|}{C}}-$$

☑ **سؤال:-** أكمل المعادلات التالية:-

أ) $CH_3CH_2CHCHCH_2CH_3 + H_2 \xrightarrow{Ni}$ ----------

ب) $CH_3CH_2\overset{CH_3}{\overset{|}{C}}=CHCH_3 + H_2 \xrightarrow{Ni}$ ----------

ج) $CH_3CH=CHCH_3 + H_2 \xrightarrow{Ni}$ ----------

✍ **الإجابة:-**

أ) $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$

ب) $CH_3CH_2\overset{CH_3}{\overset{|}{C}}H-CH_2CH_3$

ج) $CH_3CH_2CH_2CH_3$

٢) الإضافة في الألكاينات

أ) إضافة الهالوجينات (X_2) (الهلجنة):-

❖ حيث يتم من خلال هذا التفاعل تحويل الألكاين إلى هاليد الكيل يحوي أربع ذرات هالوجين مرتبطة بذرتي كربون متجاورتين, ***وتتم الإضافة بنسبة (٢ : ١)***.

❖ يحدث التفاعل في خطوتين, تكون نتيجتهما كسر رابطتي **(π)**, وتكوين أربع روابط **(σ)**.

❖ يعتبر تفاعل إضافة الهالوجينات (X_2) إلى الألكاينات من تفاعلات ***الإضافة الإلكتروفيلية***.

✓ **القاعدة العامة :-**

$$-C\equiv C- \;+\; 2X_2 \xrightarrow{CCl_4} -\overset{X}{\underset{X}{C}}-\overset{X}{\underset{X}{C}}-$$

☑ **سؤال:-** أكمل المعادلات التالية:-

أ) $H_3C-C\equiv C-CH_3 + 2Br_2 \xrightarrow{CCl_4}$ ----------

ب) $CH_3C\equiv CCH_2CH_3 + 2F_2 \xrightarrow{CCl_4}$ ----------

✍ **الإجابة:-**

أ) $H_3C-\overset{Br}{\underset{Br}{C}}-\overset{Br}{\underset{Br}{C}}-CH_3$

ب) $CH_3\overset{F}{\underset{F}{C}}-\overset{F}{\underset{F}{C}}CH_2CH_3$

❖ وكما في الألكينات، يستخدم تفاعل إضافة **(Br_2)** المذاب في **(CCl_4)** في التمييز بين الألكاينات و الألكانات, كما يلي:-

$$-C\equiv C- \;+\; 2Br_2 \xrightarrow{CCl_4} -\overset{Br}{\underset{Br}{C}}-\overset{Br}{\underset{Br}{C}}-$$

أحمر اللون — عديم اللون

☑ **سؤال:-**كيف تميز مخبرياً بين (الإيثاين) و (الإيثان), وضح إجابتك من خلال المعادلات الكيميائية.

✍ **الإجابة:-**

من خلال إضافة محلول البروم الأحمر المذاب في رابع كلوريد الكربون إلى كل من المركبين, حيث يختفي اللون الأحمر عند التفاعل مع (الإيثاين), بينما لا يتفاعل مع (الإيثان), ويبقى اللون كما هو.

(الإيثاين) $HC\equiv CH + \underset{\text{أحمر اللون}}{2Br_2} \xrightarrow{CCl_4} \underset{\text{عديم اللون}}{H-\overset{Br}{\underset{Br}{C}}-\overset{Br}{\underset{Br}{C}}-H}$

(الإيثان) $CH_3CH_3 + 2Br_2 \xrightarrow{CCl_4}$ لا يحدث تفاعل

أحمر اللون — يبقى اللون أحمر

محمد خشان

☑ **سؤال:-** أكتب معادلة كيميائية تبين إضافة (٢ مول) من محلول (Br_2) الأحمر, المذاب في (CCl_4) إلى (١- بيوتاين).

✍ **الإجابة:-**

$$HC\equiv CCH_2CH_3 + 2Br_2 \xrightarrow{CCl_4} H-\underset{Br}{\overset{Br}{C}}-\underset{Br}{\overset{Br}{C}}-CH_2CH_3$$

☑ **سؤال:-** حدد الصيغة الكيميائية لكل من المركبين (A, B) في التفاعل التالي:-

$$CH_3CCCH_2CH_3 + A \xrightarrow{B} CH_3-\underset{Br}{\overset{Br}{C}}-\underset{Br}{\overset{Br}{C}}-CH_2CH_3$$

✍ **الإجابة:-**

A: $2Br_2$

B: CCl_4

ب) إضافة هاليدات الهيدروجين (HX):-

❖ حيث يتم من خلال هذا التفاعل تحويل الألكاين إلى هاليد الكيل ثنائي يحوي ذرتي هالوجين على نفس ذرة الكربون, وتتم الإضافة هنا حسب قاعدة ماركوفنيكوف أيضا, **وتتم الإضافة بنسبة (١:٢)**.

❖ يحدث التفاعل في خطوتين, تكون نتيجتهما كسر رابطتي **(π)**, وتكوين أربع روابط **(σ)**.

❖ يعتبر تفاعل إضافة هاليدات الهيدروجين (HX) إلى الألكاينات من تفاعلات **الإضافة الإلكتروفيلية**.

✓ **القاعدة العامة :-**

$$-C\equiv C- + 2HX \longrightarrow -\underset{H}{\overset{X}{C}}-\underset{H}{\overset{X}{C}}-$$

☑ **سؤال:-** أكمل المعادلات التالية:-

أ) $CH_3CCCH_3 + 2HCl \longrightarrow$ ----------

ب) $CH_3CH_2CCH + 2HCl \longrightarrow$ ----------

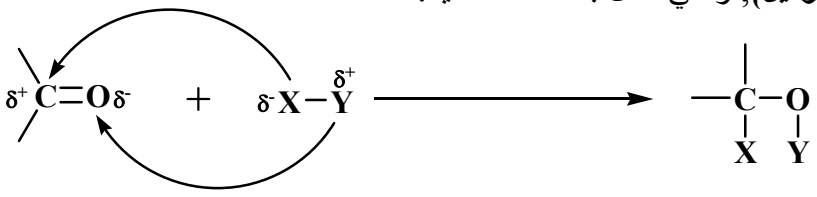
✍ **الإجابة:-**

أ) $CH_3-\underset{H}{\overset{Cl}{C}}-\underset{Cl}{\overset{H}{C}}-CH_3$

ب) $CH_3CH_2-\underset{Cl}{\overset{Cl}{C}}-CH_3$

٣) تفاعلات الإضافة في الألدهايدات والكيتونات:-

❖ تتميز الألديهايدات والكيتونات باحتوائها على مجموعة الكربونيل القطبية, حيث تمتلك ذرة الكربون في مجموعة الكربونيل شحنة موجبة جزئية, وهذا يعني افتقارها للإلكترونات مما يؤدي إلى مهاجمتها من قبل المواد الغنية بالإلكترونات ***(نيوكليوفيل)***, والتي تمثل بالمعادلة التالية:-

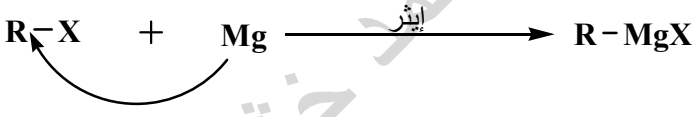


❖ ويسمى هذا النوع من التفاعلات باسم ***تفاعلات الإضافة النيكليوفيلية***, وسيتم تناول نوعين من الإضافة في الألدهايدات والكيتونات, كما يلي:-

أ) إضافة مركب غرينيارد (RMgX):-

❖ يعرف مركب غرينيارد على أنه (الكيل هاليد المغنيسيوم), ويمتلك الصيغة العامة ($\overset{\delta-}{R}-\overset{\delta+}{MgX}$)، ويمتاز مركب غرينيارد باحتوائه على رابطة بين ذرتي الكربون والمغنيسيوم، حيث تحمل ذرة الكربون شحنة سالبة جزئية، وتحمل ذرة المغنيسيوم شحنة موجبة جزئية.

❖ يتم تحضير مركب غرينيارد من خلال مفاعلة هاليد الألكيل مع المغنيسيوم بوجود الإيثر، كما يلي:-



☑ **سؤال:-** أكمل المعادلات التالية:-

أ) $CH_3CH_2Cl + Mg \xrightarrow{\text{إيثر}}$ ----------

ب) $CH_3\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{C}}HCH_3 + Mg \xrightarrow{\text{إيثر}}$ ----------

ج) $CH_3Cl + Mg \xrightarrow{\text{إيثر}}$ ----------

الإجابة:-

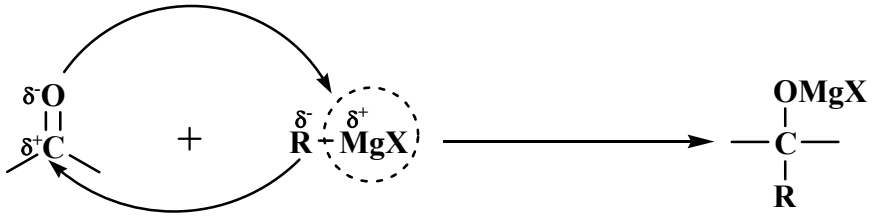
أ) CH_3CH_2MgCl

ب) $CH_3\underset{\displaystyle MgCl}{\underset{|}{C}}HCH_3$

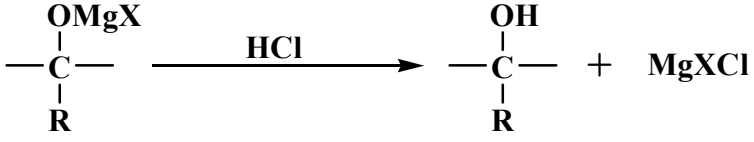
ج) CH_3MgCl

❖ حيث أن كهروسلبية ذرة (Mg) أقل من كهروسلبية ذرة الكربون المرتبطة بها في مجموعة الألكيل, فإن ذرة (Mg) تحمل شحنة جزئية موجبة, وتحمل ذرة الكربون شحنة جزئية سالبة, وبذلك تكون الرابطة ($\overset{\delta-}{C}-\overset{\delta+}{Mg}X$) قطبية, يمثل طرفها السالب ذرة الكربون **(النيوكليوفيل)**, الذي يبدأ التفاعل مع مجموعة الكاربونيل.

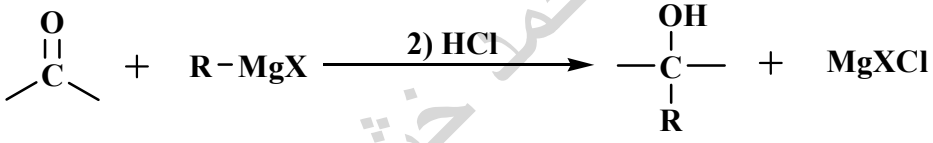
❖ الطرف السالب في مركب غرينيارد يضاف إلى ذرة الكربون في مجموعة الكاربونيل, أما الطرف الموجب يضاف إلى ذرة الأكسجين ليعادل الشحنة السالبة المتكونة عليها, كما يلي:-



❖ ومن ثم يعالج الناتج **(المركب الوسطي)** باستخدام **(HCl)** لإنتاج الكحول كما يلي:-

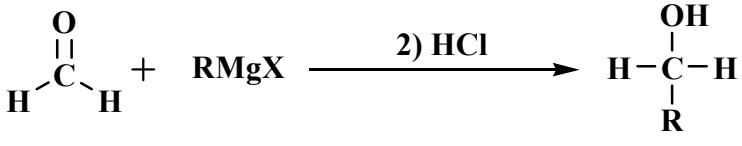


❖ يمكن اختصار الخطوتين السابقتين في خطوة واحدة كما يلي:-

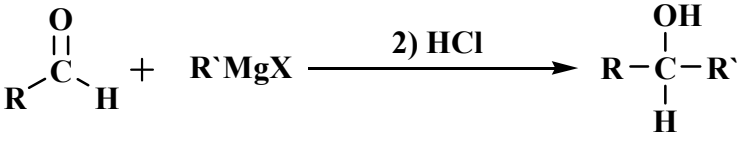


❖ تؤدي إضافة مركب غرينيارد إلى مجموعة الكربونيل إلى إنتاج الكحول، ويعتمد نوع الكحول الناتج على نوع المركب التي تمَّت الإضافة إليه، كما يلي:-

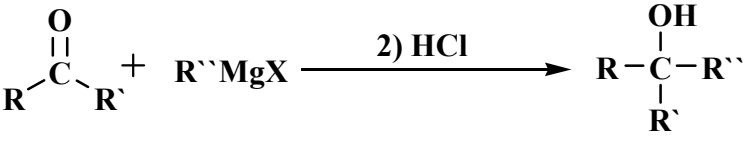
*إضافة مركب غرينيارد إلى الفورمالديهايد ثم معالجة الناتج بـ **(HCl)** تؤدي إلى إنتاج الكحول الأولى.*



*إضافة مركب غرينيارد إلى الألديهايد ثم معالجة الناتج بـ **(HCl)** تؤدي إلى إنتاج الكحول الثانوي.*

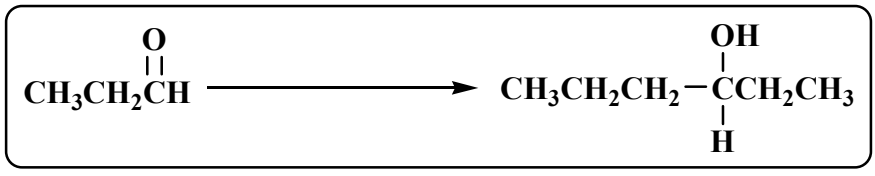


*إضافة مركب غرينيارد إلى الكيتون ثم معالجة الناتج بـ **(HCl)** تؤدي إلى إنتاج الكحول الثالثي.*



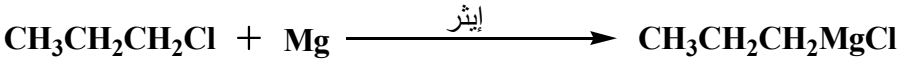
✓ **ملاحظة:- *يستخدم تفاعل إضافة مركب غرينيارد لإطالة السلسلة الكربونية (زيادة عدد ذرات الكربون) في المركب العضوي، وتكون مقدار الزيادة مساوية لعدد ذرات الكربون في مركب غرينيارد.***

☑ **سؤال:-** حضر المركب **(٣- هكسانول)** من المركب **(بروبانال)**، مستخدما أي مواد عضوية و غير عضوية تراها مناسبة.



