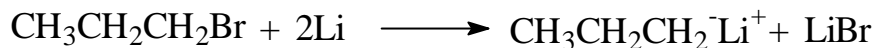


ب. تكوين مركبات الليثيوم

تتكون مركبات الليثيوم وفقاً للمعادلة التالية :

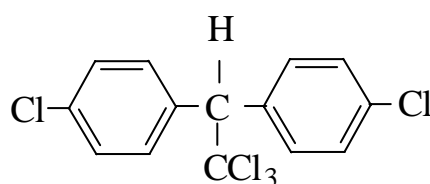


هذه المركبات لها أهمية كبيرة في التحضيرات العضوية كما ورد في تحضير سلاسل الألكانات .

٤ - ٦ أهمية الهاليدات العضوية :

تستعمل مركبات الهالوجين العضوية في كثير من مجالات الحياة العملية فهي تستخدم كمبيدات

للحشرات مثل D.D.T. .



وتستخدم كمواد عازلة: مثل $[\text{CF}_2-\text{CF}_2]_n$ Teflon - الذي يستعمل كطلاء في أواني الطبخ

المنزلية حيث لا يلتصق عليه الغذاء ومادة الساران $[\text{H}_2-\text{CCl}_2]_n$ - المستخدمة كأغطية للمقاعد ولفائف

الطعام . ومادة بي في سي PVC $[\text{CH}_2-\text{CHCl}_2]_n$ - المستخدمة في صنع الأنابيب والعوازل. ومادة

الهالوفورم HCX_3 haloform وكذلك الهالوايثان مثل CF_3CHClBr ومادة الفريون CCl_2F_2 و CCl_3F

المستخدمة كعامل تبريد في الثلاجات والمكيفات، كما تستعمل كغازات دفع في علب رش المبيدات

الحشرية ومصفقات الشعر ومعاجين الحلاقة. كما يدخل الهالوجين في تركيب الهرمونات والمركبات

الكيميائية المستخدمة كمضادات حيوية Antibiotics ومضادات للفطريات Antifungus

أساسيات الكيمياء العضوية

الكحولات والفينولات



دراسة الكحولات والفينولات والتعرف عليها من حيث التسمية والتحضير والتفاعلات الكيميائية والخواص الفيزيائية.

الأهداف:

عندما تكمل هذا الفصل يكون لديك القدرة على:

١. تسمية الكحولات والفينولات.
٢. تحديد ظروف التفاعل اللازمة لتحضير الكحولات والفينولات.
٣. تحديد نوع الكحول الفينول وذلك بفحص الخواص الكيميائية و الفيزيائية.

مستوى الأداء المطلوب:

أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة 80%.

الوقت المتوقع للتدريب:

ساعتان.

الوسائل المساعدة:

١. جهاز عرض رأسي Overhead Projector.
٢. نماذج فراغية لبعض الكحولات والفينولات.
٣. مختبر.

متطلبات الجدارة:

اجتياز الحقيبة الثالثة بكل جدارة.

الكحولات والفينولات مركبات عضوية تحتوي على مجموعة هيدروكسيل -OH يأخذ الكحول الصيغة العامة ROH، ويأخذ الفينول الصيغة ArOH، وهذا التركيب مشتق من الماء حيث استبدلت ذرة الهيدروجين إما بمجموعة R أو Ar، وتعبّر R عن مجموعة الكيلية وتعبّر Ar عن مجموعة أربيلية، أي أنه في حالة الكحولات تكون المجموعة الهيدروكسيلية متصلة بذرة كربون مشبعة SP^3 ، بينما تكون تلك المجموعة في الفينولات متصلة مباشرة بذرة كربون غير مشبعة SP^2 . لذلك فإن خواصها الفيزيائية والكيميائية مختلفة، ومن هذا نجد أن مجموعة الهيدروكسيل المرتبطة بحلقة أروماتية لا تدخل مركباتها ضمن مركبات الكحولات. هذا وقد تحتوي المجموعة الألكيلية في الكحولات على رابطة مضاعفة أو ذرة هالوجين أو حلقة أروماتية أو مجموعات أخرى. ومن الكحولات ما يتكون من مجموعتي هيدروكسيل أو أكثر تقع على ذرات كربون مختلفة.

