شرح مفصل لمادة الكيمياء لطلبة الثانوية العامة

جيل 2005

الوحدة الرابعة: الكيمياء العضوية

The Scientist
IN Chemistry

العالم في الكيمياء

الأستاذ: عثمان قدور

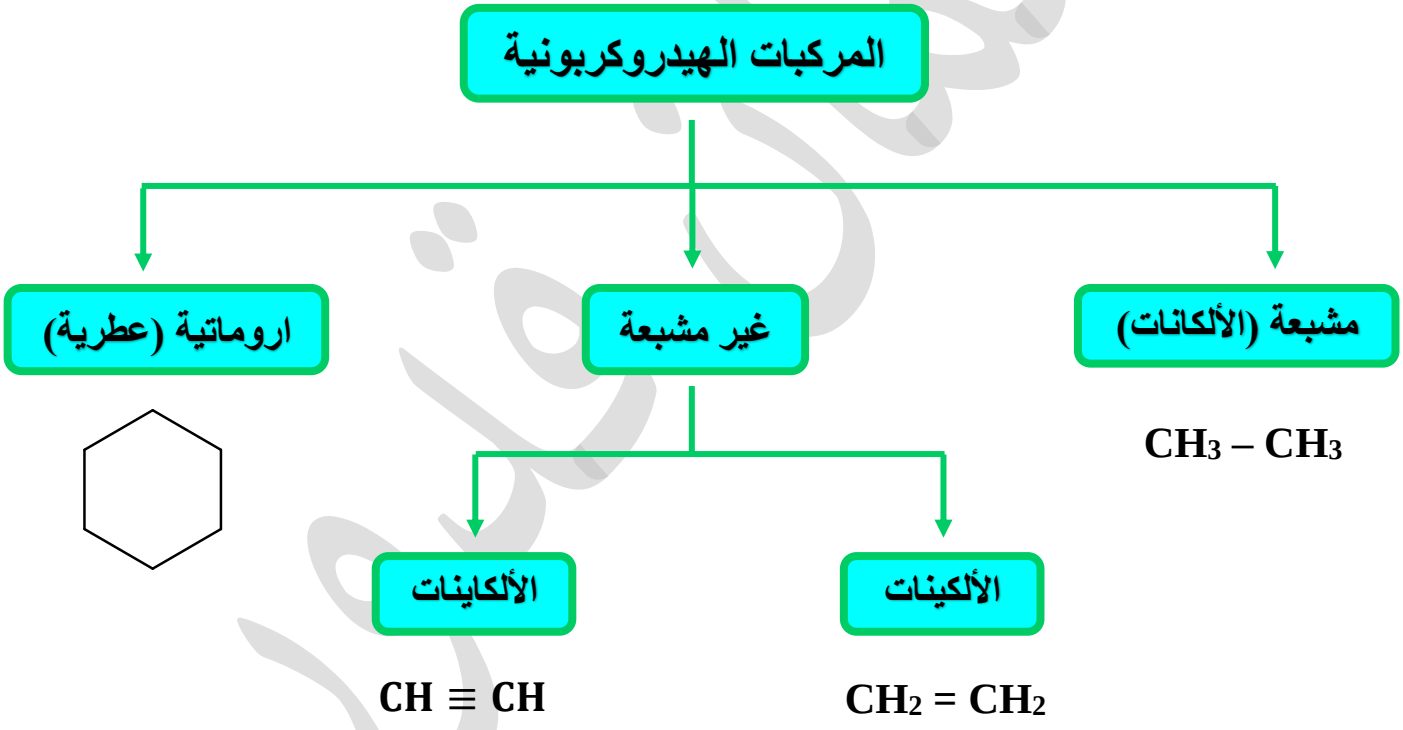
هـ: 0788004769

مراجعة عامة في تسمية المركبات الهيدروكربونية.

المركبات الهيدروكربونية

هي مركبات عضوية تتكون من عنصري الهيدروجين (H) والكربون (C) فقط.

- منها مركبات مشبعة ترتبط فيها ذرات الكربون مع بعضها البعض بروابط مشتركة (تساهمية) أحادية.
- منها مركبات غير مشبعة تحتوي على روابط ثنائية أو ثلاثية بين بعض ذرات الكربون.



أولاً: الألكانات

هي هيدروكربونات مشبعة صيغتها العامة $(C_nH_{(2n+2)})$.

- في الجدول التالي أهم الألكانات والصيغ البنائية لها:

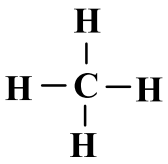
اسم المركب.	الصيغة الجزيئية.	الصيغة البنائية.
الميثان	CH_4	CH_4
الإيثان	C_2H_6	CH_3-CH_3
البروبان	C_3H_8	$CH_3-CH_2-CH_3$
البيوتان	C_4H_{10}	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$
البنتان	C_5H_{12}	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
الهكسان	C_6H_{14}	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
الهبتان	C_7H_{16}	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
الأوكتان	C_8H_{18}	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
النونان	C_9H_{20}	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
الديكان	$C_{10}H_{22}$	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$

- **تسمية الألكانات.**

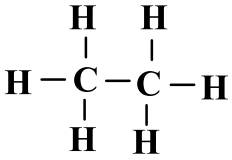
تسمى الألكانات غير المتفرعة (العادية) التي تكون على شكل سلسلة بنفس الرقم الذي يدل على عدد ذرات الكربون في المركب وإضافة المقطع (آن) الى نهاية الرقم.

ألك + آن ⟵ ميث + آن (ميثان).

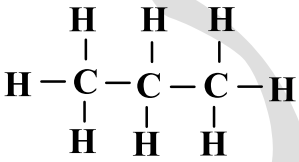
- قام الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية (IUPAC) بوضع قواعد محددة لتسمية المركبات العضوية.
- الألكانات الثلاثة الأولى لها ضيغة بنائية واحدة فقط.



الميثان (CH_4)

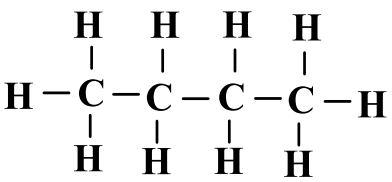


الإيثان (C_2H_6)

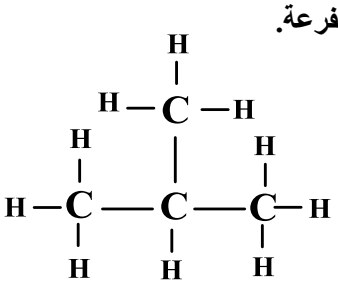


البروبان (C_3H_8)

- البيوتان (C_4H_{10}) له متصاوغان (صيغتان بنائيتان) أحدهما سلسلة مستمرة والأخرى متفرعة.



سلسلة مستمرة



التفرع

- **مجموعة الألكيـل.**

هي عبارة عن ألكــان حذفت منه ذرة (H) ويرمز لها بالرمز (R) صيغتها العامة: ($C_nH_{(2n+1)}$).

- تسمى مجموعة الألكيل بنفس الألكان الذي أشتقت منه مع استبدال المقطع (آن) بالمقطع (يـل).

ألكــ + آن ⟵ ألكــ + يـل

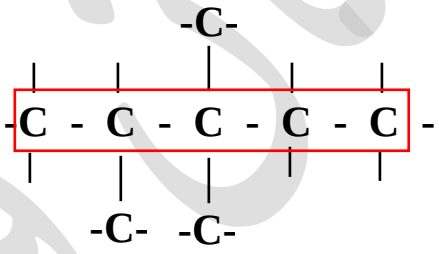
(CH_4): ميثان. ⟵ CH_3 - : ميثيل.

(C_2H_6): إيثان. ⟵ C_2H_5 - : إيثيل.

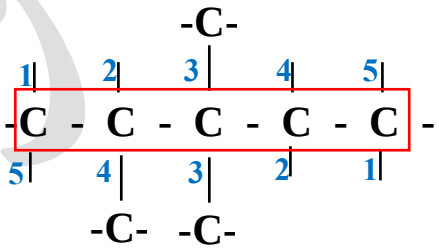
(C_3H_8): بروبان. ⟵ C_3H_7 - : بروبيل.

- **قواعد تسمية الألكانات المتفرعة.**

1- نختار أطول سلسلة مستمرة من ذرات الكربون في المركب، وتمثل (الأب) الذي ينسب إليه اسم المركب.



2- نرقم ذرات الكربون في السلسلة الأطول من الطرف الأقرب للتفرع وإذا وجد في السلسلة الأطول المختارة أكثر من فرع فإننا نرقم من الطرف الذي يعطي مجموعا لأرقام ذرات الكربون الحاملة للفروع ليكون الأصغر.



- عند الترقيم من اليمين يكون مجموع أرقام ذرات الكربون الحاملة للفروع (3 + 3 + 4 = 10) وعند الترقيم من اليسار الى اليمين يكون المجموع لذرات الكربون الحاملة للفروع (2 + 3 + 3 = 8) لذا نعتمد الترقيم من اليسار.

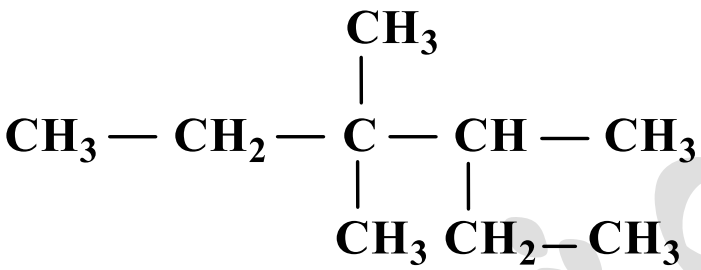
3- نكتب رقم (أرقام) ذرة (ذرات) الكربون في السلسلة الأطول الحاملة للفروع ثم (-) ثم اسم الفرع (مجموعة الألكيل) ثم اسم الألكان الذي يمثل أطول سلسلة ونرتب أسماء الفروع حسب الحروف الأبجدية.

4- إذا وجد في السلسلة الأطول أكثر من فرع متشابه نستخدم كلمة ثنائي أو ثلاثي .... إلخ.

5- نضع فاصلة (،) بين الأرقام المتتالية وخطا قصيرا (-) لفصل الأرقام عن الحروف الأبجدية.

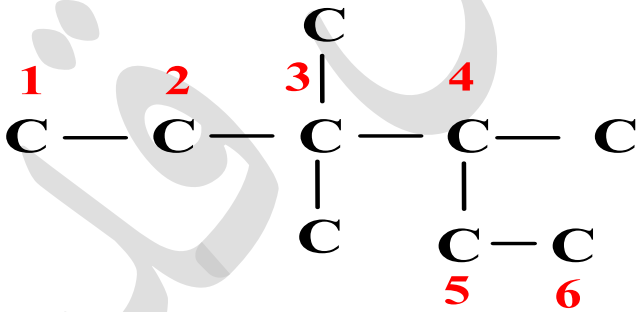
6- اذا وجد في المركب اكثر من سلسلة متساوية في الطول ونختار السلسلة الأكثر تفرعا.

مثال (1): سم المركب الآتي بالطريقة النظامية (أيوباك).



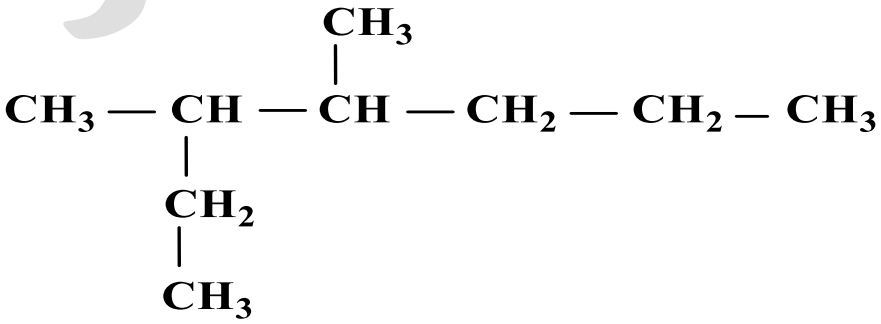
الإجابة:

أطول سلسلة مكونة من (6) ذرات كربون ومرقمة بحيث تأخذ التفرعات أصغر الأرقام وهناك ثلاث مجموعات (ميثيل) ($-CH_3$) على المواقع (3 ، 3 ، 4) وعدد ذرات الكربون في أطول سلسلة (6) ينسب للهكسان .

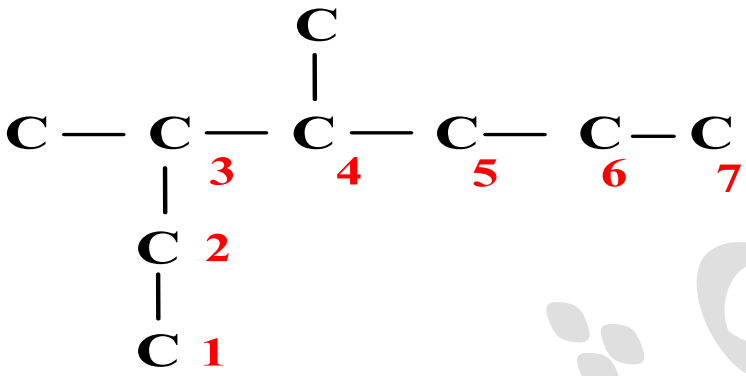


اسم المركب: 3، 3، 4 – ثلاثي ميثيل هكسان.

مثال (2): سم المركب الآتي بالطريقة النظامية (أيوباك).



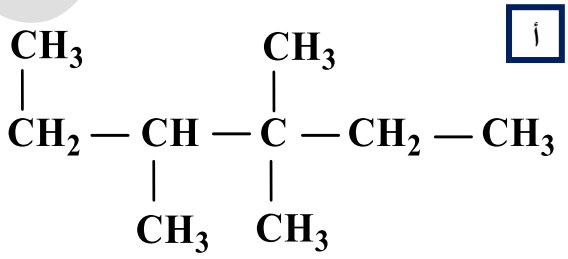
الإجابة: أطول سلسلة كربونية مستمرة في المركب مكونة من (7) ذرات كربون حيث المركب الأصلي هو الهبتان ونرقم السلسلة بحيث نحصل على أصغر الأرقام للتفرعات وهناك مجموعتا ميثيل على المواقع (3، 4).



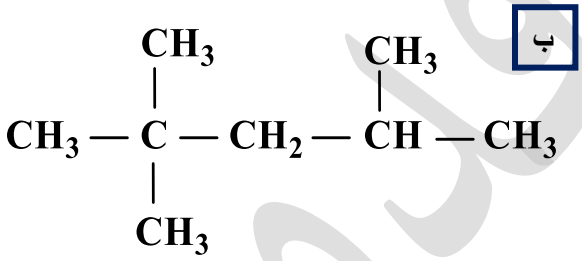
اسم الألكان: 3، 4 - ثنائي ميثيل هبتان.

مثال (3): سم المركبات الأتية بالطريقة النظامية:

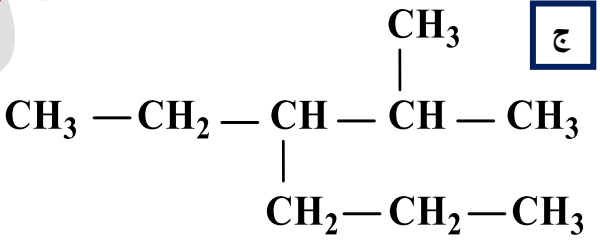
أ



ب



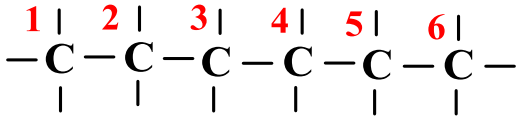
ج



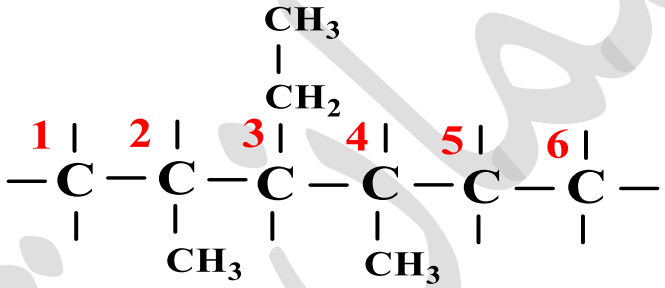
كتابة الصيغ الكيميائية للألكانات بالاعتماد على أسمائها:

- لتسمية المركب (3 – إيثيل – 2 ، 4 – ثنائي ميثيل هكسان):

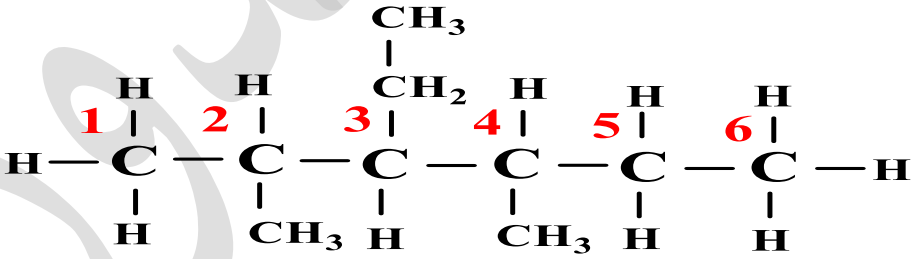
أ- أصل المركب هو الهكسان، لذا نكتب سلسلة مكونة من (6) ذرات كربون ونرقمها من أحد طرفيها:

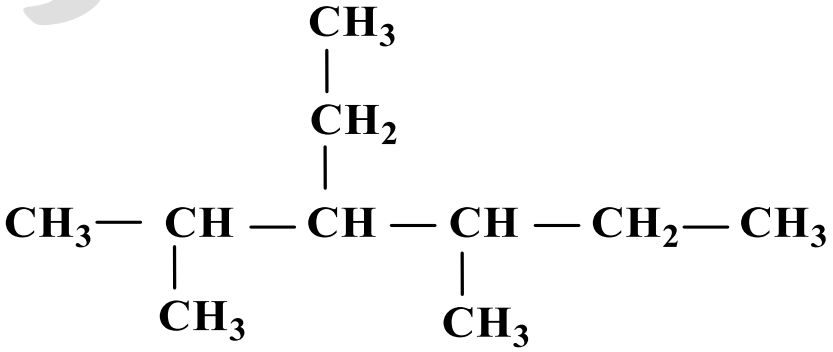


ب- نربط المجموعات البديلة بذرات الكربون حسب أرقامها الواردة في الاسم:



ج- نربط ذرات الهيدروجين بذرات الكربون مع مراعاة أن كل ذرة كربون تشكل أربع روابط:





مثال (3): اكتب الصيغ البنائية للمركبات الآتية:

أ- 2 ، 2 ، 3 – ثلاثي ميثيل بنتان.

ب- 3 – إيثيـل – 2 ، 4 – ثنائي ميثـيل هبتان.

ثانياً: الألكينات

هي هيدروكربونات غير مشبعة تتميز بوجود رابطة ثنائية بين ذرتين كربون متتاليتين (C=C) وصيغتها العامة (C_nH_{2n}).

- أبسط مركب منها يحتوي على ذرتين كربون وهو الإيثـين ($CH_2 = CH_2$).
- أهم الصيغ البنائية لبعض الألكينات وأسماؤها:

اسم المركب	الصيغة الجزيئية	الصيغة البنائية
الإيثين	C_2H_4	$CH_2 = CH_2$
البروبين	C_3H_6	$CH_2 = CH_2-CH_3$
1 – بيوتين	C_4H_8	$CH_2 = CH_2-CH_2-CH_3$
1 – بنـتـين	C_5H_{10}	$CH_2 = CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
1 – هكسين	C_6H_{12}	$CH_2 = CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$

- **تسمية الألكانات.**

أ- تسمى الألكينات بنفس إسم الألكان الحاوي على نفس المقدار من ذرات الكربون مع استبدال المقطع (آن) من اسم الألكان بالمقطع (ين) في اسم الألكين.

ألـك + آن ⟵ ألـك + ين.

أيث + آن (ميثان) ⟵ أيث + آن (إيثين).

ب- يجب الإشارة الى موقع الرابطة الثنائية في المركب ابتداءاً من المركبات التي تحتوي على (4) ذرات كربون أو أكثر.

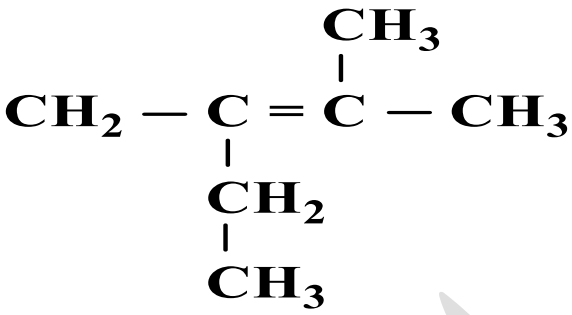
$CH_2 = CH_2-CH_2-CH_3$ — 1 – بيوتين

$CH_3-CH = CH-CH_2$ — 2 – بيوتين

ج- عند ترقيم السلسلة يجب البدء بالسلسلة التي تحتوي الرابطة الثنائية بحيث تكون الأطول ويتم الترقيم من الطرف الأقرب للرابطة الثنائية وليس من الطرف الأقرب من التفرع.

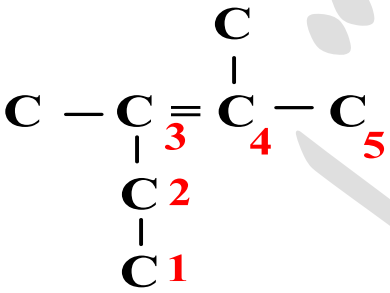
د- إذا تساوى بعد الرابطة الثنائية عن طرفي السلسلة الكربونية المستمرة فإننا نرقم من الطرف الأقرب الى التفرع.

مثال (4): سم المركب التالي:



الإجابة:

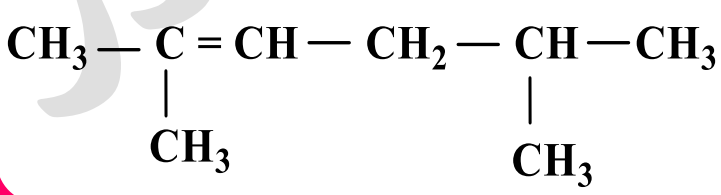
أطول سلسلة كربونية تحتوي على الرابطة الثنائية تتكون من (5) ذرات ونرقم هذه السلسلة من الطرف الأقرب الى الرابطة الثنائية من ذرة رقم (2) وهناك مجموعتا ميثيل مرتبطتان بذرتي الكربون رقم (2 ،3) فيكون الاسم:



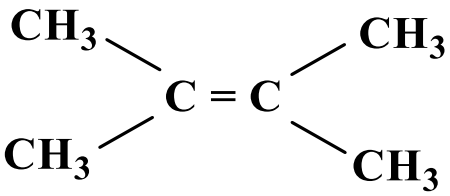
اسم الألكين: 2 ، 3 – ثنائي ميثيل – 2 – بنتين.

مثال (5): سم المركبات التالية:

أ



ب



مثال (6): اكتب الصيغ البنائية لكل مما يأتي:

أ- 3 – ميثيل – 2 – بنتين.

ب- 3 ، 3 – ثنائي ميثيل – 1 – بيوتين.

ثالثاً: الألكاينات

هي هيدروكربونات غير مشبعة تتميز بوجود رابطة ثلاثية بين ذرتي كربون وصيغتها العامة ($C_nH_{(2n-1)}$).

- أبسط مركب منها يحتوي على ذرتين كربون وهو الإيثاين ($CH \equiv CH$).
- أهم الصيغ البنائية لبعض الألكاينات وأسماؤها:

اسم المركب	الصيغة الجزيئية	الصيغة البنائية
الإيثاين	C_2H_2	$CH \equiv CH$
البروباين	C_3H_4	$CH \equiv C - CH_3$
1 – بيوتاين	C_4H_6	$CH \equiv C - CH_2-CH_3$
1 – بنتاين	C_5H_8	$CH \equiv C - CH_2-CH_2-CH_3$
1 – هكساين	C_6H_{10}	$CH \equiv C - CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$

- **تسمية الألكاينات.**

أ- تسمى الألكاينات بنفس إسم الألكان الحاوي على نفس المقدار من ذرات الكربون مع استبدال المقطع (آن) من اسم الألكان بالمقطع (آين) في اسم الألكاين.

ألك + آن ⟵ ألك + آين.

أيث + آن (ميثان) ⟵ أيث + آين (إيثاين).

ب- يجب الإشارة الى موقع الرابطة الثلاثية في المركب ابتداءاً من المركبات التي تحتوي على (4) ذرات كربون أو أكثر.

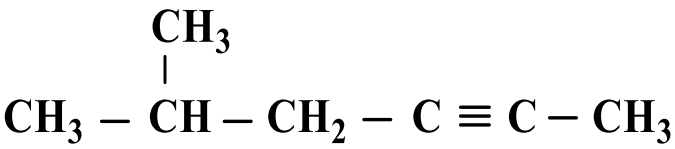
$CH \equiv C - CH_2-CH_3$ — 1 – بيوتاين

$CH_3 - C \equiv C - CH_3$ — 2 – بيوتاين

ج- عند ترقيم السلسلة يجب البدء بالسلسلة التي تحتوي الرابطة الثلاثية بحيث تكون الأطول ويتم الترقيم من الطرف الأقرب للرابطة الثلاثية وليس من الطرف الأقرب من التفرع.

د- إذا تساوى بعد الرابطة الثلاثية عن طرفي السلسلة الكربونية المستمرة فإننا نرقم من الطرف الأقرب الى التفرع.

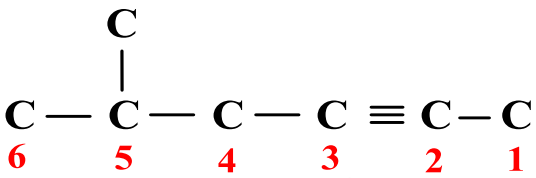
مثال (7): سم المركب التالي:



الإجابة:

أطول سلسلة كربونية تحتوي على الرابطة الثلاثية تتكون من (6) ذرات ونرقم هذه السلسلة من الطرف الأقرب الى الرابطة الثلاثية من ذرة رقم (2) وهناك مجموعة ميثيل مرتبطة بذرة الكربون رقم (5) فيكون الاسم:

اسم الألكين: 5 – ميثيل – 2 – هكساين.