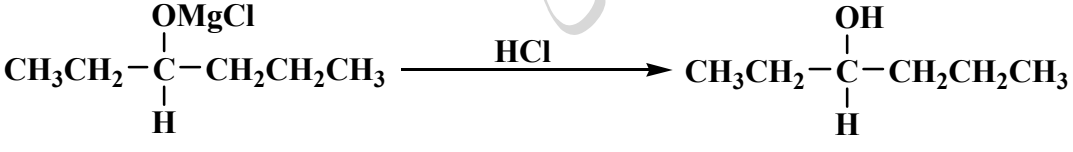
الإجابة:-

أ- تحضير مركب غرينيارد مناسب:-نلاحظ أن المركب العضوي ازداد بمقدار ثلاث ذرات، وبالتالي يجب أولاً تحضير مركب غرينيارد مكون من ثلاث ذرات كربون:-



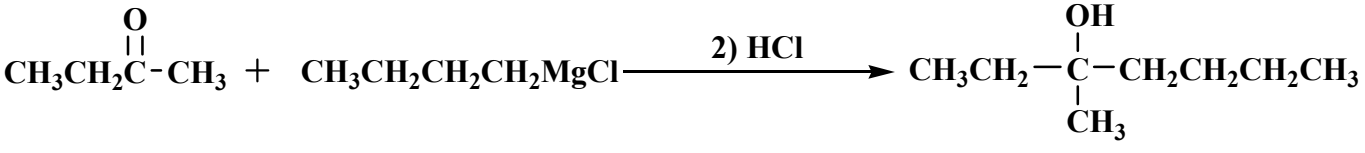
ب- إضافة مركب غرينيارد إلى البروبانال:-

ج- معالجة ناتج الإضافة بـ **(HCl):-**



☑ **سؤال:-** ما الناتج النهائي لإضافة **بيوتيل كلوريد المغنيسيوم** إلى **بيوتانون؟**

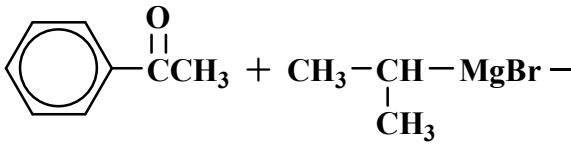
الإجابة:-



(٣- ميثيل-٣- هبتانول)

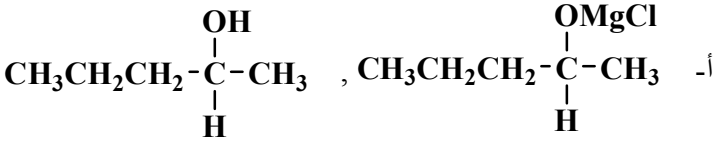
☑ **سؤال:-** أكتب الناتج العضوي لكل من المعدلات الآتية:-

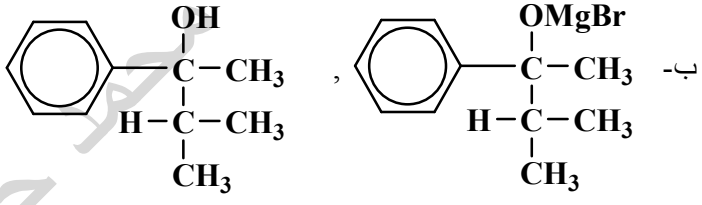
أ- $CH_3CH_2CH_2\overset{O}{\overset{\|}{C}}H + CH_3MgCl \longrightarrow \text{- - - - - - - -} \xrightarrow{HCl} \text{- - - - - - - -}$

ب- 

ج- $CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}H \xrightarrow[2)\ HCl]{1)\ CH_3CH_2MgCl} \text{- - - - - - - -}$

✍ **الإجابة:-**

أ- 

ب- 

ج- $CH_3\overset{OH}{\overset{|}{C}}HCH_2CH_3$

☑ **سؤال:-** يراد تحضير المركب **(٢- بيتانول)** بطريقة غرينيارد, أذكر احتمالين لكل من المركبين العضويين اللّذان يمكنك البدء بهما, مستعيناً بأي مواد أخرى مناسبة, اكتب معادلات تمثل عملية التحضير في كل حالة.

✍ **الإجابة:-**

أ- (إيثانال, كلورو إيثان)

$$CH_3CH_2Cl + Mg \xrightarrow{\text{إيثر}} CH_3CH_2MgCl$$

$$CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}H + CH_3CH_2MgHCl \xrightarrow{2)\ HCl} CH_3CH_2\overset{OH}{\overset{|}{C}}HCH_3$$

ب- (بروبانال, كلورو ميثان)

$$CH_3Cl + Mg \xrightarrow{\text{إيثر}} CH_3MgCl$$

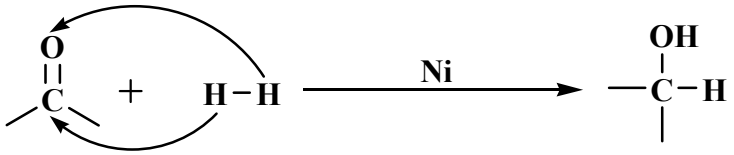
$$CH_3CH_2\overset{O}{\overset{\|}{C}}H + CH_3MgCl \xrightarrow{2)\ HCl} CH_3CH_2\overset{OH}{\overset{|}{C}}HCH_3$$

محمد خشان

ب) إضافة الهيدروجين (H_2):-

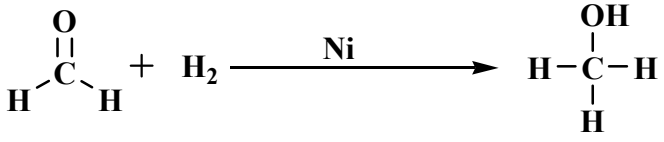
❖ يتم التفاعل بوجود عامل مساعد مثل **(Ni)** لإنتاج الكحولات.

✓ **القاعدة العامة :-**

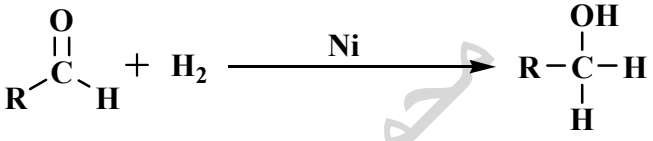


❖ يعتمد نوع ناتج إضافة (H_2) على نوع المركب التي تمَّت الإضافة إليه, كما يلي:-

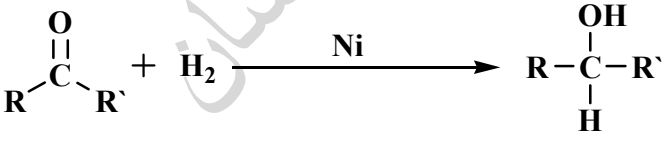
إضافة (H_2) إلى الفورمالديهايد تؤدي إلى إنتاج الميثانول.



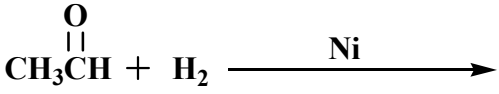
إضافة (H_2) إلى الألديهايد تؤدي إلى إنتاج الكحول الأولى.

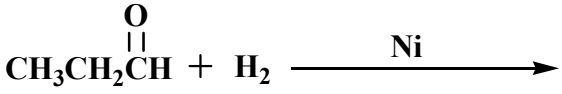


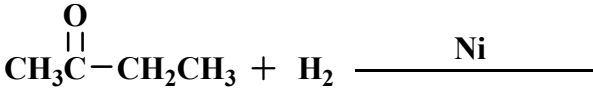
إضافة (H_2) إلى الكيتون تؤدي إلى إنتاج الكحول الثانوي.



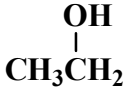
☑ **سؤال:-** أكمل المعادلات التالية:-

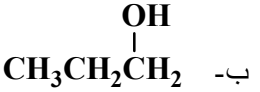
أ- 

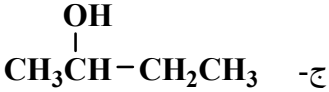
ب- 

ج- 

الإجابة:-

أ- 

ب- 

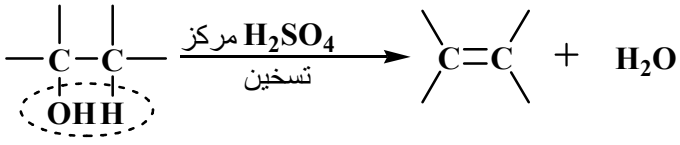
ج- 

تفاعلات الحذف

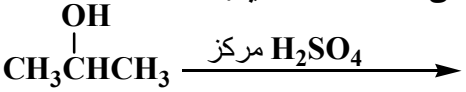
أ) حذف الماء من الكحولات:-

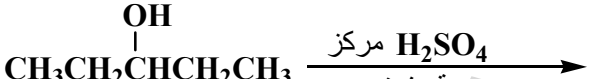
❖ حيث يتم من خلال هذا التفاعل حذف ذرة هيدروجين **(H)** ومجموعة هيدروكسيل **(OH)** من ذرتي كربون **متجاورتين**، مما يؤدي إلى تحويل الكحول إلى ألكين، ويتم التفاعل بوجود حمض الكبريتيك المركز **(H_2SO_4)** مع التسخين.

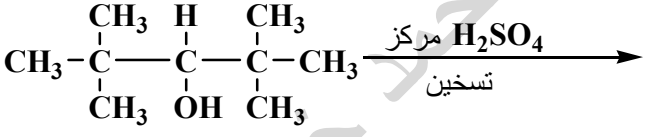
✓ القاعدة العامة :-

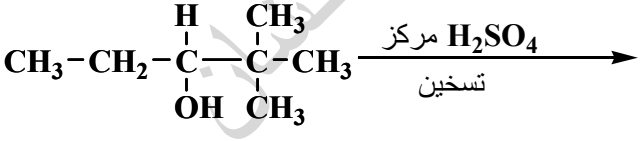


☑ **سؤال:-** أكتب الناتج العضوي لكل من التفاعلات التالية:-

أ- ---------- 

ب- ---------- 

ج- ---------- 

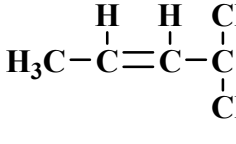
د- ---------- 

الإجابة:-

أ- $CH_3CH=CH_2$

ب- $CH_3CH_2CH=CHCH_3$

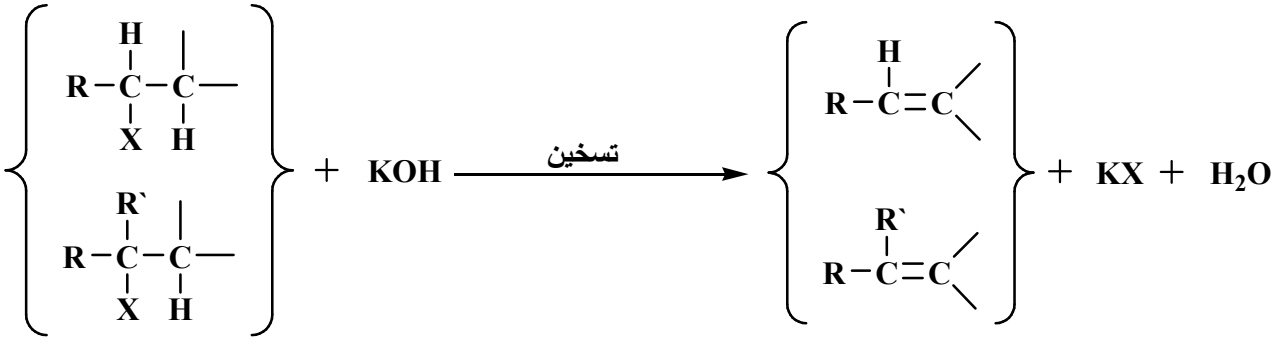
ج- لا يحدث تفاعل.

د- 

ب) الحذف في هاليدات الألكيل الثانوية والثالثية:-

❖ حيث يتم من خلال هذا التفاعل تحويل هاليد الألكيل الثانوي أو الثالثي إلى ألكين، ويتم التفاعل بوجود قاعدة قوية (OH^-) مع التسخين، **حيث يتم حذف ذرة هالوجين من ذرة كربون وذرة هيدروجين من ذرة كربون مجاورة**.

✓ **القاعدة العامة :-**



☑ **سؤال:-** أكتب الناتج العضوي لكل من التفاعلات التالية:-

أ- $CH_3CH(Cl)CH_3 + KOH \xrightarrow{\text{تسخين}}$ ----------

ب- $CH_3CH_2C(Cl)(H)CH_2CH_3 + KOH \xrightarrow{\text{تسخين}}$ ----------

ج- $CH_3-CH_2-C(H)(Cl)-C(CH_3)(CH_3)-CH_3 + KOH \xrightarrow{\text{تسخين}}$ ----------

د- $CH_3-C(CH_3)(CH_3)-C(Cl)(CH_3)-C(CH_3)(CH_3)-CH_3 + KOH \xrightarrow{\text{تسخين}}$ ----------

الإجابة:-

أ- $CH_3CH=CH_2$

ب- $CH_3CH_2CH=CHCH_3$

ج- $CH_3-C(H)=C(H)-C(CH_3)(CH_3)-CH_3$

د- $CH_3-C(CH_3)(CH_3)-C(=CH_2)-C(CH_3)(CH_3)-CH_3$

تفاعلات الاستبدال

❖ تتفاعل بعض المركبات بالاستبدال, حيث تستبدل فيها إحدى الذرات (أو المجموعات) بذرة (أو مجموعة) أخرى من مركب آخر, وسوف نتناول بعض الأمثلة لتفاعلات الاستبدال في كل من الألكانات و الكحولات وهاليدات الألكيل والحموض الكربوكسيلية.

أ) الاستبدال في الألكانات (هلجنة الألكانات):-

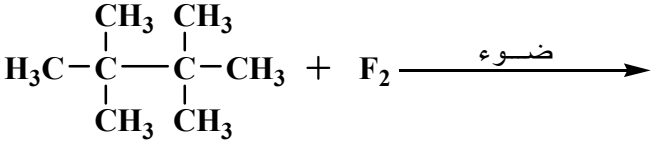
❖ تتفاعل الألكانات مع الهالوجينات بوجود الضوء, حيث تحل ذرة الهالوجين محل ذرة الهيدروجين في الألكان, لينتج بذلك هاليد الألكيل **(استبدال أحادي)**.

✓ **القاعدة العامة :-**

❖ يعمل الضوء (أو الحرارة) على كسر الرابطة (Cl-Cl) في المواد المتفاعلة, وإنتاج ما يسمى ***بالجذور الحرة***, التي تحتوي على الكترونات منفردة, والتي تتفاعل مع الألكانات, مما يؤدي في النهاية إلى إحلال ذرة الهالوجين محل ذرة الهيدروجين.

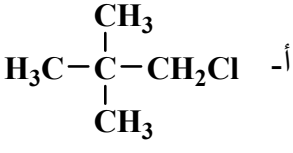
☑ **سؤال:-** أكتب الناتج العضوي لكل من التفاعلات التالية:-

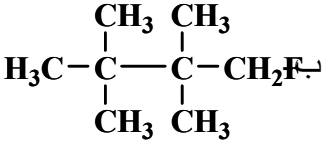
أ- $C(CH_3)_4 + Cl_2 \xrightarrow{\text{ضـوء}}$ ----------

ب-  ----------

ج- $CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{\text{ضـوء}}$ ----------

الإجابة:-

أ- 

ب- 

ج- CH_3Cl

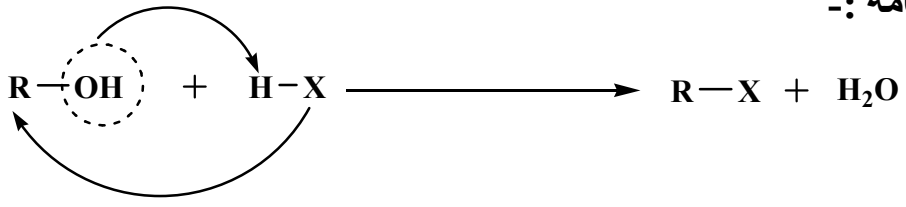
ب) الاستبدال في الكحولات:-

❖ حيث يتم من خلال هذا التفاعل تحويل الكحول إلى هاليد الألكيل, ويحدث هذا التفاعل في جميع أنواع الكحولات **(الأولية,الثانوية, الثالثية)**.

