سلسلة دروس و تمارين في مادة العلوم الفيزيائية- ثانية ثانوي

12 عرض نظري مختصر

المادة و تحولاتها

مدخل إلى كيمياء الكربون

الشعب : علوم تجريبية
رياضيات ، تقني رياضي

● تعريف المركبات العضوية :

- تشمل المركبات العضوية كل المركبات التي مصدرها كائن حي بالإضافة إلى بعض المركبات التي تصنع في المخابر و لها نفس ميزات المركبات ذات المصدر كان حي .
- تتميز المركبات العضوية بعدة مميزات أهمها :
▪ كل المركبات العضوية هي مركبات جزيئية .
▪ كل المواد العضوية قابلة للإحتراق بالأكسجين أو الهواء، فتعطي غاز ثاني أكسيد الكربون و بخار الماء ، كما تعطي موادا أخرى أحيانا مثل غاز الكلور ، غاز الآزوت .....
▪ كل المركبات العضوية تحتوي على عنصر الكربون ، كما يدخل في تركيبها أيضا من العناصر، حسب درجتها في تكوين هذه المشتقات ، و أهم هذه العناصر نذكر : الهيدروجين، الأوكسجين ، الآزوت ....

● أصناف المركبات العضوية:

نظرا لكثرة عدد المركبات العضوية، و الذي يتزايد يوما بعد يوم ، فقد قسمت لتسهيل دراستها، إلى فئات رئيسية حسب تركيبها العنصري و أهم هذه الفئات هي:

▪ الفحوم الهيدروجينية:

هي المركبات العضوية التي تحتوي فقط على عنصري الكربون و الهيدروجين صيغتها الجزيئية العامة هي :

$$C_xH_y$$

▪ المركبات العضوية الأكسجينية:

- هي المركبات التي تحتوي على عناصر الكربون و الهيدروجين ، و الأكسجين صيغتها الجزيئية العامة هي :

$$C_xH_yO_z$$

▪ المركبات العضوية الآزوتية :

- هي المركبات العضوية الآزوتية التي تحتوي على عناصر الكربون ، الأكسجين ، الآزوت ، صيغتها الجزيئية العامة هي:

$$C_xH_yN_z$$

● الألكانات:

- الألكانات هي فحوم هيدروجينية مشبعة ، ذات سلسلة كربونية خطية (غير متفرعة) ، صيغتها الجزيئية العامة تكون من الشكل :

$$C_nH_{2n+2}$$

حيث: n عدد طبيعي ، مثل: CH_4، C_2H_6، C_3H_8.....

- يشتق إسم الألكان ذو السلسلة الكربونية الخطية (غير المتفرعة) بإضافة الحرفين " **ان** " إلى الإسم المعبر عن عدد ذرات الكربون التي يحتوي عليها الجزيء باللغة اليونانية، كما مبين في الجدول التالي:

n	ما يوافق (n) باليونانية	الصيغة الجزيئية	الإسم
1	ميثـ	CH_4	الميثان
2	إيثـ	C_2H_6	الإيثان
3	بربـ	C_3H_8	البروبان
4	بوتـ	C_4H_{10}	البوتان
5	بنتـ	C_5H_{12}	البنتان
6	هكسـ	C_6H_{14}	الهكسان
7	هبتـ	C_7H_{16}	الهبتان
8	أوكتـ	C_8H_{18}	الأوكتان
9	نونـ	C_9H_{20}	النونان
10	ديكـ	$C_{10}H_{22}$	الديكان

- عند نزع ذرة هيدروجين واحدة من جزيء ألكان نحصل على ما يسمى بالجذر الألكيلي ، و هذه الجذور لا توجد بشكل طليق، و إنما نجدها مرتبطة بالسلسلة الكربونية لجزيء المركب العضوي ، يرمز للجذر الألكيلي بـ: R و صيغته الجزيئية العامة من الشكل :

$$C_nH_{2n+1}- \quad \text{أو} \quad R- \text{ (اختصارا)}$$

- يشتق إسم الجذر الألكيلي من الألكان الموافق بنزع النهاية " ان " من اسم الألكان و تعويضها بـ " يل " .

