

عروض نظري مختصر

12

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 للاحتراق بالأكسجين أو الهواء ، فتعطي غاز ثاني أكسيد الكربون و بخار الماء ، كما تعطي مواداً أخرى أحياناً مثل غاز الكلور ، غاز الآزوت
- كل المركبات العضوية تحتوي على عنصر الكربون ، كما يدخل في تركيبها أيضاً من العناصر ، حسب درجتها في تكوين هذه المشتقات ، و أهم هذه العناصر نذكر : الهيدروجين ، الأكسجين ، الآزوت

● أصناف المركبات العضوية:

- نظراً لكثرة عدد المركبات العضوية، و الذي يتزايد يوماً 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 :



■ المركبات العضوية الأكسجينية:

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



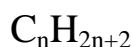
■ المركبات العضوية الآزوتية :

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



● الألكانات:

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



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	ميث	CH_4	الميثان
2	إيث	C_2H_6	الإيثان
3	برب	C_3H_8	البروبان
4	بوت	C_4H_{10}	البوتان
5	بنت	C_5H_{12}	البنتان
6	هكس	C_6H_{14}	الهكسان
7	هبت	C_7H_{16}	الهبتان
8	أوكت	C_8H_{18}	الأوكتان
9	نود	C_9H_{20}	النونان
10	ديك	$C_{10}H_{22}$	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 :



- 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	الإسم
الميثان	الميثيل
الإيثان	الإيثيل
البروبان	البروبيل
الصيغة	الصيغة
CH_4	CH_3-
C_2H_6	C_2H_5-
C_3H_8	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 ، ابتداء من ذرة الكربون الأقرب إلى أول تفرع .

- نكتب اسم الجذر الألكيلي (أو الجذور الألكيلية) المرتبط بالسلسلة 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 اسم 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.

● الألكانات (جمع ألكن) :

- الألكانات (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 :

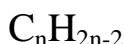


حيث: $n \geq 2$. مثل: C_4H_8 ، C_3H_6 ، C_2H_4

- تخضع تسمية الألكانات (جمع ألكن) إلى نفس القاعدة السابقة المتبعة في تسمية الألكانات (جمع ألكان) ، إلا أنه في تسمية الألكانات يكون :
- اختيار السلسلة الأطول و الحاوية على الرابطة الثنائية (السلسلة الكربون الرئيسية) .
- ترقيم السلسلة الكربونية يكون من ذرة الكربون الأقرب إلى الرابطة الثنائية ، و إذا كانت الرابطة الثنائية تقع في منتصف السلسلة الكربونية الرئيسية يكون الرقيم في هذه الحالة من ذرة الكربون الأقرب إلى أول تفرع .
- يضاف في نهاية اسم الألكان الرقم الأصغر من بين رقمي ذرتي الكربون التي تكون بينهما الرابطة الثنائية .

■ الألكينات (جمع ألكين) :

- 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 :



حيث: $n \geq 2$. مثل: C_4H_6 ، C_3H_4 ، C_2H_2

- تخضع تسمية الألكينات (جمع ألكين) إلى نفس القاعدة السابقة المتبعة في تسمية الألكانات (جمع ألكان) ، إلا أنه في تسمية الألكينات يكون :
- اختيار السلسلة الأطول و الحاوية على الرابطة الثلاثية (السلسلة الكربون الرئيسية) .
- ترقيم السلسلة الكربونية يكون من ذرة الكربون الأقرب إلى الرابطة الثلاثية ، و إذا كانت الرابطة الثلاثية تقع في منتصف السلسلة الكربونية الرئيسية يكون الرقيم في هذه الحالة من ذرة الكربون الأقرب إلى أول تفرع .
- يضاف في نهاية اسم الألكين الرقم الأصغر من بين رقمي ذرتي الكربون التي تكون بينهما الرابطة الثلاثية .

● الكحولات :

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



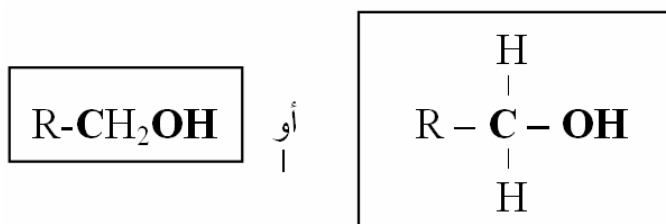
حيث : (R-) هو جذر ألكيلي صيغته العامة : $(C_nH_{2n+1}-)$.

- 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 .