❖ إن الرابطة (C-OH) في الكحولات قوية, لذلك فإن التفاعل يبدأ بأن يكسب الكحول البروتون (H^+) من الحمض (HX) للإنتاج ($R-OH_2^+$), وبذلك تصبح الرابطة (R-O) ضعيفة ويسهل كسرها.

❖ هذا النوع من التفاعلات يعد **استبدالاً نيوكليوفيلياً**.

✓ **القاعدة العامة :-**



☑ **سؤال:-** أكتب الناتج العضوي لكل من التفاعلات التالية:-

أ- $CH_3CH_2OH + HF \longrightarrow$ ----------

ب- $CH_3\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{C}}HCH_3 + HBr \longrightarrow$ ----------

ج- $H_3C-\underset{\displaystyle OH}{\overset{\displaystyle CH_3}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}}-CH_3 + HCl \longrightarrow$ ----------

محمد خشان

الإجابة:-

أ- CH_3CH_2F

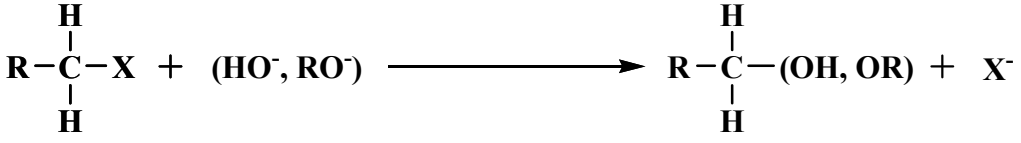
ب- $CH_3\underset{\displaystyle Br}{\underset{|}{C}}HCH_3$

ج- $H_3C-\underset{\displaystyle Cl}{\overset{\displaystyle CH_3}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}}-CH_3$

ج) الاستبدال في هاليدات الألكيل الأولية:-

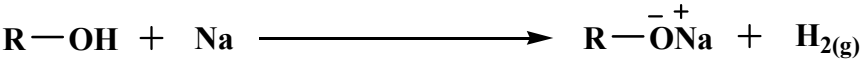
❖ حيث يتم من خلال هذا التفاعل تحويل هاليد الألكيل الأولى إلى كحول أو إيثر.

✓ **القاعدة العامة :-**



✓ يستخدم كل من (NaOH, KOH) مصدرا لـ (HO^-).
✓ يستخدم كل من ($NaOCH_3$, $KOCH_3$) مصدرا لـ (CH_3O^-).

❖ يمكن الحصول على أيون (RO^-) من تفاعل الكحول مع فلز نشط (Na, K) لإنتاج مركب أيوني, ولهذا التفاعل أهمية في الكشف عن الكحولات, وتميِّزه عن غيره من المركبات العضوية, إذ يعد انطلاق غاز الهيدروجين ($H_{2(g)}$) مؤشِّراً لتفاعل الكحول, كما يلي:-

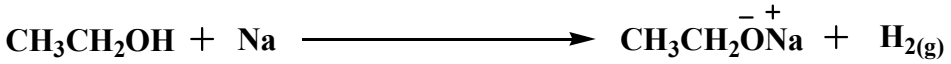


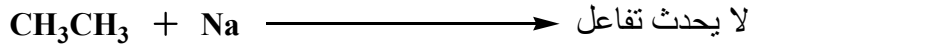
❖ إن الرابطة (C-X) في هاليد الألكيل قطبية, ولذلك تكون ذرة الكربون موجبة (إلكتروفيل), أم الأيونات (OH^-, RO^-) فهي غنية بالإلكترونات (نيوكليوفيلات قوية), تهاجم ذرة الكربون الموجبة وترتبط بها, مما يؤدي إلى كسر الرابطة (C-X) الضعيفة, فيحل النيوكليوفيل محل ذرة الهالوجين (X) التي تغادر على شكل أيون (X^-), ويعد هذا النوع من التفاعلات ***استبدالاً نيوكليوفيلياً***.

☑ **سؤال:-**كيف تميِّز مخبرياً بين الإيثان والإيثانول؟ أكتب معادلات كيميائية توضح التفاعل الحاصل.

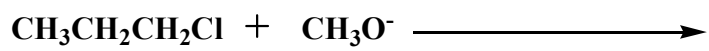
✍ **الإجابة:-**

يتفاعل الإيثانول مع فلز (Na) فينطلق غاز الهيدروجين ($H_{2(g)}$), أما الإيثان فلا يتفاعل.





☑ **سؤال:-** أكتب الناتج العضوي لكل من التفاعلات التالية:-



✍ **الإجابة:-**

أ- $CH_3CH_2CH_2OH$

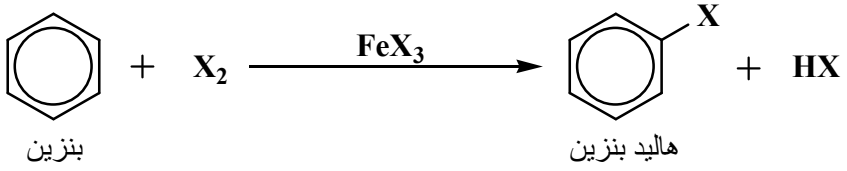
ب- $CH_3(CH_2)_3CH_2OH$

ج- $CH_3CH_2CH_2-O-CH_3$

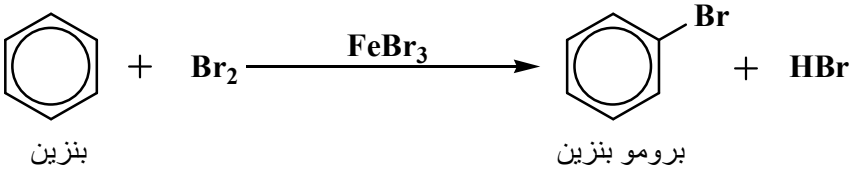
د) الاستبدال في البنزين:-

❖ يتفاعل البنزين مع الهالوجينات (X_2) كالبروم (Br_2) بوجود عامل مساعد ($FeBr_3$).

✓ **القاعدة العامة :-**

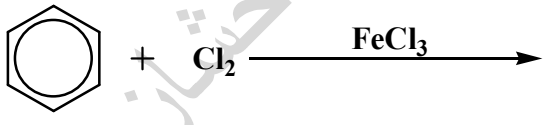


➢ **مثال:-**

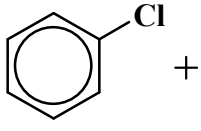


❖ يتفاعل جزيء (Br_2) مع ($FeBr_3$) لإنتاج ($FeBr_4^-$) والإلكتروفيل (Br^+) الذي يهاجم إحدى ذرات الكربون في حلقة البنزين الغنية بالإلكترونات, ونظراً للثبات الكبير لحلقة البنزين, فإن التفاعل لا يؤدي إلى إضافة (Br^+), بل يؤدي إلى استبدال ذرة (Br) بإحدى ذرات الهيدروجين على حلقة البنزين, أي أن التفاعل يعد ***استبدالاً إلكتروفيلياً***.

☑ **سؤال:-** أكمل المعادلة التالية:-

أ- 

✍ **الإجابة:-**

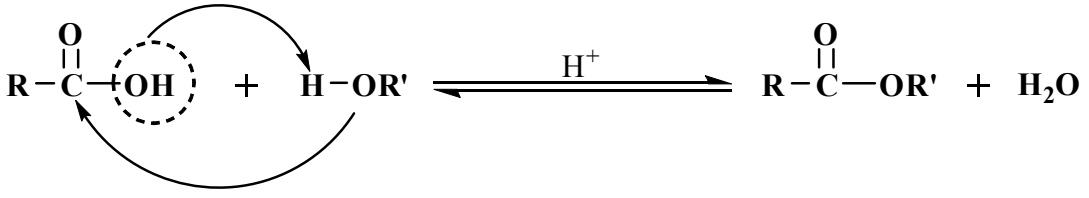
أ- 

محمد خشان

ه) الاستبدال في الحموض الكربوكسيلية:-

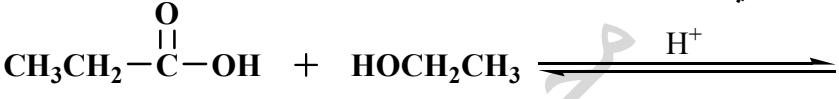
❖ تتفاعل الحموض الكربوكسيلية مع الكحولات بوجود حمض قوي مثل (H_2SO_4) كعامل مساعد, وينتج عن ذلك استبدال مجموعة (RO^-) بالكحول بمجموعة (HO^-) في الحمض لينتج الإستر والماء, وتسمى هذه العملية باسم **الأسترة**.

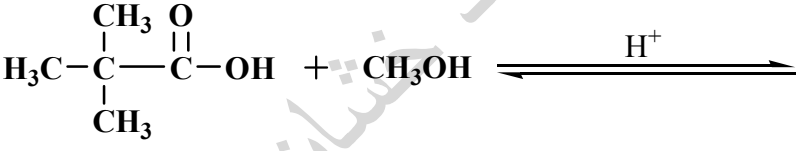
✓ القاعدة العامة :-

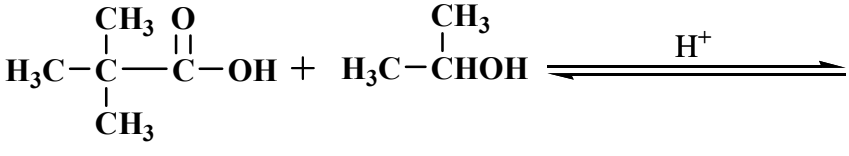


❖ نلاحظ أن تفاعل الأسترة هو تفاعل منعكس يصل إلى حالة الإتزان, لذلك يمكن دفعه باتجاه اليمين (للأمام) بإزالة الماء الناتج من خليط التفاعل, فتزداد بذلك سرعة التفاعل الأمامي – ***مبدأ لوتشاتوليه*** – وتزداد كمية الإستر الناتج.

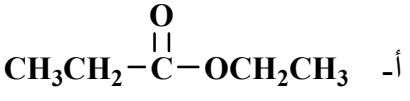
☑ **سؤال:-** أكتب الناتج العضوي لكل من التفاعلات التالية:-

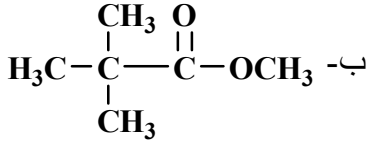
أ- 

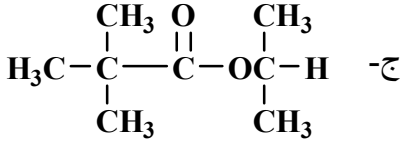
ب- 

ج- 

الإجابة:-

أ- 

ب- 

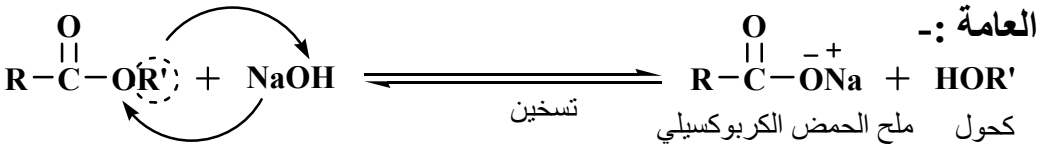
ج- 

محمد خشان

❖ يتفكك الإستر بالتسخين بوجود قاعددة قوية مثل (NaOH), فينتج الكحول وملح الحمض الكربوكسيلي, ويطلق على هذه العملية اسم***التصبُّن***.

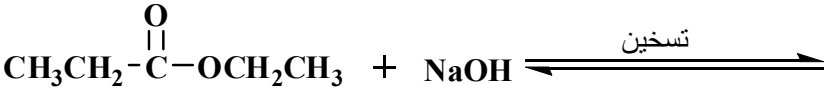
❖ تستخدم هذه العملية في تصنيع الصابون باستخدام الإسترات الموجودة في الزيوت والدهون.

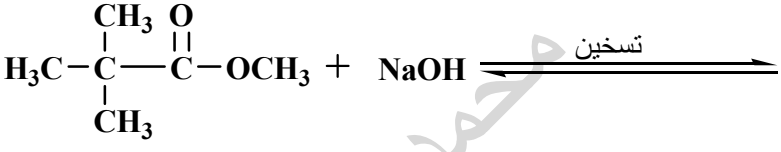
✓ **القاعدة العامة :-**

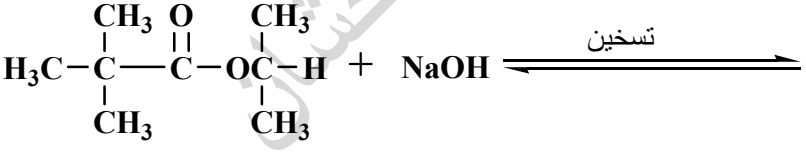


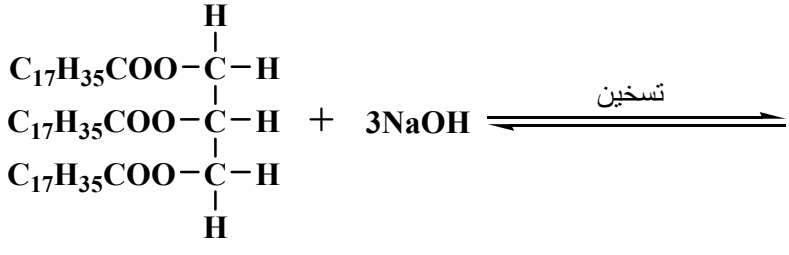
❖ يعد هذا النوع من التفاعلات ***استبدالاً نيوكليوفيلياً***.

☑ **سؤال:-** أكمل المعادلات التالية:-

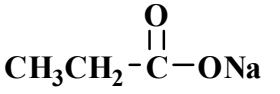
أ- ---------- 

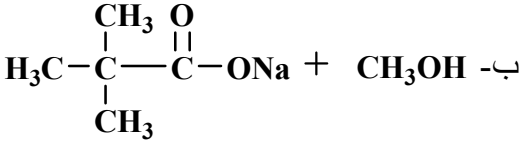
ب- ---------- 

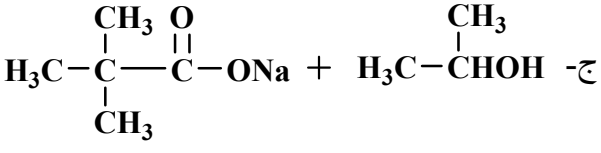
ج- ---------- 

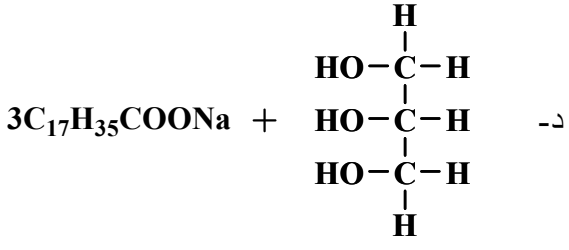
د- ---------- 

الإجابة:-

أ- 

ب- 

ج- 

د- 

محمد خشان

تفاعلات التأكسد والاختزال

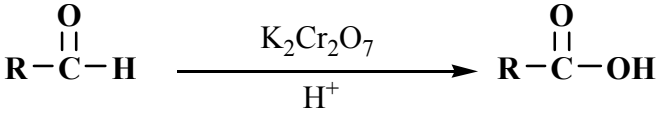
❖ يوصف ***التأكسد*** في تفاعلات المركبات العضوية بأنه زيادة محتوى الأكسجين في المركب العضوي, أو انتزاع الهيدروجين منه.

❖ يوصف ***الاختزال*** في تفاعلات المركبات العضوية بأنه انتزاع الأكسجبن من المركب العضوي, أو زيداة محتوى الهيدروجين فيه.