المجموعة الوظيفية

هي ذرة أو مجموعة من الذرات تحل محل إحدى ذرات الهيدروجين في المركب الهيدروكربوني، فتضفي على المركب صفات جديدة وتميز المركب الذي تتواجد فيه عن غيره من المركبات وتعد مركز النشاط الكيميائي في المركب وعليها تجري التفاعلات.

- في الألكينات تعتبر **الرابطة الثنائية** مجموعة وظيفية، كما تعد **الرابطة الثلاثية** في الألكاينات مجموعة وظيفية أيضاً لأنهما مركز النشاط الكيميائي.
- تستخدم المجموعة الوظيفية لوضع المركبات ذات الخصائص المتشابه في عائلة واحدة ليسهل دراستها وأهم هذه المركبات:

1- هاليدات الألكيل.

الصيغة العامة لهاليدات الألكيل (R-X) حيث (R: مجموعة الألكيل) و (X: ذرة هالوجين)،(I , Br , Cl , F)

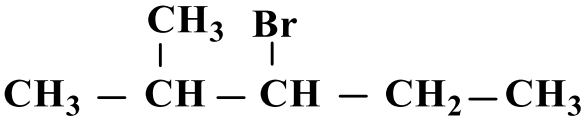
- تصنف هاليدات الألكيل الى ثلاثة أنواع:

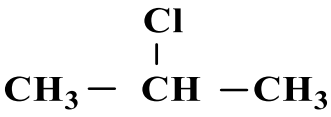
أ- **هاليدات الألكيل الأولية:**

وفيها تكون ذرة الكربون الحاملة لذرة الهالوجين مرتبطة مباشرة بذرة كربون واحدة أو لا شيء.

ب- هاليدات الألكيل الثانوية:

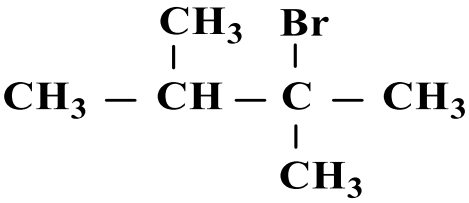
وفيها تكون ذرة الكربون الحاملة لذرة الهالوجين مرتبطة مباشرة بذرتين كربون.

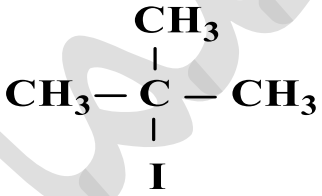




ج- هاليدات الألكيل الثالثية:

وفيها تكون ذرة الكربون الحاملة لذرة الهالوجين مرتبطة مباشرة بـ (3) ذرات كربون.





◆ تسمية هاليدات الألكيل.

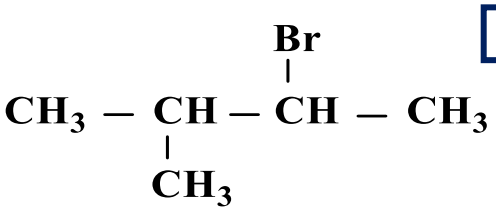
تسمى هاليدات الألكيل بنفس اسم الألكان الحاوي على نفس العدد من ذرات الكربون وبدء الاسم بكلمة هالو (فلورو ، كلورو ، برومو ، أيودو) ، وتسمى هالو ألكان.

(كلورو ميثان: $CH_3 - Cl$) (برومو أيثان: $CH_3 - CH_2 - Br$) (أيودو إيثان: $CH_3 - CH_2 - I$)

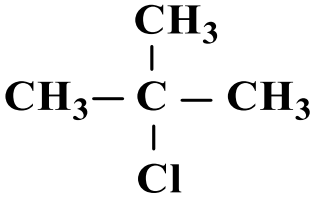
- اذا ارتبطت المجموعة الوظيفية بأكثر من موقع مختلف على السلسلة الكربونية الأطول ، فيجب ترقيم السلسلة الأطول من الطرف الأقرب للمجموعة الوظيفية .

مثال (8): سم المركبات التالية بالطريقة النظامية:

أ



ب



الإجابة:

أ- - برومو – 3 – ميثيل بيوتان.

ب- 2 – كلورو -2- ميثيل بروبان.

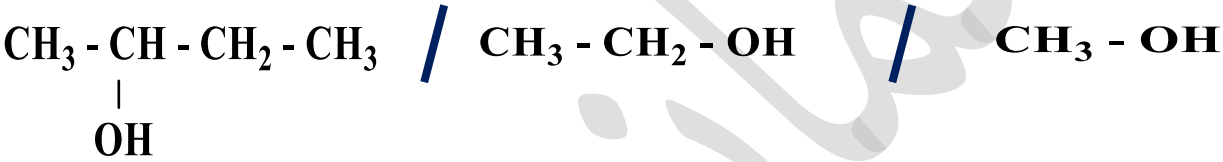
2- الكحولات.

هي مركبات عضوية صيغتها العامة (R – OH) حيث (R: مجموعة ألكيل) و (OH: مجموعة الهيدروكسيل) وهي المجموعة الوظيفية في الكحولات.

- تصنف الكحولات الى ثلاثة أنواع اعتمادا على ترتيب مجموعة الألكيل (R) المرتبطة بمجموعة الهيدروكسيل (OH) مثل هاليدات الألكيل.

أ- الكحولات الأولية.

تكون ذرة الكربون الحاملة لمجموعة الهيدروكسيل (OH) مرتبطة مباشرة بذرة كربون واحدة (مجموعة ألكيل واحدة).

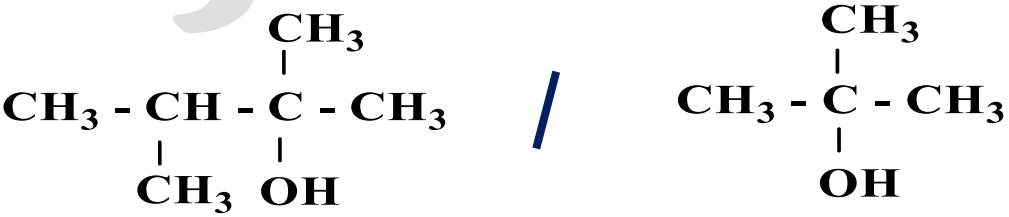


ب- الكحولات الثانوية.

تكون ذرة الكربون الحاملة لمجموعة الهيدروكسيل (OH) مرتبطة مباشرة بذرتين من الكربون (مجموعتي ألكيل).

ج- الكحولات الثالثية.

تكون ذرة الكربون الحاملة لمجموعة الهيدروكسيل (OH) مرتبطة مباشرة بثلاث ذرات كربون (ثلاث مجموعات ألكيل).



◆ تسمية الكحولات.

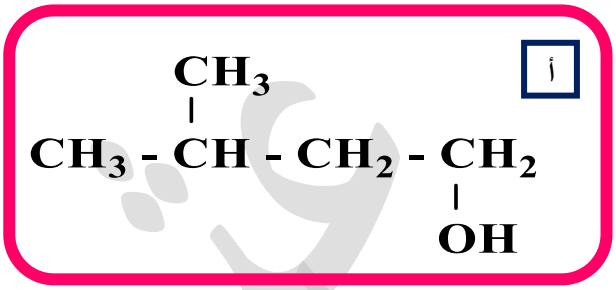
تسمى الكحول بنفس اسم الألكان الحاوي على نفس العدد من ذرات الكربون وإضافة المقطع (ول) الى نهاية إسم الألكان ، أي تسمى (ألكانــول) مع مراعاة قواعد التسمية التي مرت سابقا.

ألكـان + ول ⟵ ألكـانـــول.

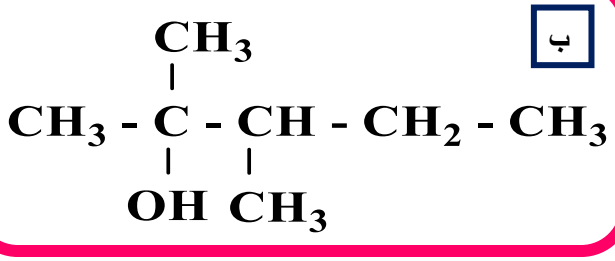
ميثـان + ول ⟵ ميثانـــول.

مثال (9): سم المركبات الآتية بالطريقة النظامية.

أ



ب



الإجابة:

أ- 3 – ميثيل – 1 - بيوتانـــول.

ب- 2،3 – ثنائي ميثيل – 2 – بنتانـــول.

3- الإيثرات.

هي مركبات عضوية صيغتها العامة $(\overline{R} - O - R)$ حيث $(\overline{R}, R)$: مجموعتا ألكيل متشابهتان أو مختلفتان و $(-O-)$ هي المجموعة الوظيفية في الإيثرات.

◆ **تسمية الإيثرات.**

تسمى الإيثرات بذكر إسم مجموعتي الألكيل المرتبطتين بذرة الأكسجين متبوعة بكلمة إيثر.

مثال (10): سم المركبات التالية بالطريقة النظامية:

أ $CH_3 - O - CH_3$

ب $CH_3 - CH_2 - O - CH_2 - CH_3$

ج $CH_3 - CH_2 - O - CH_3$

الإجابة:

أ- ثنائي ميثيل إيثر.

ب- ثنائي إيثيل إيثر.

ج- إيثيل ميثيل إيثر . أو ميثيل إيثيل إيثر.

4- الألدهيدات والكيتونات.

هي مركبات عضوية تتميز بوجود مجموعة الكربونيل ($\overset{\|}{C}$) في صيغة كل منهما.

أ- الألدهيدات.

مركبات عضوية صيغتها العامة ($R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H$)، (RCHO). حيث (R) مجموعة ألكيل وقد تكون (H).

- تعتبر ($-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H$)، (- CHO) المجموعة الوظيفية في الألدهيدات.

◆ **تسمية الألدهيدات.**

تسمى الألدهيدات بنفس إسم الألكان المناظر وإضافة المقطع (آل) الى نهاية إسم الألكان، أي تسمى (الكانـــآل).

ألكـان + آل ⟵ ألكـانـــآل.

ميثـان + آل ⟵ ميثانـــآل.

- في حالة الألدهيدات ذات الجزيئات الكبيرة المتفرعة فإنه عند تسميتها، نرقم أطول سلسلة للكربون من الطرف الأقرب للمجموعة الوظيفية (مجموعة الكربونيل).

مثال (11): سم المركبات التالية حسب النظام العالمي:

أ

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

ب

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

ج

$$CH_3-CH_2-\underset{\underset{Br}{|}}{CH}-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H$$

الإجابة:

أ- إيثانـــآل.

ب- 2 – ميثيل بيوتانـــآل.

ج- 2 – برومو – 3 – ميثيل بنتانـــآل.

- نلاحظ أنه لا حاجة لذكر رقم ذرة الكربون في مجموعة الكربونيل، لأن المجموعة الوظيفية في الألدهيدات دائما تتواجد على طرف السلسلة الكربونية.

ب- الكيتونات.

هي مركبات عضوية صيغتها العامة ($R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-R$) ، ($RCOR$) حيث أن (R , R) مجموعتا ألكيل متشابهتان أو مختلفتان.

- ($-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-$) هي المجموعة الوظيفية في الكيتونات.

◆ تسمية الكيتونات.

تسمى الكيتونات بنفس اسم الألكان المناظر وإضافة المقطع (ون) الى نهاية اسم الالكان ليصبح الاسم (ألكانـــون).

ألكـــان + ون ⟵ ألكـانـــون.

إيثـــان + ون ⟵ إيثـانـــون.

- في حالة الكيتونات ذات الجزيئات الكبيرة المتفرعة ، فإنه عند تسميتها نرقم أطول سلسلة للكربون من الطرف الأقرب للمجموعة الوظيفية ، ولا بد من الإشارة الى رقم ذرة الكربون في مجموعة الكربونيل.

مثال (12): سم المركبات التالية حسب النظام العالمي.

أ

$$CH_3-CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_2-CH_3$$

ب

$$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_2-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-CH_3$$

الإجابة:

أ- 3 – بنتانـــون.

ب- 4 – ميثيل – 2 – بنتانـــون.

5- الحموض الكربوكسيلية.

هي مركبات عضوية صيغتها العامة ($R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH$) ، (RCOOH) حيث (R) مجموعة ألكيل أو فينيل وقد تكون (H).

- مجموعة الكربوكسيل ($R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH$) أو (RCOOH) : هي المجموعة الوظيفية في الحموض الكربوكسيلية وسميت بهذا الاسم لأنها تتكون من مجموعة كربونيل ($>C=O$) ومجموعة هيدروكسيل (-OH).

- تعرف الصفات الحمضية الى مجموعة الكربونيل حيث أن الكثافة الالكترونية على ذرة الأكسجين أكبر منها على ذرة الكربون مما يزيد من قطبية الرابطة (O-H -) في مجموعة الكربوكسيل، وهذا يفسر تأين الحمض الكربوكسيلي في الماء منتجا أيون الهيدرونيوم (H_3O^+).

$$R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH + H_2O \rightleftharpoons R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O^- + H_3O^+$$

$$CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+$$

◆ تسمية الحموض الكربوكسيلية.

تسمى الحموض الكربوكسيلية بنفس إسم الألكان الذي يحتوي على نفس العدد من ذرات الكربون إضافة المقطع (ويك) الى نهاية اسم الألكان وبدء الاسم بكلمة (حمض) أي تسمى (حمض ألكانويك).

حمض + ألكان + ويك ⟵ حمض ألكانويك.

حمض + إيثان + ويك ⟵ حمض إيثانويك.

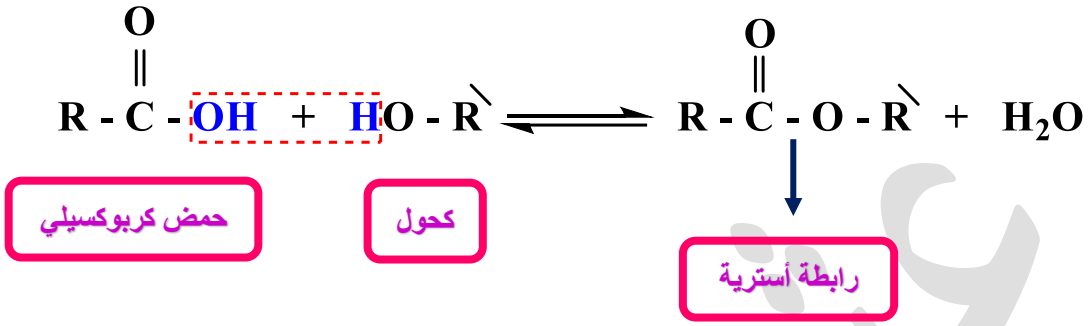
مثال (13): سم المركبات التالية حسب النظام العالمي:

أ) $CH_3-CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH$

ب) $CH_3-CH_2-CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH$

6- الأسترات.

هي مركبات عضوية صيغتها العامة ($R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-R'$) ، (RCOOR) وينتج الأستر من تفاعل الحمض الكربوكسيلي مع الكحول بوجود حمض قوي كعامل مساعد.



- حيث (R): مجموعة ألكيل أو فينيل أو (H) ، (R'): مجموعة ألكيل ، (-COO-): المجموعة الوظيفية في الأسترات.

◆ تسمية الأسترات.

يسمى الأستر بذكر اسم الجزء الأتي من الحمض باستبدال المقطع (ويك) في اسم الحمض بالمقطع (آت) في اسم الأستر، ثم ذكر اسم مجموعة الألكيل في الجزء الأتي من الكحول، أي (ألكانوات الألكيل).

مثال (14): سم المركبات التالية حسب النظام العالمي:

أ) $CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-CH_2-CH_3$

ب) $CH_3-CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-CH_3$

الإجابة:

أ- إيثانوات الإيثيل.

ب- إيثانوات الميثيل.

ملخص المركبات العضوية وأنواعها .

إسم المركب	الصيغة العامة	المجموعة الوظيفية	مثال
الألكانات.	C_nH_{2n+2}	يتميز بوجود روابط أحادية مشبعة	CH_4
الألكينات.	C_nH_{2n}	(- C = C -)	$CH_2 = CH_2$
الالكاينات.	C_nH_{2n-2}	(- C ≡ C -)	$CH \equiv CH$
الألكيل.	C_nH_{2n+1}	(- CH_3)	
الإيثرات.	(R - O - R)	(- O -)	$CH_3 - O - CH_3$
هاليدات الألكيل.	(R – X)	ذرة الهالوجين (Cl, Br, I)	$CH_3 - Br$
الكحول.	(R – OH)	(- OH)	$CH_3 - OH$
الألدهيدات.	$R - \overset{\overset{O}{\|}}{C} - H$	$- \overset{\overset{O}{\|}}{C} - H$	$CH_3 - \overset{\overset{O}{\|}}{C} - H$
الكيتونات.	$R - \overset{\overset{O}{\|}}{C} - R'$	$\overset{\overset{O}{\|}}{C}$	$CH_3 - \overset{\overset{O}{\|}}{C} - CH_3$
الحمض الكربوكسيلي.	$R - \overset{\overset{O}{\|}}{C} - OH$	$- \overset{\overset{O}{\|}}{C} - OH$	$CH_3 - \overset{\overset{O}{\|}}{C} - OH$
الأسترات	$R - \overset{\overset{O}{\|}}{C} - O - R'$	$- \overset{\overset{O}{\|}}{C} - O -$	$CH_3 - \overset{\overset{O}{\|}}{C} - O - CH_2 - CH_3$

الدرس الأول: تفاعلات المركبات العضوية (الإضافة والحذف)

- من المعلوم بأن المركبات العضوية تتكون بشكل أساسي من عنصري الكربون (C) والهيدروجين (H)، ولكنها قد تحتوي على عناصر أخرى مثل: (P , S , N , O).

- يمكن الحصول على المركبات العضوية من مصادر طبيعية كأجسام الكائنات الحية أو من خلال تحضيرها عن طريق التفاعلات الكيميائية.

- من الأمثلة على المركبات العضوية.

1- الإيثانول: يستخدم في صناعة معجون الأسنان حيث له قدرة كبيرة عبى قتل الميكروبات.

2- مركبات هاليدات الألكيل: تستخدم في صناعة المبيدات الحشرية.

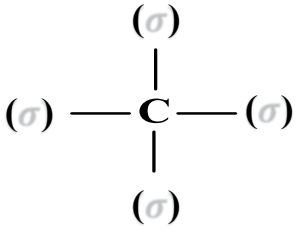
3- مشتقات النفط: تستخدم في صناعة البلاستيك وتعتبر مصدر مهم للطاقة.

❖ أنواع الروابط في المركبات العضوية.

- من المعلوم بأن ذرة الكربون لها القدرة على تشكيل أربعة روابط مختلفة.

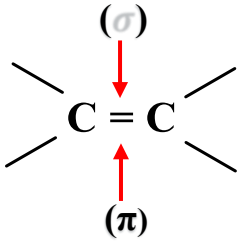
- تكون الروابط التي تشكلها ذرة الكربون على النحو التالي:

أ- روابط أحادية جميعها من نوع سيغما (σ).



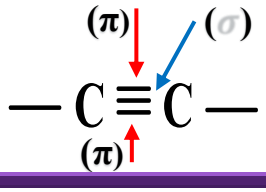
حيث (σ) تعتبر رابطة قوية.

ب- روابط ثنائية تحتوي على رابطة (σ) القوية ورابطة (π) الضعيفة.



حيث (σ) تعتبر رابطة قوية.
(π) تعتبر رابطة ضعيفة.

ج- روابط ثلاثية تحتوي رابطة (σ) القوية ورابطتين من نوع (π) الضعيفة.



❖ تصنف التفاعلات للمركبات العضوية بناءً على طريقة حدوثها الى:

1- تفاعلات الإضافة.
2- تفاعلات الحذف.
3- تفاعلات الاستبدال.
4- تفاعلات التأكسد والاختزال.

1- تفاعلات الإضافة.

- تحدث هذه التفاعلات في المركبات العضوية غير المشبعة والتي تشمل مركبات (الألكينات)، (الألكاينات)، (مركبات الكربونيل: الألدهيد والكيتون).
- سبب حدوث تفاعل الإضافة لهذه المركبات هو وجود روابط ثنائية أو ثلاثية ومن المعروف أن نوع الروابط هما:

أ- رابطة سيغما (σ) القوية.

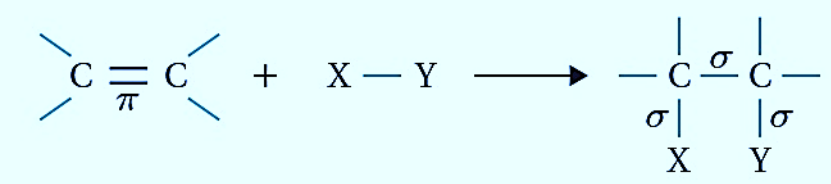
ب- رابطة باي (π) الضعيفة. (سبب حدوث تفاعل الإضافة)

- عند إضافة مادة عضوية أو غير عضوية الى هذه المركبات تنكسر الروابط الأضعف (π) ويتكون بدلا منها روابط من نوع سيغما (σ) القوية لتصبح مركبات مشبعة.

❖ أمثلة على تفاعلات الإضافة في الألكينات:

أ- الإضافة الى الألكينات.

- بسبب وجود الرابطة الثنائية بين ذرتي كربون من نوع (σ) و (π)، فإن هذه المركبات يحدث لها تفاعل إضافة.
- يتفاعل الألكين بإضافة جزيء الى ذرتي الكربون التي تحتوي الرابطة الثنائية.
- تنكسر الرابطة (π) الضعيفة وتتكون بدلاً منها رابطة من نوع (σ) القوية كما هو موضح في المعادلة العامة التالية:



❖ كيف يحدث تفاعل الإضافة:

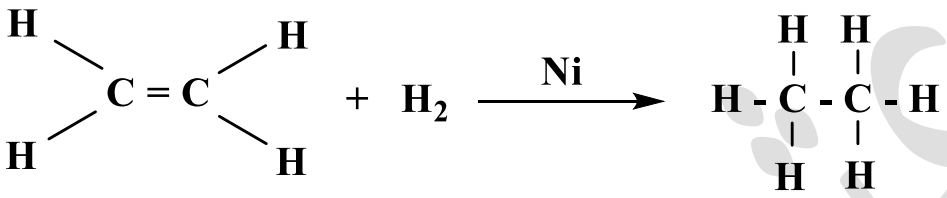
- تكون الرابطة الثنائية بين ذرتي الكربون، ذات كثافة إلكترونية عالية سالبة الشحنة.
- تقوم الرابطة الثنائية بجذب الطرف الموجب للجزيء المضاف مكونة معه رابطة تساهمية.
- تسمى الرابطة الثنائية والأيونات السالبة مثل (Br^-) ، (OH^-) نيوكليوفيلات.

- يسمى الأطراف الموجبة للجزيئات مثل (H^+) الكتروفيلات، وهي أطراف محبة للإلكترونات وتنجذب نحو الرابطة الثنائية بسبب حاجتها الى زوج من الإلكترونات.

1- إضافة الهيدروجين (الهدرجة).

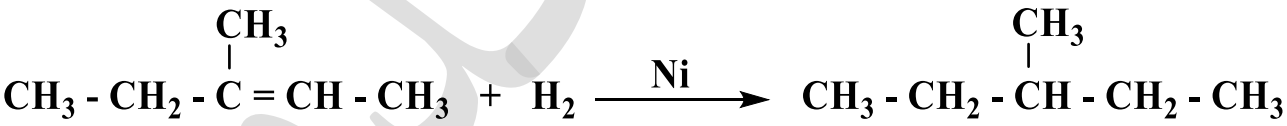
- يتم إضافة الهيدروجين الى الألكين بوجود عامل مساعد مثل النيكل (Ni) أو البلاتين (Pt) لينتج مركب مشبع (ألكان).

مثال (15):



إيثين (ألكين) — إيثان (ألكان)

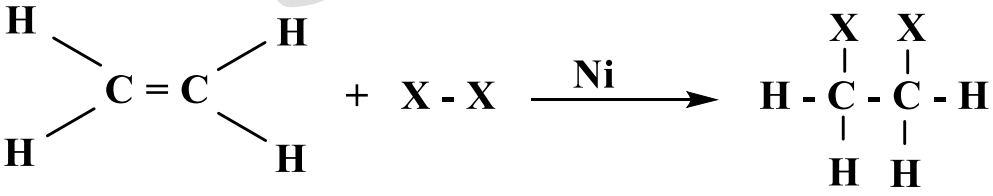
بروبين — بروبان



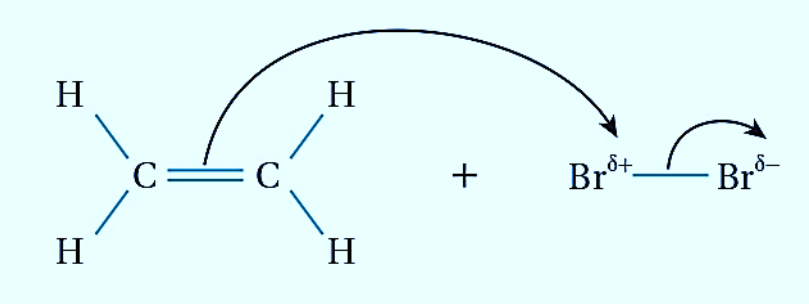
3 ميثيل – 2 - بنتين — 3 ميثيل بنتان

2- إضافة الهالوجينات (الهلجنة) (X_2) مثـل (Cl_2) , (Br_2).

- يتم إضافة ذرة (X) الى كل ذرة كربون تشترك بالرابطة الثنائية في الألكين لينتج (هاليد الألكين).