5- 2 تصنيف الكحولات:

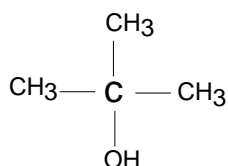
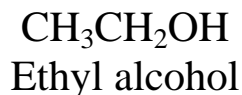
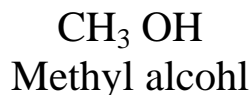
تصنف الكحولات عادة إلى ثلاثة أصناف حسب عدد ذرات الكربون أو عدد المجموعات الألكيلية المرتبطة مباشرة بذرة الكربون الحاملة لمجموعة الهيدروكسيل، كما يتضح من التراكيب التالية:

كحول أولي	كحول ثانوي	كحول ثالثي
Primary 1°	Secondary 2°	Tertiary 3°
$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{R} - \text{C} - \text{OH} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{R} - \text{C} - \text{OH} \\ \\ \text{R} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{R} \\ \\ \text{R} - \text{C} - \text{OH} \\ \\ \text{R} \end{array}$
ذرة الكربون التي تحمل مجموعة -OH تحتوي على ذرتي هيدروجين ومجموعة الكيل R.	ذرة الكربون التي تحمل مجموعة -OH تحتوي على ذرة هيدروجين ومجموعتي الكيل.	ذرة الكربون التي تحمل مجموعة -OH لا تحتوي على ذرات هيدروجين ولكن تحتوي على ثلاث مجموعات الكيل.

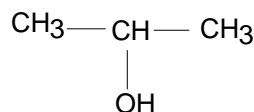
هناك طريقتان للتسمية وهما ، طريقة التسمية الشائعة وطريقة التسمية النظامية IUPAC. والطريقة الأولى يمكن الأخذ بها في حالة المركبات البسيطة.

١. التسمية بالطريقة الشائعة:

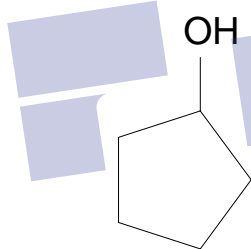
ويتم في هذه التسمية ذكر اسم المجموعة الهيدروكربونية تتبعها كلمة كحول:



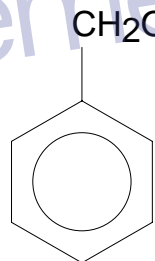
Isopropyl alcohol



Tert-Butyl alcohol



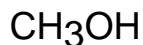
Cyclopentyl alcohol



Benzyl alcohol

٢. التسمية النظامية: (حسب قواعد أيوباك):

١. يتم اختيار أطول سلسلة كربونية مستمرة تحتوي على مجموعة الهيدروكسيل -OH كمركب الكاني أساسي وتحذف من اسم هذا الألكان النهائي (e) وتستبدل بالمقطع



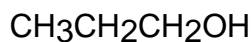
Methanol



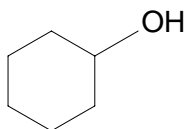
Ethanol

-ol . مثال :

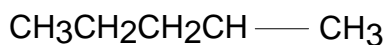
٢. ترقيم السلسلة بحيث تعطى ذرة الكربون الحاملة لمجموعة الهيدروكسيل -OH أصغر رقم ممكن بغض النظر عن المجموعات البديلة الأخرى، وفي حالة المركبات الحلقية فإن ذرة الكربون الحاملة لمجموعة الهيدروكسيل تعطى الرقم (١) بصفة دائمة كما يتضح من الأمثلة التالية:



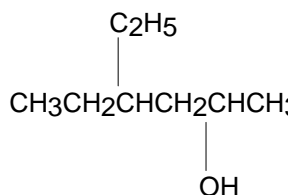
1-Propanol



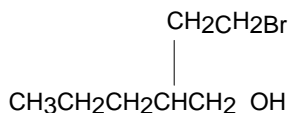
Cyclohexanol



2-Pentanol

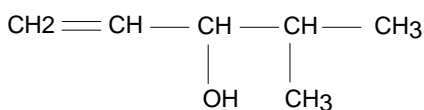


4-Ethyl-2-hexanol

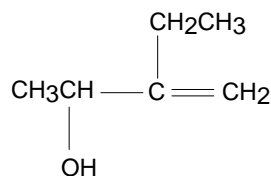


2-(2-Bromoethyl)-1-Pentanol

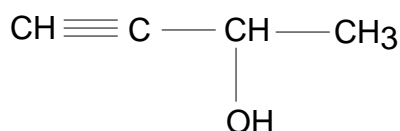
٣. إذا وجد في بناء المركب الكحولي روابط ثنائية أو ثلاثية فيجب اختيار السلسلة التي تحتوي على مجموعة الهيدروكسيل وتلك الروابط حتى ولو لم تكن المجموعات واقعة على أطول سلسلة. هذا وترقم السلسلة من الطرف الأقرب لمجموعة الهيدروكسيل حيث لها الأفضلية على الرابطة الثنائية والرابطة الثلاثية.



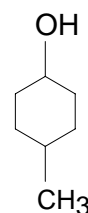
4-Methyl-1-Penten-3-ol



3-Ethyl-3-buten-2-ol

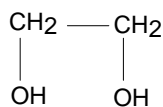


3-Butyn-2-ol



4-Methyl-2-cyclohexenol

٤. إذا تعددت مجموعات الهيدروكسيل عندها توضع المقاطع tetra , tri , di قبل المقطع -ol للإشارة إلى عدد تلك المجموعات. وبعضها له أسماء شائعة.

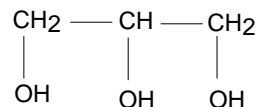


تسمية نظامية

1,2-Ethandiol

تسمية شائعة

Ethylene glycol

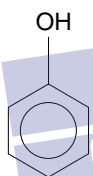


1,2,3-Propantriol

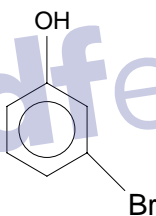
Glycerol or Glycerene

تسمية الفينولات:

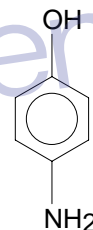
تتم تسمية مشتقات الفينول بانتماؤها لأبسط مركبات تلك العائلة وهو الفينول وتسمى أيضاً بأسماء مختلفة، فمثلاً تعتبر مجموعة -OH في بعض الحالات مجموعة بديلة يطلق عليها هيدروكسي، كما في مركب البنزالدهيد وحمض البنزويك، وقد تأخذ أسماء شائعة أخرى كالكريزول كما يتبين من الأمثلة التالية:



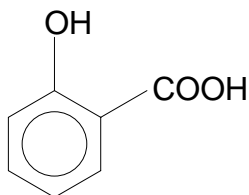
Phenol



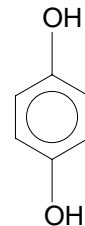
m-Bromophenol



p-Aminophenol



o-Hydroxybenzoic acid (Salicylic acid)

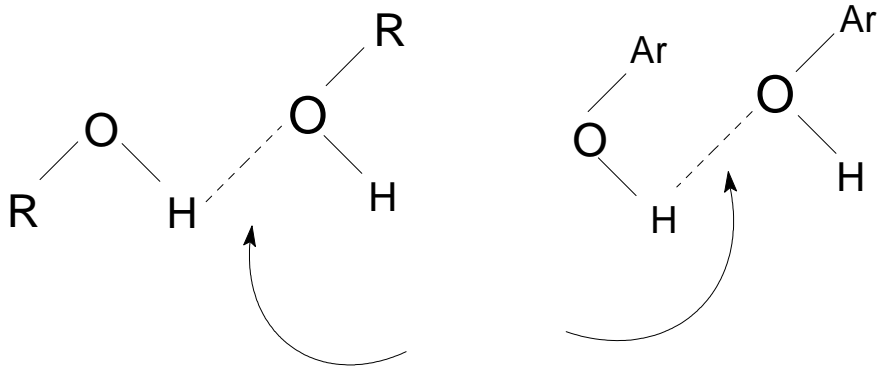


Hydroquinone

٥- ٤ الخواص الفيزيائية للكحولات والفينولات:

Remove Watermark Now

ترتبط جزئيات الكحول أو الفينول بعضها ببعض بروابط هيدروجينية، وتتسأ تلك الرابطة عند وجود ذرة هيدروجين مرتبطة برابطة تساهمية مع ذرة عالية السالبة الكهربائية مثل الفلور والأكسجين والنيروجين. لذلك تتميز الكحولات والفينولات بارتفاع درجة غليانها مقارنة بالمواد الأخرى التي تقابلها في الوزن الجزيئي (لها وزن جزيئي مقارب) ، والتي تحتوي على روابط هيدروجينية.

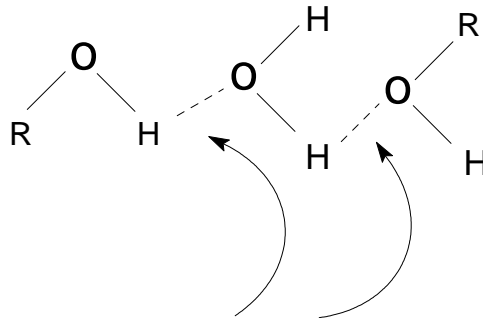


روابط هيدروجينية

وفيما يلي مقارنة بين درجات الغليان لمركبين متقاربين في الوزن الجزيئي ولكن يختلفان في التركيب أحدهما الإيثانول والآخر البروبان.

Ethanol	Propane	الوزن الجزيئي
٤٦ جم/مول	٧٨ م	درجة الغليان
٤٤ جم/مول	٤٢ م	

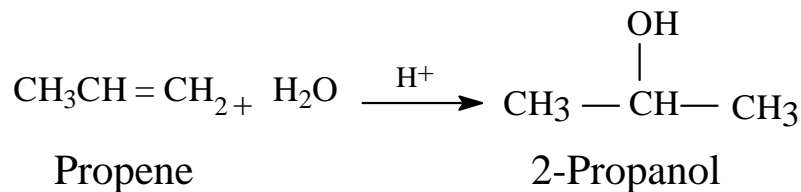
وتستطيع الكحولات والفينولات عمل روابط هيدروجينية مع الماء، مما يفسر ذائبيتها العالية فيه ، فالكحولات الصغيرة مثل الكحول الإيثيلي تمتزج مع الماء بشكل تام وبأية نسبة ، وتقل الذائبية كلما زاد الوزن الجزيئي ، أي كلما زاد عدد ذرات الكربون في المركب ، مع بقاء عدد مجموعات الهيدروكسيل ثابتاً .



روابط هيدروجينية

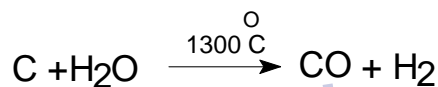
أ. تحضير الكحولات:

تحضير الكحولات في المختبر بشكل عام بإضافة الماء المحمض إلى الألكينات، وتتبع الإضافة قاعدة ماركونيكوف.

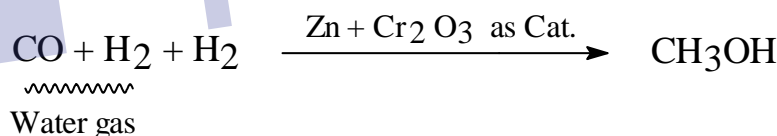


أما في الصناعة فسنذكر تحضير الميثانول Methanol والإيثانول Ethanol، ففي حالة الميثانول هناك طريقتان:

أ. من الفحم: يمرر البخار على الفحم الساخن ليتكون غاز الماء water gas (خليط من أول أكسيد الكربون والهيدروجين).