أ) تأكسد الألديهايدات:-

❖ حيث يتم هذا التفاعل باستخدام العامل المؤكسد ***دايكرومات البوتاسيوم ($K_2Cr_2O_7$)*** في وسط حمضي، ويتم فيه تحويل الألديهايد إلى حمض كربوكسيلي.

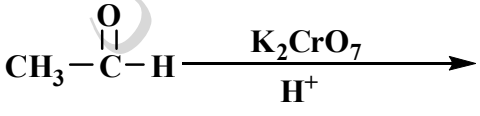
✓ **القاعدة العامة :-**



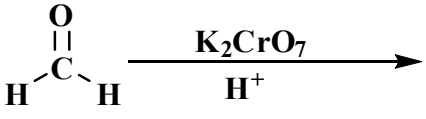
❖ نلاحظ أن عدد ذرات الأكسجين قد ازداد في المركب العضوي الناتج (الحمض الكربوكسيلي), أي أن الألديهايد قد تأكسد.

☑ **سؤال:-** أكمل المعادلات التالية:-

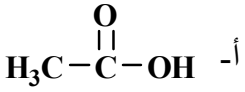
أ- ----------

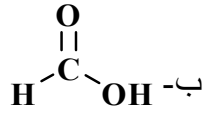


ب- ----------



الإجابة:-

أ- 

ب- 

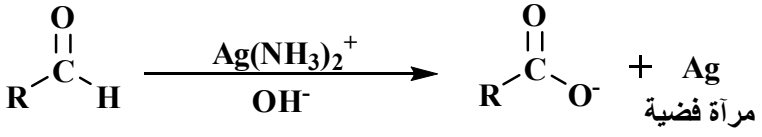
محمد خشان

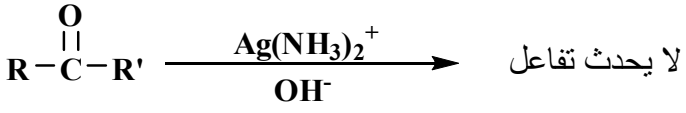
بما أن الكيتونات لا تتأكسد بسهولة كما في الألديهايدات، فإنه يمكن التمييز مخبريا بينهما باستخدام بعض العوامل المؤكسدة مثل (محلول تولنز).

التمييز بين الألديهايدات والكيتونات باستخدام محلول تولنز:-

❖ يحتوي محلول تولنز على أيونات الفضة (Ag^+) في وسط قاعدي من الأمونيا، ويؤدي إلى أكسدة الألديهايد, فيظهر راسب من الفضة اللامعة (Ag) على جدار أنبوب التفاعل على هيئة (***مرآة فضية***)، بينما لا يعمل هذا المحلول على أكسدة الكيتونات.

✓ **القاعدة العامة :-**

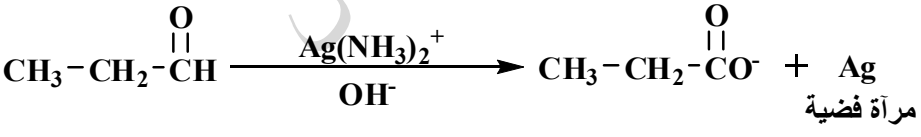




☑ **سؤال:-** ما الصيغة البنائية للمركب الذي صيغته الجزيئية (C_3H_6O), ويتفاعل مع محلول تولنز؟

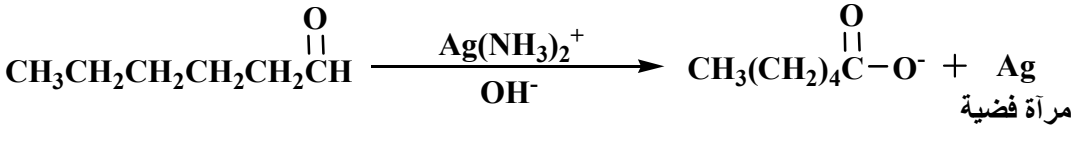
الإجابة:-

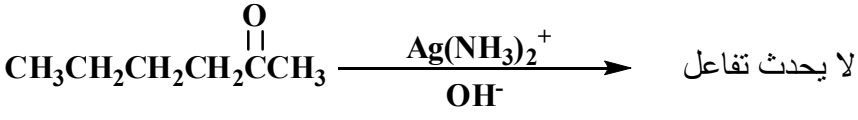
بما أن الجزيء يتفاعل مع محلول تولنز فمجموعته الوظيفيه هي الألديهايد:- $CH_3-CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}H$



☑ **سؤال:-** وضح من خلال المعادلات الكيميائية كيف يمكنك التمييز مخبريا بين كل من **(هكسانال)** و **(٢- هكسانون).**

الإجابة:-





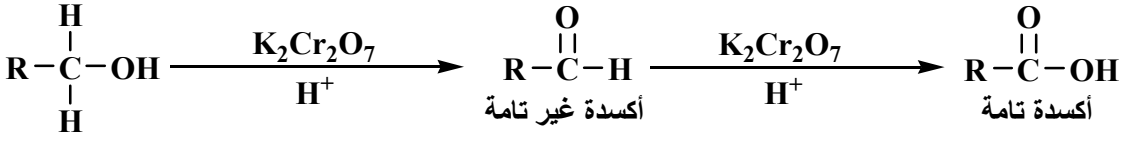
محمد خشان

ب) تأكسد الكحولات:-

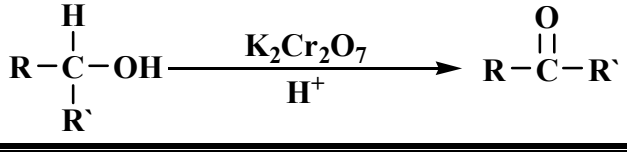
❖ حيث يتم هذا التفاعل باستخدام العامل المؤكسد **دايكرومات البوتاسيوم** ($K_2Cr_2O_7$) في وسط حمضي (H^+)، ويعتد ناتج الأكسدة على نوع الكحول، كما يلي:-

تؤدي أكسدة الكحول الأولي إلى إنتاج الألديهايد (أكسدة غير تامة)، وتستمر عملية الأكسدة لإنتاج الحمض الكربوكسيلي (أكسدة تامة).

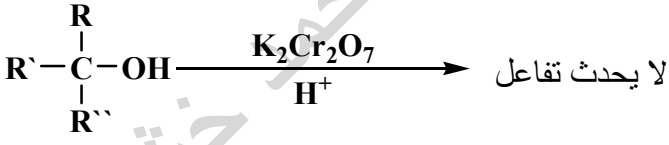
✓ **القاعدة العامة :-**



تؤدي أكسدة الكحول الثانوي إلى إنتاج الكيتون.

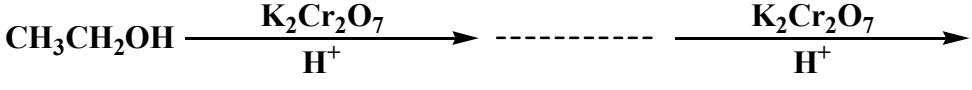


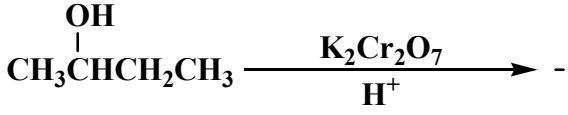
لا يحدث تفاعل الأكسدة للكحولات الثالثية.

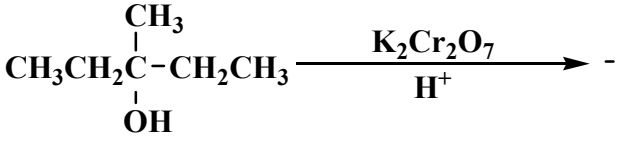


❖ إن عملية التأكسد تتم بنزع ذرتي هيدروجين, إحداهما من مجموعة (OH), والأخرى من ذرة الكربون الحاملة للمجموعة, وفي الكحولات الثلاثية, فإن ذرة الكربون لا تحمل ذرة (H) يمكن حذفها مع ذرة (H) المرتبطة بالأكسجين, لذلك فإنها لا تتأكسد تحت الظروف نفسها.

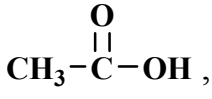
☑ **سؤال:-** أكمل المعادلات التالية:-

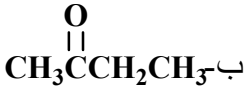
أ- 

ب- 

ج- 

✍ **الإجابة:-**

أ- 

ب- 

ج- لا يحدث تفاعل.

محمد خشان

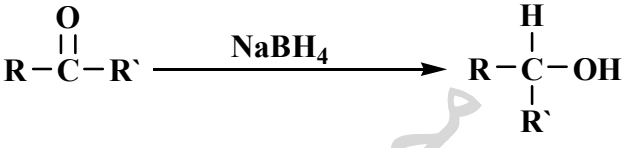
ج) اختزال الألديهايدات والكيتونات:-

❖ وهي نفسها تفاعلات الهدرجة التي مرت معنا سابقا، حيث يتم إضافة الهيدروجين إلى مجموعة الكربونيل لإنتاج الكحول، ويتم التفاعل بوجود عامل مساعد **(Ni)** أو عوامل مختزلة أخرى.

❖ يمكن استخدام عوامل مختزلة مختلفة, مثل بوروهيدريد الصوديوم ($NaBH_4$), وهيدريد الليثيوم والألمنيوم ($LiAlH_4$), حيث تعد هذه العوامل مصدراً لأيون الهيدريد (H^-), الذي يعّد **نيوكليوفيلاً** يهاجم ذرة الكربون الموجبة في مجموعة الكربونيل ويرتبط بها, مما يؤدي إلى اختزالها.

❖ يعد هذا النوع من التفاعلات **إضافة نيوكليوفيلية**.

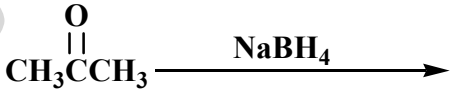
✓ **القاعدة العامة :-**

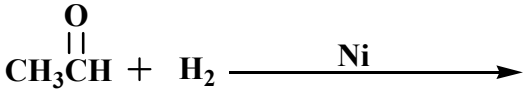


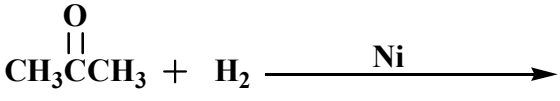
محمد خشان

☑ **سؤال:-** أكمل المعادلات التالية:-

أ-

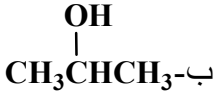
ب- 

ج- 

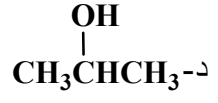
د- 

الإجابة:-

أ- CH_3CH_2OH

ب- 

ج- CH_3CH_2OH

د- 

تفاعلات المركبات العضوية كحموض وقواعد

❖ تتفاعل المركبات العضوية ذات الصفات الحمضية كالحموض الكربوكسيلية مع القواعد, بينما تتفاعل المركبات العضوية ذات الصفات القاعدية كالأمينات مع الحموض.

أ) تفاعلات الحموض الكربوكسيلية:-

❖ تتفاعل الحموض الكربوكسيلية مع كل من:-

- هيدروكسيد الصوديوم **($NaOH$)**, ويؤدي التفاعل إلى إنتاج ملح الحمض الكربوكسيلي والماء.
- كربونات الصوديوم الهيدروجينية **($NaHCO_3$)**, ويمتاز التفاعل بتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون **(CO_2)**, ولذلك يستخدم هذا التفاعل في الكشف عن الحمض الكربوكسيلي وتمييزه عن غيره من المركبات العضوية.
- الأمونيا **(NH_3)**, وينتج عن التفاعل أملاح الأمونيوم, والتي يؤدي تسخينها إلى إنتاج الأميدات ($RCONH_2$).

☑ **سؤال:-** أكمل المعادلات التالية:-

أ- $CH_3CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH + NaHCO_3 \longrightarrow$ ----------

ب- $CH_3CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH + NaOH \longrightarrow$ ----------

ج- $CH_3CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH + NH_3 \longrightarrow$ --------- $\xrightarrow{\text{تسخين}}$ ---------

د- $CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH + NaHCO_3 \longrightarrow$ ----------

ه- $H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH + NaOH \longrightarrow$ ----------

الإجابة:-

أ- $CH_3CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-ONa + H_2O + CO_{2(g)}$

$CH_3CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-ONa + H_2O$

ج- $CH_3CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-ONH_4$, $CH_3CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-NH_2 + H_2O$

د- $CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-ONa + H_2O + CO_{2(g)}$

ه- $H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-ONa + H_2O$

محمد خشان

ب) تفاعلات الأمينات مع الحموض:-

- تمتلك الأمينات صفات قاعدية، ويعود السبب في ذلك إلى وجود زوج إلكترونات غير رابطة على ذرة النيتروجين (قواعد لويس).
- تتفاعل الأمينات مع الحموض القوية مثل حمض الهيدروكلوريك (HCl)، تماماً كما في تفاعلات الحموض والقواعد التي مرت معنا سابقا لتكون أملاحاً.

✓ القاعدة العامة :-

$$R-NH_2 + HX \longrightarrow R-\overset{+}{N}H_3 + X^-$$

☑ **سؤال:-** أكمل المعادلات التالية:-

أ- $CH_3CH_2-NH_2 + HCl \longrightarrow$ ----------

ب- $CH_3CH_2-NH_2 + HBr \longrightarrow$ ----------

ج- $CH_3\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-NH_2 + HBr \longrightarrow$ ----------

محمد خشان

الإجابة:-

أ- $CH_3CH_2-NH_3^+ + Cl^-$

ب- $CH_3CH_2-NH_3^+ + Br^-$

ج- $CH_3\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-NH_3^+ + Br^-$

(ثالثاً) تحضير المركبات العضوية

١) تحضير الألكينات:-

❖ يمكن تحضير الألكينات من خلال أحد التفاعلات التالية:-

أ) الحذف من **هاليدات الألكيل الثانوية والثالثية**، بوجود قاعدة قوية مع التسخين.

ب) الحذف من الكحولات بوجود حمض الكبريتيك المركز مع التسخين.

سؤال:- إذا توفر لديك في المختبر المركب (٢- ميثيل - ٢- بروبانول), فكيف تحضر منه مركب (ميثيل بروبين).

الإجابة:-

$$H_3C-\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle OH}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}}-CH_3 \xrightarrow[\text{تسخين}]{\text{مركز } H_2SO_4} H_3C-\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{|}{C}}=CH_2 + H_2O$$

☑ **سؤال:-** باستخدام **(بروبانون)** وأية مواد غير عضوية مناسبة, بيّن كيف تحضر **(بروبين)**.

الإجابة:-

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

$$CH_3-\overset{\displaystyle O}{\overset{||}{C}}-CH_3 \xrightarrow[Ni]{H_2} CH_3-\overset{\displaystyle OH}{\overset{|}{C}}H-CH_3 \xrightarrow[\text{تسخين}]{\text{مركز } H_2SO_4} CH_3-CH=CH_2 + H_2O$$

☑ **سؤال:-** باستخدام (٣- كلورو بنتان) وأية مواد غير عضوية مناسبة, بيّن كيف تحضر (٢ – بنتين).