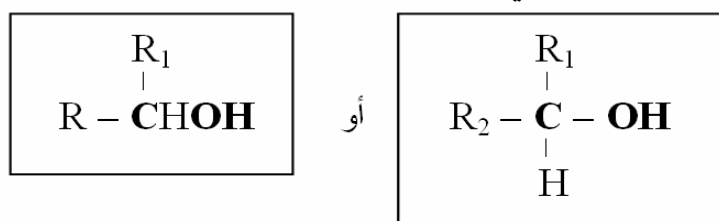
- تصنف الكحولات إلى ثلاث أصناف رئيسية حسب موقع المجموعة (-OH) في السلسلة الكربونية كما يلي :
الكحولات الأولية:

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



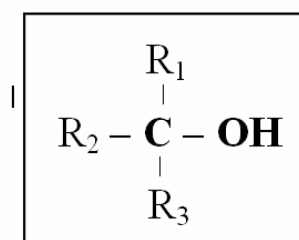
الكحولات الثانوية :

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



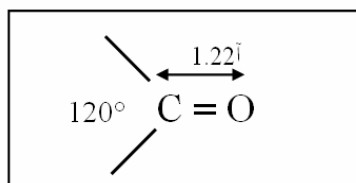
الكحولات الثلاثية :

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



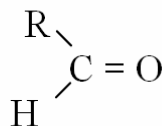
● الألبهيدات و الكيتونات :

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

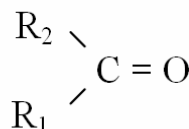


- يسمى الكربون الحاوى على المجموعة الوظيفية الكربونيلية بـ الكربون الوظيفى .

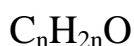
- إذا ارتبط الكربون الوظيفي بذرة هيدروجين و بذرة كربون يقال عن المركب الكربونيلي أنه **ألدهيد** ، و بالتالي تكون الصيغة العامة للألدهيدات كما يلي :



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



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



- يشتق اسم الألدهيد من اسم الألكان الذي له نفس الهيكل الكربوني ، بإضافة المقطع (ال) ، إلى نهاية هذا الاسم ، 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 اسم الكيتون من اسم الألكان الذي له نفس الهيكل الكربوني ، بإضافة المقطع (ون) ، إلى نهاية هذا الاسم ، مع إعطاء أصغر رقم ممكن للكربون الوظيفي عند ترقيم السلسلة الكربونية الأطول ، كما يضاف إلى نهاية الاسم رقم ذرة الكربون الوظيفي ، و يكون ترتيب الجذور حسب ترتيب الحروف الأبجدية اللاتينية .

• التمييز بين الألدهيد و الكيتون:

اعتمادا على الخواص الكيميائية للألدهيدات و الكيتونات ، يمكن المقارنة و التمييز بينهما كما يلي:

- إن الأكسدة المقتصدة تتم بسهولة مع الألدهيدات ، و تعطي حمضا كربوكسليا، 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 .

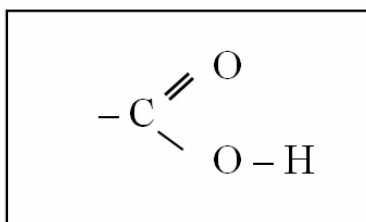
- يؤثر كاشف DNPH (ثنائي نثرو(2،4) فنيل الهيدرازين) في الألدهيدات و الكيتونات معا، فمع الأول يعطي راسبا أصفرا، و مع الثاني راسبا برتقاليا مصفرا، و يكاد الاختلاف في اللون بينهما لا يكون واضحا، كما أن DNPH يتفاعل بالضبط مع مجموعة الكربونيل التي يتميز بها كل من الألدهيد و الكيتون .

يمكن تلخيص هذه الخواص في جدول كما يلي :

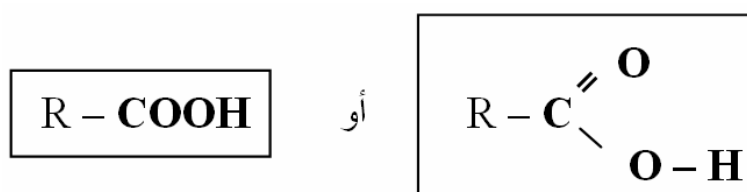
الكاشف	الألدهيد	الكيتون
نترات الفضة النشادرية (طولونس)	يتأثر	لا يتأثر
محلول فهلنج	يتأثر	لا يتأثر
كاشف شيف	يتأثر	لا يتأثر
كاشف DNPH	يتأثر	يتأثر

● الأحماض الكربوكسيلية :