أمثلة :

الألكان C_nH_{2n+2}		الجذر الألكيلي (C_nH_{2n+1}-)	
الإسم	الصيغة	الإسم	الصيغة
الميثان	CH_4	الميثيل	CH_3-
الإيثان	C_2H_6	الإيثيل	C_2H_5-
البروبان	C_3H_8	البروبيل	C_3H_7-

- لتسمية الألكانات في حالة سلسلة كربونية متفرعة نتبع الخطوات التالية:

▪ نختار أطول سلسلة كربونية و التي تعتبر السلسلة الرئيسية .

▪ نرقم هذه السلسلة من الطرف إلى الطرف ، ابتدءا من ذرة الكربون الأقرب إلى أول تفرع .

▪ نكتب إسم الجذر الألكيلي (أو الجذور الألكيلية) المرتبط بالسلسة الكربونية ، و نسبقه برقم (أو أرقام) ذرة الكربون المرتبط بها ، (ترتب الجذور وفق ترتيب الحروف الأبجدية اللاتينية في حالة وجود عدة جذور) ، بعد ذلك نكتب إسم الألكان (غير الخطي) الذي يكون فيه عد ذرات الكربون مساوي لعدد ذرات كربون السلسلة الرئيسية (الأطول)
▪ إذا كان يتصل بالسلسلة الكربونية المرقمة عدة جذور ألكيلية متشابهة نستعمل كلمة " **ثنائي**" في حالة جذرين متشابهين و كلمة " **ثلاثي**" في حالة ثلاث عناصر أو جذور متشابهة .... و هكذا.

● الألكنات (جمع ألكن) : الالسانات (جمع ألسان)

- الألكنات (جمع ألكن) هي فحوم هيدروجينية غير مشبعة ذات سلاسل كربونية مفتوحة، تحتوي جزيئاتها على رابطة ثنائية بين ذرتي كربون في السلسلة الكربونية ، صيغتها الجزيئية العامة من الشكل :

$$C_nH_{2n}$$

حيث: $n \geq 2$. مثل: C_2H_4 ، C_3H_6 ، C_4H_8.....
- تخضع تسمية الألكنات (جمع ألكن) إلى نفس القاعدة السابقة المتبعة في تسمية الألكانات (جمع ألكان) ، إلا أنه في تسمية الألكنات يكون :
• اختيار السلسلة الأطول و الحاوية على الرابطة الثنائية (السلسلة الكربون الرئيسية) .
• ترقيم السلسلة الكرونية يكون من ذرة الكربون الأقرب إلى الرابطة الثنائية ، و إذا كانت الرابطة الثنائية تقع في منصف السلسلة الكربونية الرئيسية يكون الرقيم في هذه الحالة من ذرة الكربون الأقرب إلى أول تفرع .
• يضاف في نهاية إسم الألكان الرقم الأصغر من بين رقمي ذرتي الكربون التي تكون بينهما الرابطة الثنائية .

▪ الألكينات (جمع ألكين) : الالسينات (جمع ألسين)

- الألكينات أو الألسينات هي فحوم هيدروجينية غير مشبعة ذات سلاسل كربونية مفتوحة، تحتوي جزيئاتها على رابطة ثلاثية بين ذرتي كربون في السلسلة الكربونية، صيغتها الجزيئية العامة من الشكل :

$$C_nH_{2n-2}$$

حيث: $n \geq 2$. مثل: C_2H_2 ، C_3H_4 ، C_4H_6.....
- تخضع تسمية الألكينات (جمع ألكين) إلى نفس القاعدة السابقة المتبعة في تسمية الألكانات (جمع ألكان) ، إلا أنه في تسمية الألكنات يكون :
• اختيار السلسلة الأطول و الحاوية على الرابطة الثلاثية (السلسلة الكربون الرئيسية) .
• ترقيم السلسلة الكرونية يكون من ذرة الكربون الأقرب إلى الرابطة الثلاثية ، و إذا كانت الرابطة الثلاثية تقع في منصف السلسلة الكربونية الرئيسية يكون الرقيم في هذه الحالة من ذرة الكربون الأقرب إلى أول تفرع .
• يضاف في نهاية إسم الألكين الرقم الأصغر من بين رقمي ذرتي الكربون التي تكون بينهما الرابطة الثنائية .