الإجابة:-

$$CH_3CH_2\overset{\displaystyle Cl}{\overset{|}{C}}H-CH_2CH_3 \longrightarrow CH_3CH_2CH=CHCH_3$$

$$CH_3CH_2\overset{\displaystyle Cl}{\overset{|}{C}}H-CH_2CH_3 \xrightarrow[\text{تسخين}]{KOH} CH_3CH_2CH=CHCH_3$$

محمد خشان

٢) تحضير هاليدات الألكيل:-

❖ يمكن تحضير هاليدات الألكيل من خلال أحد التفاعلات التالية:-

أ) هلجنة الألكانات، وذلك بوجود الضوء كعامل مساعد.
ب) الاستبدال في الكحولات.
ج) إضافة هاليد الهيدروجين إلى الألكينات.
د) هلجنة الألكينات.
ه) الاستبدال في البنزين.

☑ **سؤال:-** باستخدام **(١- بروبانول)** وأية مواد غير عضوية مناسبة, بيّن كيف تحضر المركب **(١ - كلورو بروبان)** و **(٢- كلورو بروبان)**.

الإجابة:-

$$CH_3CH_2CH_2OH \longrightarrow CH_3\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{C}}HCH_3$$

$$CH_3CH_2CH_2OH \xrightarrow[\text{تسخين}]{\text{مركز } H_2SO_4} CH_3CH{=}CH_2$$

$$CH_3CH{=}CH_2 + HCl \longrightarrow CH_3\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{C}}HCH_3$$

$$CH_3CH_2CH_2OH \longrightarrow CH_3CH_2CH_2Cl$$

$$CH_3CH_2CH_2OH + HCl \longrightarrow CH_3CH_2CH_2Cl$$

☑ **سؤال:-** باستخدام **(بروبانال)** وأية مواد غير عضوية مناسبة, بيّن كيف تحضر **(١- كلورو بروبان)**.

الإجابة:-

$$CH_3\overset{\displaystyle O}{\overset{||}{C}}H \longrightarrow CH_3\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{C}}H_2$$

$$CH_3\overset{\displaystyle O}{\overset{||}{C}}H \xrightarrow{LiAlH_4} CH_3CH_2CH_2OH$$

$$CH_3CH_2CH_2OH + HCl \longrightarrow CH_3\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{C}}H_2$$

☑ **سؤال:-** باستخدام **(بيوتانون)** وأية مواد غير عضوية مناسبة, بيّن كيف تحضر **(٢- برومو بيوتان)**.

الإجابة:-

$$CH_3CH_2\overset{\displaystyle O}{\overset{||}{C}}-CH_3 \longrightarrow CH_3CH_2\underset{\displaystyle Br}{\underset{|}{C}}HCH_3$$

$$CH_3CH_2\overset{\displaystyle O}{\overset{||}{C}}-CH_3 \xrightarrow{NaBH_4} CH_3CH_2\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{C}}HCH_3$$

$$CH_3CH_2\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{C}}HCH_3 + HBr \longrightarrow CH_3CH_2\underset{\displaystyle Br}{\underset{|}{C}}HCH_3$$

محمد خشان

٣) تحضير الكحولات:-

❖ يمكن تحضير الكحولات من خلال أحد التفاعلات التالية:-

أ) الاستبدال في **هاليدات الألكيل الأولية**.
ب) إضافة الماء الى الألكينات في وسط حمضي حسب قاعدة ماركوفنيكوف.
ج) إضافة مركب غرينيارد إلى مجموعة الكربونيل.
د) تسخين الإستر بوجود قاعدة قوية, لإنتاج الكحول وملح الحمض الكربوكسيلي.
ه) اختزال مجوعة الكربونيل بوجود العامل المساعد.
و) إضافة الهيدروجين إلى مجموعة الكربونيل.

☑ **سؤال:-** باستخدام **(إيثان)** وأية مواد غير عضوية مناسبة, بيّن كيف تحضر **(إيثانول)**.

الإجابة:-

$$CH_3CH_3 \longrightarrow CH_3CH_2OH$$

$$CH_3CH_3 + Cl_2 \xrightarrow{\text{ضوء}} CH_3CH_2Cl$$

$$CH_3CH_2Cl + NaOH \longrightarrow CH_3CH_2OH$$

☑ **سؤال:-** باستخدام **(بروبانون)** و **(كلورو ميثان)** وأية مواد غير عضوية مناسبة, بيّن كيف تحضر **(٢- ميثيل ٢ - بروبانول)**.

الإجابة:-

$$CH_3\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_3 \ , CH_3Cl \longrightarrow H_3C-\overset{\overset{OH}{|}}{\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}}-CH_3$$

$$CH_3Cl + Mg \xrightarrow{\text{إيثر}} CH_3MgCl$$

$$H_3C-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_3 + CH_3MgCl \xrightarrow{2)HCl} H_3C-\overset{\overset{OH}{|}}{\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}}-CH_3$$

سؤال:- بين بالمعادلات الكيميائية كيف تحضر **(٢- بيوتانول)** باستخدام **(إيثانال)** و**(إيثين)** وأية مواد غير عضوية مناسبة.

الإجابة:-

$$H_3C-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H \ , CH_2=CH_2 \longrightarrow H_3C-\overset{\overset{OH}{|}}{\underset{\underset{H}{|}}{C}}-CH_2CH_3$$

محمد خشان

$$H_2C{=}CH_2 + HCl \longrightarrow CH_3CH_2Cl$$

$$CH_3CH_2Cl + Mg \xrightarrow{\text{إيثر}} CH_3CH_2MgCl$$

$$H_3C{-}\overset{\overset{O}{\|}}{C}{-}H + CH_3CH_2MgCl \xrightarrow{2)HCl} H_3C{-}\overset{\overset{OH}{|}}{\underset{\underset{H}{|}}{C}}{-}CH_2CH_3$$

☑ **سؤال:-** استنتج الصيغة البنائية للمركبين العضويين المشار إليهما بالرمزين (A, B).

$$CH_3\overset{\overset{Br}{|}}{C}HCH_3 \xrightarrow[\text{تسخين}]{KOH} \boxed{A} \xrightarrow[H^+]{H_2O} \boxed{B}$$

الإجابة:-

$$A: H_2C{=}CHCH_3$$

$$B: CH_3\overset{\overset{OH}{|}}{C}HCH_3$$

محمد خشان

☑ **سؤال:-** باستخدام **(إيثان)** وأية مواد غير عضوية مناسبة, بيّن كيف تحضر **(٣- ميثيل -٣- بنتانول)**.

الإجابة:-

$$H_3C{-}CH_3 \longrightarrow CH_2CH_3{-}\overset{\overset{OH}{|}}{\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}}{-}CH_2CH_3$$

$$H_3C{-}CH_3 + Cl_2 \xrightarrow{\text{ضوء}} H_3C{-}\overset{\overset{Cl}{|}}{C}H_2$$

$$H_3C{-}\overset{\overset{Cl}{|}}{C}H_2 + NaOH \longrightarrow H_3C{-}\overset{\overset{OH}{|}}{C}H_2 \xrightarrow[H^+]{K_2Cr_2O_7} H_3C{-}\overset{\overset{O}{\|}}{C}H$$

$$H_3C{-}\overset{\overset{Cl}{|}}{C}H_2 + Mg \xrightarrow{\text{إيثر}} H_3C{-}CH_2MgCl$$

$$H_3C{-}\overset{\overset{O}{\|}}{C}H + H_3C{-}CH_2MgCl \xrightarrow{2)HCl} H_3C{-}\overset{\overset{OH}{|}}{\underset{\underset{H}{|}}{C}}{-}CH_2CH_3 \xrightarrow[H^+]{K_2Cr_2O_7} H_3C{-}\overset{\overset{O}{\|}}{C}{-}CH_2CH_3$$

$$H_3C{-}\overset{\overset{O}{\|}}{C}{-}CH_2CH_3 + H_3C{-}CH_2MgCl \xrightarrow{2)HCl} CH_2CH_3{-}\overset{\overset{OH}{|}}{\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}}{-}CH_2CH_3$$

٤) تحضير الألديهايدات والكيتونات:-

- تحضر الألديهايدات بطريقة واحدة فقط وهي أكسدة الكحولات الأولية **(أكسدة غير تامة)**.
- تحضر الكيتونات بطريقة واحدة فقط وهي أكسدة الكحولات الثانوية.

☑ **سؤال:-** باستخدام **(إيثان)** وأية مواد غير عضوية مناسبة, بيّن كيف تحضر **(إيثانال)** و **(بيوتانون)**.

الإجابة:-

$$H_3C-CH_3 \longrightarrow H_3C-\overset{\overset{O}{\|}}{C}H$$

$$H_3C-CH_3 + Cl_2 \xrightarrow{\text{ضوء}} H_3C-\overset{\overset{Cl}{|}}{C}H_2$$

$$H_3C-\overset{\overset{Cl}{|}}{C}H_2 + NaOH \longrightarrow H_3C-\overset{\overset{OH}{|}}{C}H_2 \xrightarrow[H^+]{K_2Cr_2O_7} H_3C-\overset{\overset{O}{\|}}{C}H$$

$$H_3C-CH_3 \longrightarrow H_3C-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_2CH_3$$

$$H_3C-\overset{\overset{Cl}{|}}{C}H_2 + Mg \xrightarrow{\text{إيثر}} H_3C-CH_2MgCl$$

$$H_3C-\overset{\overset{O}{\|}}{C}H + H_3C-CH_2MgCl \xrightarrow{2)HCl} H_3C-\overset{\overset{OH}{|}}{\underset{\underset{H}{|}}{C}}-CH_2CH_3 \xrightarrow[H^+]{K_2Cr_2O_7} H_3C-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_2CH_3$$

☑ **سؤال:-** باستخدام **(١- كلورو بروبان)** وأية مواد غير عضوية مناسبة, بيّن كيف تحضر **(بروبانون)**.

الإجابة:-

$$CH_3CH_2CH_2Cl \longrightarrow H_3C-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_3$$

$$CH_3CH_2CH_2Cl + KOH \longrightarrow CH_3CH_2CH_2OH \xrightarrow[\text{تسخين}]{\text{مركز } H_2SO_4} H_3C-CH=CH_2$$

$$H_3C-CH=CH_2 + H_2O \xrightarrow{H^+} H_3C-\overset{\overset{OH}{|}}{C}H-CH_3 \xrightarrow[H^+]{K_2Cr_2O_7} H_3C-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_3$$

محمد خشان

٥) تحضير الحموض الكربوكسيلية:-

❖ تحضر الحموض الكربوكسيلية عن طريق أكسدة الكحولات الأولية **(أكسدة تامة)** أو عن طريق أكسدة الألديهايدات.

☑ **سؤال:-** باستخدام **(إيثين)** وأية مواد غير عضوية مناسبة, بيّن كيف تحضر **(حمض الإيثانويك)**.

الإجابة:-

$$H_2C{=}CH_2 \longrightarrow H_3C-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH$$

$$H_2C{=}CH_2 + H_2O \xrightarrow{H^+} CH_3CH_2OH \xrightarrow[H^+]{K_2Cr_2O_7} H_3C-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H \xrightarrow[H^+]{K_2Cr_2O_7} H_3C-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH$$

☑ **سؤال:-** باستخدام **(ميثان)** وأية مواد غير عضوية مناسبة, بيّن كيف تحضر **(حمض الميثانويك)**.

الإجابة:-

$$CH_4 \longrightarrow H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH$$

$$CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{\text{ضوء}} CH_3Cl$$

$$CH_3Cl + KOH \longrightarrow CH_3OH$$

$$CH_3OH \xrightarrow[H^+]{K_2Cr_2O_7} H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H \xrightarrow[H^+]{K_2Cr_2O_7} H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH$$

☑ **سؤال:-** استنتج الصيغة البنائية للمركبات العضوية المشار إليها بالرموز (A, B, C) في المخطط التالي:-

$$CH_3CH_2CH_2Br \xrightarrow{KOH} \boxed{A} \xrightarrow[H^+]{K_2Cr_2O_7} \boxed{B} \xrightarrow[H^+]{K_2Cr_2O_7} \boxed{C}$$

الإجابة:-

A: $CH_3CH_2CH_2OH$

B: $CH_3CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H$

C: $CH_3CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH$

محمد خشان

(رابعاً) تحضير المركبات العضوية صناعياً

١) يتم تحضير الميثانول صناعياً عن طريق هدرجة أول أكسيد الكربون تحت ظروف خاصة من الضغط والحرارة وبوجود عامل مساعد، كما في المعادلة التالية:-

$$CO_{(g)} + 2\,H_{2(g)} \xrightarrow[(٣٠٠\text{-}٤٠٠)\,س^{o}\ /\ (٢٠٠\text{-}٣٠٠)\,ض.جـ]{\text{عامل مساعد}} CH_3OH_{(l)}$$

٢) يستخدم الميثانول في تحضير الميثانال بوجود عامل مساعد, كما في المعادلة التالية:-

$$CH_3OH \xrightarrow[(٦٠٠\text{-}٧٠٠)\,س^{o}]{\text{عامل مساعد}} H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H + H_2$$

٣) يتفاعل الميثانول مع أول أكسيد الكربون بوجود عامل مساعد, لينتج حمض الإيثانويك, كما في المعادلة التالية:-

$$CH_3OH + CO \xrightarrow{\text{عامل مساعد}} CH_3COOH$$

محمد خشان

إجابات أسئلة الفصل

١)

تفاعل الإضافة: تفاعل يتم بين مادتين لإنتاج مادة واحدة باستخدام جميع الذرات من المادتين.

الأسترة : تفاعل الكحول مع الحمض الكربوكسيلي بوجود حمض قوي مركز لانتاج الأسترة.

التصبن : تفكك الإستر بتسخينه مع محلول قاعدة قوية لإنتاج ملح الحمض الكربوكسيلي والكحول.

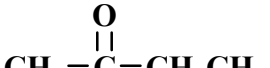
الإلكتروفيل : مادة فقيرة بالإلكترونات, يحتاج الغلاف الأخير فيها لزوج الكترونات للوصول إلى حالة الثبات.

النيوكليوفيل : مادة غنية بالإلكترونات.

٢)

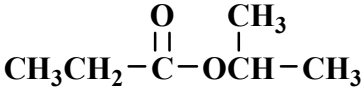
١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨
ب	جـ	أ	ب	ب	أ	ب	جـ

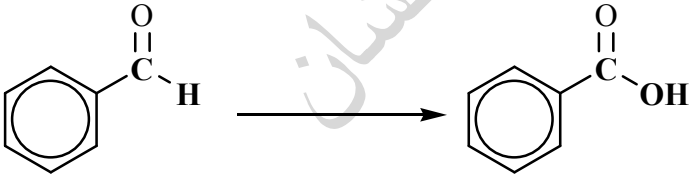
٣) النواتج:

١- تفاعل إضافة 

٢- تفاعل إضافة

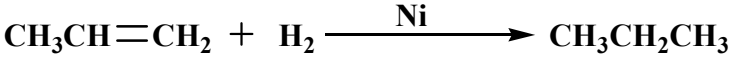
٣- تفاعل حذف

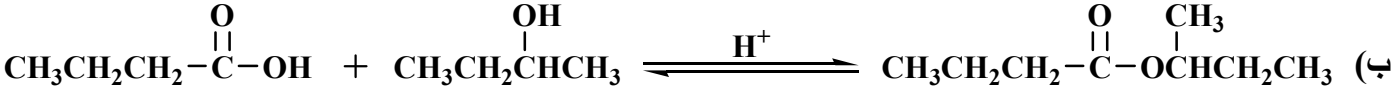
٤- تفاعل أسترة 

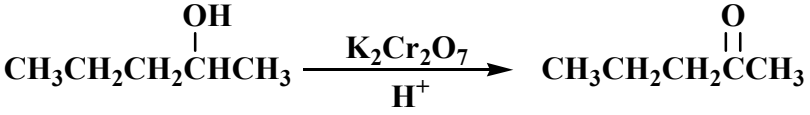
٥- تفاعل تأكسد 

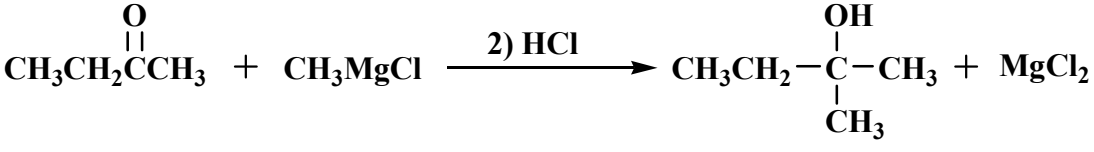
٦- تفاعل استبدال

٤)

أ) 

ب) 

ج) 

د) 

محمد خشان

البروتينات

❖ تعتبر البروتينات من الجزيئات الضخمة التي تشكل (٥٠ %) من كتلة الجسم الجاف.