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



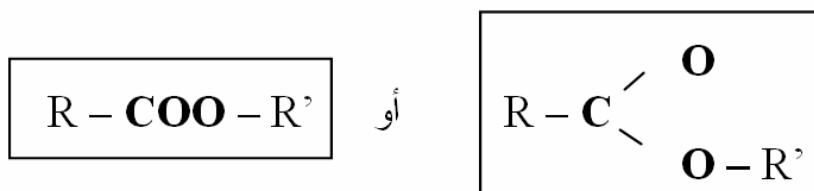
و هذه المجموعة تكون مرتبطة في جزيء الحمض الكربوكسيلي بجذر ألكيلي R- ، ومنه تكون الصيغة الجزيئية العامة للأحماض الكربوكسيلية من الشكل :



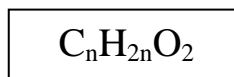
- تسمى ذرة الكربون الحاوية على المجموعة الوظيفية الحمضية الكربوكسيلية (COOH-) بـ الكربون الوظيفي .
- يشتق إسم الحمض الكربوكسيلي من إسم الألكان الموافق له ، بإضافة المقطع (ويك) ، إلى نهاية هذا الإسم ، مع اختيار أطول سلسلة كربونية تحتوي على مجموعة الكربوكسيل ، و إعطاء الرقم (1) للكربون الوظيفي .

● 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 المجملية التالية :



- يتكون إسم الأستر R'-COO-R من حدين :

الحد الأول :

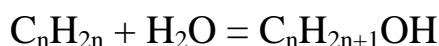
يشتق من إسم الألكان الموافق للمجموعة R-COO- ، بإضافة الأحرف (وات) . مع اختيار أطول سلسلة كربونية تحتوي على مجموعة الكربوكسيل ، و إعطاء الرقم (1) للكربون الوظيفي .

الحد الثاني :

نحصل عليه بكتابة إسم الجذر الألكيلي R' .

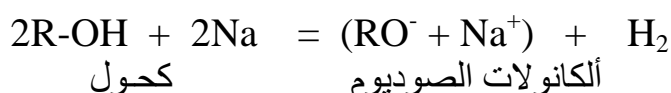
● تحضير كحول بإمالة الكن (ضم الماء للألكن):

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



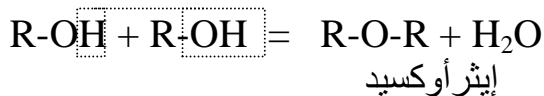
● تفاعل الكحول مع الصوديوم:

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 :



● 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 الألومين Al_2O_3 بدرجة حرارة معينة ، و يحدث كنتيجة لذلك نزع ماء من جزيئين كحوليين متماثلين ، حيث يتكون إيثر أكسيد وفق المعادلة الكيميائية التالية :

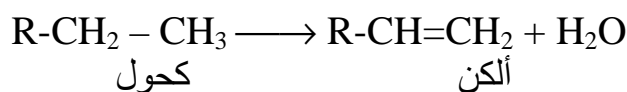


● مثال :

يمكن أن يحدث نزع الماء من جزيئين متماثلين للميثانول CH_3OH (كحول) فينتج ثنائي ميثيل إيثر أكسيد CH_3-O-CH_3 (إيثر أكسيد) وفق المعادلة الكيميائية التالية :



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



● أكسدة الكحولات :

- يتأكسد الكحول الأولي أكسدة مقتصدة بمحاليل المؤكسدات الأكسجينية ، فينتج مركب مرحلي هو الأدهيد ، الذي يتأكسد بدوره معطيا حمض كربو كسيل.

- يتأكسد الكحول الثانوي أكسدة مقتصدة بمحاليل المؤكسدات الأكسجينية كيتون .

- لا يتأكسد الكحول الثالثي أكسدة مقتصدة بمحاليل المؤكسدات الأكسجينية .

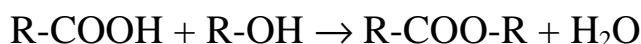
● ملاحظة :

- عند إضافة المحلول المؤكسد بزيادة إلى كحول أولي أثناء الأكسدة المقتصدة لهذا الكحول فإنه يتشكل حمض كربوكسيلي مرورا بتشكيل الأدهيد 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 H₂O وفق المعادلة :

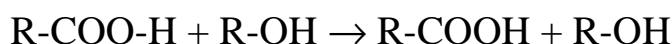


- يتميز تفاعل الأسترة بالخواص التالية :

- محدود (غير تام) .
- لاجراري .
- 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 H₂O (التفاعل المعاكس لتفاعل الأسترة) لينتج حمض كربوكسيلي R-COOH ، و كحول R'-OH وفق المعادلة التالية :



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