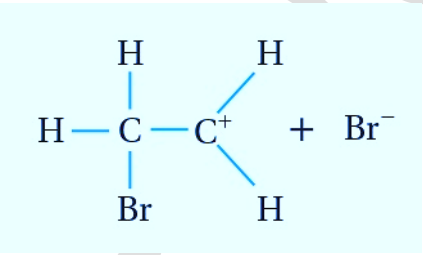


- يمكن توصيح هذا التفاعل من خلال المثال التالي، حيث يتفاعل الإيثين مع البروم (Br_2) المذاب في كلورويثان (CH_3Cl) مكوناً المركب (1، 2- ثنائي برومو إيثان) (CH_2BrCH_2Br)، كما في المعادلة التالية:

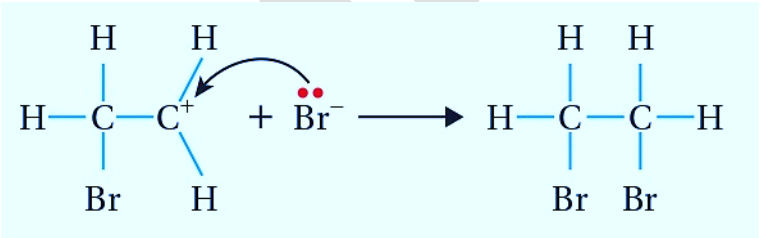


$$CH_2 = CH_2 + Br_2 \xrightarrow{CH_2Cl_2} CH_2Br - CH_2Br$$

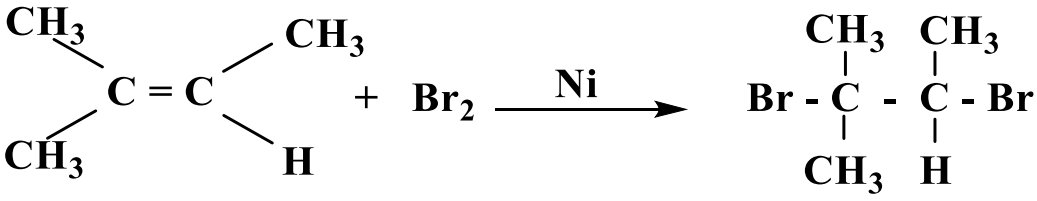
- من خلال المعادلة نلاحظ أن الرابطة الثنائية ذات كثافة إلكترونية عالية سالبة الشحنة، مما يسبب استقطاب جزيء الهالوجين (Br_2) القريب منها.
- عند اقتراب جزيء الهالوجين (Br_2) من الرابطة الثنائية، تظهر على إحدى ذرتي الجزيء شحنة جزئية موجبة، في حين تظهر على الذرة الأخرى شحنة جزئية سالبة.
- يحدث تجاذب بين الشحنة السالبة للرابطة الثنائية (C = C) من الألكين، وذرة البروم ذات الشحنة الجزئية الموجبة، فتنكسر الرابطة (π) في الأليكن وتتكون الرابطة (C – Br) وينتج أيون كربوني موجب، وأيون بروميد السالب (Br^-) كما في الشكل:



- ينجذب أيون البروميد (Br^-) نحو ذرة الكربون الموجبة في الأيون الكربوني، فتتكون رابطة جديدة (C – Br) ويتكون المركب (1، 2- ثنائي بروميو إيثان) كما في المعادلة التالية:



مثال (16):



- يستخدم تفاعل إضافة محلول البروم المائي (ماء البروم) ذو اللون البرتقالي المصفر، للتمييز بين الهيدروكربونات غير المشبعة (الألكينات والألكاينات) والهيدروكربونات المشبعة (الألكانات).
- إضافة محلول البروم المائي الى (الألكين) أو (الألكاين) يؤدي الى اختفاء اللون بسبب حدوث التفاعل وتكوين (هاليد الالكيل).
- إضافة محلول البروم المائي الى (الألكان) لا يختفي اللون بسبب عدم حدوث تفاعل إضافة لأن الألكان مركب مشبع.

$$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH = CH_2 \; + \; Br_2 \xrightarrow{CH_2Cl_2} CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - \underset{|}{\overset{Br}{CH}} - \underset{|}{\overset{Br}{CH_2}}$$

1 – هكسين
(عديم اللون)

1 ، 2 – ثنائي برومو هكسان
(عديم اللون)

$$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3 \; + \; Br_2 \xrightarrow{CH_2Cl_2}$$

هكسان (ألكان عديم اللون)

لا يحدث تفاعل
(يبقى اللون البني المحمر)

مثال (17): انبوبا اختبار يحتوي أحدهما على غاز البروبان والآخر يحتوي على غاز البروبين وكلاهما عديم اللون، كيف تميز مخبريا بينهما، اكتب معادلة كيميائية توضح التفاعل الممكن حدوثه.

الإجابة:

- نضيف الى كلا الأنبوبين قطره من محلول البروم المائي البرتقالي المصفر (Br_2) المذاب في (CH_2Cl_2) والانبوب الذي يختفي فيه لون محلول البروم يحتوي على البروبين، بينما لا يختفي لون محلول البروم عند إضافته الى البروبان لأنه لا يتفاعل (مركب مشبع).

$$CH_3 - CH = CH_2 \; + \; Br_2 \xrightarrow{CH_2Cl_2} CH_3 - \underset{|}{\overset{Br}{CH}} - \underset{|}{\overset{Br}{CH_2}}$$

بروبين (عديم اللون)

1 ، 2 – ثنائي برومو بروبان (عديم اللون)

$$CH_3 - CH_2 - CH_3 \; + \; Br_2 \xrightarrow{CH_2Cl_2}$$

بروبان (عديم اللون)

لا يحدث تفاعل
(يبقى اللون البني المحمر)

مثال (18): اكتب معادلة كيميائية توضح إضافة الكلور (Cl_2) الى (2 – بنتين).

الإجابة:

$$CH_3 - CH_2 - CH = CH - CH_3 + Cl_2 \longrightarrow CH_3 - CH_2 - \underset{Cl}{\underset{|}{CH}} - \underset{Cl}{\underset{|}{CH}} - CH_3$$

(2 – بنتين)

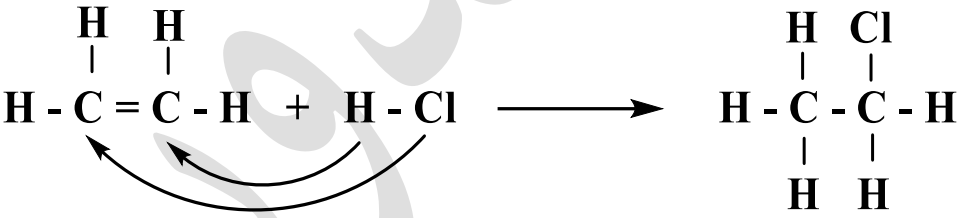
(2 ، 3 – ثنائي كلورو بنتان)

3- إضافة هاليدات الهيدروجين (HX) مثـل (HCl) , (HBr) , (HI).

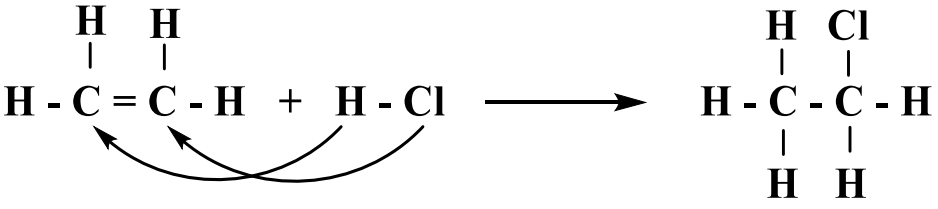
- عند إضافة جزيء غير قطبي متماثل مثل (H_2) و (X_2) الى الرابطة الثنائية يتم توزيعها على ذرتي كربون الرابطة الثنائية بشكل متماثل، وكذلك الأمر عند إضافة (HX).

الألكين المتماثل: هو الألكين الذي تكون فيه ذرتي كربون الرابطة الثنائية تحتوي على نفس العدد من ذرات الهيدروجين.

- لا يوجد فرق عند إضافة (H) أو (Cl) الى أي من ذرتي كربون الرابطة الثنائية لأن الناتج نفسه.



(ألكين متماثل)

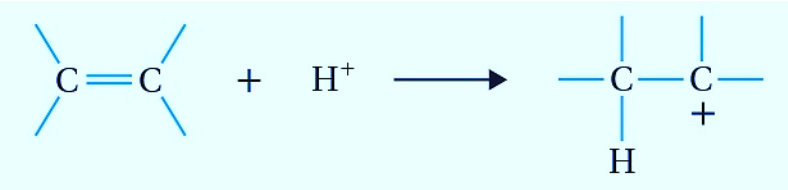


(ألكين متماثل)

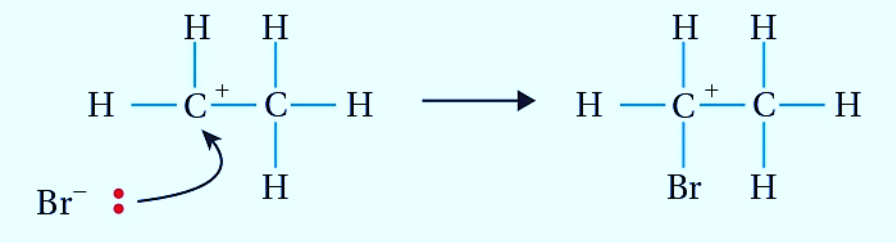
- لتوضيح كيفية إضافة جزيء (HX) الى الألكين المتماثل نأخذ المثال التالي، حيث يتم إضافة جزيء (HBr) الى الألكين المتماثل ($CH_2 = CH_2$) وفق المعادلة التالية:

$$CH_2 = CH_2 + HBr \rightarrow CH_3CH_2Br$$

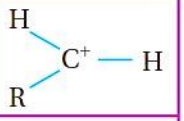
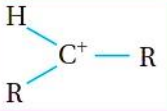
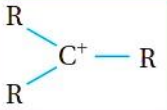
- من خلال المعادلة نلاحظ أن ذرة البروم ترتبط مع إحدى ذرتي الكربون التي تحتوي الرابطة الثنائية، لينتج فقط المركب برومو إيثان (CH_3CH_2Br).
- ينجذب الإلكتروفيل (H^+) من جزيء (HBr) نحو الرابطة الثنائية، مما يؤدي الى كسر الرابطة (π).
- يرتبط (H^+) بإحدى ذرات الكربون مكوناً الرابطة (C – H) وتنشأ على ذرة الكربون الأخرى شحنة موجبة، ليتكون (أيون كربوني موجب) كما في المعادلة التالية:



- يرتبط النيوكلوفيل (Br^-) بالأيون الكربوني الموجب، فتتكون رابطة (C – Br) كما في الشكل التالي:



- الأيون الكربوني قد يكون (أولي) أو (ثانوي) أو (ثالثي) كما في الجدول التالي:

الصيغة البنائية	نوع الأيون الكربوني
	الأيون الكربوني الأولي
	الأيون الكربوني الثانوي
	الأيون الكربوني الثالثي

- حيث (R): مجموعة ألكيل.
- يكون الأيون الكربوني الثالثي الأكثر استقرارا وثباتاً، والأيون الكربوني الأولي الأقل ثبات والاستقرار.
- يسمى هذا النوع من التفاعلات بـ (الإضافة الإلكتروفيلية) وذلك لأن الإلكتروفيل (H^+) هو الذي يبدأ التفاعل مع الرابطة الثنائية في الألكين.

<u>الألكين غير المتماثل</u>: هو الألكين الذي تكون فيه ذرتي كربون الرابطة الثنائية لا تحتوي نفس العدد من ذرات الهيدروجين.

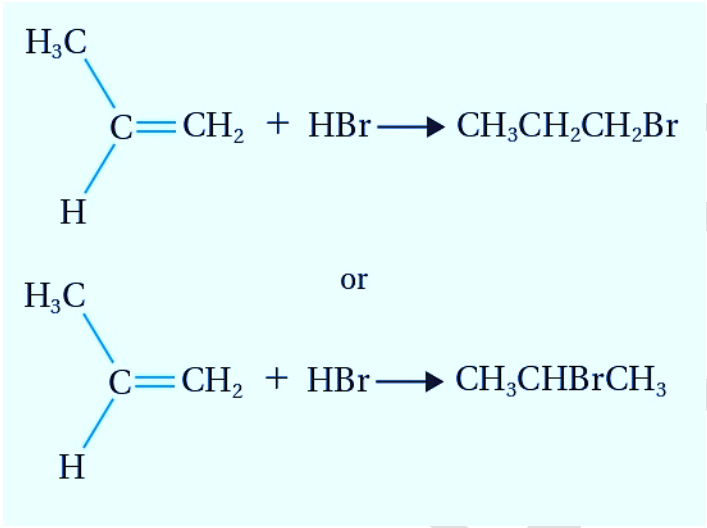
- عند إضافة هاليد الهيدروجين (HX) الى ذرتي كربون المرتبطتين برابطة ثنائية في ألكين غير متماثل فإن التجربة العلمية بينت أن ذرة (H) من (HX) تضاف الى ذرة الكربون المرتبطة بالعدد الأكبر من ذرات الهيدروجين، فمثلا عند إضافة (HCl) الى البروبين

نحصل على (2 – كلورو بروبان) وليس (1 – كلورو بروبان) وقد توصل الى هذه النتيجة العالم الروسي (ماركوفنيكوف) ووضع قاعدة تعرف بإسمه.

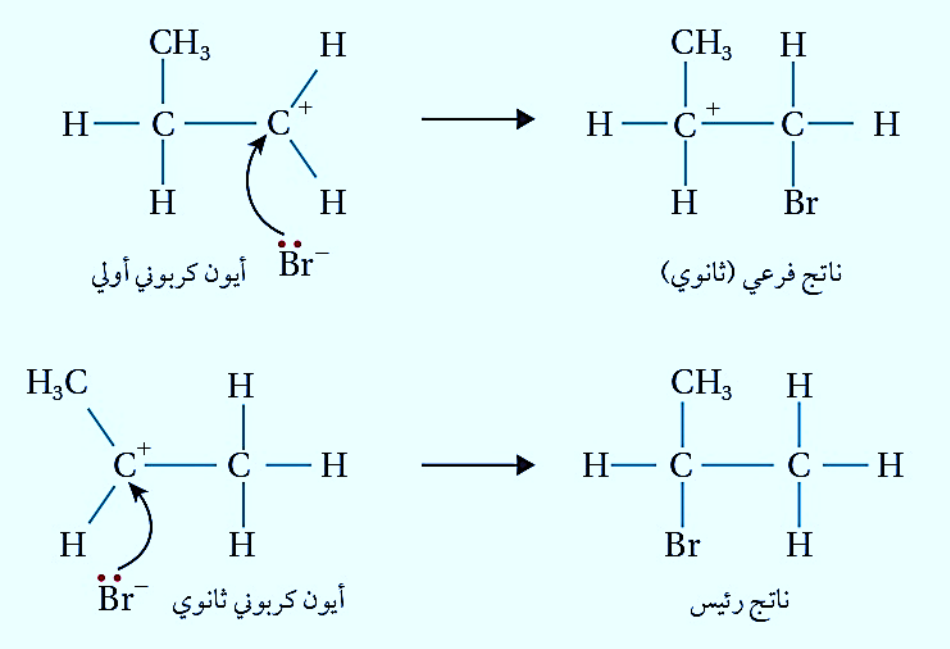
قاعدة ماركوفنيكوف:

عند إضافة مركب قطبي مثل (HX) الى الرابطة الثنائية في ألكين غير متماثل فإن ذرة الهيدروجين من المركب المضاف ترتبط بذرة كربون الرابطة الثنائية المرتبطة بأكبر عدد من ذرات الهيدروجين.

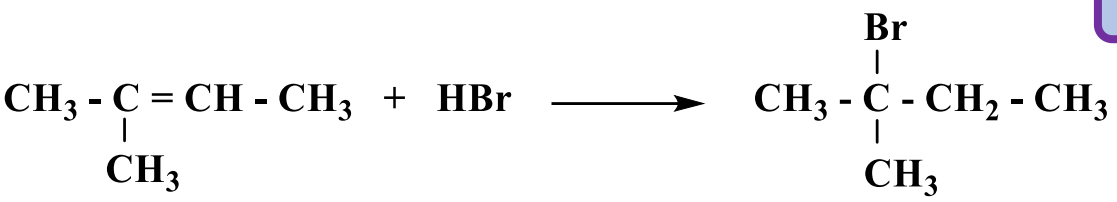
- لتوضيح كيفية إضافة جزيء (HX) الى الألكين المتماثل نأخذ المثال التالي، حيث يتم إضافة جزيء (HBr) الى الألكين غير المتماثل ($CH_3CH = CH_2$) حيث هناك إحتمالين لحدوث هذا التفاعل كما في الشكل:



- من خلال الشكل نلاحظ أن ذرة البروم يمكن أن ترتبط مع ذرة كربون الرابطة الثنائية لتعطي (1- بروموبروبان) أو (2- بروموبروبان) وقد وجد عملياً أن الناتج الرئيس الذي سوف يتكون هو (2- بروموبروبان).
- يكون تفاعل أيون البروميد (Br^-) مع الأيون الكربوني الثانوي أكثر استقراراً من تفاعل أيون البروميد (Br^-) مع الأيون الكربوني الأولي الذي يكون الأقل ثباتاً واستقراراً كما في الشكل:



مثال (19):

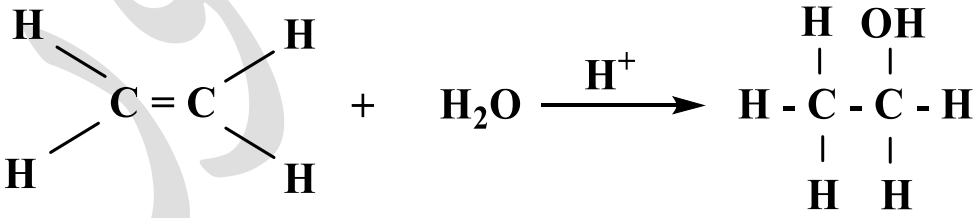


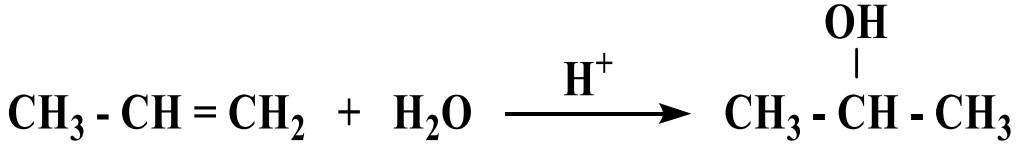
(2 – برومو – 2 – ميثيل بيوتان)

(2 – كلورو – 2 – ميثيل بروبان)

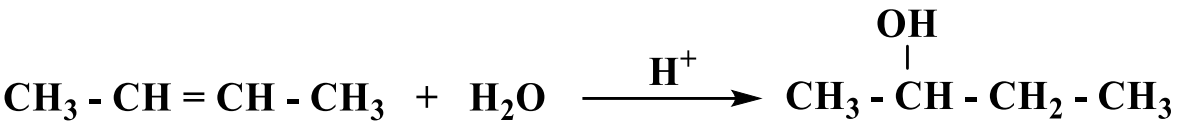
4- إضافة الماء (H_2O).

- يتم إضافة الماء ($H - OH$) الى الألكين بوجود كمية قليلة من حمض قوي مثل حمض الكبريتيك (H_2SO_4) أو حمض الفسفوريك (H_3PO_4) عامل مساعد لإنتاج (الكحول).
- يتم تطبيق قاعدة ماركوفنيكوف عند إضافة الماء بإضافة الهيدروجين الى ذرة كربون الرابطة الثنائية الأكثر عدد ذرات (H).

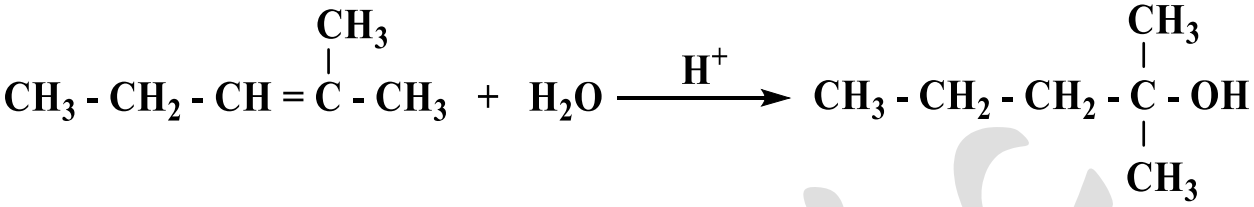




(2 – بروبانول)

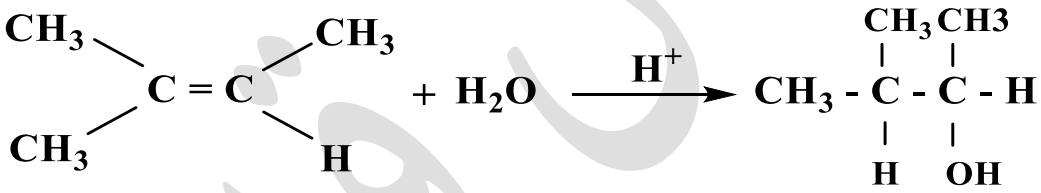


(2 – بيوتانول)



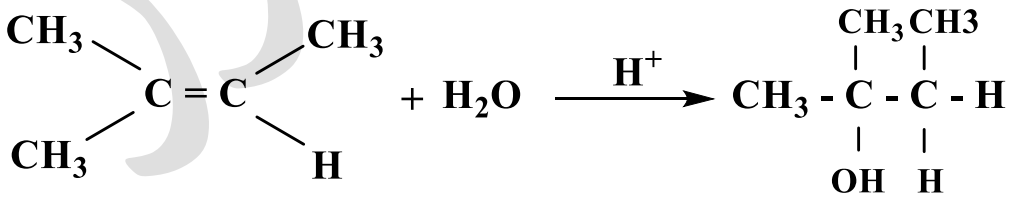
(2 – ميثيل – 2 - بنتانول)

مثال (20): بين وجه الخطأ في تمثيل التفاعل الاتي ثم مثل الناتج بطريقة صحيحة.



الإجابة:

الخطأ هو أنه لم يتم تطبيق قاعدة ماركوفنيكوف عند الإضافة حيث تم إضافة (H) الى الطرف الفقير بالهيدروجين وليس الطرف الحاوي على عدد ذرات (H) أكثر والصحيح هو:



ب- الإضافة الى الألكاينات.

- تمتاز الألكاينات بوجود الرابطة الثلاثية التي تتكون من رابطة سيغما (σ) قوية ورابطتين من نوع (π) الضعيفة.
- تحدث تفاعلات الإضافة للألكاينات بطريقة مشابهة للألكينات ولكن نظرا لوجود رابطتين من نوع (π) فإنه يجب إضافة كمية وافرة (2 مول) من المادة المضافة (المتفاعلة) للوصول الى مركب مشبع، حيث يمكن إضافة جزيئين من الهيدروجين (H_2) أو الهالوجين (X_2) أو هاليد الهيدروجين (HX)، حيث يتم كسر رابطتي (π) ويتكون بدلاً منها أربع روابط من نوع سيغما (σ) قوية.

❖ أمثلة على تفاعلات الإضافة في الألكاينات:

1- إضافة الهيدروجين (الهدرجة).

يتم إضافة كمية وافرة من الهيدروجين (2 mol) (H_2) الى الرابطة الثلاثية في الألكاين لتحويله الى ألكين مشبع بوجود عامل مساعد مثل النيكل (Ni) او البلاتين (Pt).

مثال (21):

$$CH_3 - C \equiv CH + 2H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3 - CH_2 - CH_3$$

$$CH_3 - C \equiv C - CH_3 + 2H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_3$$

$$CH \equiv CH + 2H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3 - CH_3$$

2- إضافة الهالوجينات (الهلجنة) (X_2) مثـل (Cl_2) , (Br_2) , (I_2).

يتم إضافة الهالوجينات للرابطة الثلاثية حيث يتم كسر رابطتي (π) وتكون أربع روابط من نوع (σ) القوية بإضافة (2 mol) من الهالوجين (X_2).

مثال (22):

$$CH \equiv CH + 2Cl_2 \longrightarrow H - \underset{\displaystyle Cl}{\overset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}} - \underset{\displaystyle Cl}{\overset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}} - H$$

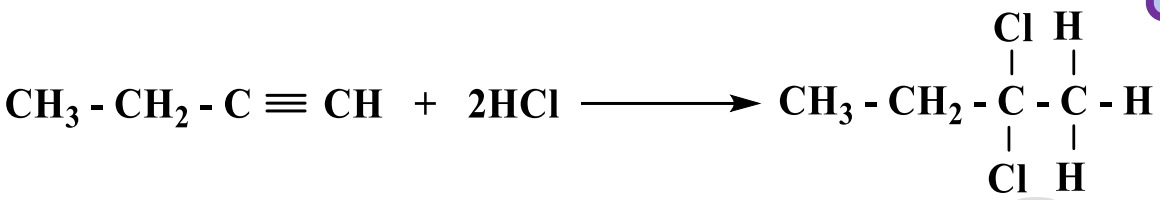
$$CH_3 - CH_2 - C \equiv CH + 2Br_2 \xrightarrow{CCl_4} CH_3 - CH_2 - \underset{\displaystyle Br}{\overset{\displaystyle Br}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}} - \underset{\displaystyle Br}{\overset{\displaystyle Br}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}} - H$$

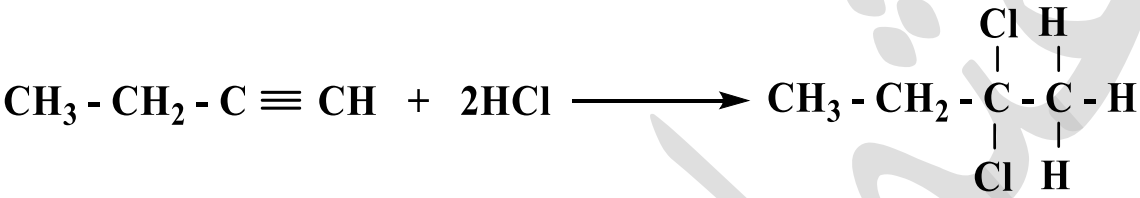
- نستخدم تفاعل إضافة البروم البرتقالي المصفر المذاب في (CH_2Cl_2) للتمييز بين الألكان والألكاين كما مر سابقا.

3- إضافة هاليدات الهيدروجين (HX) مثـل (HCl) , (HBr) , (HI).

يتم إضافة (2 mol) من (HX) الى الألكاينات وفق قاعدة ماركوفنيكوف.

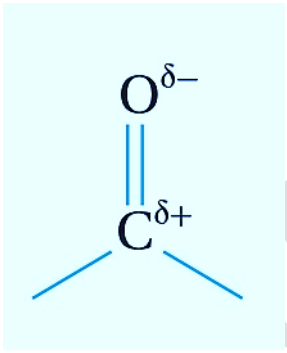
مثال (23):





ج- الإضافة الى الألدهايدات والكيتونات.