❖ توجد البروتينات في جميع الخلايا الحية, حيث تدخل في تركيب كل من:-

- العضلات.
- الأغشية الخلوية.
- الشعر.
- الأظافر.

❖ تقوم البروتينات بالعديد من الوظائف الحيوية في الجسم مثل:-

- نقل الأكسجين بين الخلايا.
- تحفيز التفاعلات الحيوية كعمليات هدم الدهون في الجسم.

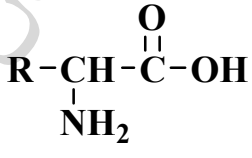
❖ تتكون البروتينات من وحدات بنائية تعرف باسم **الحموض الأمينية**.

محمد خشان

الحموض الأمينية

❖ تعتبر الحموض الأمينية وحدة البناء الأساسية للبروتينات.

✓ **الصيغة العامة للحمض الأميني:-**



❖ يتضح من الصيغة العامة أن الحمض الأميني يتكون من:-

- مجموعة كربوكسيل **(-COOH)** حمضية.
- مجموعة أمين **($-NH_2$)** قاعدية.
- سلسلة هيدروكربونية **(R)**, تختلف من حمض أميني إلى آخر.

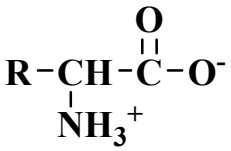
❖ يلاحظ من الصيغة العامة أن مجموعة الأمين ترتبط بذرة الكربون المجاورة لمجموعة الكربوكسيل, ويطلق على هذا النوع من الحموض الأمينية اسم **الحموض الأمينية ألفا** ($\propto$).

❖ تتكون البروتينات من الحموض الأمينية ألفا.

❖ تتكون الحموض الأمينية من عناصر أساسية وهي:-

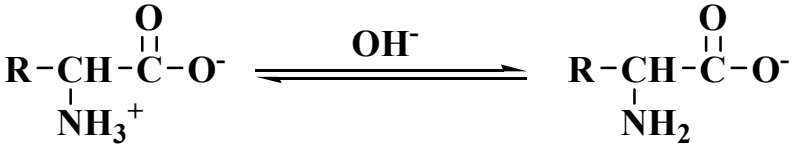
- الكربون **(C)**.
- الهيدروجين **(H)**.
- الأكسجين **(O)**.
- النيتروجين **(N)**.

❖ في محلول الحمض الأميني تقوم مجموعة الكربوكسيل الحمضية بمنح البروتون (H^+) إلى مجموعة الأمين القاعدية, حيث يؤدي ذلك إلى تواجد الحمض الأميني في المحلول على شكل أيون مزدوج كما يلي:-

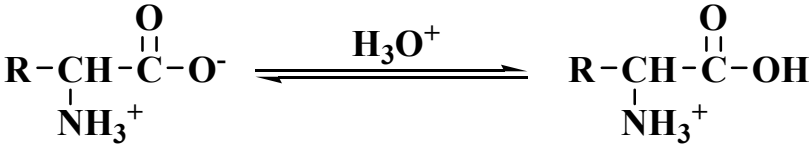


❖ يسلك الحمض الأميني كحمض في الوسط القاعدي, كما ويسلك كقاعدة في الوسط الحمضي كما يلي:-

- سلوك الحمض الأميني في الوسط القاعدي:-



- سلوك الحمض الأميني في الوسط الحمضي:-



❖ تحتوي بعض الحموض الأمينية على بعض العناصر أو المجموعات الوظيفية الأخرى مثل:-

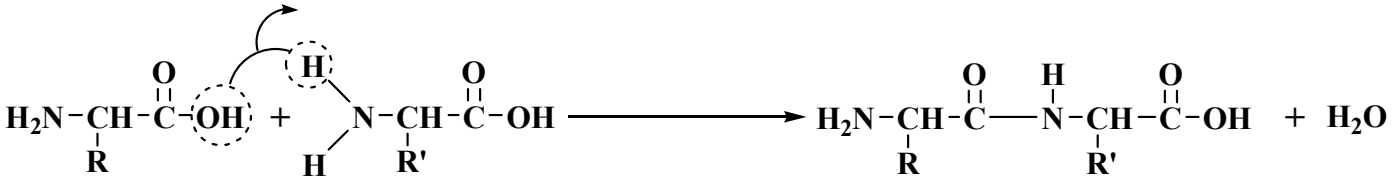
- مجموعة **ثيول (-SH)**.
- مجموعة **فينيل** ( ).

محمد خشان

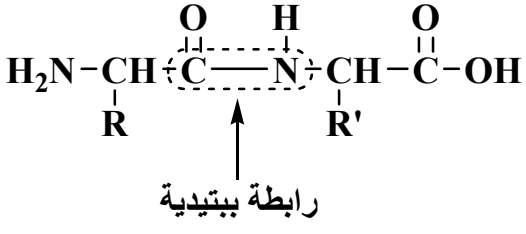
تكوين البروتينات

❖ تعتبر البروتينات مبلمرات طبيعية, ناتجة عن اتحاد حموض أمينية من النوع (α).

❖ ترتبط الحموض الأمينية فيما بينها لتكوين البروتين حسب القاعدة العامة التالية:-



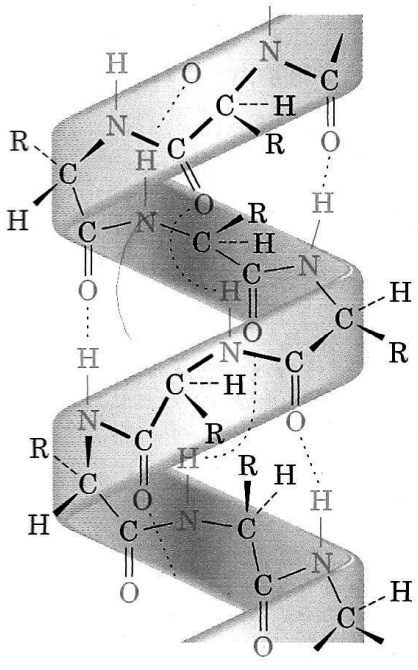
❖ يلاحظ من القاعدة العامة السابقة ارتباط مجموعة الأمين في أحد الحموض الأمينية بمجموعة الكربوكسيل في الحمض الأميني الآخر, مكونة رابطة كيميائية تعرف باسم **الرابطة الببتيدية (رابطة أميدية)**, حيث ينتج عن هذا الارتباط حذف جزيء ماء **(H_2O)**.

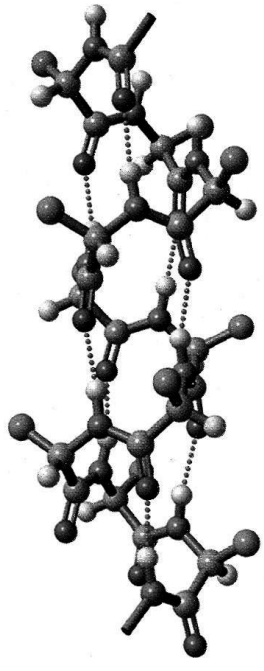


❖ يسمى المركب الناتج اعتماداً على عدد الحموض الأمينية الداخلة في تكوينه كما يلي:-

- يسمى المركب الناتج عن اتحاد حمضين أمينيين باسم **ثنائي الببتيد**.
- يسمى المركب الناتج عن اتحاد ثلاثة حموض أمينية باسم **ثلاثي الببتيد**.
- يسمى المركب الناتج عن اتحاد أكثر من ثلاثة حموض أمينية باسم **سلسلة الببتيد**.

❖ تتخذ سلسلة الببتيد أشكالاً متعددة, حيث ترتبط أجزاء سلسلة الببتيد بروابط هيدروجينية, ومن إحدا أشكال هذه السلاسل، سلسلة البروتين الحلزونية, كما في الشكل التالي:-





❖ يمكن تفسير التنوع الهائل في أنواع البروتينات ووظائفها بسبب الاختلاف في عدد الحموض الأمينية وترتيبها ونوعها في سلسلة الببتيد.

☑ **سؤال:-** جزء من سلسلة بروتين مكونة من أربعة حموض أمينية, أجب عن الأسئلة الآتية المتعلقة بها:-

١- ما عدد الروابط في السلسلة؟
٢- ماذا يطلق على هذه السلسلة؟
٣- ما عدد جزيئات الماء الناتجة عن اتحاد هذه الحموض؟

✍ **الإجابة:-**

١- (٣) روابط ببتيدية.
٢- رباعي الببتيد.
٣- (٣) جزيئات ماء.

الكربوهيدرات

❖ الكربوهيدرات هي من المواد الغذائية التي تتواجد في أجسام الكائنات الحية.

❖ تتكون الكربوهيدرات من ثلاث عناصر أساسية وهي:-
- الكربون **(C)**.
- الهيدروجين **(H)**.
- الأكسجين **(O)**.

١- السكريات الأحادية

❖ الصيغة الجزيئية العامة للسكريات هي **$(C_nH_{(2n)}O_n)$**.

❖ الكربوهيدرات هي مبلمرات تتكون من وحدات أبسط منها, إذ تتحلل في الوسط الحمضي لتعطي وحدات صغيرة تعرف باسم السكريات الأحادية.

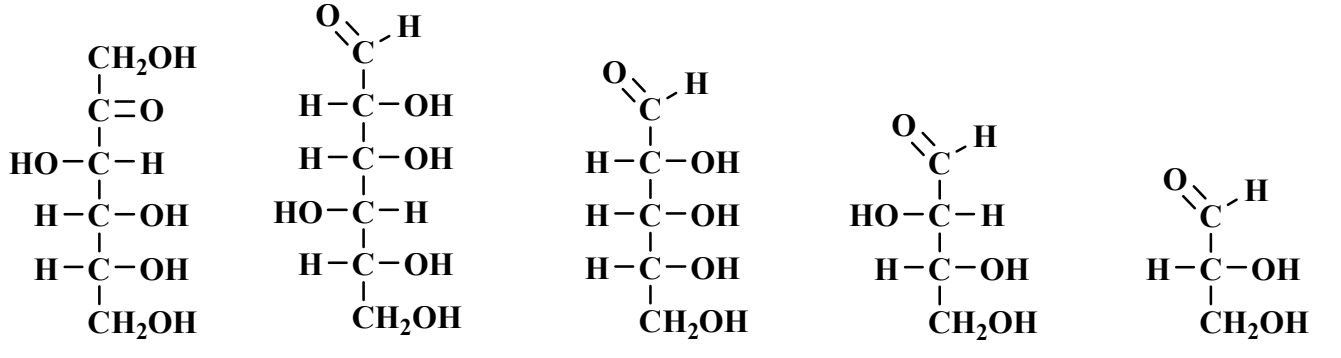
❖ تتراوح عدد ذرات الكربون في السكر الأحادي بشكل عام بين (٣ – ٦) ذرات كربون.
- تسمى السكريات التي تحتوي على أربع ذرات كربون (**سكريات رباعية**).
- تسمى السكريات التي تحتوي على خمس ذرات كربون (**سكريات خماسية**).
- تسمى السكريات التي تحتوي على ست ذرات كربون (**سكريات سداسية**).

❖ تحتوي السكريات على مجموعتين وظيفتين, وهما:-
- مجموعة الهيدروكسيل **(-OH)**.
- مجموعة الكربونيل ($-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-$).

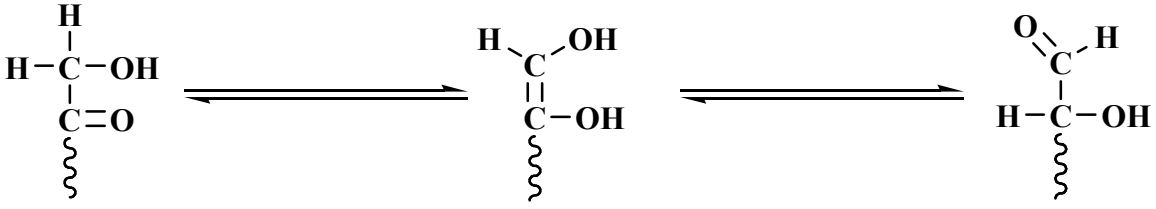
❖ يطلق على السكريات الأحادية التي تكون مجموعتها الوظيفية هي الألديهايد اسم **السكريات ألديهايدية**.

❖ يطلق على السكريات الأحادية التي تكون مجموعتها الوظيفية هي الكيتون اسم **السكريات الكيتونية**.

➢ **أمثلة:-**



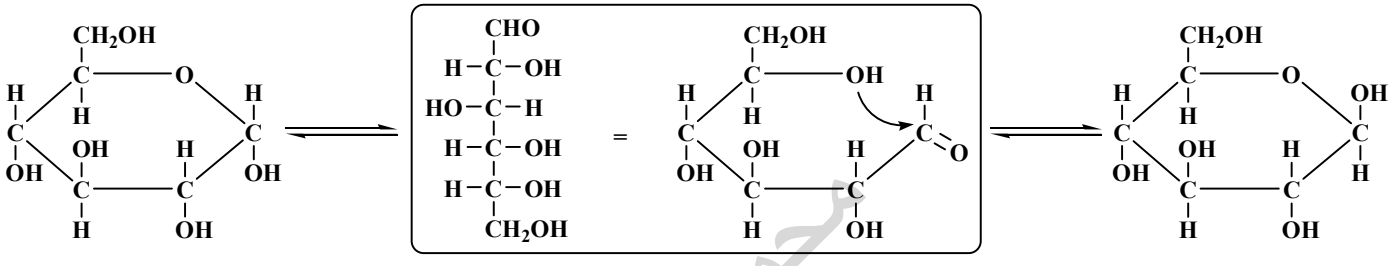
❖ يمكن لسكر الفركتوز الاستجابة لكاشف **(تولنز)**, مما يشير إلى أنه يتحول من الصورة الكيتونية **(الفركتوز)** إلى الصورة الألديهايدية **(الغلوكوز)** في البناء المفتوح وذلك في تغيرات تنحصر في ذرتي الكربون **رقم (١ و ٢)**, كما يلي:-



سكر ألديهايدي يتفاعل مع محلول تولنز **(غلوكوز)** — مركب وسطي — سكر كيتوني لا يتفاعل مع محلول تولنز **(فركتوز)**

❖ تتواجد السكريات بأحد شكلين, هما البناء المفتوح والبناء الحلقي.