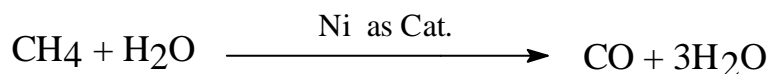


ثم يخلط Water gas مع نصف حجمه هيدروجين ثم يمرر على خليط من أكاسيد الزنك والكروم الثلاثي عند درجة حرارة 300°C تحت ضغط جوي 300 atm.

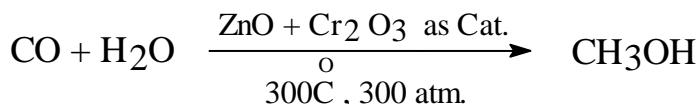


ب. من الغاز الطبيعي Natural gas:

في هذه الطريقة يمرر الميثان الناتج من الغاز الطبيعي مع البخار على النيكل عند درجة حرارة 900°C تقريباً وتحت ضغط.



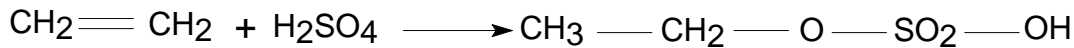
خليط الغازات الناتج يسمى Synthesis ويتم تحويله إلى الميثانول حسب الطريقة السابقة.



أما تحضير الإيثانول في الصناعة فهناك طريقتان:

أ. يمرر الإيثيلين تحت ضغط على حمض كبريتيك مركز عند درجة

حرارة 80°C لتكوين Ethyl hydrogen sulphate :



ثم يخفف الخليط بالماء ويقطر ليعطي محلول مائي للإيثانول .



ب. أما الطريقة الأحدث فهي إماهة الإيثيلين بواسطة إمرار خليط

الإيثيلين والبخار فوق حامض صلب كعامل مساعد (مثل Phosphoric

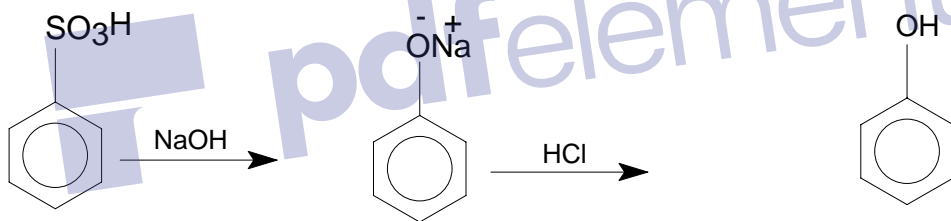
acid on silca حمض الفسفوريك على السليكا) عند درجة حرارة 300°C

وضغط 70 atm تقريباً .

ج. تحضير الفينولات:

يتم الحصول على الفينولات في المختبر عن طريق صهر هيدروكسيد الصوديوم مع حمض

بنزين السلفونيك ومعالجة الفينوكسيد الناتج بحمض الهيدروكلوريك.



Benzene sulfonic acid

Sodium phenoxide

Phenol

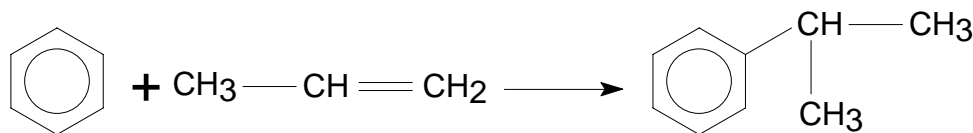
أما تحضير الفينول في الصناعة فهناك طريقتان:

(1) من الكيومين Cumene ، يتم أولاً الكلة البنزين بواسطة البروبين Propene ، إما

في الحالة السائلة باستخدام كلوريد الألومنيوم AlCl_3 كعامل مساعد أو في

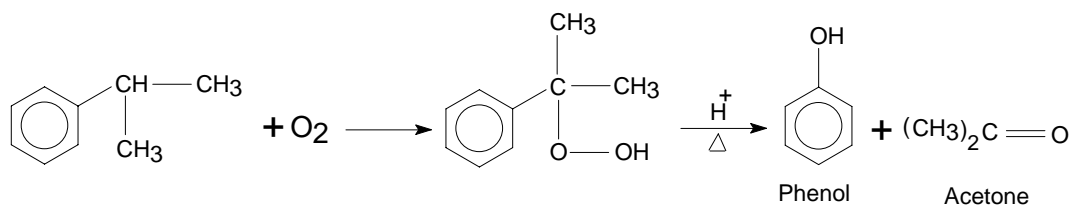
الحالة الغازية.