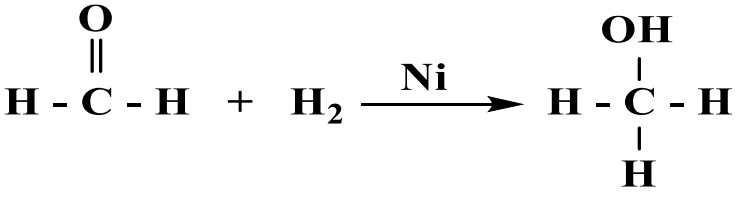
تمتاز هذه المركبات بوجود مجموعة الكربونيل القطبية، حيث تحمل ذرة (O) شحنة جزيئية سالبة وذرة (C) شحنة جزيئية موجبة بسبب الفرق في الكهروسلبية.



- تحتوي مجموعة الكربونيل على رابطة ثنائية يوجد بها رابطة (σ) القوية ورابطة (π) الضعيفة ولذلك فإنها تتفاعل بالإضافة.

1- إضافة الهيدروجين (الهدرجة).

تتم الإضافة الى مجموعة الكربونيل بوجود عامل مساعد مثل النيكل (Ni) كما حدث في الألكينات لينتج (كحولات أولية وثانوية).



(ميثـانـال) (ألـدهيـد) (ميثـانـول) (كحول أولي)

$$CH_3-CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3-CH_2-\overset{\overset{OH}{|}}{\underset{\underset{H}{|}}{C}}-H$$

(بروبـانـال) (ألـدهيـد) (1- بروبـانـول) (كحول أولي)

$$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_3 + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3-\overset{\overset{OH}{|}}{\underset{\underset{H}{|}}{C}}-CH_3$$

(بروبـانـون) (كيتون) (1- بروبـانـول) (كحول ثانوي)

$$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_2-CH_3 + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3-\overset{\overset{OH}{|}}{\underset{\underset{H}{|}}{C}}-CH_2-CH_3$$

(بيوتـانـون) (كيتون) (2- بيوتـانـول) (كحول ثانوي)

2- إضافة مركب غرينيارد (R – MgX).

- ينتج مركب غرينيارد من تفاعل هاليد الألكيل (R – X) من فلز المغنيسيوم (Mg) بوجود الإيثر الجاف (Et) كما يلي:

$$R-X + Mg \xrightarrow{Et} R-MgX$$

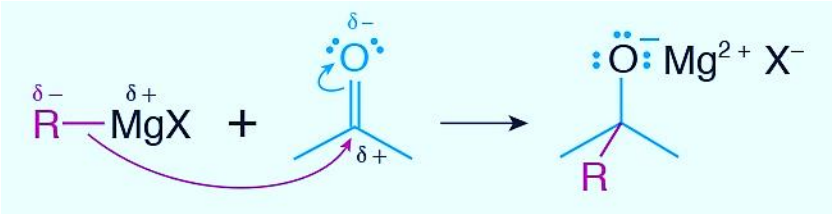
$$CH_3-Cl + Mg \xrightarrow{Et} CH_3-MgCl$$ (ميثيل كلوريد المغنيسيوم)

$$CH_3-CH_2-Cl + Mg \xrightarrow{Et} CH_3-CH_2-MgCl$$ (إيثيل كلوريد المغنيسيوم)

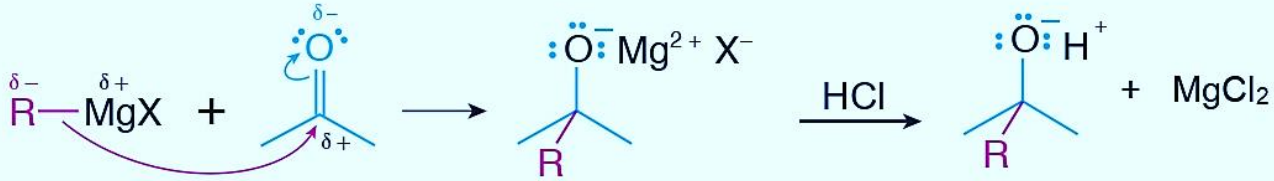
$$CH_3-\underset{\underset{Br}{|}}{CH}-CH_3 + Mg \xrightarrow{Et} CH_3-\underset{\underset{Br}{|}}{CH}-CH_3$$ (بروبيل بروميد المغنيسيوم)

- كما أن مجموعة الكربونيل قطبية فإن مركب غرينيارد مركب قطبي حيث تحمل ذرة (Mg) شحنة جزيئية موجبة وذرة الكربون (C) شحنة جزيئية سالبة بسبب الفرق في الكهرو سلبية.

- تتم إضافة مركب غرينيارد الى مجموعة الكربونيل على الشكل التالي:

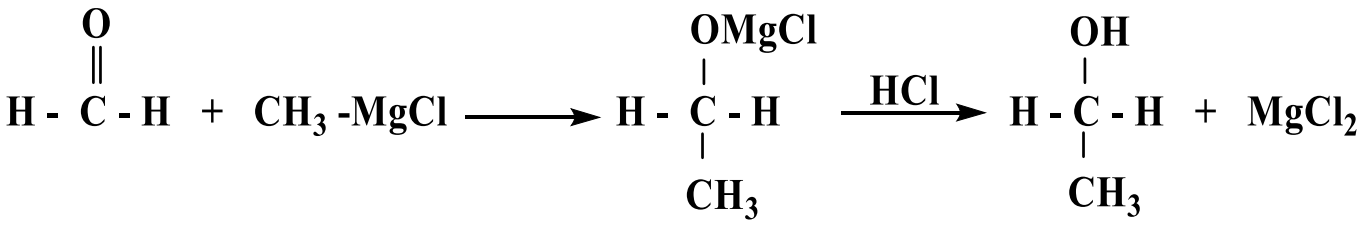


- يمكن توضيح عملية إضافة مركب غرينيارد الى مجموعة الكربونيل كما يلي:
  - تكون ذرة المغنسيوم (Mg) ذات كهروسلبية قليلة، ومجموعة الألكيل (R) ذات كهروسلبية عالية، لذلك تكتسب ذرة المغنسيوم (Mg) شحنة جزيئية موجبة، وذرة الكربون في مجموعة الألكيل (R) شحنة جزيئية سالبة.
  - تعتبر ذرة الكربون في مجموعة الالكيل (R) (نيوكليوفيل) وتتفاعل مع ذرة الكربون التي تمتلك شحنة موجبة في مجموعة الكربونيل في الألديهايد أو الكيتون، ويسمى هذا التفاعل بـ (الإضافة النيوكليوفيلية).
  - يرتبط الإلكتروفيل (MgX) مع ذرة الأكسجين (O) التي تمتلك شحنة جزيئية سالبة، ويتكون ناتج وسطي كما في الشكل.
  - يتم مفاعلة الناتج الوسطي مع حمض الهيدروكلوريك (HCl) أو حمض الهيدروبروميك (HBr)، حيث تحل ذرة هيدروجين من الحمض مكان (MgX) في المركب الوسطي لينتج الكحول.
  - يكون عدد ذرات الكحول الناتج عبارة عن مجموع عدد ذرات كربون المادتين المتفاعلتين كما في الشكل:



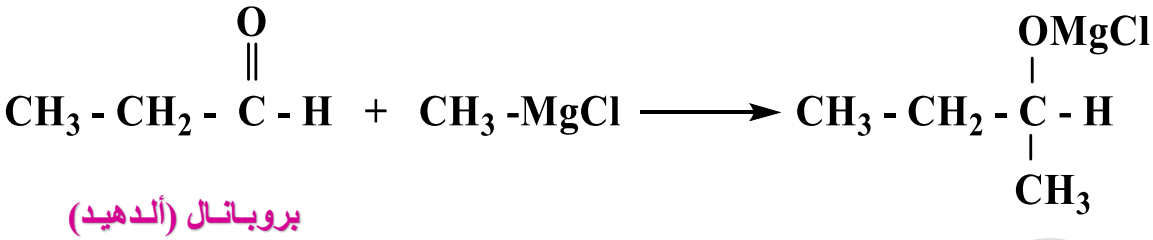
- تكمن أهمية مركبات غرينيارد في أنها تستخدم في تحضير الكحولات بأنواعها المختلفة كما يلي:

أ- الألديهايد الوحيد الذي يعطي كحول أولي عند إضافة مركب غرينيارد إليه هو (الميثانال).



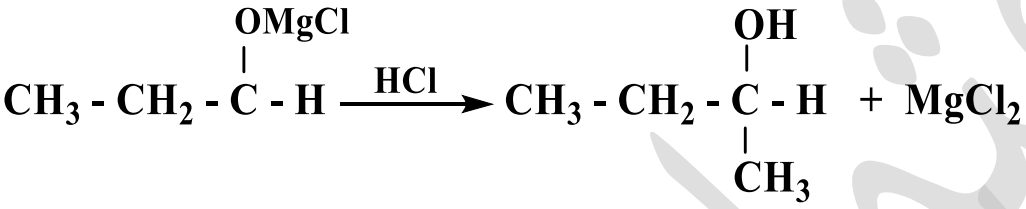
ميثانال (ألدهيد) (مركب وسطي) إيثانول(كحول أولي)

ب- جميع الألدهيدات بإستثناء (الميثانال) تعطي عند إضافة مركب غرينيارد إليها (كحولات ثانوية).



(مركب وسطي)

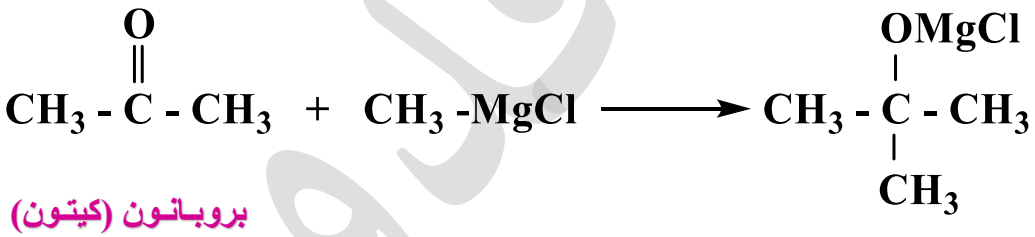
بروبـانـال (ألـدهيـد)



(مركب وسطي).

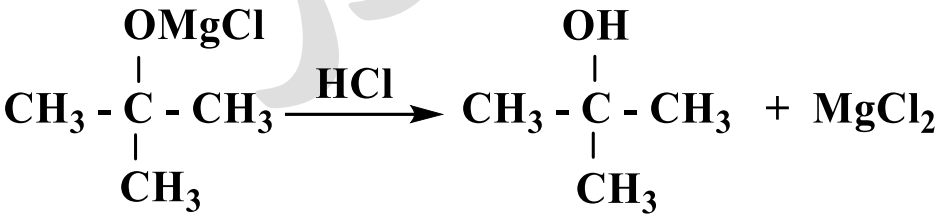
2 – بيوتانـول (كحول ثانوي).

ج- جميع الكيتونات تعطي عند إضافة مركب غرينيارد إليها (كحولات ثالثية).



(مركب وسطي)

بروبـانـون (كيتـون)

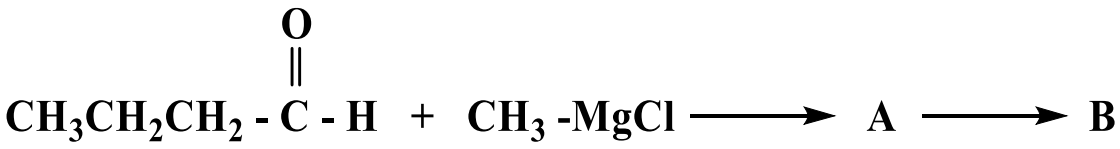


(مركب وسطي)

2 – ميثيل - 2 – بيوتانـول (كحول ثانوي)

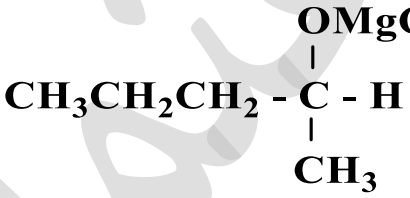
<u>ملاحظة:</u> عدد ذرات الكربون في الكحول الناتج يساوي مجموع عدد ذرات الكربون في مركب الكربونيل (ألدهيد أو كيتون) ومركب غرينيارد.

مثال (24): أكمل المعادلة التالية بكتابة الناتج العضوي.

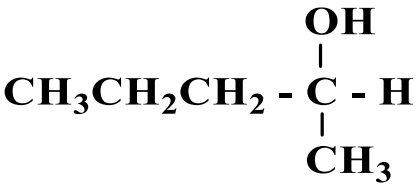


الإجابة:

A



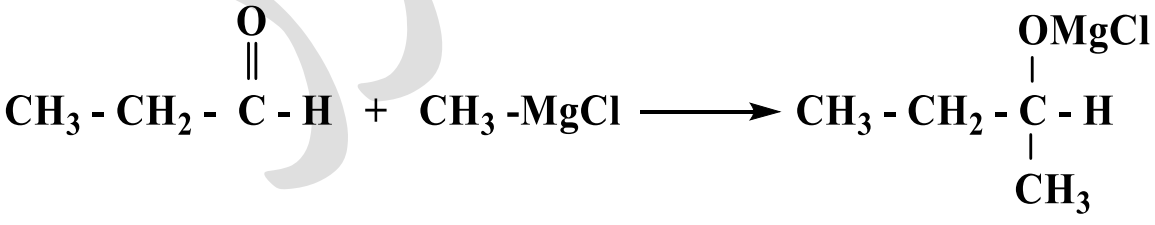
B

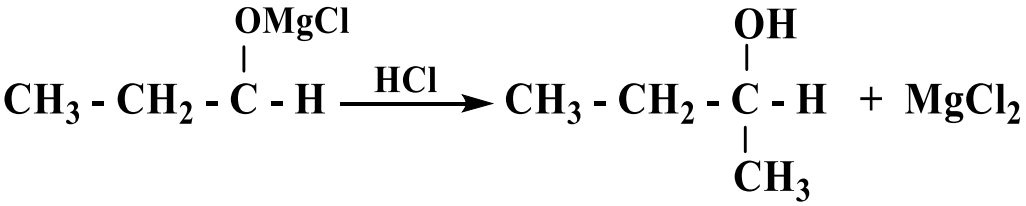


مثال (24): قارن بين نواتج عملية إضافة ميثيل كلوريد المغنيسيوم لكل من البروبانال و (3 – بنتانون) بكتابة النواتج النهائية بعد إضافة (HCl).

الإجابة:

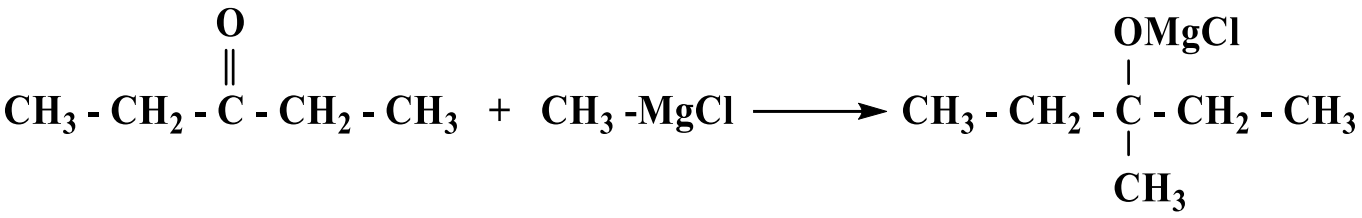
- البروبانال هو عبارة عن ألديهايد وعند إضافة مركب غرينيارد إليه يعطي كحول ثانوي بعد إضافة (HCl).

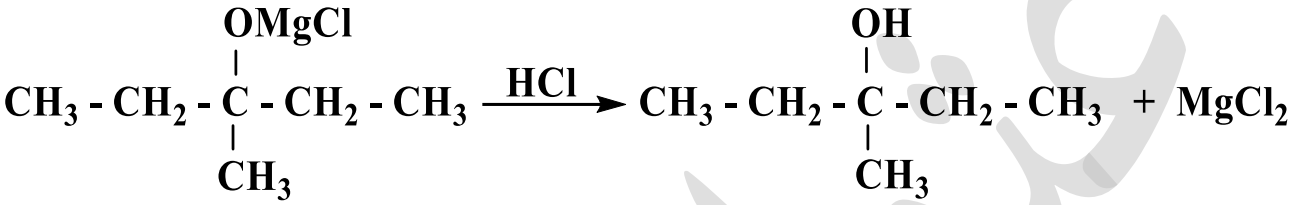




2 – بيوتانـول (كحول ثانوي)

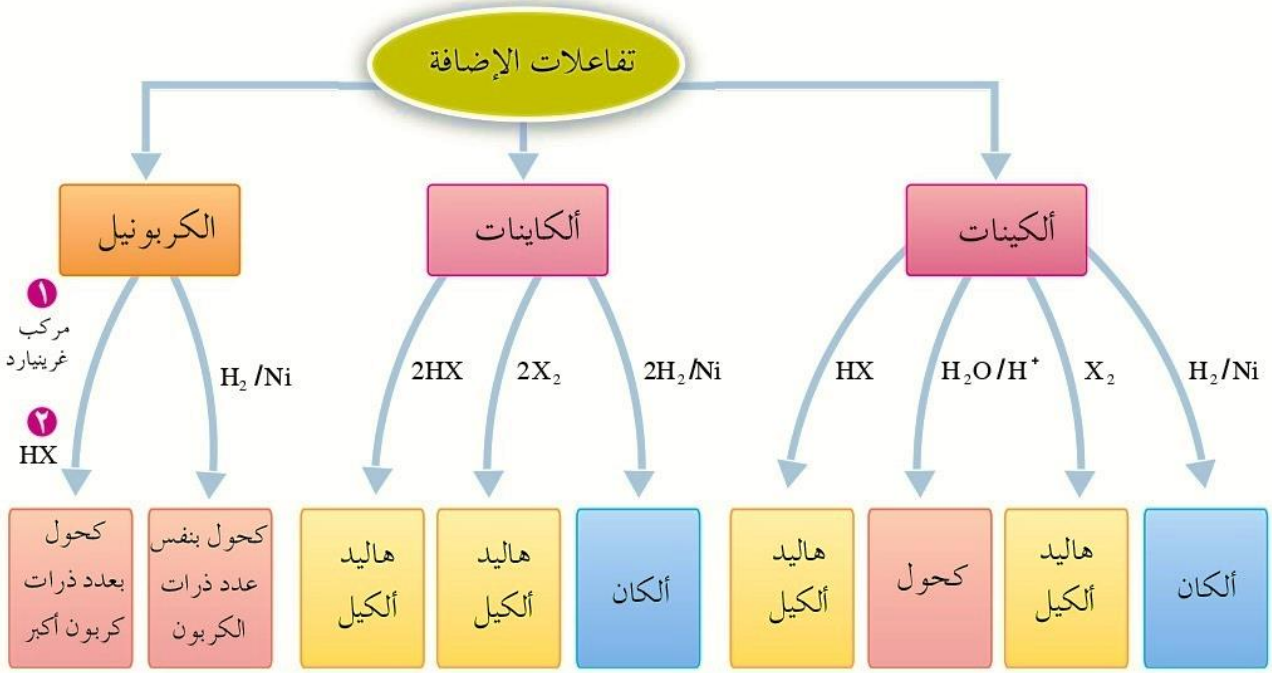
- أما (3 – بنتانون) فهو كيتون وعند إضافة مركب غرينيارد إليه يعطي كحول ثالثي.





3 – ميثيل – 3 - بنتانول (كحول ثالثي)

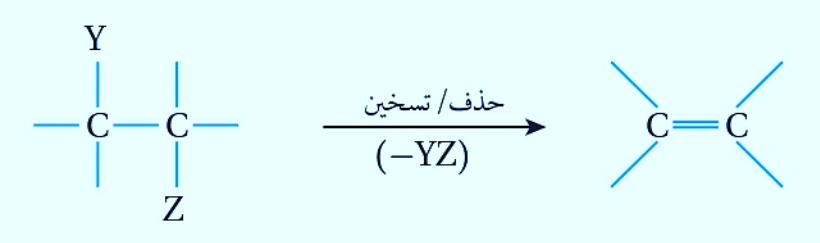
ملخص تفاعلات الإضافة



2- تفاعلات الحذف.

هو تفاعل يحدث فيه نزع جزيء هاليد الهيدروجين (HX) من هاليد الألكيل من ذرتي كربون متجاورتين، أو نزع جزيء الماء (H_2O) من الكحول مكوناً الألكين.

- **يمكن توضيح تفاعل الحذف من خلال المعادلة التالية:**



تشمل تفاعلات الحذف:

أ- حذف جزيء ماء (H_2O) من الكحولات.

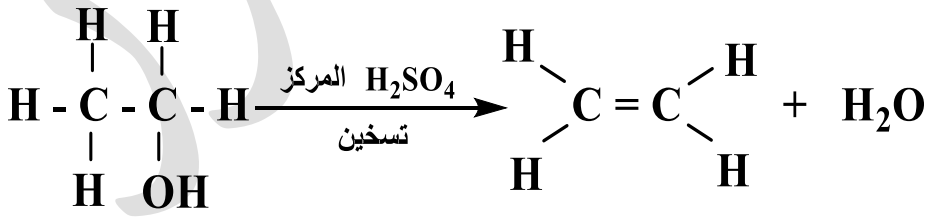
يتم ذلك بحذف جزيء الماء من الكحول من ذرتي كربون متجاورتين عن طريق التسخين بوجود مادة شديدة التفاعل مثل حمض الكيريتيك المركز (H_2SO_4) أو حمض الفسفوريك المركز (H_3PO_4).

- **يتم حذف جزيء الماء (H – OH) من ذرتي كربون متجاورتين حيث يتم كسر الرابطة (C – OH) في ذرة الكربون المرتبطة بها مما يؤدي الى نزع مجموعة (OH)، ويتم نزع ذرة (H) من ذرة الكربون المجاورة لها، وتتكون رابطة ثنائية بين ذرتي الكربون المتجاورتين وينتج الألكين.**

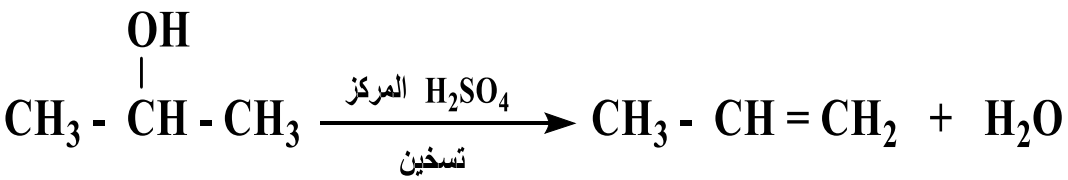
- **يتم الحذف من ذرتي كربون متجاورتين الأولى تحمل (OH) والثانية (H) وتكوين رابطة ثنائية كما في الأمثلة التالية:**

مثال (25):

(1)



(2)



(3) $CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{\overset{\overset{OH}{|}}{C}}-CH_3 \xrightarrow[\text{تسخين}]{\text{المركز } H_2SO_4} CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}=CH_2 + H_2O$

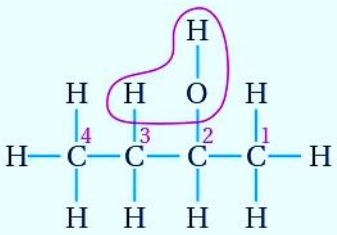
(4) $CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{\overset{\overset{OH}{|}}{C}}-CH_2-CH_3 \xrightarrow[\text{تسخين}]{\text{المركز } H_2SO_4} CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}=CH-CH_3 + H_2O$

(5) $CH_3CHOHCH_3 \xrightarrow{\text{مركز } H_3PO_4/\triangle} CH_3CH=CH_2$

(6) $CH_3CH_2CHOHCH_2CH_3 \xrightarrow{\text{مركز } H_3PO_4/\triangle} CH_3CH=CHCH_2CH_3$

(7) $CH_3CHOHCH_2\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}CH_3 \xrightarrow{\text{مركز } H_3PO_4/\triangle} CH_3CH=CH\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}CH_3$

- يتم نزع جزيء الماء (H- OH) بحيث يتم نزع (OH) من ذرة الكربون التي تحمل مجموعة الهيدروكسيد (OH) ويتم نزع ذرة (H) من ذرة الكربون المجاورة المرتبطة بأكبر عدد من مجموعات الالكيل كما في الشكل التالي:



الشكلُ (12): نزع الماء من المركب 2– بيوتانول.

- نلاحظ من خلال الشكل أنه يتم نزع (OH) من ذرة الكربون رقم (2) وذرة (H) من ذرة الكربون رقم (3) التي ترتبط بأكبر عدد من مجموعات الألكيل.

ب- حذف (HX) من هاليدات الألكيل.

- يتم حذف جزيء (HX) بشكل رئيسي في **هاليدات الألكيل الثانوية والثالثية**.
- يتم الحذف من ذرتي كربون متجاورتين الأولى تحمل ذرة **(X)** والثانية **(H)** وتشكيل رابطة ثنائية.
- يتم تفاعل الحذف **بالتسخين** مع محلول مركز من قاعدة قوية مثل هيدروكسيد البوتاسيوم **(KOH)**، او هيدروكسيد الصوديوم **(NaOH)** المذاب في الإيثانول فينتج **الألكين**.
- عندما يتم حذف جزيء (HX) يتم حذف ذرة (X) من ذرة الكربون الحاملة لها، ويتم حذف ذرة (H) من ذرة الكربون المجاورة بحيث تكون مرتبطة بأكبر عدد من مجموعات الألكيل.

$$CH_3-\underset{\underset{2}{|}}{\overset{\overset{Cl}{|}}{CH}}-CH_2-CH_3 \xrightarrow[\Delta]{\text{كحولي } KOH} CH_3-CH=CH-CH_3 + H_2O + KCl$$
(1 2 3 4)

- في المعادلة السابقة نلاحظ أنه تم نزع ذرة (Cl) الموجودة على ذرة الكربون رقم (2) وتم نزع ذرة (H) على ذرة الكربون رقم (3) وذلك لأنها ترتبط بعدد أكبر من مجموعات الألكيل.