❖ يتحول البناء المفتوح إلى البناء الحلقي نتيجة لحدوث تفاعل داخلي يحدث بين مجموعة الألديهايد على ذرة الكربون رقم (١), مع مجموعة الكربوكسيل على ذرة الكربون رقم (٥) .

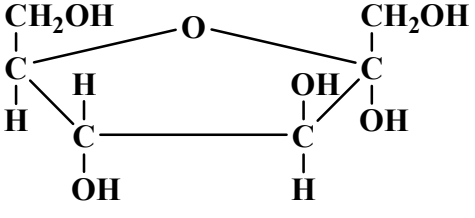


β - غلوكوز البناء الحلقي — البناء المفتوح — **α - غلوكوز البناء الحلقي**

❖ يطلق على السكر **(α)** إذا كانت مجموعة الهيدروكسيل المرتبطة بذرة الكربون رقم (١) في السكر الحلقي تحت مستوى الحلقة.

❖ يطلق على السكر **(β)** إذا كانت مجموعة الهيدروكسيل المرتبطة بذرة الكربون رقم (١) في السكر الحلقي فوق مستوى الحلقة.

☑ **سؤال:** يكون الفركتوز بناءً حلقياً كما في الشكل الآتي, تمعن الشكل جيداً ثم أجب عن الأسئلة التي تليه.



١- ما نوع الحلقة المبينة في الشكل (خماسية أم سداسية)؟
٢- عين ذرتي الكربون اللتين يحدث الارتباط بينهما لتكوين البناء الحلقي.
٣- هل الحلقة في الشكل تمثل (α - فركتوز), أم (β- فركتوز)؟

الإجابة:-

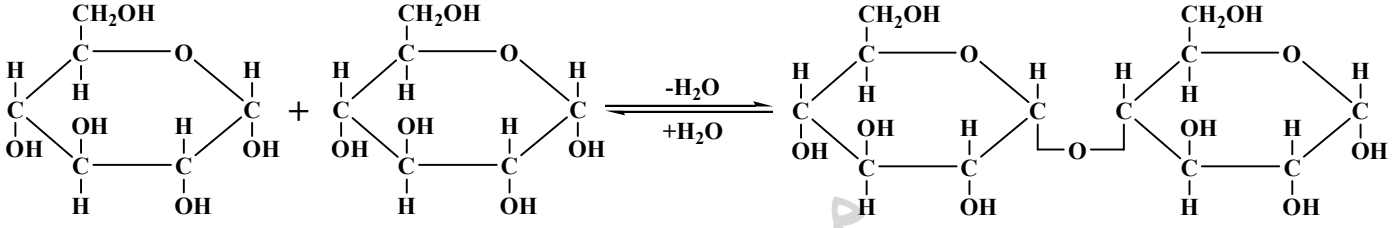
١- خماسية.
٢- ٢, ٥.
٣- α - فركتوز.

٢- السكريات الثنائية

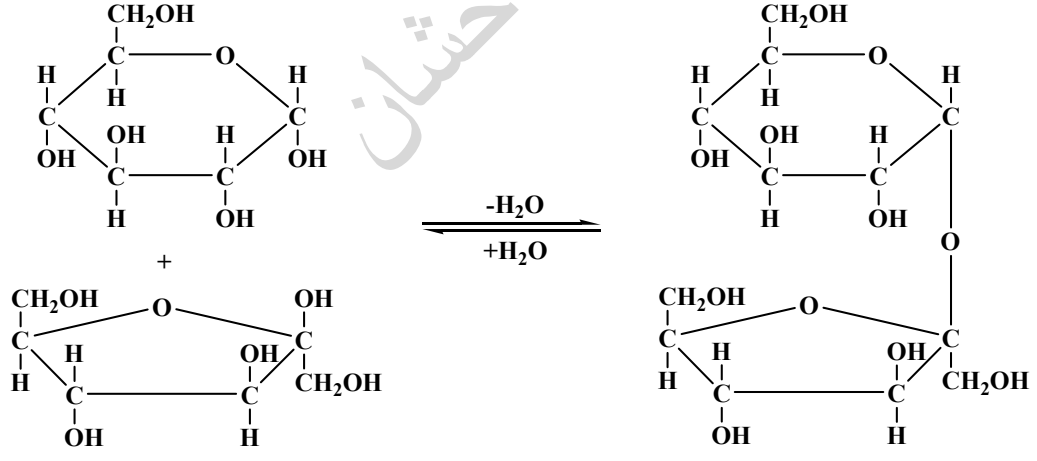
- تتكون السكريات الثنائية من ارتباط وحدتين من السكرات الأحادية.
- ترتبط وحدتي السكر الأحادي فيما بينها برابطة تعرف باسم **الرابطة الغلايكوسيدية**.
- ينتج عن الترابط حذف جزيء ماء **(H_2O)** من الوحدتين.

➢ سكر المالتوز:-

- ينتج سكر المالتوز من ارتباط وحدتين من **(α- غلوكوز)**.
- ترتبط ذرة الكربون رقم (١) من الوحدة الأولى مع ذرة الكربون رقم (٤) من الوحدة الثانية.
- يطلق على نوع الروابطة الغلايكوسيدية في سكر المالتوز **(α- ١:٤)**.



☑ **سؤال:-** يتكون السكروز (سكر المائدة) من وحدتين من السكر الأحادي, كما في الشكل الآتي, تمعن الشكل, ثم أجب عن الأسئلة التي تليه.



١- ما نوع الحلقات المكونة للسكروز (خماسية أم سداسية)؟
٢- ما وحدات البناء الأساسية المكونة للسكروز؟
٣- ما رقم كل من ذرتي الكربون المشاركتين في تكوين الرابطة بين الوحدتين؟

الإجابة:-

١- حلقتين خماسية وسداسية.
٢- غلوكوز وفركتوز.
٣- (١, ٢).

محمد خشان

٣- السكريات المتعددة

❖ تمتاز السكريات المتعددة بتكونها من عدد كبير من وحدات السكر الأحادي المرتبطة فيما بينها بروابط غلايكوسيدية, ومن أهم السكريات المتعددة **النشا والغلايكوجين والسيليلوز**, وفيما يلي توضيح لكل منها.

➢ النشا:-

❖ يتكون النشا من عدد كبير من وحدات السكر الأحادي **(α - غلوكوز)**, ترتبط فيما بينها بروابط غلايكوسيدية.

❖ يخزن النبات النشا كمصدر احتياطي للطاقة في جذور النباتات وثمارها وبذورها, حيث يتحول النشا إلى الغلوكوز عند نقص تركيزه في الخلايا لتزويدها بالطاقة الضرورية للعمليات الحيوية التي تحدث فيها.

❖ يتكون النشا من نوعين من المبلمرات وهما:-

★ **الأميلوز**:-

- يوجد هذا المبلمر على شكل سلاسل غير متفرعة.
- يذوب في الماء.
- يشكل (١٠ – ٢٠) % من كتلة النشا.
- ترتبط وحدات سكر الغلوكوز فيه بروابط غلايكوسيدية من النوع **(α - ١:٤)**.

★ **الأميلوبكتين**:-

- يوجد هذا المبلمر على شكل سلاسل متفرعة.
- لا يذوب في الماء.
- ترتبط وحدات سكر الغلوكوز في نفس السلسلة بروابط غلايكوسيدية من النوع **(α - ١:٤)**.
- ترتبط سلاسل الأميلوز المكونة للأميلوبكتين فيما بينها بروابط غلايكوسيدية من النوع **(α - ١:٦)**, حيث تنشأ بين ذرة الكربون رقم (١) في السلسلة وذرة الكربون رقم (٦) في السلسلة الأخرى.
- يتكون الأميلوبكتين من عدد أكبر بكثير من وحدات (α - غلوكوز) مقارنة بالأميلوز.

☑ **سؤال:-** قارن بين الأميلوز والأميلوبكتين من حيث:-
١- نوع الترابط الغلايكوسيدي ضمن السلسلة الواحدة.
٢- وجود التفرع.
٣- الذوبان في الماء.

✍ **الإجابة:-**

	الأميلوز	الأميلوبكتين
نوع الترابط	(α - ١:٤)	(α - ١:٤) داخل السلاسل
وجود تفرع	لا يوجد	يوجد
الذوبان	تذوب	لا تذوب

محمد خشان

➢ الغلايكوجين:-

❖ يعتبر الغلايكوجين المخزون الرئيس للغلوكوز في جسم الإنسان.

❖ يتركز وجود الغلايكوجين في الكبد والعضلات.

❖ يعتبر الغلايكوجين من مصادر الطاقة الرئيسة للجسم, فعند نقص نسبة الغلوكوز في الخلايا يعمل الجسم على تحويل الغلايكوجين إلى الغلوكوز لتزويدها بالطاقة الضرورية للعمليات الحيوية التي تحدث فيها.

❖ يشبه تركيب الغلايكوجين تركيب الأميلوبكتين, إلا أن:-

- الغلايكوجين أكثر تفرعاً من الأميلوبكتين.
- سلاسل الغلايكوجين أطول من سلاسل الأميلوبكتين.
- الكتلة المولية للغلاكوجين أكبر من الكتلة المولية للأميلوبكتين.

➢ السيليلوز:-

❖ وحدة البناء الأساسية للسيليلوز هي وحدات السكر الأحادي **(β - غلوكوز)**, ترتبط فيما بينها بروابط غلايكوسيدية من النوع **(β - ١:٤)**.

❖ يشكل السليوز هيكل النبات, وهو يتواجد على شكل سلاسل **غير متفرعة**.

❖ ترتبط سلاسل السيليلوز فيما بينها بروابط هيدروجينية, مما يجعلها متماسكة بقوة, وهذا يتناسب مع وظيفتها الرئيسية كدعامة للهيكل النباتي.

محمد خشان

☑ **سؤال:-** قارن بين الأميلوز السيليلوز من حيث:-
١- وحدات البناء الأساسية في كل منها.
٢- الروابط الغلايكوسيدية في كل منها.

✍ **الإجابة:-**

	الأميلوز	السيليلوز
وحدات البناء	α - غلوكوز	β - غلوكوز
الغلايكوسيدية	(α - ١:٤)	(β - ١:٤)

الليبيدات

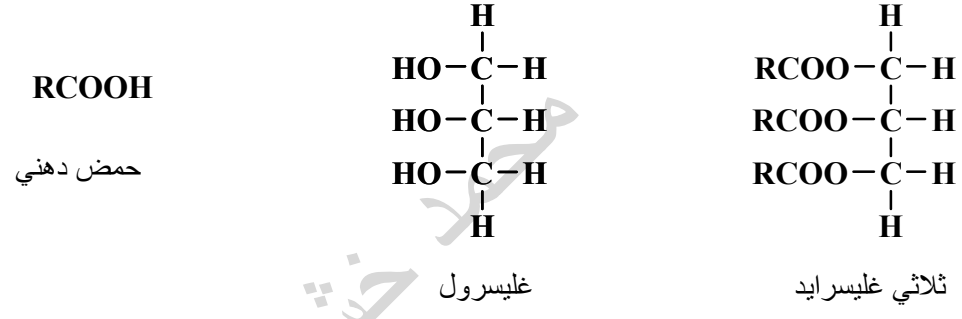
❖ تعتبر الليبيدات مصدراً مهماً للطاقة في جسم الإنسان والحيوان, فهي تضم أنواع مختلفة من المركبات, من أهمها الدهون والزيوت والستيرويدات.

➢ الدهون والزيوت:-

❖ تعد الدهون والزيوت من الإسترات, حيث يحتوي الجزيء منها على ثلاث مجموعات إستر, ولذلك تسمى **بالإسترات الثلاثية**, ويطلق عليها أيضاً **ثلاثي الغليسرايد**.

❖ يتم تخزين الدهون في طبقات تحت الجلد, ويتركز وجودها تحت البطن وحول الأعضاء الداخلية كالقلب والكليتين والرئتين, وتعمل على حماية هذه الأعضاء من الصدمات الخارجية, وتشكل عازلاً للحرارة بين الجسم والوسط الخارجي.

❖ تتكون الدهون والزيوت من اتحاد **الغليسرول مع ثلاثة حموض دهنية** قد تكون متشابهة أو مختلفة.



محمد خشان

★ الحموض الدهنية:-

❖ هي مركبات عضوية غير قطبية لا تذوب في الماء, وتذوب في المذيبات العضوية غير القطبية مثل رباعي كلوريد الكربون **(CCl_4)**, والبنزين.

❖ تمتلك درجات انصهار منخفضة بسبب ارتباطها فيما بينها بروابط لندن الضعيفة.

❖ الحموض الدهنية حموض كربوكسيلية, تحتوي على أكثر من (١٢) ذرة كربون.

❖ هنالك عاملان أساسيان يحددان الحالة الفيزيائية للحمض الدهني وهما:-

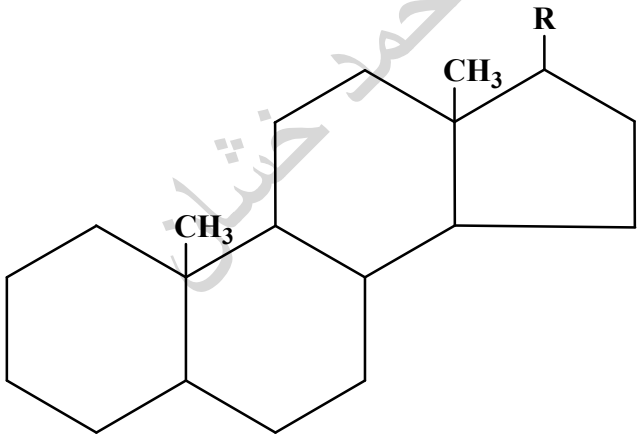
- **عدد ذرات الكربون في الحمض الدهني:-** كلما زادت عدد ذرات الكبرون في المركب ، زادت درجة إنصهاره.
- **مشبع أم غير مشبع:-** تكون درجة انصهار الحمض الدهني المشبع أعلى من درجة انصهار الحمض الدهني غير المشبع (يحتوي على رابطة ثنائية أو أكثر) المساوي له في عدد ذرات الكربون.

❖ يلزم ثلاث حموض دهنية للتفاعل مع جزيء واحد من الغليسرول لإنتاج ثلاثي الغليسرايد, وينتج عن التفاعل (٣) جزيئات ماء (H_2O).

➢ الستيرويدات:-

- ❖ تعد الستيويدات من المركبات الحيوية في الجسم, ومن أمثلها **الكوليسترول** الذي يدخل في تركيب الأغشية الخلوية, وفي بعض الفيتامينات كفيتامين **(د)** وبعض الهرمونات.
- ❖ تتكون الستيرويدات من أربع حلقات مدمجة, ثلاث منها سداسية, وحلقة خماسية, إضافة إلى سلسلة هيدروكربونية **(R)** تختلف من ستيرويد إلى آخر.
- ❖ لا تذوب في الماء.
- ❖ تخزن في الأنسجة الدهنية في الجسم.
- ❖ يتم تكوين معظم الستيرويدات في الجسم, فالكبد ينتج حوالي **(٧٠ %)** من حاجة الجسم من الكوليسترول.
- ❖ إن زيادة نسبة الكوليسترول في الدم تؤدي إلى ترسبه في الأوعية الدموية, مما يسبب تصلبها وعدم قدرتها على الإقباض والإنبساط,ومما يعيق حركة الدم في هذه الأوعية, ويساعد على تخثر الدم فيها, مكوناً ما يعرف بالجلطة الدموية.

✓ **التركيب العام للستيرويدات**



☑ **سؤال:-** لا تؤدي الحمية الغذائية إلى خفض سريع لنسبة الكوليسترول في الدم. فسر ذلك.