● الكحولات :

- الكحولات هي مركبات عضوية أكسجينية تتميز بوجود مجموعة هيدروكسيل (OH -) (أو أكثر) مرتبطة بذرة كربون رباعية ، صيغتها الجزيئية العامة تكون من الشكل :

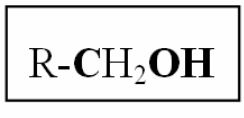
$$R\text{-}OH \quad \text{أو} \quad C_nH_{2n+1}OH$$

حيث : (R-) هو جذر ألكيلي صيغته العامة : (C_nH_{2n+1}-) .
- إن مجموعة الهيدروكسيل (OH-) هي المجموعة المميزة للكحولات ، تسمى بـ **المجموعة الوظيفية الكحولية** .

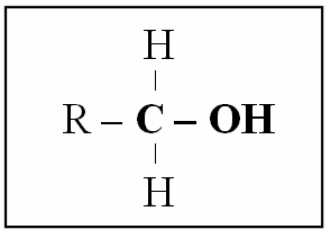
- تسمى ذرة الكربون الحاوية على مجموعة الهيدروكسيل(OH-) (المجموعة الوظيفية) بـ **الكربون الوظيفي** .
- يشتق إسم الكحول أحادي الوظيفة من إسم الألكان الذي له نفس الهيكل الكربوني ، بإضافة المقطع (**ول**) ، إلى نهاية هذا الإسم ، مع إعطاء أصغر رقم ممكن للكربون الوظيفي عند ترقيم السلسلة الكربونية الأطول ، و يكون ترتيب الجذور حسب ترتيب الحروف الأبجدية اللاتينية .
- تصنف الكحولات إلى ثلاث أصناف رئيسية حسب موقع المجموعة (OH-) في السلسلة الكربونية كما يلي :

الكحولات الأولية:

و هي الكحولات التي يكون فيها الكربون الوظيفي مرتبط بذرتين هيدروجين و جذر ألكيلي واحد، أو مرتبط بثلاث ذرت هيدروجين (ذرة هيدروجين بدل الجذر الألكليلي) ، ومنه فالصيغة الجزيئية العامة للكحولات الأولية تكون كما يلي :

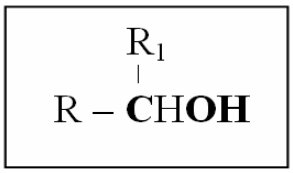


أو

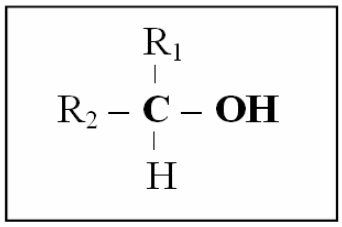


الكحولات الثانوية :

و هي الكحولات التي يكون فيها الكربون الوظيفي مرتبط بذرة هيدروجين و جذرين ألكيليين ، و منه فالصيغة الجزيئية العامة للكحولات الثانية تكون كما يلي :

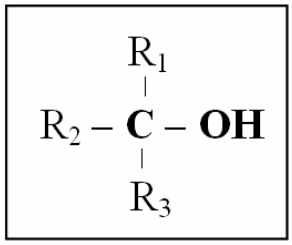


أو



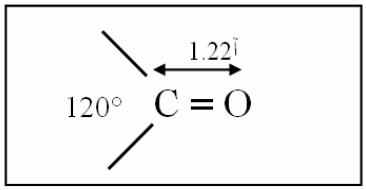
الكحولات الثالثية :

و هي الكحولات التي يكون فيها الكربون الوظيفي مرتبط بثلاث جذور ألكيلية ، و منه فالصيغة الجزيئية العامة للكحولات الثالثية تكون كما يلي :



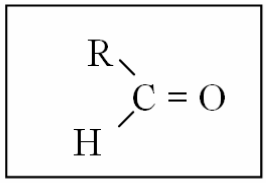
- **الألدهيدات و الكيتونات :**

- هي مركبات عضوية لها نفس المجموعة الوظيفية التالية و التي تسمى **المجوعة الوظيفية الكربونيلية** .