باستخدام حمض الفسفوريك مع مادة صلبة خاملة كعامل مساعد.



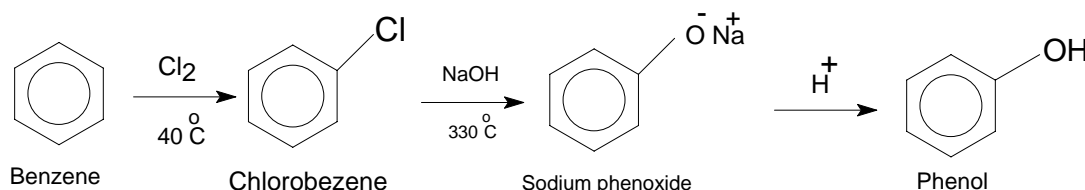
Cumene

ثم يمرر الهواء على الكيومين لينتج الهيدروبيروكسيد Hydroperoxide والذي يتحلل بواسطة حمض الكبريتيك المخفف والحرارة المنخفضة.



ولهذه الطريقة أهمية كبيرة لأن الأستيون يتم الحصول عليه مع الفينول .

٢) تحضير الفينول من الكلوروبنزين:

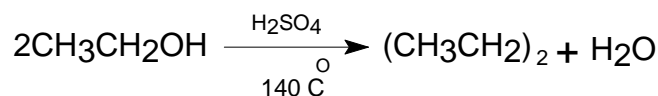


٥ - ٦ تفاعلات الكحولات والفينولات:

من أهم تفاعلات الكحولات والفينولات ما يلي:

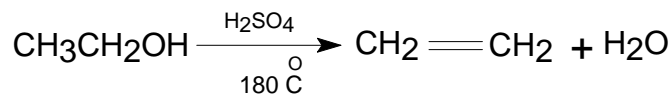
١- انتزاع الماء من الكحول لإعطاء الإلكين والإيثر:

فإذا سخن الكحول مع حمض الكبريتيك لدرجة حرارة متوسطة، فإن ذلك يؤدي إلى الحصول على الإيثر، بينما يعطي الكين إذا سخن الكحول لدرجة حرارة عالية.



Ethanol

Diethyl ether



Ethylene

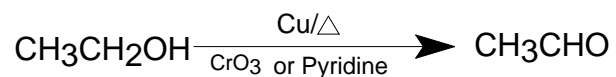
أما الكحولات الثانوية والثالثية فتعطي الكينات عند تسخينها مع الحمض.

التأكسد Oxidation:

تتأكسد الكحولات الأولية (1°) إلى الألهيدات باستعمال عوامل مؤكسدة معتدلة، أو إلى

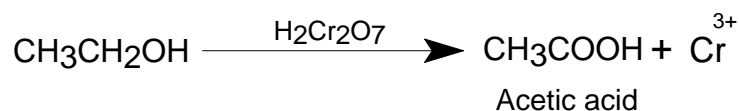
الحمض الكربوكسيلي بالعوامل المؤكسدة القوية. أما الكحولات الثانوية فتتأكسد إلى

الكيتونات، بينما يصعب أكسدة الكحولات الثالثية:

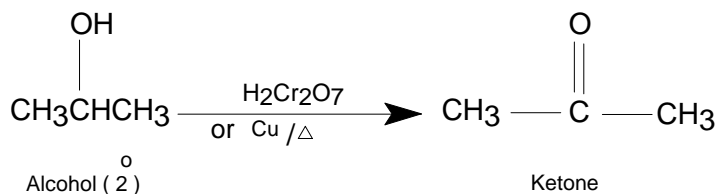


Ethanol (1)