✍ **الإجابة:-**

لأن معظم الستيرويدات يتم تكوينها في الجسم, فمثلاً الكبد ينتج (٧٠ %) من حاجة الجسم من الكوليسترول.

إجابات أسئلة الفصل

☑

١)

البروتينات :- حموض أمينية.
السيليلوز :- **(β - ١:٤)**.
الغلايكوجين:- **(α - ١:٤)**.
المالتوز :- **(α - ١:٤)**.

٢)

أ) روابط ببتيدية.
ب) (٩) روابط.
ج) (٩) جزيئات.

٣)

أ) يعتمد ذلك على عدد الحموض الأمينية في السلسلة ونوعها وتتابعها.
ب) وذلك لتواجد الحموض الأمينية في حالتها النقية على شكل أيونات مزدوجة ترتبط بالروابط الأيونية.

٤)

	الغلوكوز	الفركتوز	الرايبوز
أ)	ألديهايد	كيتون	ألديهايد
ب)	(٦) ذرات	(٦) ذرات	(٥) ذرات
جـ)	سداسية	خماسية	خماسية

٥)

أ) الغلوكوز.
ب) الغلوكوز.
ج) الغلوكوز.

٦)

أ) روابط غلايكوسيدية.
ب) β .
ج) (٣) جزيئات.

٧)

سكروز	لاكتوز
حلقتين (سداسية وخماسية)	حلقتين (سداسيتين)
α - غلوكوز, β- فركتوز	β - غلاكتوز, β- غلوكوز
(α, β- ١:٢)	(β - ١:٤)

إجابات أسئلة الوحدة

١)

أ) بإضافة محلول البروم الأحمر المذاب في (CCl_4) إلى كل منهما, فيتفاعل مع البرومين ويكون الناتج عديم اللون, أما مع البروبان فيبقى اللون الأحمر.

ب) يتأكسد البيوتانال بوجود محلول تولنز فتترسب الفضة على هيئة مرآة فضية, أما البيوتانون فلا يتأكسد.

ج) يتفاعل الإيثانول مع فلز (Na) فينطلق غاز (H_2), أما الإيثان فلا يتفاعل.

د) يتفاعل حمض الإيثاونيك مع كربونات الصوديوم الهيدروجينية ($NaHCO_3$) وينطلق غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2), أما الإيثانول فلا يتفاعل.

٢)

A: CH_3CH_2Cl

B: CH_3CH_2OH

C: CH_3CH_2MgCl

D: $H_3C-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$

Q: $H_3C-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$

M: $CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OCH_2CH_3$

E: $CH_3-\underset{H}{\overset{OMgCl}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}-CH_2CH_3$

W: $CH_3\underset{OH}{\underset{|}{CH}}-CH_2CH_3$

٣)

$$CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{\text{ضوء}} CH_3Cl$$

$$CH_3Cl + Mg \xrightarrow{\text{إيثر}} CH_3MgCl$$

$$CH_2=CH_2 + H_2O \xrightarrow{H^+} CH_3CH_2OH$$

$$CH_3CH_2OH \xrightarrow[H^+]{K_2Cr_2O_7} H_3C-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$$

$$H_3C-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H + CH_3MgCl \xrightarrow{2)\ HCl} CH_3\underset{OH}{\underset{|}{CH}}CH_3$$

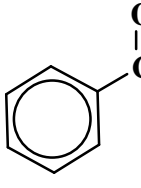
$$CH_3\underset{OH}{\underset{|}{CH}}CH_3 \xrightarrow[H^+]{K_2Cr_2O_7} H_3C-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3$$

٤)

١) $CH_3CH=CHCH_2CH_3$

٢) $CH_3CH_2\overset{O}{\overset{\|}{C}}-ONa + CH_3CH_2OH$

٣) $CH_3-\underset{CH_3-CH-CH_3}{\overset{OH}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}-CH_3$

٤) 

٥) $CH_3CH_2CH_2\overset{O}{\overset{\|}{C}}-\overset{-}{O}\overset{+}{N}H_4 \longrightarrow CH_3CH_2CH_2\overset{O}{\overset{\|}{C}}-NH_2$

٥) ١- (جـ) ٢- (د) ٣- (ب) ٤- (أ) ٥- (جـ)

محمد خشان

٦)

A: CH_3CH_2OH

B: $H_3C-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$

C: $CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OCH_2CH_3$

D: $H_3C-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-ONa$

E: CH_3CH_2OH

٧)

أ)

X: $CH_3CH_2CH_2OH$

Y: CH_3CH_2COOH

Z: $CH_3CH_2\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OCH_2CH_2CH_3$

ب)

$$CH_3CH_2CH_2OH + Na \longrightarrow CH_3CH_2CH_2ONa + H_2$$

$$CH_3CH_2CH_2OH \xrightarrow[H^+]{K_2Cr_2O_7} CH_3CH_2COOH$$

$$CH_3CH_2COOH + NaHCO_3 \longrightarrow CH_3CH_2COONa + H_2O + CO_2$$

$$CH_3CH_2COOH + CH_3CH_2CH_2OH \xrightarrow{H^+} CH_3CH_2\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OCH_2CH_2CH_3$$

٨)

أ) α- غلوكوز و β - فركتوز ب) وحدتين α - غلوكوز جـ) حمض دهني وغليسرول

٩)

	الأميلوز	الأميلوبكتين	الغلايكوجين
أ)	α - غلوكوز	α - غلوكوز	α - غلوكوز
ب)	غلايكوسيدية (β - ١:٤)	غلايكوسيدية داخل السلسلة (α - ١:٤) بين السلاسل (α - ١:٦)	غلايكوسيدية داخل السلسلة (α - ١:٤) بين السلاسل (α - ١:٦)
جـ)	غير ذائب	غير ذائب	غير ذائب

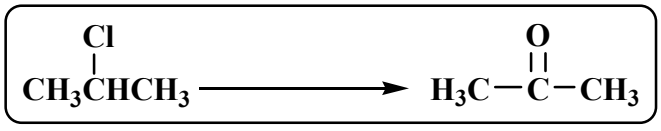
١٠) أ) (٣) ب) ثلاثي غليسرايد

محمد خشان

أسئلة إضافية

☑ **سؤال:-** باستخدام **(٢ - كلورو بروبان)** وأية مواد غير عضوية مناسبة, بيّن كيف تحضر **(بروبانون)**.

الإجابة:-



$$CH_3\underset{Cl}{\underset{|}{C}}HCH_3 \longrightarrow H_3C-\overset{O}{\overset{||}{C}}-CH_3$$

$$CH_3\underset{Cl}{\underset{|}{C}}HCH_3 \xrightarrow[\text{تسخين}]{KOH} H_3C-CH=CH_2$$

$$H_3C-CH=CH_2 + H_2O \xrightarrow{H^+} H_3C-\underset{OH}{\underset{|}{C}}H-CH_3 \xrightarrow[H^+]{K_2Cr_2O_7} H_3C-\overset{O}{\overset{||}{C}}-CH_3$$

☑ **سؤال:-** يتفاعل كل من **(إيثان, إيثين, البنزين)**, مع البروم في ظروف مختلفة, أجب عما يأتي:-

أ) حدد ظروف التفاعل لكل من المركبات السابقة مع البروم.
ب) أكتب معادلة كيميائية توضح التفاعل الحادث في كل حالة.
ج) ما نوع التفاعل الحادث في كل حالة.

الإجابة:-

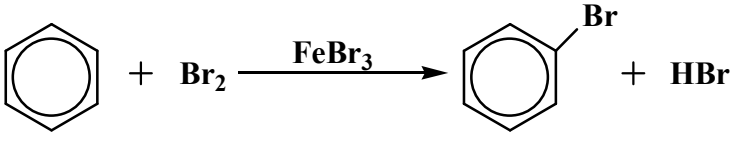
أ) تفاعل استبدال

$$CH_3CH_3 + Br_2 \xrightarrow{\text{ضوء}} CH_3CH_2Br + HBr$$

ب) تفاعل إضافة

$$H_2C=CH_2 + Br_2 \xrightarrow{CCl_4} \underset{Br}{\underset{|}{C}}H_2\underset{Br}{\underset{|}{C}}H_2$$

ج) تفاعل استبدال أروماتي



محمد خشان

☑ **سؤال:-** يراد تحضير كل من المركبات التالية مخبرياً:-

١) إيثانول. ٢) كلورو إيثان. ٣) إيثانال. ٤) حمض الإيثانويك.

٥) إيثيل إيثانوات. ٦) ٢- بيوتانال ٧) بيوتانون. ٨) ٣- ميثيل ٣- بنتانول.

بين من خلال المعادلات كيف يمكنك تحضير كل منها, إذا كانت المادة الأولية المتوفرة لديك هي **(إيثين)**, ويمكنك استخدام أية مواد غير عضوية تراها مناسبة.

الإجابة:-

١) $CH_2{=}CH_2 + H_2O \xrightarrow{H^+} CH_3CH_2OH$

٢) إما: $CH_2{=}CH_2 + HCl \longrightarrow CH_3CH_2Cl$

أو: $CH_3CH_2OH + HCl \longrightarrow CH_3CH_2Cl$

٣) $CH_3CH_2OH \xrightarrow[H^+]{K_2Cr_2O_7} H_3C-\overset{O}{\overset{\|}{C}}H$

٤) $H_3C-\overset{O}{\overset{\|}{C}}H \xrightarrow[H^+]{K_2Cr_2O_7} H_3C-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$

٥) $H_3C-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH + CH_3CH_2OH \underset{}{\overset{H^+}{\rightleftharpoons}} H_3C-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OCH_2CH_3$

٦) $CH_3CH_2Cl + Mg \xrightarrow{\text{إيثر}} CH_3CH_2MgCl$

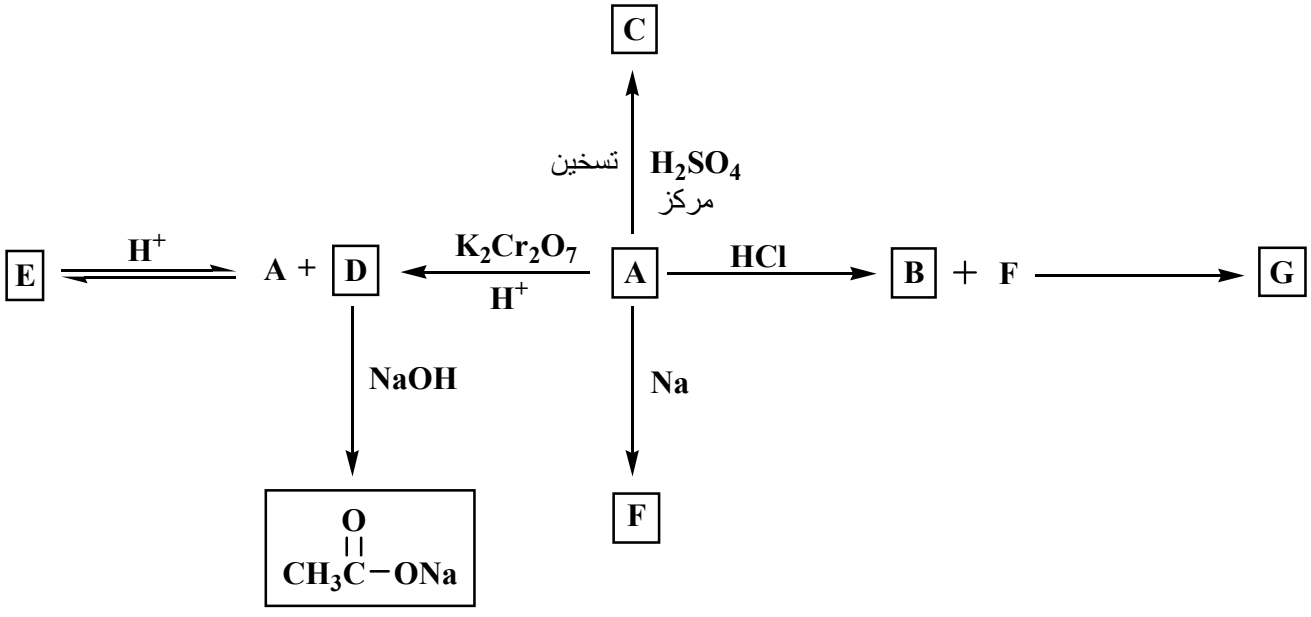
$$H_3C-\overset{O}{\overset{\|}{C}}H + CH_3CH_2MgCl \xrightarrow{2)HCl} H_3C-\overset{OH}{\overset{|}{C}}H-CH_2CH_3$$

٧) $H_3C-\overset{OH}{\overset{|}{C}}H-CH_2CH_3 \xrightarrow[H^+]{K_2Cr_2O_7} H_3C-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_2CH_3$

٨) $H_3C-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_2CH_3 + CH_3CH_2MgCl \xrightarrow{2)HCl} H_3C-\overset{OH}{\overset{|}{\underset{CH_2CH_3}{\underset{|}{C}}}}-CH_2CH_3$

محمد خشان

☑ **سؤال:-** أكتب الصيغ البنائية للمركبات (A, B, C, D, E, F, G) في مخطط التفاعلات الآتي:-



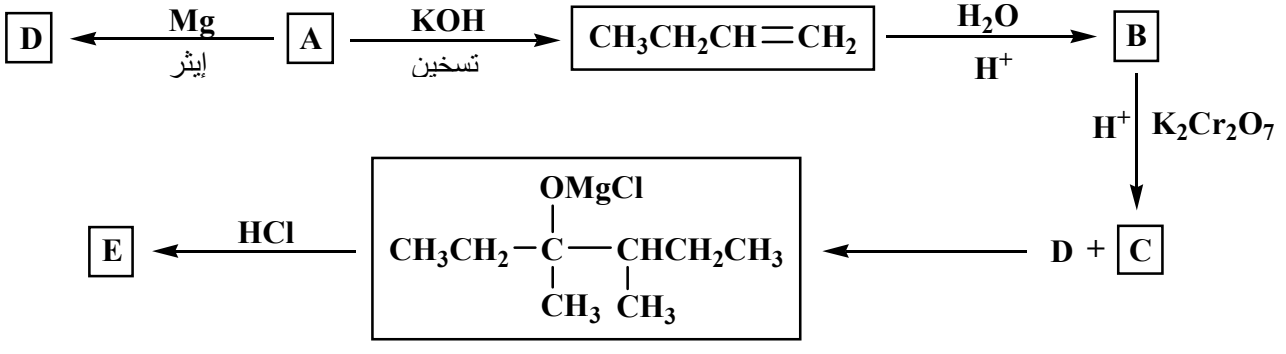
الإجابة:-

A: CH_3CH_2OH **B:** CH_3CH_2Cl **C:** $H_2C=CH_2$ **D:** $CH_3C(=O)OH$

E: $CH_3C(=O)OCH_2CH_3$ **F:** CH_3CH_2ONa **G:** $CH_3CH_2OCH_2CH_3$

محمد خشان

☑ **سؤال:-** أكتب الصيغ البنائية للمركبات (A, B, C, D, E) في مخطط التفاعلات الآتي:-



الإجابة:-

A: $CH_3CH_2CH(Cl)CH_3$ **B:** $CH_3CH_2CH(OH)CH_3$ **C:** $CH_3CH_2C(=O)CH_3$

D: $CH_3CH_2CMgCl(CH_3)H$ **E:** $CH_3CH_2-C(OH)(CH_3)-CHCH_2CH_3$