مثال (26):

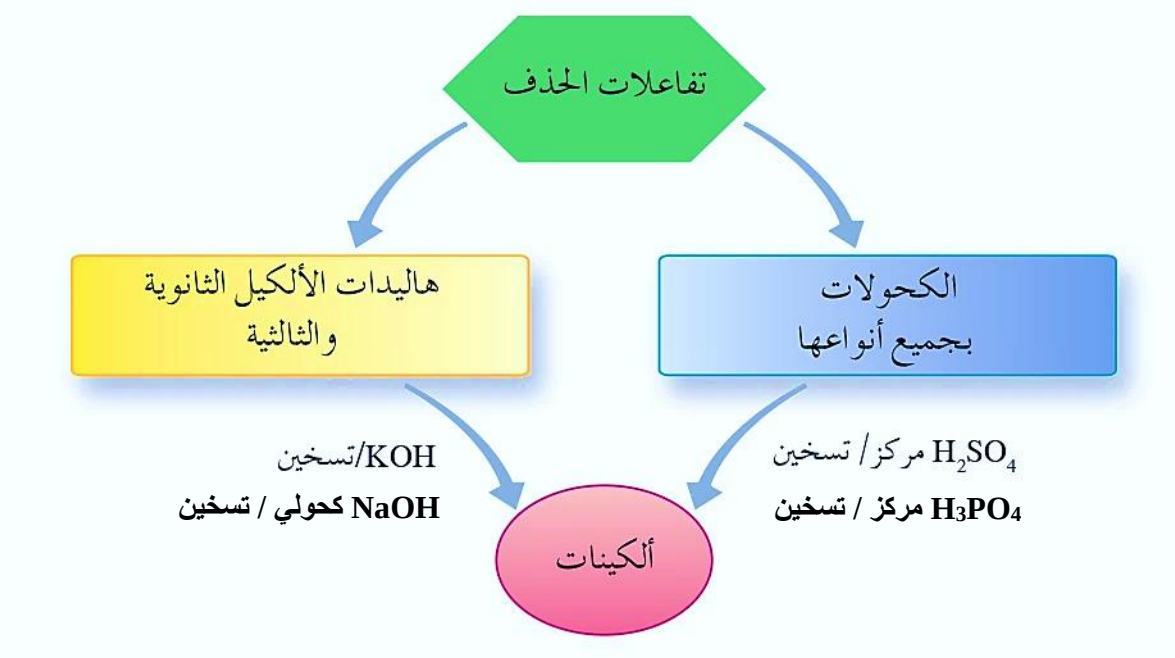
$$CH_3-\underset{\underset{2}{|}}{\overset{\overset{Br}{|}}{CH}}-CH_3 \xrightarrow[\Delta]{\text{كحولي } NaOH} CH_3-CH=CH_2 + H_2O + NaBr$$

$$CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{\overset{\overset{Br}{|}}{C}}-CH_3 \xrightarrow[\Delta]{\text{كحولي } NaOH} CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}=CH_2 + H_2O + NaBr$$

$$CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{\overset{\overset{Cl}{|}}{C}}-CH_2-CH_3 \xrightarrow[\Delta]{\text{كحولي } NaOH} CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}=CH-CH_3 + H_2O + NaCl$$

$$CH_3CH_2CH_2CHBrCH_2CH_3 \xrightarrow[\Delta]{\text{كحولي } KOH} CH_3CH_2CH=CHCH_2CH_3 + H_2O + KBr$$

ملخص تفاعلات الحذف



مراجعةُ الدرس

1- **الفكرة الرئيسة:** أقارن بين تفاعلي الإضافة والحذف.

2- أكمل المعادلات الكيميائية الآتية:

- $CH_3COCH_3 + C_2H_5MgBr \longrightarrow \ldots\ldots \xrightarrow{HBr}$
- $CH_3CHO + H_2 \xrightarrow{Ni}$
- $CH_3CH_2CH{=}CH_2 + HCl \longrightarrow$
- $CH_3CH_2CH_2C{\equiv}CH + 2HCl \longrightarrow$
- $CH_3CH_2CHOHCH_2CH_3 \xrightarrow{\Delta/H_2SO_4\ \text{مركز}}$

3- أكتب معادلة كيميائية تبين كُلًا مما يأتي:

- إضافة الماء بوسط حمضي إلى المركب 1– بنتين $CH_2=CHCH_2CH_2CH_3$
- إضافة جزيئين من غاز الهيدروجين الى المركب 2– هكساين $CH_3C\equiv CCH_2CH_2CH_3$؛ بوجود عامل مساعد Ni.
- أضافة بروبيل كلوريد المغنيسيوم $CH_3CH_2CH_2MgCl$ الى بروبانون CH_3COCH_3، متبوعًا بإضافة حمض الهيدروكلوريك HCl.
- تسخين 1– بيوتانول $CH_3CH_2CH_2CH_2OH$، مع حمض الكبريتيك H_2SO_4 المركّز.
- تسخين 2– ميثيل –2– كلوروبنتان $CH_3CCH_3ClCH_2CH_2CH_3$، مع محلول KOH المركّز الكحولي.

5- **أطبق:** مركب عضوي X صيغته C_2H_6O، عند تسخينه مع محلول مركز من حمض H_2SO_4؛ نتج المركب العضوي Y الذي يزيل لون ماء البروم، وعند تفاعل Y مع كلوريد الهيدروجين؛ نتج المركب العضوي Z. **أستنتج** صيغة المركبات العضوي المحتملة X,Y,Z.

6- **أستنتج** صيغة المركب المستخدم في التفاعل الآتي:

$$\boxed{G} \xrightarrow{Ni} CH_3CH_2CHOHCH_3$$

7- أدرس الجدول الذي يضم المركبات العضوية الآتية، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه:

CH_3CH_2Br	$CH_2=CH_2$	CH_3CH_3
$CH\equiv CH$	CH_3CHO	CH_3CH_2OH

أ. أكتب صيغة المركب الناتج من تفاعل الإيثين $CH_2=CH_2$ مع بروميد الهيدروجين HBr.

ب. أكتب صيغة المركب الناتج من تسخين الإيثانول CH_3CH_2OH ، مع حمض الفسفوريك H_3PO_4 المركّز.

جـ. أكتب معادلة تفاعل الإيثاين $CH\equiv CH$، مع جزيئين من الهيدروجين بوجود النيكل Ni.

د. ما صيغة المركب الناتج من تفاعل الإيثانال CH_3CHO، مع الهيدروجين بوجود النيكل Ni.

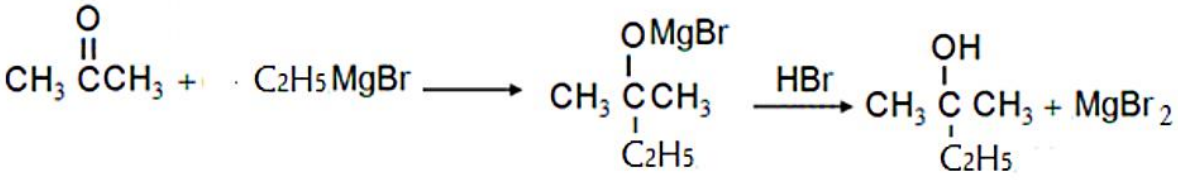
هـ. أكتب صيغة المركب الناتج من تفاعل الميثانال HCHO، مع ميثيل كلوريد المغنيسيوم CH_3MgCl متبوعًا باضافة حمض الهيدروكلوريك HCl.

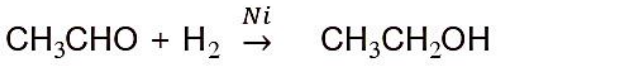
الإجابة:

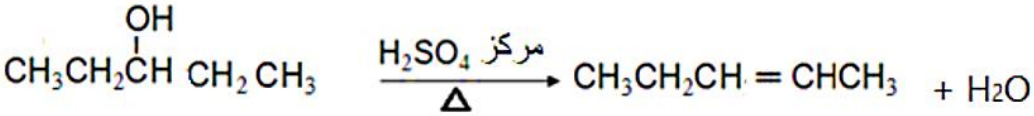
1- تفاعل الإضافة: بإضافة جزيء (إلى الألكين مثلا) فإنه يتم كسر رابطة باي π الضعيفة من الرابطة الثنائية ويتكون بدلا منها رابطتين أقوى من النوع سيجما σ أو يتم كسر رابطتين باي(كما في الألكاين) ويتكون أربعة روابط سيجما.

تفاعل الحذف: بنزع جزيء الماء من الكحول يتكون الألكين. وبنزع جزيء هاليد الهيدروجين من هاليد الألكيل(بشكل رئيس الثانوي ، أو الثالثي) يتكون الألكين. أي يعاد تكوين الرابطة الثنائية.

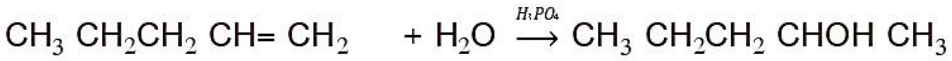
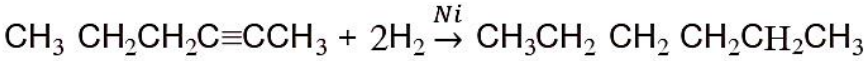
2-

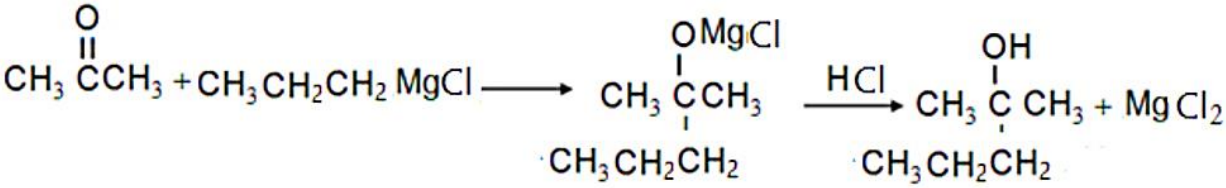


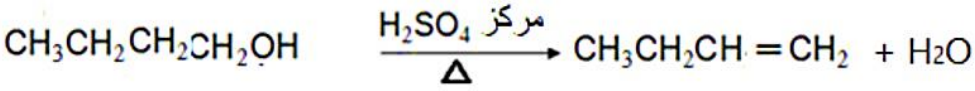
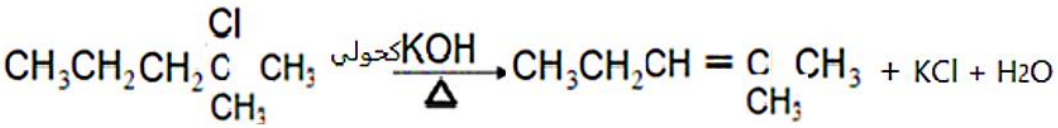




3.

- 
- 
-



- 
- 

4. z: CH_3CH_2Cl X : CH_3CH_2OH Y: $CH_2{=}CH_2$

5. $CH_3CH_2CH = CH_2$

6.

أ) CH_3CH_2Br

ب) $CH_2{=}CH_2$

ج) $CH{\equiv}CH + 2H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3CH_3$

د) CH_3CH_2OH

هـ) CH_3CH_2OH

الدرس الثاني: تفاعلات الإستبدال والتأكسد والاختزال

1- تفاعلات الاستبدال.

هي تفاعلات يتم فيها استبدال ذرة أو مجموعة من الذرات محل ذرة أو مجموعة ذرات أخرى في المركب العضوي.

أ- الاستبدال في الألكانات (هلجنة الألكانات).

هو تفاعل يتم فيه استبدال ذرة هالوجين (X) أو أكثر محل ذرة هيدروجين (H) أو أكثر في الألكان مكوناً هاليد الألكيل.

- **يتم التفاعل بين الألكانات مع الهالوجينات بوجود الضوء أو التسخين.**
- **يتم كسر الرابطة بين ذرتي الهالوجين (X – X) مكوناً ما يسمى الجذر الحر.**

الجذر الحر: هو ذرة أو مجموعة من الذرات تمتلك إلكترون منفرد مما يجعله شديد النشاط، ويتفاعل مع الألكان لتكوين هاليد الألكيل.

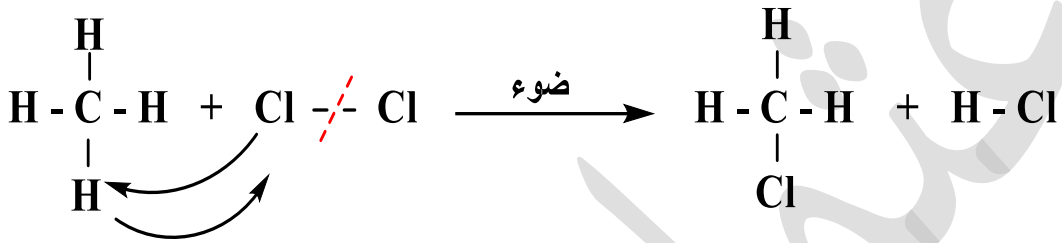
$$R-H + X_2 \xrightarrow{\text{ضوء أو تسخين}} R-X + H-X$$

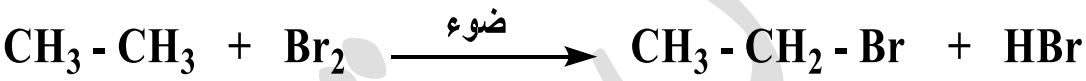
- يمكن ترتيب الهالوجينات (X_2) حسب شدة تفاعلها مع الألكان كما يأتي:

$$F_2 > Cl_2 > Br_2 > I_2$$

- يكون تفاعل الفلور (F_2) نشيط جداً، لذلك يكون له ظروف خاصة للتفاعل، أما اليود (I_2) فلا يتفاعل في نفس الظروف، ولذلك سوف ندرس التفاعل مع البروم (Br_2) والكلور (Cl_2) فقط.
- يمكن إجراء عملية **إستبدال أكثر من مرة** حسب طبيعة الألكان (عدد ذرات الهيدروجين) حسب كمية الهالوجين المتوفرة وظروف التفاعل.
- **إستبدال أحادي:** المركب الناتج يحتوي ذرة هالوجين واحدة.

مثال (27):

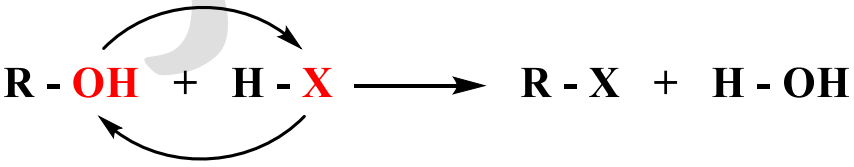




ب- الاستبدال في الكحولات.

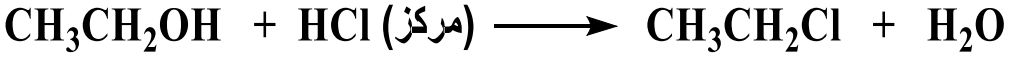
هو تفاعل يتم فيه الاستبدال في الكحولات ($R - OH$) عندما تحل ذرة أو مجموعة ذرات محل مجموعة الهيدروكسيل (OH) فيها.

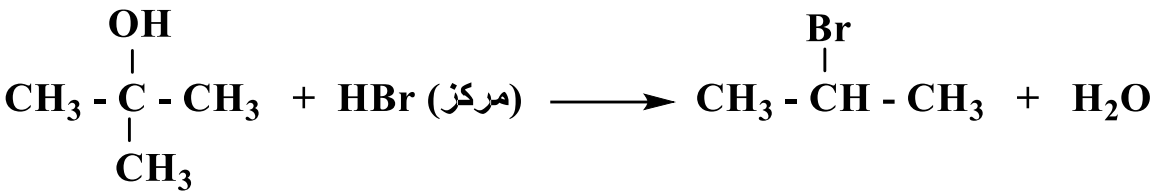
- يتم الاستبدال في الكحولات بجميع أنواعها بتفاعلها مع **هاليد الهيدروجين المركز (HX).**
- تحل ذرة (X) من هاليد الهيدروجين (HX) محل مجموعة الهيدروكسيل (OH) من الكحول وينتج **هاليدات الألكيل.**

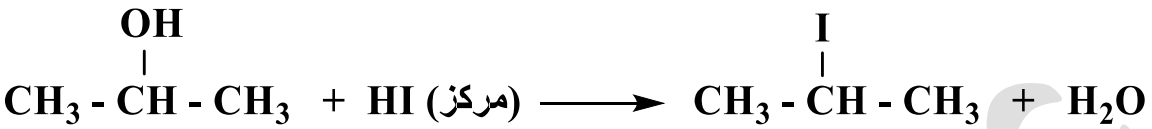


حيث (HX): (HI)، (HBr)، (HCl).

مثال (28):



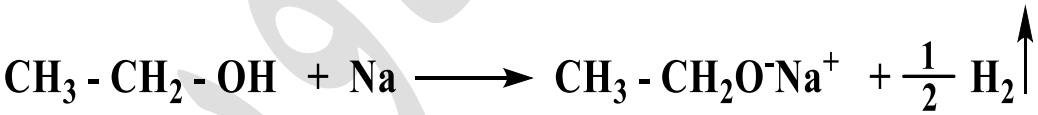


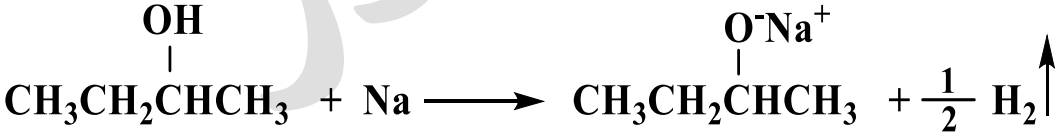


- **تفاعل الكحولات مع الفلزات النشطة.**

تتفاعل الكحولات (ROH) مع الفلزات النشطة مثل الصوديوم (Na)، حيث يحل الصوديوم محل ذرة الهيدروجين في مجموعة الهيدروكسيل (OH) مكوناً ألكوكسيد الصوديوم (RO^-Na^+) ويتصاعد غاز الهيدروجين (H_2).

مثال (29):





- تكمن أهمية هذا التفاعل أنه يستخدم في تحضير أيون ألكوكسيد (RO^-) الذي يتفاعل مع هاليد الألكيل الأولي لتكوين الإيثر.
- يستخدم التفاعل الأخير للكشف مخبريا عن الكحولات وتمييزها عن المركبات الأخرى العضوية، حيث أن انطلاق غاز (H_2) مؤشر على تفاعل الكحول.
- تشترك الحموض الكربوكسيلية مع الكحولات في هذا التفاعل، ولكن يعتبر تفاعلها أكثر نشاطاً من تفاعل الكحولات عند الظروف نفسها.

ج- الاستبدال في هاليدات الألكيل.

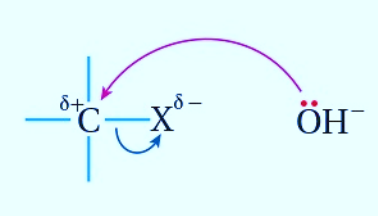
هو تفاعل يحدث في هاليدات الألكيل الأولية بشكل رئيس، عندما تحل ذرة أو مجموعة ذرات محل ذرة الهالوجين.

- **المعادلة العامة للتفاعل:** $R-X + Nu:^- \rightarrow R-Nu + X^-$
- **حيث (Nu): تمثل نيوكليوفيل يمتلك زوجاً من الإلكترونات غير الرابطة ويمكن أن تكون أيون سالب مثل (OH^-) أو (RO^-).**

يمكن تقسيم تفاعل الاستبدال في هاليدات الألكيل الأولية الى قسمين:

1- تفاعل هالي الألكيل الأولي مع قاعدة قوية مثل هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) أو هيدروكسيد البوتاسيوم (KOH) المذاب في مزيج من الماء والإيثانول بنسبة (1:1) مكونة الكحول (ROH).

- **يتفاعل نيوكلوفيل (OH^-) مع ذرة الكربون المرتبطة بذرة الهالوجين التي تحمل شحنة جزيئية موجبة، حيث يرتبط الأيون السالب (OH^-) مع ذرة الكربون باستخدام زوج من الإلكترونات غير الرابط التي يمتلكه، ويخرج الهالوجين مع زوج إلكترونات الرابطة (C – X) على شكل (X^-) ويسمى هذا التفاعل الاستبدال النيوكليوفيلي.**



مثال (30):

$$CH_3-Cl + KOH \longrightarrow CH_3-OH + KCl$$

$$CH_3-CH_2-Br + NaOH \longrightarrow CH_3-CH_2-OH + NaBr$$

$$CH_3-CH_2-CH_2-I + KOH \longrightarrow CH_3-CH_2-CH_2-OH + KI$$

2- تفاعل هاليد الألكيل الأولي مع أيون ألكوكسيد (RO^-) لإنتاج الإيثر.

$$R-X + RO^- \rightarrow ROR` + X^-$$

- **يحل الأيون (RO^-) محل (X^-) كما في التفاعل التالي بين أيون الميثوكسيد (CH_3O^-) مع كلوروإيثان (CH_3CH_2Cl) لتكوين إيثيل ميثيل إيثر:**

$$CH_3CH_2Cl + CH_3O^- \rightarrow CH_3CH_2OCH_3 + Cl^-$$

- **يتم الحصول على أيون (CH_3O^-)، من تفاعل الكحول (الميثانول) (CH_3CH_2OH) مع فلز نشط (Na) لينتج المركب الأيوني ميثوكسيد الصوديوم ($CH_3O^-Na^+$) الذي يتفكك في الماء منتجاً أيون (CH_3O^-) اللازم للتفاعل.**

$$CH_3CH_2-OH + Na \rightarrow CH_3CH_2-O^-Na^+ + \frac{1}{2}H_2$$

مثال (31):

$$CH_3 - Cl + CH_3O^- \longrightarrow CH_3 - O - CH_3 + Cl^-$$

$$CH_3 - CH_2 - Br + CH_3 - CH_2O^- \longrightarrow CH_3 - CH_2 - O - CH_2 - CH_3 + Br^-$$

$$CH_3CH_2CH_2 - Br + CH_3CH_2O^- \longrightarrow CH_3CH_2CH_2 - O - CH_2CH_3 + Br^-$$

مثال (32): كيف تميز مخبريا بين الإيثان (CH_3CH_3) والإيثانول (CH_3CH_2OH)، اكتب معادلة توضح التفاعل الحاصل.

الإجابة:

- من خلال مفاعلة كل منهما مع فلز نشط مثل (Na) والذي يتفاعل منهما وينطلق غاز (H_2) يكون الإيثانول، أما الإيثان فلا يتفاعل مع الصوديوم.

$$CH_3 - CH_2 - OH + Na \longrightarrow CH_3 - CH_2ONa + \frac{1}{2} H_2 \uparrow$$

$$CH_3 - CH_3 + Na \longrightarrow \text{(لا يحدث تفاعل)}$$

د- الاستبدال في الحموض الكربوكسيلية.

هو تفاعل الحموض الكربوكسيلية (RCOOH) مع الكحولات (R – OH) بوجود حمض قوي مثل (H_2SO_4) كعامل مساعد لإنتاج الأستر (RCOOR)، ويتم استخدام التسخين لزيادة سرعة التفاعل ويسمى هذا التفاعل بعملية الأسترة.

- يتم إستبدال مجموعة (RO) من الكحول بمجموعة (OH^-) من الحمض الكربوكسيلي لينتج الإستر والماء.

$$R - \overset{\overset{O}{\|}}{C} - OH + OH - R` \underset{}{\overset{H^+}{\rightleftharpoons}} R - \overset{\overset{O}{\|}}{C} - O - R` + HOH$$

مثال (33):

$$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH + CH_3-OH \underset{\text{تسخين}}{\overset{H^+}{\rightleftharpoons}} CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-CH_3 + H_2O$$

$$CH_3-CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH + CH_3-CH_2-CH_2-OH \underset{\text{تسخين}}{\overset{H^+}{\rightleftharpoons}} CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-CH_3 + H_2O$$

$$H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH + CH_3-CH_2-OH \underset{\text{تسخين}}{\overset{H^+}{\rightleftharpoons}} CH_3-CH_2-O-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H + H_2O$$

تفكك الإسترات

- تتفكك الإسترات بالماء في وسط حمضي مكوناً الحمض الكربوكسيلي والكحول من جديد.