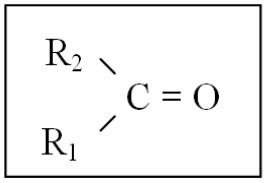
- يسمى الكربون الحاوي على المجموعة الوظيفية الكربونيلية بـ **الكربون الوظيفي** .
- إذا ارتبط الكربون الوظيفي بذرة هيدروجين و بذرة كربون يقال عن المركب الكربونيلي أنه **ألدهيد** ، و بالتالي تكون الصيغة العامة للألدهيدات كما يلي :

R-CHO



- إذا ارتبط الكربون الوظيفي بذرتي كربون يقال عن المركب الكربونيلي أنه **كيتون** ، و بالتالي تكون الصيغة العامة للكيتونات كما يلي :

R – CO – R'



- الألدهيدات و الكيتونات لهما نفس الصيغة الجزيئية المجملة و التي تكون من الشكل :

$C_nH_{2n}O$

- يشتق إسم الألدهيد من إسم الألكان الذي له نفس الهيكل الكربوني ، بإضافة المقطع (**ال**) ، إلى نهاية هذا الإسم ، مع إعطاء الرقم (1) للكربون الوظيفي عند ترقيم السلسلة الكربونية الأطول (الكربون الوظيفي في هذه الحالة يكون دوما في طرف السلسلة) ، و يكون ترتيب الجذور حسب ترتيب الحروف الأبجدية اللاتينية .
- يشتق إسم الكيتون من إسم الألكان الذي له نفس الهيكل الكربوني ، بإضافة المقطع (**ون**) ، إلى نهاية هذا الإسم ، مع إعطاء أصغر رقم ممكن للكربون الوظيفي عند ترقيم السلسلة الكربونية الأطول ، كما يضاف إلى نهاية الإسم رقم ذرة الكربون الوظيفي ، و يكون ترتيب الجذور حسب ترتيب الحروف الأبجدية اللاتينية .

• <u>التمييز بين الألدهيد و الكيتون:</u>

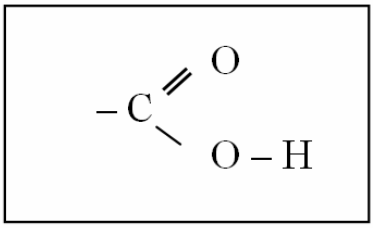
اعتمادا على الخواص الكيميائية للألدهيدات و الكيتونات ، يمكن المقارنة و التمييز بينهما كما يلي:
- إن الأكسدة المقتصدة تتم بسهولة مع الألدهيدات ، و تعطي حمضا كربوكسيليا، بينما لا تحدث أكسدة مقتصدة للكيتونات مطلقا .
- يرجع الألدهيد الفضة، إذا ما أضيف إلى محلول نترات الفضة النشادرية (محلول طولونس) مع التسخين ، كما يمكنه أن يرجع محلول فهلنج ، أما الكيتون فلا يرجع الاثنين .
- يؤثر كاشف شيف في الألدهيدات معطية اللون الوردي ، في حين أنها لا تؤثر في الكيتونات .
- يؤثر كاشف DNPH (ثنائي نترو(2،4) فنيل الهيدرازين) في الألدهيدات و الكيتونات معا، فمع الأول يعطي راسبا أصفرا، و مع الثاني راسبا برتقاليا مصفرا، و يكاد الاختلاف في اللون بينهما لا يكون واضحا، كما أن DNPH يتفاعل بالضبط مع مجموعة الكربونيل التي يتميز بها كل من الألدهيد و الكيتون .