مثال (34):

$$CH_3CH_2\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OCH_3 + H_2O \underset{\text{مخفف}}{\overset{HCl}{\rightleftharpoons}} CH_3CH_2COOH + CH_3OH$$

$$CH_3CH_2\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OCH_2CH_3 + H_2O \underset{\text{مخفف}}{\overset{HCl}{\rightleftharpoons}} CH_3CH_2COOH + CH_3CH_2OH$$

- يتفكك الأستر عند تسخينه مع محلول قاعدة قوية مثل (NaOH) فينتج الكحول وملح الحمض الكربوكسيلي (RCOONa) ويسمى هذا التفاعل التصبن.
- سبب التسمية لهذا التفاعل بالتصبن لأنه يستخدم في صناعة الصابون من خلال مفاعلة الأسترات الموجودة في الزيوت والدهون مع (NaOH).
- تحدث عملية تفكك الإسترات في وسط قاعدي كالتالي:

مثال (35):

$$R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OR' + NaOH \xrightarrow{\text{تسخين}} R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-ONa + R'-OH$$

$$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-CH_3 + NaOH \xrightarrow{\text{تسخين}} CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-ONa + CH_3-OH$$

$$CH_3-CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-CH_3 + NaOH \xrightarrow{\text{تسخين}} CH_3-CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-ONa + CH_3-OH$$

- **تفاعل الحموض الكربوكسيلية مع الفلزات النشطة.**

تتفاعل الحموض الكربوسيلية مع الفلزات النشطة مثل فلز الصوديوم (Na)، لينتج ملح الحمض الكربوكسيلي ويتصاعد غاز الهيدروجين (H_2).

$$CH_3COOH + Na \rightarrow CH_3COO^-Na^+ + \frac{1}{2}H_2$$

$$CH_3CH_2COOH + Na \rightarrow CH_3CH_2COO^-Na^+ + \frac{1}{2}H_2$$

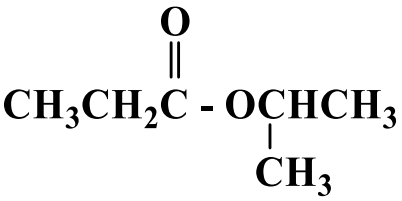
- **تفاعل الحموض الكربوكسيلية مع الأملاح القاعدية.**

تتفاعل الحموض الكربوسيلية مع بعض الأملاح القاعدية مثل كربونات الصوديوم ($NaCO_3$) أو كربونات الصوديوم الهيدروجينية ($NaHCO_3$)، لينتج ملح الحمض الكربوكسيلي ويتصاعد غاز (CO_2) والماء (H_2O).

$$2CH_3CH_2COOH + Na_2CO_3 \rightarrow 2CH_3CH_2COO^-Na^+ + CO_2 + H_2O$$

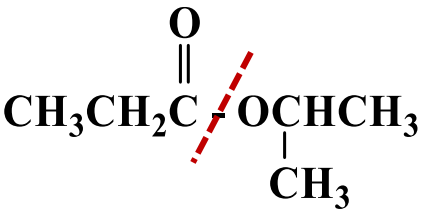
$$CH_3CH_2COOH + NaHCO_3 \rightarrow CH_3CH_2COO^-Na^+ + CO_2 + H_2O$$

مثال (36): حدد الكحول والحمض الكربوكسيلي الذي يتكون منهما الإستر الآتي:

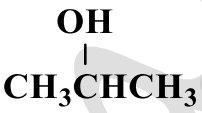


الإجابة:

- من خلال صيغة الإستر فإن صيغة كل الكحول والحمض الكربوكسيلي كما يلي:



- الكحول هو كحول ثانوي:



- الحمض الكربوكسيلي: CH_3CH_2COOH

مثال (37): أكمل التفاعلات التالية:

1) $CH_3CH_2CH_2COOH + CH_3OH \xrightleftharpoons{H^+}$

2) $CH_3COOCH_2CH_2CH_2CH_3 + NaOH \xrightarrow{\Delta}$

3) $HCOOH + NaHCO_3 \longrightarrow$

الإجابة:

1) $CH_3CH_2CH_2COOH + CH_3OH \xrightleftharpoons{H^+} CH_3CH_2CH_2COOCH_3 + H_2O$

2) $CH_3COOCH_2CH_2CH_2CH_3 + NaOH \xrightarrow{\Delta} CH_3COO^-Na^+ + CH_3CH_2CH_2CH_2OH$

3) $HCOOH + NaHCO_3 \longrightarrow HCOO^-Na^+ + CO_2 + H_2O$

2- تفاعلات التأكسد والاختزال.

التأكسد في المركبات العضوية: هو زيادة محتوى الأكسجين (O) في المركب أو نقصان محتوى الهيدروجين (H) منه.

الإختزال في المركبات العضوية: هو نقصان محتوى الأكسجين (O) في المركب أو زيادة محتوى الهيدروجين (H) في المركب.

- يمكن تلخيص تفاعلات التأكسد والاختزال على النحو التالي:

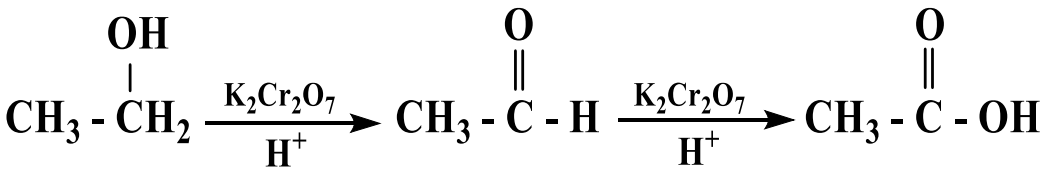
❖ **أمثلة على تفاعلات التأكسد:**

أ- **أكسدة الكحولات.**

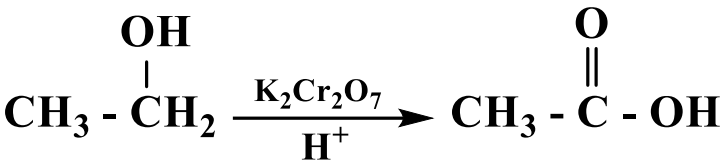
تتأكسد الكحولات في **وسط حمضي** بواسطة عوامل مؤكسدة قوية مثل **دايكرومات البوتاسيوم ($K_2Cr_2O_7$)** أو عوامل مؤكسدة ضعيفة مثل محلول **كلوروكرومات البريدينيوم (PCC)** ونواتج عملية الأكسدة تعتمد على نوع الكحول.

1- أكسدة الكحولات الأولية.

تتأكسد الكحولات الأولية على الشكل التالي بوجود عامل مؤكسد قوي **مثل دايكرومات البوتاسيوم ($K_2Cr_2O_7$)**.

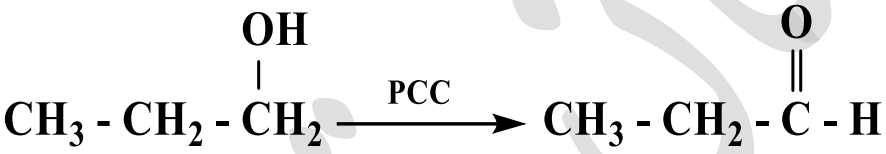


- نلاحظ أن إستخدام عامل مؤكسد قوي ($K_2Cr_2O_7$) أدى إلى أكسدة الكحول الى الألدهيد الذي تأكسد مباشرة الى حمض كربوكسيلي ونلاحظ حدوث نقص في عدد ذرات الهيدروجين وزيادة في عدد ذرات الأكسجين، كما يرافق التفاعل تغير لون محلول دايكرومات البوتاسيوم البرتقالي الى أخضر وهو لون أيونات (Cr^{3+}) أي أن:



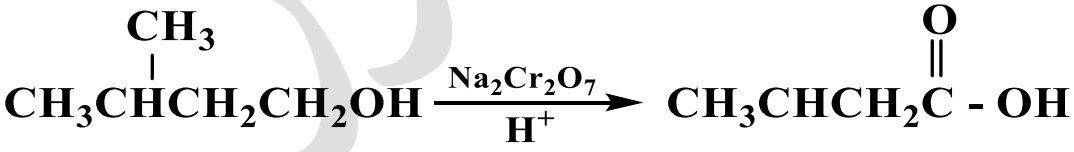
كحول أولي — حمض كربوكسيلي

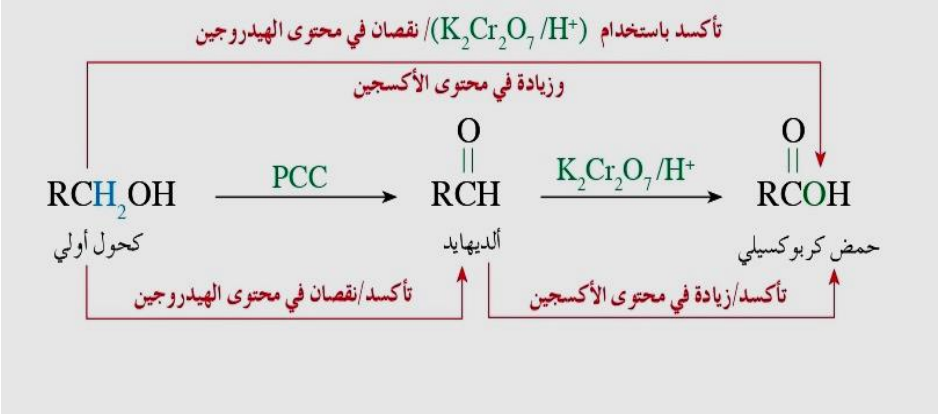
- أما عند إضافة عامل مؤكسد ضعيف مثل محلول كلوروكرومات البريدينيوم (PCC) المذاب في ثنائي كلورميثان (CH_2Cl_2) فإنه ينتج عن ذلك الألدهيد الذي يبقى دون تأكسد.



كحول أولي — ألدهيد

- أكسدة الكحولات الأولية تعني نزع ذرتي (H) إحداهما من مجموعة (OH -) والأخرى من ذرة الكربون الحاملة لمجموعة (OH) ثم تكوين رابطة ثنائية.
- يتم استخدام **دايكرومات الصوديوم ($Na_2Cr_2O_7$)** كعامل مؤكسد قوي أيضاً في وسط حمضي كما في المعادلة التالية حيث يتحول الكحول الأول مباشرة الى حمض كربوكسيلي:

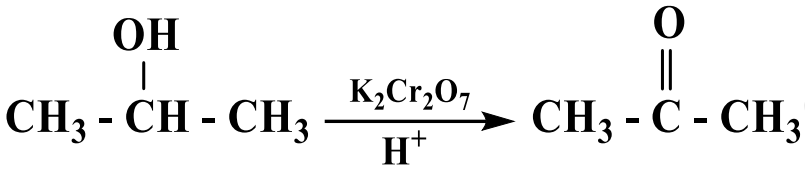




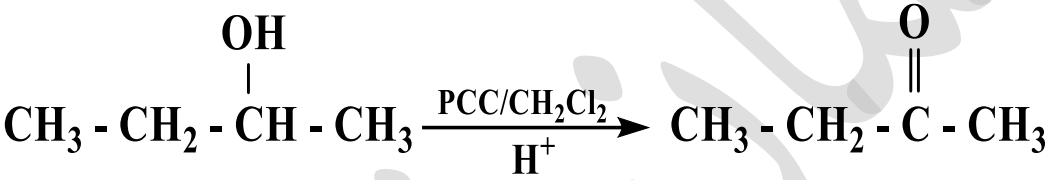
2- أكسدة الكحولات الثانوية.

تتأكسد الكحولات الثانوية بوجود عامل مؤكسد قوي ($K_2Cr_2O_7$) أو عامل مؤكسد ضعيف (PCC) لينتج الكيتون فقط الذي لا يتأكسد.

- أكسدة الكحولات الثانوية تعني نزع ذرتي (H) إحداهما من مجموعة (OH -) والأخرى من ذرة الكربون الحاملة لمجموعة (OH) ثم تكوين رابطة ثنائية.

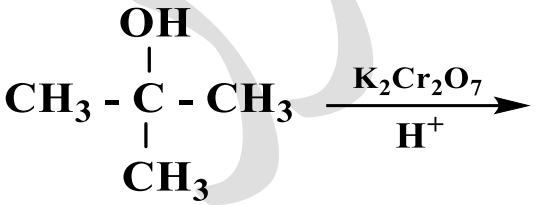


كحول ثانوي — كيتون



3- أكسدة الكحولات الثالثية.

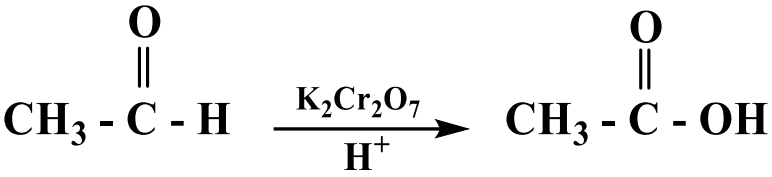
الكحولات الثالثية لا تتأكسد والسبب أن ذرة الكربون الحاملة لمجموعة الـ (OH) متصلة بثلاث مجموعات ألكيل (R) ولا ترتبط بذرة (H) ليتم نزعها عند الأكسدة.



(لا يحدث تفاعل).

ب- أكسدة الألديهيدات.

يتأكسد الألدهيد الناتج من أكسدة الكحول الأولي بإستخدام عامل مؤكسد قوي ($K_2Cr_2O_7$) الى الحمض الكربوكسيلي.



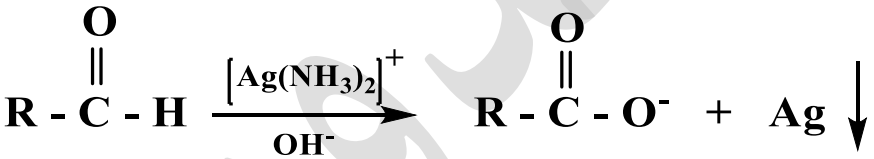
إيثانال حمض الإيثانويك

ج- أكسدة الكيتونات.

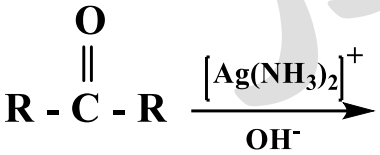
الكيتونات لا تتأكسد عند ظروف التفاعل نفسها.

❖ التمييز بين الألديهيدات والكيتونات.

- بما أن الألديهيد يتأكسد والكيتون لا يتأكسد فإنه يمكن استخدام هذه الخاصية للتمييز بينهم.
- يتم استخدام عامل مؤكسد ضعيف في وسط قاعدي مثل محلول تولنز ($[Ag(NH_3)_2]^+/OH^-$) المكون من محلول نترات الفضة والامونيا.
- يتم تسخين مزيج من مركب الألديهيد مع محلول تولنز في أنبوب اختبار حيث تترسب الفضة على جدار الانبوب مكونة مرآة فضية لامعة.
- عند إجراء نفس التفاعل مع الكيتون فإنه لا يحدث تفاعل ولا تتكون مرآة فضية لامعة لأن الكيتون لا يتأكسد.



(مرآة فضية لامعة)



(لا يحدث تفاعل)

- يستخدم أيضاً عامل مؤكسد ضعيف في وسط قاعدي مثل محلول فهلنج المكون من محلول قاعدي يحتوي على أيونات النحاس (Cu^{2+}).
- يتم تسخين مزيج من مركب الألديهيد مع محلول فهلنج حيث يتأكسد الأليهيد الى حمض كربوكسيلي، ويتم اختزال أيونات النحاس (Cu^{2+}) الى (Cu^{+})، وتترسب على شكل راسب بني محمر من أكسيد النحاس (Cu_2O).
- عند إجراء نفس التفاعل مع الكيتون فإنه لا يحدث تفاعل ولا يتكون أكسيد النحاس لأن الكيتون لا يتأكسد.

$$CH_3CHO \xrightarrow[2OH^-]{2Cu^{2+}} CH_3COO^- + Cu_2O\downarrow$$

(راسب بني محمر)

$$CH_3CHO \xrightarrow[2OH^-]{2Cu^{2+}}$$ (لا يحدث تفاعل)

مثال (38): كيف تميز مخبريا بين البروبانال والبروبانون. وضح إجابتك بمعادلات.

الإجابة: وذلك من خلال مفاعلة كلا المركبين مع محلول تولنز كعامل مؤكسد فالأنبوب الذي يتكون عليه مرآة فضية لامعة يكون ألديهايد (بروبانال) والانبوب الآخر الذي لا تتكون عليه مرآة فضية يكون كيتون (بروبانون).

$$CH_3 - CH_2 - \overset{\overset{O}{\|}}{C}H \xrightarrow[OH^-]{[Ag(NH_3)]^+} CH_3 - CH_2 - \overset{\overset{O}{\|}}{C} - O^- + Ag\downarrow$$

$$CH_3 - \overset{\overset{O}{\|}}{C} - CH_3 \xrightarrow[OH^-]{[Ag(NH_3)]^+}$$ (لا يحدث تفاعل)

مثال (39): مركب عضوي (A) صيغته الجزيئية ($C_4H_{10}O$)، عند أكسدته بإستخدام (PCC) نتج المركب العضوي (B) الذي صيغته الجزيئية (C_4H_8O) والذي لا يتفاعل مع محلول فهلنج أو تولنز، ما الصيغة العضوية لكل من (A) و (B).

الإجابة:

المركب الذي لا يتفاعل مع محلول تولنز أو فهلنج هو الكيتون (B) وبما أن المركب (B) هو كيتون فهو ناتج عن أكسدة كحول ثانوي (A).

A

$$CH_3 - CH_2 - \underset{\underset{OH}{|}}{C}H - CH_3$$

(2 – بروبانول)

B

$$CH_3 - CH_2 - \overset{\overset{O}{\|}}{C} - CH_3$$

(2 – بروبانون)

3- تفاعلات الإختزال.

أ- اختزال الألكين والألكاين.

يحدث هنا كما حدث في تفاعل الإضافة (الهدرجة) في الألكين والألكاين بإضافة الهيدروجين الى الرابطة الثنائية في الألكينات أو الثلاثية في الألكاينات بوجود البلاتين (Pt) أو النيكل (Ni) كعامل مساعد، ويصاحب ذلك زيادة في عدد ذرات الهيدروجين في كل منهما:

$$CH_2 = CH_2 + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3 - CH_3$$

$$CH_3 - C \equiv CH + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3 - CH_2 - CH_3$$

- حدث الاختزال بزيادة عدد ذرات (H) في الناتج.

ب- اختزال الألدهيدات والكيتونات.

1- يتم الاختزال من خلال إضافة (H_2) بوجود النيكل (Ni) أو البلاتين (Pt) كعامل مساعد.

- يتم إضافة ذرة (H) الى ذرة الأكسجين بعد أن يتم كسر الرابطة، وإضافة الذرة الأخرى الى ذرة الكربون الحاملة لذرة الأكسجين.
- عند اختزال الألديهايد فإنه ينتج كحول أولي، بينما عندما يتم اختزال الكيتون فإنه ينتج كحول ثانوي.

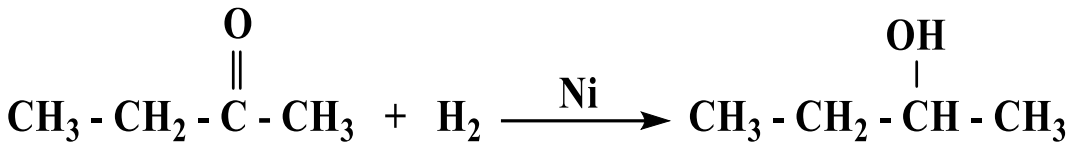
$$R - \overset{\overset{O}{\|}}{C} - H + H_2 \xrightarrow{Ni} R - \overset{\overset{OH}{|}}{CH_2}$$

(ألدهيد) (كحول أولي)

$$R - \overset{\overset{O}{\|}}{C} - R' + H_2 \xrightarrow{Ni} R - \overset{\overset{OH}{|}}{CH} - R'$$

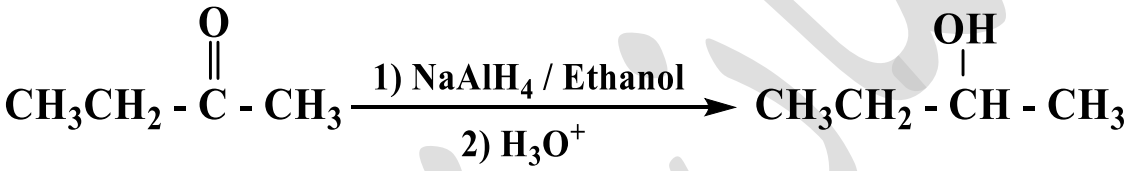
(كيتون) (كحول ثانوي)

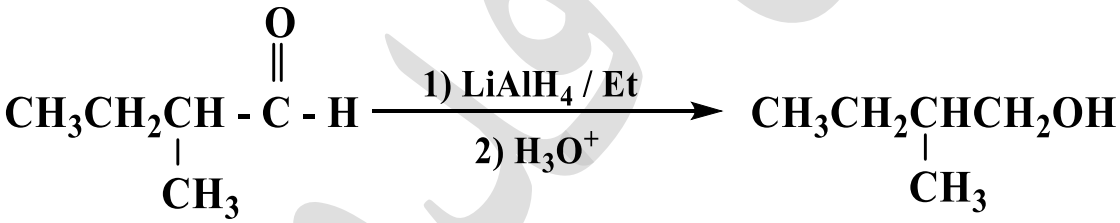
$$CH_3 - CH_2 - \overset{\overset{O}{\|}}{C} - H + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3 - \overset{\overset{OH}{|}}{CH_2} - CH_2$$



2- يتم اختزال الألديهايدات والكيتونات بإستخدام عوامل مختزلة مثل هيدريد الليثيوم والألمنيوم ($LiAlH_4$) المذاب في الإيثر الجاف (Et) أو بوروهيدريد الصوديوم ($NaBH_4$) المذاب في الإيثانول.

- تعتبر العوامل المختزلة المستخدمة في اختزال الألديهايد والكيتون هي المصدر لأيونات الهيدريد (H^-)، حيث يرتبط أيون (H^-) مع ذرة الكربون التي تحمل شحنة جزيئة موجبة، ثم يضاف الى التفاعل محلول مخفف من حمض مثل (H_2SO_4) لينتج الكحول.

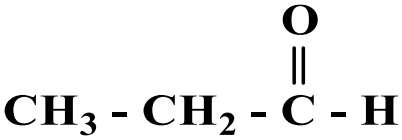




مثال (40): ما الصيغة البنائية للمركب العضوي (A) في التفاعل التالي:

الإجابة:

بما أن المركب الناتج هو كحول أولي والتفاعل إضافة (H_2) بوجود النيكل لذا فإن المادة المتفاعلة هي ألديهايد.



- يجب التعامل بحذر شديد مع العامل المختزل ($LiAlH_4$)، وذلك لأنه شديد التفاعل مع الماء، ولذلك يضاف الى الإيثر الجاف ولا يضاف (H_3O^+) الى التفاعل إلا بعد إنتهاء تفاعله مع الألديهايد أو الكيتون أو الحمض الكربوكسيلي.

ج- اختزال الحموض الكربوكسيلية.

- تحتوي مجموعة الكربوكسيل (COOH -) والتي تعتبر المجموعة الوظيفية للحموض الكربوكسيلية على مجموعة الكربونيل (C = O) والتي يمكن اختزالها كما في الألديهايدات والكيتونات.
- يتم اختزال الحموض الكربوكسيلية بإستخدام عامل مختزل قوي هو رباعي هيدريد الليثيوم والألمنيوم ($LiAlH_4$) المذاب في الإيثر الجاف، ولا تختزل باستخدام العامل المختزل ($NaBH_4$)، وينتج الكحول الأولي.

$$R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH \xrightarrow[2)\ H_3O^+]{1)\ LiAlH_4\ /\ Et} R-CH_2OH$$

- عند اختزال الحمض الكربوكسيلي يحدث زيادة في عدد ذرات الهيدروجين ونقصان في عدد ذرات الأكسجين.

$$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH \xrightarrow[2)\ H_3O^+]{1)\ LiAlH_4\ /\ Et} CH_3CH_2OH$$

$$CH_3CH(CH_3)-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH \xrightarrow[2)\ H_3O^+]{1)\ LiAlH_4\ /\ Et} CH_3CH(CH_3)CH_2OH$$

يستخدم الأسبرين: يستخدم مسكن للألم. حيث يحضر من تفاعل الأسترة.

يكوّن الإيثانال مبلمرات بسيطة، حيث يكون مبلمر مكون من ثلاث مونومرات $(CH_3CHO)_3$ الذي يستخدم كدواء منوم، كما يكون مبلمر مكون من أربعة مونومرات $(CH_3CHO)_4$ والذي يستخدم كوقود صلب لمواقد التخييم.

حمض الأستيك أو حمض الإيثانويك (CH_3COOH): هو المكون الأساسي للخل، ويتم إنتاجه صناعياً من البتروكيماويات.

إستخدامات حمض الأستيك (حمض الإيثانويك):

- يستخدم ثلث ما يتم إنتاجه في العالم من هذا الحمض في إنتاج أسيتات الفينيل ($CH_3COOCH = CH_2$) وهو مركب يستخدم مونومر لإنتاج مبلمر بولي فينيل الأسيتيك (PVA) المكون لأصماغ الخشب.
- يستخدم في إنتاج إسترات مختلفة مثل (أسيتات السليلوز) التي تستخدم لصناعة الأفلام الفوتوغرافية.
- يستخدم في تحضير بعض الأدوية مثل الأسبرين.
- يستخدم منزلياً في التنظيف حيث يدخل في تكوين مزيلات التكلس.
- يستخدم لمطهر للجروح ومنظف للأسطح في المطابخ ومضاد للبكتيريا والفطريات.

نميز المركبات العضوية عن بعضها .

1- **تمييز الألكانات عن الألكينات والألكاينات.**

يتم ذلك من خلال تفاعل البروم البرتقالي المصفر المذاب في ثنائي كلورو ميثان (CH_2Cl_2) حيث:

ألكان + محلول البروم البرتقالي المصفر ⟵ لا يتغير اللون

ألكين أو ألكاين + محلول البروم البرتقالي المصفر ⟵ يختفي اللون البني المحمر

$$CH_3 - CH_3 + Br_2 \xrightarrow{CH_2Cl_2}$$ (لا يحدث تفاعل).