يمكن تلخيص هذه الخواص في جدول كما يلي :

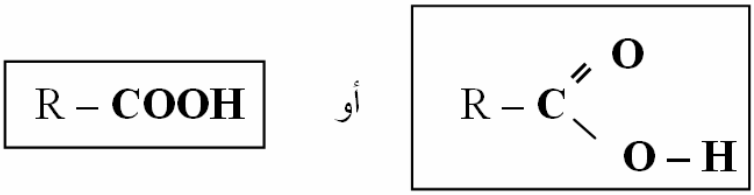
الكاشف	الألدهيد	الكيتون
نترات الفضة النشادرية (طولونس)	يتأثر	لا يتأثر
محلول فهلنج	يتأثر	لا يتأثر
كاشف شيف	يتأثر	لا يتأثر
كاشف DNPH	يتأثر	يتأثر

● **الأحماض الكربوكسيلية :**

- الأحماض الكربوكسيلية ، هي مركبات عضوية أكسجينية ثنائية الأكسجين ، يحتوي جزيء كل منهما على المجموعة الوظيفية التالية و التي تسمى **المجوعة الوظيفية الحمضية الكربوكسيلية .**



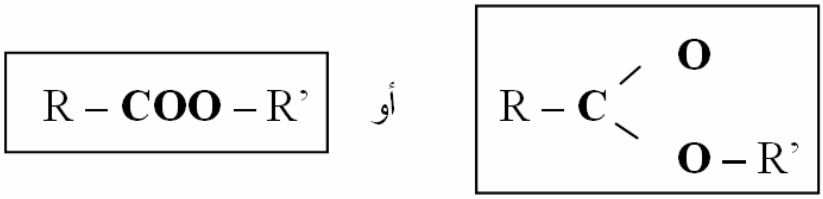
و هذه المجموعة تكون مرتبطة في جزيء الحمض الكربوكسيلي بجذر ألكيلي -R ، ومنه تكون الصيغة الجزيئية العامة للأحماض الكربوكسيلية من الشكل :



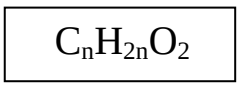
- تسمى ذرة الكربون الحاوية على المجموعة الوظيفية الحمضية الكربوكسيلية (-COOH) بـ **الكربون الوظيفي** .
- يشتق إسم الحمض الكربوكسيلي من إسم الألكان الموافق له ، بإضافة المقطع (**ويك**) ، إلى نهاية هذا الإسم ، مع اختيار أطول سلسلة كربونية تحتوي على مجموعة الكربوكسيل ، و إعطاء الرقم (1) للكربون الوظيفي .

● **الأسترات :**

- الأسترات ، هي مركبات عضوية أكسجينية صيغتها الجزيئية من الشكل :



- تسمى ذرة الكربون الحاوية على المجموعة الوظيفية الكربوكسيلية (-COO-) بـ **الكربون الوظيفي** .
- تتميز الأحماض الكربوكسيلية و الأسترات بنفس المجموعة الوظيفية و هي المجموعة الوظيفية الكربوكسيلية ، كما أن لها نفس الصيغة الجزيئية المجملة التالية :



- يتكون إسم الأستر R-**COO**-R' من حدين :

الحد الأول :

يشتق من إسم الألكان الموافق للمجموعة **R-COO-** ، بإضافة الأحرف (**وات**) . مع اختيار أطول سلسلة كربونية تحتوي على مجموعة الكربوكسيل ، و إعطاء الرقم (1) للكربون الوظيفي .

الحد الثاني :

نحصل عليه بكتابة إسم الجذر الألكيلي R' .

● تحضير كحول بإماهة ألكن (ضم الماء للألكن):

- يمكن الحصول على كحول $C_2H_{2n-1}OH$ بإماهة ألكن C_nH_{2n} وفق المعادلة :

$$C_nH_{2n} + H_2O = C_nH_{2n+1}OH$$

● تفاعل الكحول مع الصوديوم:

يتفاعل الكحول R-OH (مهما كان صنفه) مع الصوديوم وفق تفاعل أكسدة إرجاعية ، و يؤدي إلى انطلاق غاز الهيدروجين H_2 ، و تشكل جسم ذو طبيعة شاردية ، و أساسية يدعى **ألكانولات الصوديوم** ($RO^- + Na^+$) وفق المعادلة الكيميائية التالية :

$$\underset{\text{كحول}}{2R\text{-}OH} + 2Na = \underset{\text{ألكانولات الصوديوم}}{(RO^- + Na^+)} + H_2$$

● نزع الماء من كحول :