ألكان (بلا لون) (برتقالي مصفر) (يبقى وعاء التفاعل بني محمر اللون)

$$CH_2 = CH_2 + Br_2 \xrightarrow{CH_2Cl_2} \underset{\displaystyle Br}{\underset{|}{CH_2}} - \underset{\displaystyle Br}{\underset{|}{CH_2}}$$

(ألكين (بـلا لـون) (برتقالي مصفر) (يختفي اللون البرتقالي المصفر بسبب التفاعل)

2- <u>تمييز هاليد الألكيل الاولي عن هاليد الالكيل الثانوي والثالثي.</u>

يتم ذلك من خلال التفاعل مع قاعدة قوية مثل هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) أو هيدروكسيد البوتاسيوم (KOH)

حيث:

هاليد ألكيل أولي + KOH ⟵ كحول أولي

هاليد ألكيل ثانوي وثالثي + KOH ⟵ ألكين

$$CH_3 - Cl + KOH \longrightarrow CH_3 - OH + KCl$$

(هاليد ألكيل أولي) (كحول أولي)

$$\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH_3 - CH - CH_3}} + KOH \longrightarrow \underset{\displaystyle H}{\underset{|}{CH_3 - C}} = CH_2 + KCl + H_2O$$

(هاليد ألكيل ثانوي) (ألكين)

3- <u>تمييز الكحولات عن المركبات الأخرى.</u>

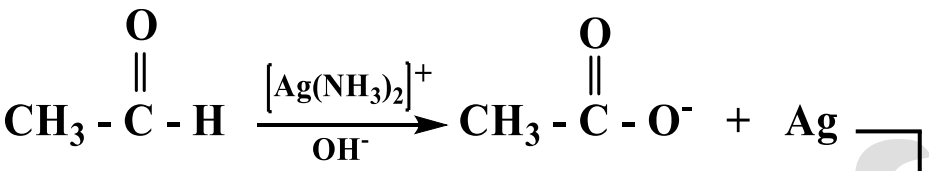
يتم ذلك من خلال تفاعل الكحول مع فلز نشط مثل (Na).

$$CH_3 - CH_2 - OH + Na \longrightarrow CH_3 - CH_2 - O^-Na^+ + \frac{1}{2} H_2 \uparrow$$

(إنطلاق غاز (H_2) مؤشر على أن المادة المتفاعلة هي الكحول)

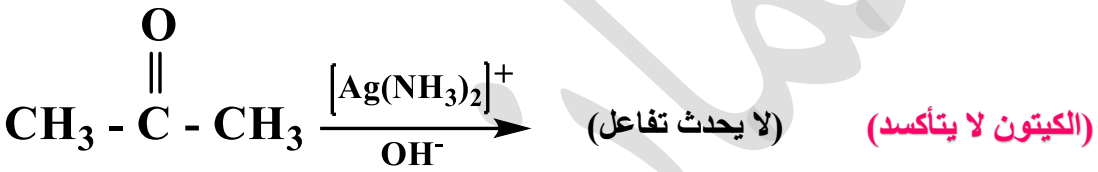
4- **التمييز بين الألدهيدات والكيتونات.**

يتم ذلك من خلال إجراء تفاعل أكسدة بإستخدام عامل مؤكسد معتدل مثل محلول تولنز ($[Ag(NH_3)_2]^+$) أو عامل مؤكسد ضعيف مثل محلول فهلنج (Cu^{2+}/OH^-):



(ألدهيد)

تترسب على جدار وعاء التفاعل
مكونة مرآة فضية لامعة



(الكيتون لا يتأكسد)

(ألدهيد)

(راسب بني محمر)

(الكيتون لا يتأكسد)

5- **تمييز الحموض الكربوكسيلية عن غيرها من المركبات.**

يتم ذلك من خلال تفاعل الحموض الكربوكسيلية مع كربونات الصوديوم (Na_2CO_3) وكربونات الصوديوم الهيدروجينية ($NaHCO_3$) حيث يتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) حيث يميز هذا التفاعل الحموض الكربوكسيلية عن غيرها.

$$CH_3COOH + Na_2CO_3 \rightarrow CH_3COO^-Na^+ + CO_2 + H_2O$$

مثال (41): اكتب الصيغة البنائية للمركب (A) في التفاعل التالي:

$$A + HI\ (\text{مركز}) \longrightarrow CH_3\underset{\underset{I}{|}}{C}HCH_2CH_3 + H_2O$$

الإجابة:

- من خلال المعادلة فإن المادة التي تتفاعل مع هاليد الهيدروجين (HI) وتعطي هاليد الكيل هي الكحول الثانوي والتفاعل عبارة عن تفاعل استبدال في الكحول الثانوي:

$$CH_3\underset{\underset{OH}{|}}{C}HCH_2CH_3$$

مثال (42): وضح كيف تميز مخبريا بين كحول الإيثانول (CH_3CH_2OH) وحمض الإيثانويك (CH_3COOH) واكتب معادلة كيميائية للتفاعل الحاصل.

الإجابة:

- وذلك من خلال مفاعلة كل من الحمض والكحول مع كربونات الصوديوم (Na_2CO_3) أو كربونات الصوديوم الهيدروجينية ($NaHCO_3$) حيث يتفاعل الحمض ويتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) ولا يحدث تفاعل للكحول كما يلي:

$$2CH_3COOH + Na_2CO_3 \rightarrow 2CH_3COO^-Na^+ + CO_2 + H_2O$$

$$CH_3COOH + NaHCO_3 \rightarrow CH_3COO^-Na^+ + CO_2 + H_2O$$

$$2CH_3CH_2OH + Na_2CO_3 \rightarrow \text{(لا يحدث تفاعل)}$$

$$CH_3CH_2OH + NaHCO_3 \rightarrow \text{(لا يحدث تفاعل)}$$

مثال (43): مركب عضوي (A) صيغته الجزيئية ($C_4H_{10}O$) على شكل سلسلة مستمرة، عند أكسدته بإستخدام ($K_2Cr_2O_7/H^+$)، نتج المركب (B) صيغته الجزيئية ($C_4H_8O_2$) حيث يتفاعل مع كربونات الصوديوم (Na_2CO_3) وينتج عن تفاعله غاز (CO_2). اكتب الصيغة البنائية للمركبين (A)،(B).

الإجابة:

- من خلال معطيات السؤال نلاحظ أن المادة (B) الناتجة عن تفاعل المادة (A) هي حمض كربوكسيلي والسبب انها المادة الوحيدة التي تتفاعل مع كربونات الصوديوم، وبما أن المادة ($K_2Cr_2O_7$) هي عامل مؤكسد قوي وعند تفاعلها مع المادة (A) نتج الحمض الكربوكيسيلي، فإن المادة (A) هي كحول أولي وذلك لأن الكحول الأولي يعطي عند تأكسده بعامل مؤكسد قوي حمض كربوكسيلي.

A: $CH_3CH_2CH_2CH_2OH$ B: $CH_3CH_2CH_2COOH$

مثال (44): فسر: تختزل الكيتونات الى كحولات ثانوية وليست أولي.

الإجابة:

وذلك لأن مجموعة الكربونيل مرتبطة بمجموعتي ألكيل وبالتالي عند إضافة الهيدروجين يتم إضافة ذرة (H) الى ذرة الأكسجين وذرة (H) الى ذرة الكربون وبالتالي فإن الكحول الناتج كحولاً ثانوياً تكون فيه ذرة الكروبن الحاملة لمجموعة الهيدروكسيل مرتبطة بمجموعتي ألكيل.

مراجعةُ الدرس

1- الفكرة الرئيسة: أقارن بين تفاعل الاستبدال في هاليدات الألكيل والكحولات؛ وفق محتويات الجدول الآتي:

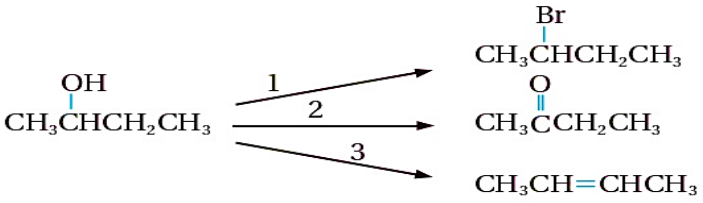
وجه المقارنة / المركب	نوع المركب الذي يتفاعل بالاستبدال	المادة غير العضوية المستخدمة في التفاعل	الناتج العضوي للتفاعل
الكحول			
هاليد الألكيل			

2- أوضح المقصود بكل من: أ. الاستبدال النيوكليوفيلي ب. تفاعل الأسترة

3- يختزل البيوتانال $CH_3CH_2CH_2CHO$؛ باستخدام العامل المختزل $NaBH_4$، المذاب في الإيثانول، ثم إضافة محلول حمض مخفف مثل H_2SO_4.
أ. أكتب معادلة التفاعل الكيميائية.
ب. ما نوع المركب الناتج.

4- أضيفت قطعة صغيرة من الصوديوم إلى كأس يحتوي كحول 1– بروبانول $CH_3CH_2CH_2OH$.
أ. أصف ما ألاحظ.
ب. أكتب معادلة كيميائية تمثل التفاعل الذي يحدث.
جـ. أكتب معادلة كيميائية تمثل تفاعل الناتج السابق مع 1– كلورو بروبان $CH_3CH_2CH_2Cl$.

5- المخطط الآتي يشير إلى ثلاثة أنواع من تفاعلات المركب العضوي 2– بيوتانول



أ. أحدد نوع كل من التفاعلين (2، 1).
ب. أكتب الصيغة الجزيئية للمواد الكيميائية التي تتفاعل مع 2– بيوتانول $CH_3CH_2\overset{OH}{\overset{|}{C}}HCH_3$؛ لتعطي النواتج في كل من التفاعلين (2، 3).
جـ. أكتب الظروف المناسبة لحدوث التفاعلين (2، 3).

6- أكمل المعادلات الآتية:

$$1-\ CH_3OH \xrightarrow{PCC/CH_2Cl_2}$$

$$2-\ CH_3\overset{OH}{\overset{|}{C}}HCH_3 + HCl \longrightarrow$$

3– $CH_3CH_2COOH + Na \longrightarrow$

4– $CH_3CH_2CH_2CH_2Br + KOH \longrightarrow$

5– $CH_3CH_2\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}HCOOH \xrightarrow[2)\ H_3O^+]{1)\ LiAlH_4/Et}$

6– $CH_3COCH_2CH_2CH_3 \xrightarrow[2)\ H_3O^+]{1)\ NaBH_4/Ethanol}$

7– $CH_3\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{C}}HCH_3 + CH_3CH_2COOH \overset{H^+}{\rightleftharpoons}$

8– $CH_3CH_2Br + CH_3CH_2CH_2O^- \longrightarrow$

7- أستنتج صيغة المركب A في المعادلة الآتية:

$$A \xrightarrow[2)\ H_3O^+]{1)\ NaBH_4/Ethanol} CH_3\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}HCH_2CH_2OH$$

8- أدرس الجدول الآتي الذي يبين الصيغ البنائية لبعض المركبات العضوية المشار إليها بالأرقام من (8–1)، ثم أجيب عن الأسئلة التي تتبعه:

1 CH_3CH_2COOH	2 CH_3CH_2Cl	3 CH_3CH_2CHO	4 $CH_3CH_2COOCH_2CH_3$
5 $CH_3CH_2COCH_3$	6 $CH_3CH_2OCH_3$	7 CH_3CH_2OH	8 $CH_3CH_2CH_2OH$

أحدد من الجدول الرقم الذي يشير إلى مركب:

أ. ينتج عن تفاعل المركب 2 مع CH_3O^-.

ب. الناتج النهائي لأكسدة المركب 8؛ باستخدام محلول دايكرومات البوتاسيوم الحمضي $K_2Cr_2O_7/H^+$.

جـ. يتفاعل مع محلول توليز مكونًا مرآة فضيّة.

د. يتصبّن.

هـ. ينتج عن؛ إضافة مركب جرينارد مكون من ذرتي كربون لألديهايد مكون أيضا من ذرتي كربون ثم التفاعل مع حمض HCl، ثم أكسدة الناتج.

و. مركبان يتفاعلان معًا لتكوين المركب 4 في وسط حمضي.

ز. ينتج عن أكسدة المركب 8؛ باستخدام PCC/CH_2Cl_2.

ح. يُنتج المركب 7؛ عند تفاعله مع KOH.

الإجابة:

س1: الفكرة الرئيسة

وجه المقارنة / المركب	نوع المركب الذي يتفاعل بالاستبدال	المادة غير العضوية المستخدمة في التفاعل	الناتج العضوي للتفاعل
الكحول	أولي، ثانوي وثالثي	حمض HCl، HBr، HI المركز	هاليد ألكيل أولي أو ثانوي أو ثالثي.
هاليد الألكيل	أولي بشكل رئيسي	قاعدة قوية مثل: NaOH، KOH، RO^-	كحول أولي، إيثر

س2

أ- الاستبدال النيوكليوفيلي: تفاعل يرتبط فيه النيوكليوفيل الذي يمتلك زوج من الإلكترونات غير الرابطة مع ذرة الكربون التي تحمل شحنة جزئية موجبة في المركب العضوي، بحيث يحل محل ذرة أو مجموعة ذرات فيه.

ب- تفاعل الأسترة: تفاعل الحموض الكربوكسيلية مع الكحولات بوجود عامل مساعد، مثل حمض الكبريتيك المركّز لتكوين الإسترات.

س3

أ- $CH_3CH_2CH_2CH_2OH$ $\xrightarrow[2- H_3O^+]{1- NaBH_4/Ethanol}$ $CH_3CH_2CH_2\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$

ب- كحول أولي.

س4

أ- يحدث تفاعل ويتصاعد غاز الهيدروجين.

ب- $CH_3CH_2CH_2OH + Na \rightarrow CH_3CH_2CH_2ONa + \frac{1}{2} H_2$

ج- $CH_3CH_2CH_2ONa + CH_3CH_2CH_2Cl \rightarrow CH_3CH_2CH_2O\ CH_2CH_2CH_3 + NaCl$

س5

أ- نوع التفاعل: 1- استبدال 2- تأكسد

ب- التفاعل 2: $K_2Cr_2O_7/H^+$ أو PCC/CH_2Cl_2

التفاعل 3: حمض الكبريتيك H_2SO_4 أو حمض الفسفوريك H_3PO_4.

ج- الظروف: الفاعل 2: محلول دايكرومات البوتاسيوم في وسط حمضي، PCC مذاب في ثنائي كلورو ميثان.

التفاعل 3: الحمض المستخدم مركز، تسخين.

س6

1- $HCHO$

2- $CH_3\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{C}}HCH_3$

3- $CH_3CH_2COO^-Na^+$

4- $CH_3CH_2CH_2CH_2OH + Br^-$

5- $CH_3CH_2\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}HCH_2OH$

6- $CH_3\overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{C}}CH_2CH_3$

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

8- $CH_3CH_2CH_2OCH_2CH_3$

س7

A: $CH_3\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}HCH_2CHO$

س8

رقم الفقرة	رقم الصيغة	الصيغة البنائية
أ.	6	$CH_3CH_2OCH_3$
ب.	1	CH_3CH_2COOH
ج.	3	CH_3CH_2CHO
د.	4	$CH_3CH_2COOCH_2CH_3$
هـ.	8	$CH_3CH_2CH_2OH$
و.	1 ، 7	CH_3CH_2COOH، CH_3CH_2OH
ز.	3	CH_3CH_2CHO
ح.	2	CH_3CH_2Cl

مثال (45): أكمل كلاً من المعادلات التالية:

(1) $CH_3-\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}=CH_2 + Br_2 \xrightarrow{CH_2Cl_2}$

(2) $CH_3-\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}=CH_2 + H_2O \xrightarrow{H_3PO_4}$

(3) $CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-C_2H_5 + NaOH \xrightarrow{\text{تسخين}}$

(4) $CH_3CHOHCH_3 \xrightarrow{K_2Cr_2O_7}$

(5) $CH_3-\overset{\overset{Cl}{|}}{C}H-CH_3 \xrightarrow[\triangle]{\text{كحولي } KOH}$

(6) $CH_3CH_2ONa + CH_3CH_2I \longrightarrow$

(7) $CH_3CH_2OH + Na \longrightarrow$

(8) $CH_3CH_2I + NaOH \longrightarrow$

(9) $CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H + CH_3MgCl \longrightarrow$

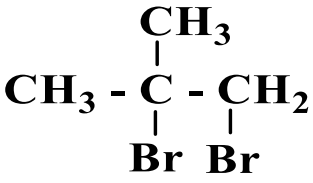
(10) $CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_2CH_3 + CH_3CH_2MgCl \longrightarrow \xrightarrow{HCl}$

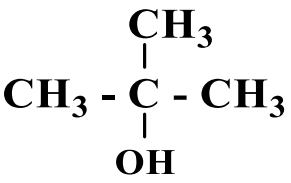
(11) $CH_3COOH + Na \longrightarrow$

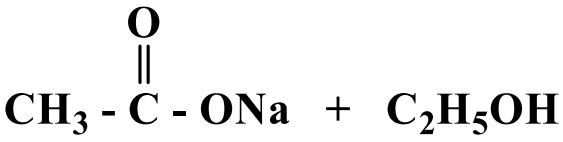
(12) $CH_3CH_2COOH + NaHCO_3 \longrightarrow$

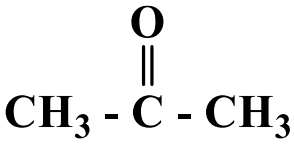
(13) $CH_3CH_2CH_2\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OCH_2CH_3 + H_2O \underset{\text{مخفف}}{\overset{HCl}{\rightleftharpoons}}$

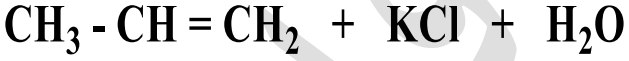
الإجابة:

(1)


(2)


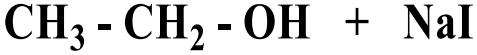
(3)


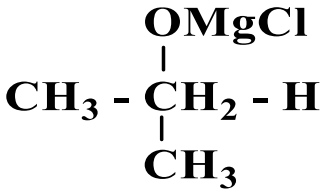
(4)


(5)


(6)

(7)

(8)


(9)


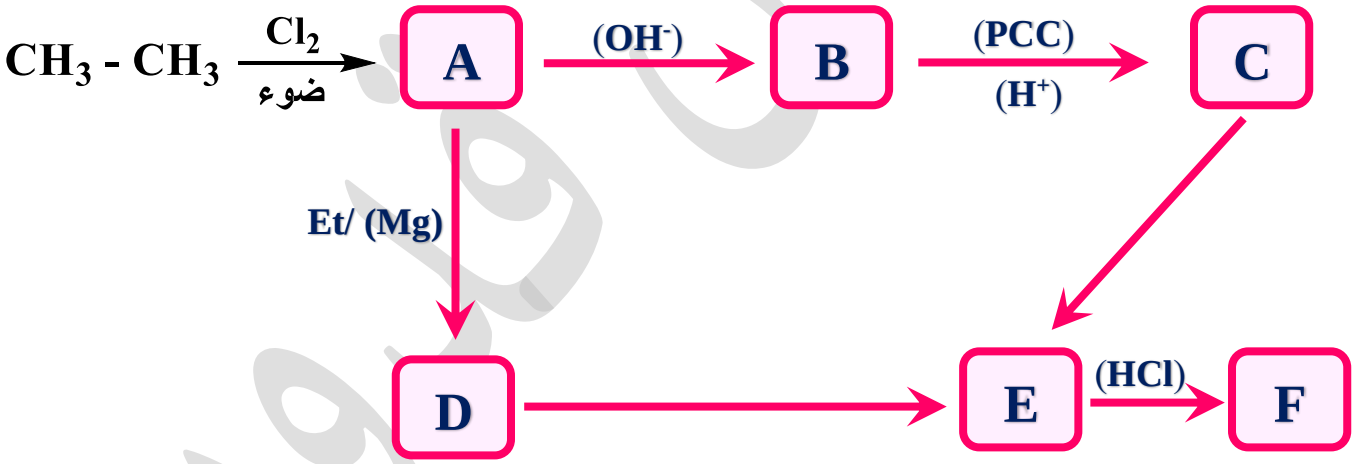
(10) $CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle OMgCl}{\underset{|}{\overset{|}{CH_2}}}}-CH_2-CH_3 \xrightarrow{HCl} CH_3-\underset{\displaystyle CH_2-CH_3}{\overset{\displaystyle OH}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}-CH_2-CH_3 + MgCl_2$

(11) $CH_3COONa + \frac{1}{2} H_2$

(12) $CH_3CH_2COONa + H_2O + CO_2$

(13) $CH_3CH_2CH_2COOH + CH_3CH_2OH$

مثال (46): ادرس المخطط التالي للمركبات العضوية واستنتج الصيغ البنائية للرموز (A , B , C , D , E , F).



الإجابة:

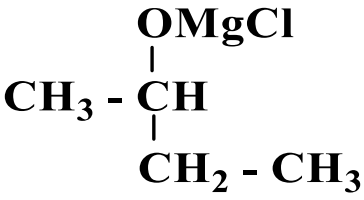
A $CH_3-\underset{\displaystyle CH_2}{\overset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{\overset{|}{CH_2}}}}$

B $CH_3-\underset{\displaystyle CH_2}{\overset{\displaystyle OH}{\underset{|}{\overset{|}{CH_2}}}}$

C $CH_3-\overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{C}}-H$

D CH_3-CH_2MgCl

E



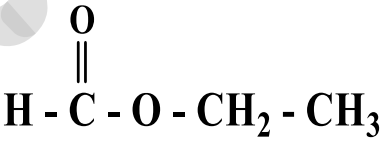
F

مثال (47): المركب العضوي (A) يتكون من أربع ذرات كربون، وعند تسخينه مع هيروكسيد الصوديوم (NaOH) نتج مركبين (B) و (C) ، وعند تفاعل المركب (C) مع (PCC) نتج المركب (D) الذي لا يتفاعل مع محلول تولنز.

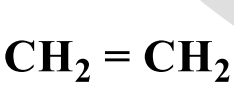
- اكتب الصيغ الكيميائية لكل من (A , B , C , D) .

B

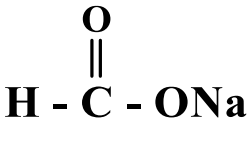
A



D



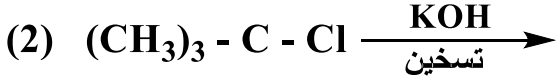
C



E

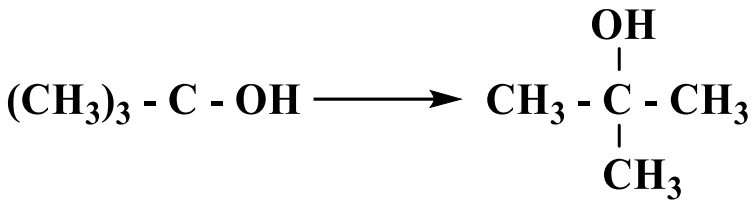
مثال (48): أكمل المعادلات التالية بكتابة الناتج العضوي فقط.

(1)

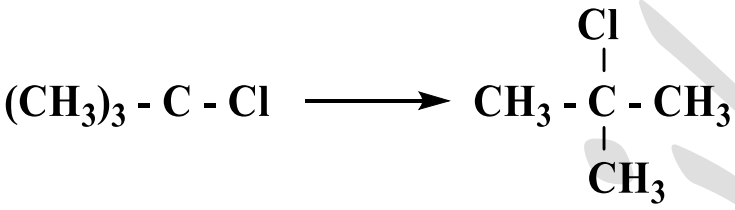
(2) 

الإجابة:

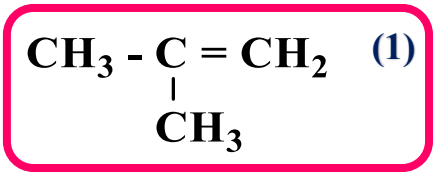
- في المعادلة الأولى نلاحظ أن المركب عبارة عن كحول ثالثي وليس كحول أولي كما يلي:

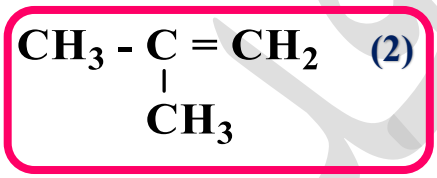


- أما في المعادلة الثانية فإن المركب عبارة عن هاليد ألكيل ثالثي وليس هاليد ألكيل أولي:



- يكون الحل كالتالي:





مثال (49): أمعن النظر في الجدول الاتي ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

(أ) $CH_3 - CH = CH_2$	(ب) $CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH$	(ج) $CH_3 - CH_2 - CH_2 - Cl$
(د) $CH_3 - CH_2 - \overset{\overset{O}{\|}}{C} - H$	(هـ) $CH_3 - C \equiv CH$	(و) $CH_3 - \underset{\underset{Cl}{\|}}{CH} - CH_3$

1- ما رمز المركب الذي ينتج من تفاعل المركب (أ) مع (HCl).
2- ما رمز المركب الذي ينتج من تأكسد المركب (ب).
3- ما رمز المركب الذي يحتوي رابطة (π) واحدة بين ذراته.
4- ما رمز المركب الذي ينتج عند تفاعله مع الماء كحول ثانوي.
5- ما رمز المركب الذي ينتج من تفاعل المركب (ج) مع قاعدة قوية.

6- اكتب معادلة تمثل تحضير المركب (ج) من المركب (د).

الإجابة:

1- (و). 2- (د). 3- (أ + د). 4- (أ). 5- (ب).

6-

(1) $CH_3 - CH_2 - \overset{\overset{O}{\|}}{C} - H + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH$

(2) $CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH + HCl \longrightarrow CH_3 - CH_2 - CH_2 - Cl + H_2O$

مثال (50): ادرس الجدول التالي الذي يتضمن الصيغ البنائية لبعض المركبات العضوية، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

(1) $CH_3 - \overset{\overset{OH}{\|}}{\underset{\underset{CH_3}{\|}}{C}} - CH_3$	(2) $CH_3CH_2 - Cl$	(3) $CH_3 - \overset{\overset{O}{\|}}{C} - H$
(4) $CH_3CH_2 - OH$	(5) $CH_3 - \overset{\overset{O}{\|}}{C} - O - CH_2CH_3$	(6) CH_3CH_3
(7) $CH_3 - \overset{\overset{OH}{\|}}{CH} - CH_2CH_3$	(8) $CH_2 = CH_2$	(9) $CH_3 - \overset{\overset{O}{\|}}{C} - CH_3$
(10) $CH \equiv CH$	(11) $CH_3 - \overset{\overset{O}{\|}}{C} - OH$	(12) $CH_3CH_2 - O - CH_2CH_3$

1- اختر من الجدول الرقم الذي يمثل كل حالة من الحالات التالية:

أ- ينتج من تفاعل المركب رقم (4) مع حمض الهيدروكلوريك (HCl).

ب- يتفاعل مع المركب رقم (11) ليعطي المركب رقم (5) بوجود حمض قوي.

ج- مركب كحولي لا يتفاعل مع ($K_2Cr_2O_7$) بوجود حمض قوي.

د- ينتج من تفاعل المركب رقم (10) مع (2) مول من (H_2) بوجود عامل مساعد مثل (Ni).

هـ- ينتج من تفاعل المركب رقم (3) مع الماء (H_2O) في وسط حمضي.

و- مركب كحولي ينتج من تفاعل المركب رقم (5) مع (NaOH) بوجود حرارة.

ي- مركب يحدث له عملية التصبن.

2- وضح بمعادلات كيميائية كيفية التمييز بين المركب رقم (8) والمركب رقم (6).

3- اكتب معادلة تفاعل المركب رقم (7) مع الصوديوم (Na).

4- ما هي صيغة المركب العضوي الناتج من تفاعل المركب رقم (1) مع (H_2SO_4) المركز الساخن.

5- ما هو نوع التفاعل في كل من التحولات التالية: (إضافة، حذف، إستبدال، تأكسد، إختزال).

أ- تحول المركب رقم (8) الى الرقم (4).

ب- تحول المركب رقم (4) الى الرقم (8).

ج- تحول المركب رقم (4) الى المركب رقم (11).

د- تحول المركب رقم (6) الى الرقم (2).

الإجابة:

1- أ- (2). ب- (4). ج- (1). د- (6). هـ- (4). و- (4). ي - (5).