- يمكن أن يحدث نزع الماء من جزيئين متماثلين لكحول ، ويتم ذلك بوجود وسيط نازع للماء مثل حمض الكبريت المركز H_2SO_4 و بشروط خاصة أو بوجود الألمين Al_2O_3 بدرجة حرارة معينة ، و يحدث كنتيجة لذلك نزع ماء من جزيئين كحوليين متماثلين ، حيث يتكون إيثرأكسيد وفق المعادلة الكيميائية التالية :

$$R\text{-}OH + R\text{-}OH = \underset{\text{إيثرأوكسيد}}{R\text{-}O\text{-}R} + H_2O$$

مثال :

يمكن أن يحدث نزع الماء من جزيئين متماثلين للميثانول CH_3OH (كحول) فينتج ثنائي مثيل إيثرأكسيد $CH_3\text{-}O\text{-}CH_3$ (إيثرأكسيد) وفق المعادلة الكيميائية التالية :

$$2CH_3OH = CH_3\text{-}O\text{-}CH_3 + H_2O$$

- يمكن أن يحدث نزع الماء من جزيئة واحدة لكحول ، ويتم ذلك بوجود وسيط نازع للماء مثل الألمين Al_2O_3 بدرجة حرارة معينة ، لينتج ألكن (C_nH_{2n} أو $R\text{-}CH=CH_2$) وفق المعادلة الكيميائية التالية :

$$\underset{\text{كحول}}{R\text{-}CH_2 - CH_3} \longrightarrow \underset{\text{ألكن}}{R\text{-}CH=CH_2} + H_2O$$

● أكسدة الكحولات :

- يتأكسد الكحول الأولي أكسدة مقتصدة بمحاليل المؤكسدات الأكسجينية ، فينتج مركب مرحلي هو الألدهيد ، الذي يتأكسد بدوره معطيا حمض كربو كسيلي.
- يتأكسد الكحول الثانوي أكسدة مقتصدة بمحاليل المؤكسدات الأكسجينية كيتون .
- لا يتأكسد الكحول الثالثي أكسدة مقتصدة بمحاليل المؤكسدات الأكسجينية .

ملاحظة :

- عند إضافة المحلول المؤكسد بزيادة إلى كحول أولي أثناء الأكسدة المقتصدة لهذا الكحول فإنه يتشكل حمض كربوكسيلي مرورا بتشكل ألدهيد كما رأينا سابقا .

- عند إضافة المحلول المؤكسد بكمية كافية إلى كحول أولي أثناء الأكسدة المقتصدة لهذا الكحول فإنه يتشكل ألدهيد و يتوقف التفاعل ، بعبارة أخرى تتوقف الأكسدة المقتصدة عند الألدهيد .

● تفاعل الأسترة :

- تفاعل الأسترة هو تفاعل يحدث بين الكحولات R-OH ، و الأحماض الكربوكسيلية R-COOH لينتج عنه مركب يدعى أستر صيغته R-COO-R ، وماء H_2O وفق المعادلة :

$$R\text{-}COOH + R\text{-}OH \rightarrow R\text{-}COO\text{-}R + H_2O$$

- يتميز تفاعل الأسترة بالخواص التالية :

- محدود (غير تام) .
- لاحراري .
- عكوس .
- بطيء .

- لتسريع تفاعل الأسترة نستعمل طرق أهمها إضافة قطرات من الكبريت المركز إلى المزيج المتكون من الحمض الكربوكسيلي و الكحول ، ثم يوضع المزيج داخل حمام مائي درجة حرارته ثابتة .

● تفاعل الإماهة :

- تفاعل الإماهة هو تفاعل يحدث بين أستر R-COO-R' و ماء H_2O (التفاعل المعاكس لتفاعل الأسترة) لينتج حمض كربوكسيلي R-COOH ، و كحول R'-OH وفق المعادلة التالية :

$$R\text{-}COO\text{-}H + R\text{-}OH \rightarrow R\text{-}COOH + R\text{-}OH$$

- مميزات تفاعل الإماهة نفسها مميزات تفاعل الأسترة و هي : محدود (غير تام) ، لا حراري ، عكوس ، بطيء .