2- من خلال مفاعلة كلا المركبين مع محلول البروم البني المحمر (Br_2) المذاب في (CH_2Cl_2).

(1) $CH_3 - CH_3 + Br_2 \xrightarrow{CH_2Cl_2}$ (لا يحدث تفاعل)

(ألكان) (برتقالي مصفر)

(2) $CH_2 = CH_2 + Br_2 \xrightarrow{CH_2Cl_2} CH_2Br - CH_2Br$

(ألكين) (برتقالي مصفر) (لا لون له)

- أنبوب الاختبار الذي يختفي فيه اللون البني المحمر يكون (ألكين).

3-

$$CH_3 - \underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}} - CH_2CH_3 + Na \longrightarrow CH_3 - \underset{\displaystyle ONa}{\underset{|}{CH}} - CH_2CH_3 + \frac{1}{2}H_2\uparrow$$

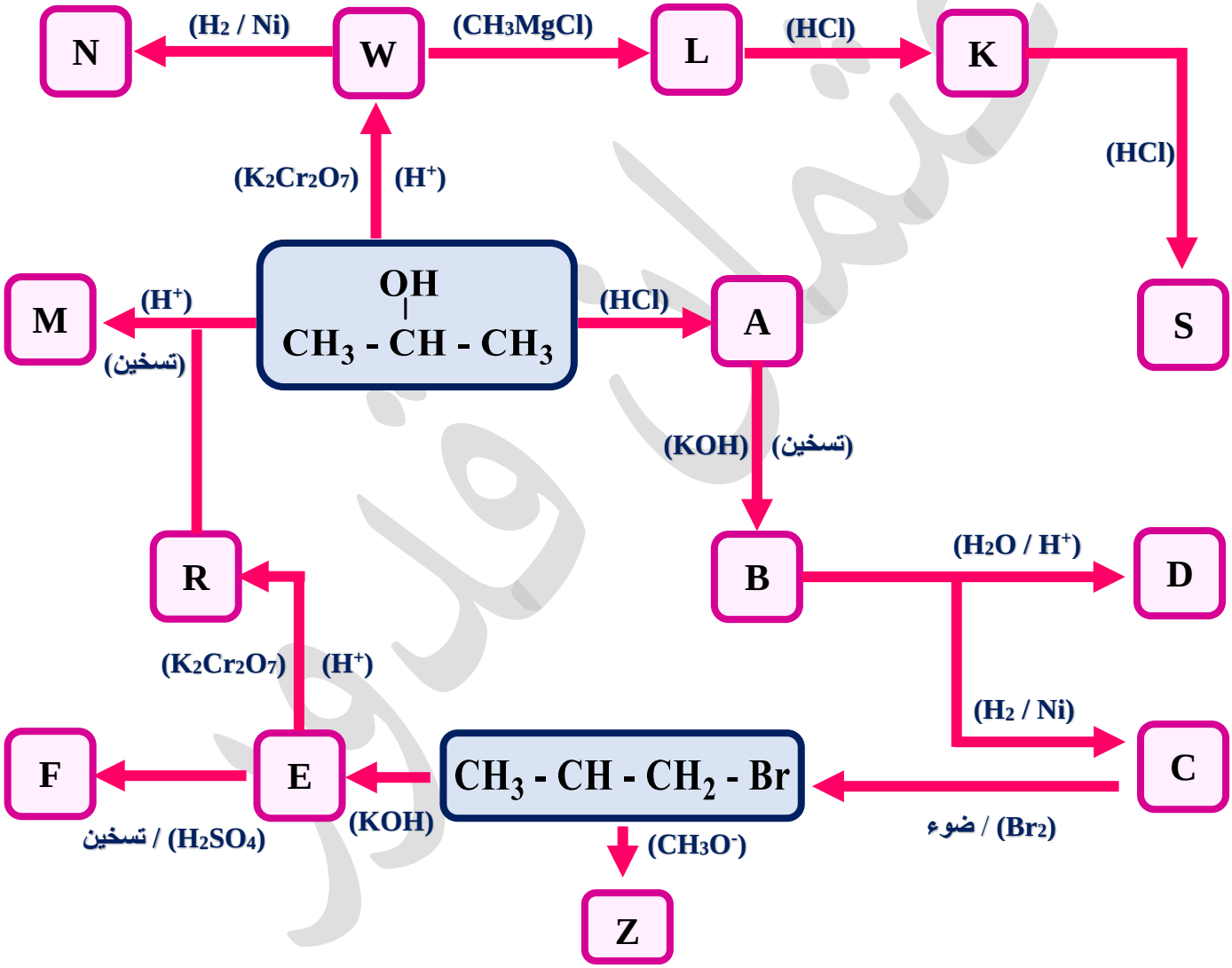
4-

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

5- أ- إضافة. ب- حذف. ج- تأكسد. د- استبدال.

مثال (51): ادرس المخطط التالي ثم اكتب الصيغ البنائية للرموز:

(N , Z , K , L , W , M , R , F , E , D , C , B , A).



الإجابة:

A: $CH_3-\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}}-CH_3$

B: $CH_3CH=CH_2$

C: $CH_3CH_2CH_3$

D: $CH_3-\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}}-CH_3$

E: $CH_3CH_2CH_2-OH$

F: $CH_3CH=CH_2$

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

M: $CH_3CH_2-\overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{C}}-O-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-CH_3$

W: $CH_3-\overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{C}}-CH_3$

L: $CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{\overset{\displaystyle OMgCl}{\overset{|}{C}}}}-CH_3$

K: $CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{\overset{\displaystyle OH}{\overset{|}{C}}}}-CH_3$

Z: $CH_3CH_2CH_2-O-CH_3$

N: $CH_3-\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}}-CH_3$

عثمان قدور

مراجعةُ الوحدةِ

1 . أوضح المقصود: أ. التصبن ب. الإضافة الإلكتروفيلية

2 . أكتب معادلات كيميائية توضح الحالات الآتية:

أ - إضافة الهيدروجين إلى 1– هكسين $CH_3(CH_2)_3CH=CH_2$ بوجود العامل المساعد Ni.

ب- إضافة الكلور Cl_2 الى 2– بيوتين $CH_3CH=CHCH_3$.

جـ- إضافة الماء إلى 1– بنتين $CH_3CH_2CH_2CH=CH_2$؛ بوجود حمض H_3PO_4 المركّز.

د - إضافة كلوريد الهيدروجين الى 1– بيوتاين $CH_3CH_2C\equiv CH$.

هـ- إضافة الهيدروجين إلى البيوتانال $CH_3CH_2CH_2CHO$؛ بوجود العامل المساعد Ni.

و - إضافة إيثيل بروميد المغنيسيوم CH_3CH_2MgBr ، إلى بروبانال CH_3CH_2CHO، ثم التفاعل مع حمض HBr.

ز - تسخين 2– بنتانول $CH_3\ CH_2\ CH_2\underset{\underset{OH}{|}}{CH}\ CH_3$؛ مع حمض H_2SO_4 المركّز.

ح - تسخين 2– برومو –2– ميثيل بيوتان $CH_3CH_2\underset{\underset{CH_3}{|}}{\overset{\overset{Br}{|}}{C}}CH_3$، مع محلول مركز من NaOH.

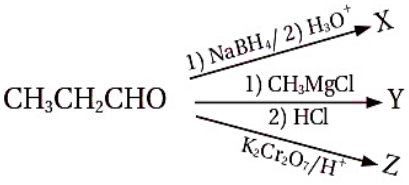
ط - تفاعل حمض البيوتانويك $CH_3CH_2CH_2COOH$ مع $LiAlH_4/Et$، ثم إضافة محلول مخفّف من H_2SO_4.

3 . تم أكسدة مركبين كحوليين أحدهما أوليّ والآخر ثانوي؛ باستخدام PCC/CH_2Cl_2، عاملًا مؤكسدًا، كيف يمكن استخدام محلول تولينز لتحديد أيّ الكحولين هو الكحول الأولي؟

4 . إستر أعطي الرمز الإفتراضي A صيغته الجزيئية $C_6H_{12}O_2$؛ تكوّن من تفاعل الحمض الكربوكسيلي B والكحول C، بوجود عامل مساعد مناسب؛ فإذا كانت الصيغة البنائية للكحول C هي: $CH_3CH_2CH_2CH_2OH$.

أكتب معادلة كيميائية توضح تكوُن الأستر A، مبيّنًا الصيغ البنائية للإستر A، والحمض الكربوكسيلي B، والعامل المساعد المستخدم.

5 . يمكن للبروبانال أن يتحول إلى ثلاثة مركبات عضوية مختلفة عن طريق التفاعلات الآتية:

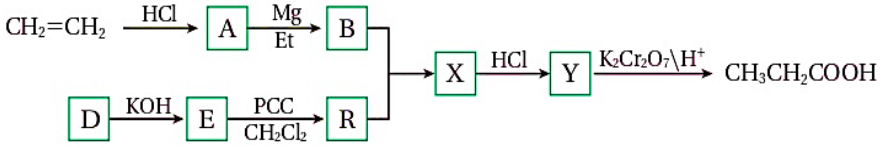


أ - أكتب الصيغة البنائية لكلٍّ من X، Y، Z.

ب- أحدد نوع التفاعل الذي يُكوِّن المركب X.

جـ- أكتب معادلة التفاعل بين Y و Z بوجود حمض H_2SO_4.

6 . **استنتج**: أدرس المخطط الآتي وأستنتج الصيغ العضوية لكلّ من المركبات: A , B , D , E , R, X , Y



مراجعةُ الوحدةِ

7 . **أستنتج**: مركب عضوي A يتكون من اربع ذرات كربون؛ عند تسخينه مع محلول NaOH، يتكون المركبين C و D، يتفاعل المركب C مع الحمض HCl ينتج المركب B الذي يتفاعل مع كربونات الصوديوم الهيدروجينية $NaHCO_3$؛ مطلقًا غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2، وعند أكسدة المركب D، باستخدام دايكرومات البوتاسيوم في وسط حمضيّ $(K_2Cr_2O_7\backslash H^+)$؛ يتنتج مركب عضوي R، لا يستجيب لتفاعل تولنز، أما عند تسخين المركب D مع محلول حمض الفسفوريك H_3PO_4؛ ينتج مركب عضوي Y، يزيل لون محلول البروم. أستنتج الصيغ العضوية للمركبات A, B , C, D, R, Y

8 . **أستنتج**: مركب عضوي A، يتكون من ثلاث ذرات كربون، يتفاعل مع الصوديوم منتجاً المركب B ومطلقاً غاز الهيدروجين H_2، وعند أكسدته باستخدام $(K_2Cr_2O_7\backslash H^+)$؛ ينتج مركبًا عضويًّا C، الذي يتفاعل مع كربونات الصوديوم Na_2CO_3، ويطلق غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2، وعند تفاعل A مع محلول مركز من HCl ينتج مركب عضوي D، الذي يتفاعل مع المركب B ينتج المركب E، أستنتج الصيغ العضوية للمركبات A, B , C, D, E.

9 . أكتب معادلات كيميائية توضح تحضير 3– بنتانول $CH_3CH_2CHOHCH_2CH_3$، إذا توافر لديك في المختبر المواد الآتية: الإيثين $CH_2=CH_2$، 1– كلوروبروبان $CH_3CH_2CH_2Cl$، الإيثر، HBr, NaOH, Mg, PCC\CH_2Cl_2

10. أكتب معادلات كيميائية توضح تحضير 2– بيوتين $CH_3CH=CHCH_3$، إذا توافر لديك في المختبر المواد الآتية: الإيثان CH_3CH_3، مصدر حرارة، والضوء ، والايثر ، HBr , NaOH , Mg , H_2SO_4, Br_2 , PCC\CH_2Cl_2

11. **أختارُ الإجابة الصحيحة لكل فقرة من الفقرات الآتية:**

1 . مركب الألكوكسيد المستخدم في تكوين الإيثر $CH_3CH_2OCHCH_3$ (CH3) هو:

أ) CH_3CHCH_3 (ONa). ب) $CH_3CH_2CH_2ONa$. جـ) CH_3CHCH_3 (OH). د) CH_3CH_2ONa.

2 . يُحضّر المركب CH_3CH_2ONa من تفاعل.

أ) CH_3COOH مع Na. ب) CH_3CH_2OH مع Na.

جـ) CH_3CH_2OHمع NaOH. د) CH_3CH_3 مع NaOH.

3 . عند تسخين المركب $CH_3CHOHCH_3$، مع حمض الكبريتيك المركز ينتج:

أ) CH_3COCH_3. ب) $CH_3CH=CH_2$. جـ) $CH_3CHBrCH_3$. د) CH_3CH_2CHO.

4 . ينتج عن إضافة HBr إلى $CH_3CH=CH_2$، المركب:

أ) $CH_3CHOHCH_3$. ب) $CH_3CH_2CH_3$. جـ) $CH_3CHBrCH_3$. د) CH_3COCH_3.

5 . يستخدم محلول البروم للتمييز بين المركبين:

أ) الألكان والألكين ب) الألكين والألكاين جـ) الألديهايد والكيتون د)الألكان والكيتون

مراجعةُ الوحدةِ

6 . عند إضافة (H_2O) إلى ($CH_3\overset{CH_3}{\overset{|}{C}}=CH_2$) في وسط حمضي ينتج:

أ) $CH_3\overset{CH_3}{\overset{|}{C}}\overset{OH}{\overset{|}{C}}H_3$. ب) $CH_3\overset{CH_3}{\overset{|}{C}}HCH_3$. جـ) $CH_3-\overset{CH_3}{\overset{|}{C}}HCH_2OH$. د) $CH_3-\overset{CH_3}{\overset{|}{\underset{Cl}{\underset{|}{C}}}}-CH_3$.

7 . صيغة المركب A في التفاعل: $A + 2HI \rightarrow CH_3I_2CH_3$؛ هي:

أ) $CH_3C\equiv CH$. ب) $CH_3CH_2I_2$. جـ) $CH_3CHICHI$. د) $CH_3CH=CH_2$.

8 . المركب الذي لا يحدث له تفاعل اضافة:

أ) CH_3CH_2OH. ب) $CH_2=CH_2$. جـ) $CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$. د) $CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3$.

9 . ناتج التفاعلين الآتيين هو:

$$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H + \begin{matrix}1.\ CH_3MgCl\\ 2.\ HCl\end{matrix}\longrightarrow$$

أ) CH_3CH_3. ب) CH_3COOH. جـ) $CH_3CHOHCH_3$. د) $CH_2=CH_2$.

10. ناتج التفاعل الآتي هو:

$$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3 + H_2 \xrightarrow{Pt}$$

أ) $CH_3CH_2CH_2OH$. ب) $CH_3CH_2CH_2Br$. جـ) $CH_3CHOHCH_3$. د) $CH_3CH=CH_2$.

11. مركب عضوي صيغته C_3H_8O، يجري سلسلة من التفاعلات العضوية ،كما في المخطط الآتي، فإن الصيغة البنائية للمركب C_3H_8Oهي:

$$C_3H_8O \xrightarrow[H^+]{K_2Cr_2O_7} \boxed{A} \xrightarrow[HCl]{CH_3MgCl} \boxed{B} \xrightarrow[\text{تسخين}]{H_2SO_4} \boxed{C}$$

أ) $CH_3CH_2CH_2OH$. ب) $CH_3\overset{OH}{\overset{|}{C}}HCH_3$.

جـ) $CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}CH_3$. د) $CH_3H_2\overset{O}{\overset{\|}{C}}H$.

12. الصيغة البنائية للمركب العضوي C، في سلسلة التفاعلات العضوية السابقة هي:

أ) $CH_3CH_2CH=CH_2$. ب) $(CH_3\overset{CH_3}{\overset{|}{C}}=CH_2)$.

جـ) $CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}CH_3$. د) $CH_3H_2\overset{O}{\overset{\|}{C}}H$.

مراجعةُ الوحدةِ

13. يُحضّر الألديهايد بإحدى الطرق الآتية:

أ) أكسدة كحول ثانوي باستخدام $K_2Cr_2O_7\backslash H^+$

ب) اختزال كحول ثانوي باستخدام $K_2Cr_2O_7\backslash H^+$

جـ) أكسدة كحول اولي باستخدام $PCC\backslash CH_2Cl_2$

د) إضافة H_2O إلى الألكين بوجود H_2SO_4

14. يُحضّر ثنائي ايثيل ايثر صناعيًا بإحدى الطرق الآتية:

أ) تسخين الايثانول مع هاليد الألكيل الأولي

ب) تسخين هاليد الألكيل الأولي مع الكحول

جـ) تفكّك الإستر في وسط قاعدي

د) تسخين الايثانول مع حمض الكبريتيك المركز

15. في التفاعل الآتي: $A + X \rightarrow CH_3CH_2CH_2Br + H_2O$؛ فإن الصيغة الكيميائية لكل من A و X، هي:

أ) $CH_2=CHCH_3/HBr$.

ب) $CH_3CH_2CH_3/Br_2$.

جـ) $CH_3CH_2CH_2OH/Br_2$.

د) $CH_3CH_2CH_2OH/HBr$.

16. سلسلة التفاعلات الصحيحة لتحضير المركب CH_3COCH_3 بدءًا من 1– كلورو بروبان هي:

أ) استبدال – استبدال – أكسدة

ب) استبدال – حذف– إضافة – أكسدة

جـ) استبدال – إضافة – حذف – أكسدة

د) استبدال – حذف– إضافة – اختزال

17. يُحضّر حمض الإيثانويك صناعيًا بإحدى الطرائق الآتية:

أ) هدرجة أول أكسيد الكربون CO.

ب) تفاعل الإيثانول مع أول أكسيد الكربون CO.

جـ) تفاعل الميثانول مع أول أكسيد الكربون CO.

د) أكسدة الإيثانول باستخدام PCC؛ بوجود CH_2Cl_2.

18. صيغة المركب العضوي الذي لا يتأكسد هي:

أ) $CH_3CH_2CH_2CH_2OH$.

ب) $CH_3CH_2CH_2CHO$.

جـ) $CH_3CH_2CHOHCH_3$.

د) $CH_3COCH_2CH_3$.

19. يمكن تحضير المركب 1– بيوتانول بخطوة واحدة؛ باستخدام أحد المركبات الآتية:

أ) $CH_3CH_2CH=CH_2$.

ب) $CH_3CH_2CH_2CH_2Cl$.

جـ) $CH_3CH_2CHOHCH_3$.

د) $CH_3CH_2CH_2OCH_3$.

20. المركب الذي يختزل فقط باستخدام $LiAlH_4/Et$، ثم إضافة محلول مخفف من حمض H_2SO_4 هو:

أ) $CH_3CH=CH_2$.

ب) CH_3CHO.

جـ) CH_3COCH_3.

د) CH_3COOH.

الإجابة:

1- أ. التصبن: تفاعل تفكك الإستر عند تسخينه مع محلول قاعدة قوية، مثل NaOH منتجًا الكحول وملح الحمض الكربوكسيلي.

ب. الإضافة الإلكتروفيلية: انجذاب الإلكتروفيل إلى إلكترونات الرابطة π من الرابطة الثنائية في الألكين أو الطرف السالب في مجموعة الكربونيل في الألديهايد أو الكيتون.

2-

أ. $CH_3(CH_2)_3CH{=}CH_2 + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3(CH_2)_3CH_2CH_3$

ب. $CH_3CH{=}CHCH_3 + Cl_2 \rightarrow CH_3\underset{Cl}{CH}\underset{Cl}{CH}CH_3$

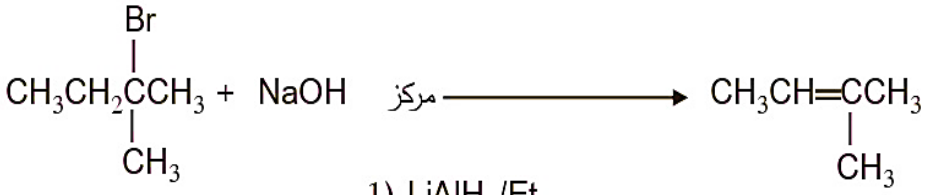
ج. $CH_2{=}CHCH_2CH_2CH_3 + H_2O \xrightarrow[\text{مركز}]{H_3PO_4} CH_3\overset{OH}{C}HCH_2CH_2CH_3$

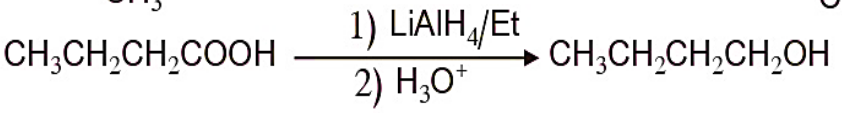
د. $CH_3CH_2C{\equiv}CH + 2HCl \rightarrow CH_3CH_2\overset{Cl}{\underset{Cl}{C}}CH_3$

هـ. $CH_3CH_2CH_2CHO + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3CH_2CH_2CH_2OH$

و. $CH_3CH_2\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H \xrightarrow[2)\ HBr]{1)\ CH_3CH_2MgBr} CH_3CH_2\overset{OH}{C}HCH_2CH_3 + MgBr_2$

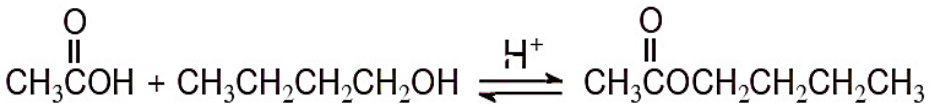
ز. $CH_3CH_2CH_2\overset{OH}{C}HCH_3 \xrightarrow[\text{مركز}/\Delta]{H_2SO_4} CH_3CH_2CH{=}CHCH_3$

ح.


ط.


3- بأخذ عينة من المحلول الناتج عن أكسدة كل كحول وأضعها في أنبوب اختبار، ثم أضيف باستخدام قطارة نقاط من محلول تولينز إلى كل منها وأضع أنبوبي الاختبار في حمام مائي ساخن بدرجة 50°C وألاحظ ما يحدث.
أنبوب الاختبار الذي يتكون على جداره الداخلي مرآة فضية يكون المحلول الناتج عن أكسدة الكحول الأولي، لأن الكحول الأولي يتأكسد باستخدام PCC/CH_2Cl_2 مكونا ألديهايد يتأكسد بواسطة محلول تولينز ويَختزِل أيونات الفضة Ag^+ في المحلول مكونا مرآة فضية. أما المحلول الآخر فلا يلاحظ تكون مرآة فضية لأن أكسدة الكحول الثانوي تنتج كيتون لا يتأكسد بواسطة محلول تولينز.

4- الصيغة الجزيئية للإستر A: $C_6H_{12}O_2$ ، الصيغة البنائية للكحول C: $CH_3CH_2CH_2CH_2OH$
فتكون صيغة الحمض الكربوكسيلي B: CH_3COOH
والصيغة البنائية للإستر A: $CH_3COOCH_2CH_2CH_2CH_3$
معادلة تكوين الإستر:



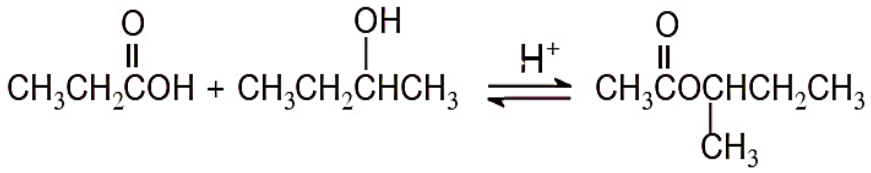
العامل المساعد المستخدم: حمض H_2SO_4 مركز.

5- أ.

X: $CH_3CH_2CH_2OH$

Y: $CH_3CH_2\underset{\underset{OH}{|}}{C}HCH_3$ Z: CH_3CH_2COOH

ب. تفاعل اختزال

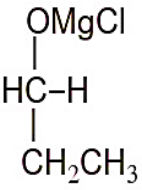
ج.


-6

A: CH_3CH_2Cl B: CH_3CH_2MgCl

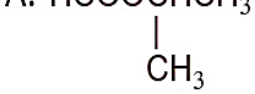
D: CH_3Cl E: CH_3OH

R: HCHO

X: 

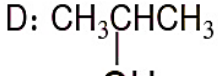
Y: $CH_3CH_2CH_2OH$

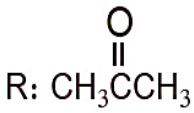
-7

A: 

C: HCOONa

B: HCOOH

D: 

R: 

Y: $CH_3CH{=}CH$

-8

A; $CH_3CH_2CH_2OH$ B: $CH_3CH_2CH_2ONa$

C: CH_3CH_2COOH D: $CH_3CH_2CH_2Cl$ E: $CH_3CH_2CH_2OCH_2CH_2CH_3$

-9

$$CH_3CH_2CH_2Cl + NaOH \rightarrow CH_3CH_2CH_2OH + NaCl$$

$$CH_3CH_2CH_2OH \xrightarrow{PCC/CH_2Cl_2} CH_3CH_2\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$$

$$CH_2{=}CH_2 + HBr \rightarrow CH_3CH_2Br$$

$$CH_3CH_2Br + Mg \xrightarrow{\text{إيثر}} CH_3CH_2MgBr$$

$$CH_3CH_2\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H + CH_3CH_2MgBr \rightarrow CH_3CH_2\underset{CH_2CH_3}{\overset{OMgBr}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}-H \xrightarrow{HBr} CH_3CH_2\overset{OH}{\underset{|}{C}}HCH_2CH_3$$

-10

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

$$CH_3CH_2Br + Mg \xrightarrow{\text{إيثر}} CH_3CH_2MgBr$$

$$CH_3CH_2Br + NaOH \rightarrow CH_3CH_2OH + NaBr$$

$$CH_3CH_2OH \xrightarrow{PCC/CH_2Cl_2} CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$$

$$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H + CH_3CH_2MgBr \rightarrow CH_3-\underset{CH_2CH_3}{\overset{OMgBr}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}-H \xrightarrow{HBr} CH_3\overset{OH}{\underset{|}{C}}HCH_2CH_3$$

$$CH_3\overset{OH}{\underset{|}{C}}HCH_2CH_3 \xrightarrow[\text{مركز}/\Delta]{H_2SO_4} CH_3CH{=}CHCH_3$$

-11

1- أ	2- ب	3- ب	4- ج	5- أ	6- أ	7- أ	8- أ	9- ج	10- ج
11- ب	12- ب	13- ج	14- د	15- د	16- ب	17- ج	18- د	19- ب	20- د