Acetaldehyde

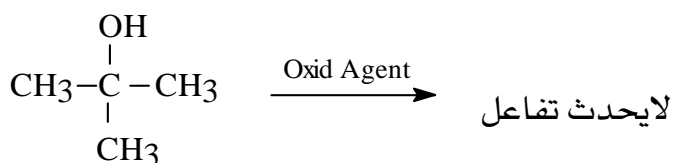


Acetic acid



Alcohol (2)

Ketone

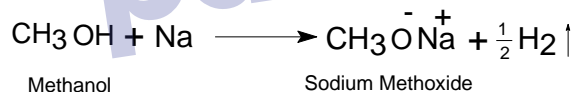


٢- التفاعل مع الصوديوم:

تتفاعل الكحولات والفينولات مع العناصر الفعالة كيميائياً كالصوديوم لإعطاء مركبات تشبه

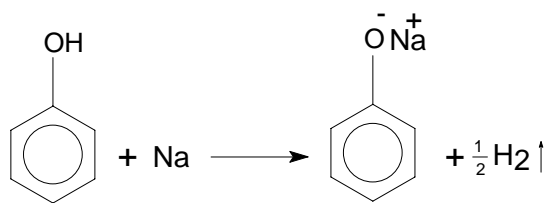
هيدروكسيد الصوديوم تسمى ألكوكسيدات أو فينوكسيدات الصوديوم، ويتصاعد غاز

الهيدروجين.



Methanol

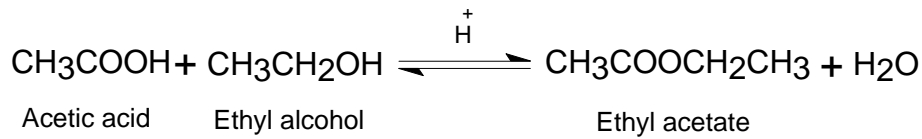
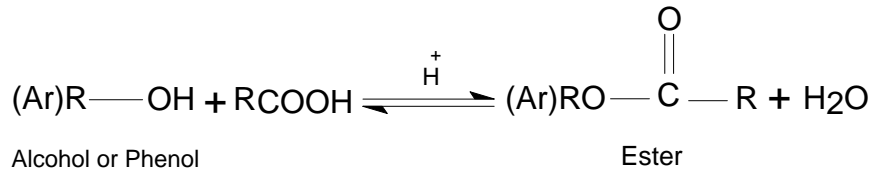
Sodium Methoxide



Phenol

٣- تكوين الإسترات:

تتفاعل الكحولات والفينولات مع الحموض الكربوكسيلية لإعطاء الإسترات. ويتم التفاعل بوجود حمض H^+ عاملاً حفازاً.



 pdfelement

أساسيات الكيمياء العضوية

الإيثرات



دراسة الإيثرات والتعرف عليها من حيث التسمية والتحضير والتفاعلات الكيميائية والخواص الفيزيائية.

الأهداف:

عندما تكمل هذا الفصل يكون لديك القدرة على:

١. تسمية الإيثرات.
٢. تحديد ظروف التفاعل اللازمة لتحضير الإيثرات.

مستوى الأداء المطلوب:

أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة 80٪.

الوقت المتوقع للتدريب:

ساعتان.

الوسائل المساعدة:

١. جهاز عرض رأسي Overhead Projector.
٢. مختبر.

متطلبات الجدارة:

اجتياز الحقيبة الثالثة بكل جدارة.

تأخذ الإيثرات الصيغة العامة $R-O-R'$ حيث تعبر R و R' عن مجموعتي ألكيل أو مجموعة أريل أو عن مجموعة ألكيلية ومجموعة أريلية. وتنقسم إلى قسمين:
إيثرات متماثلة عندما تكون المجموعة R مماثلة للمجموعة R' ، والقسم الآخر إيثرات غير متماثلة وهذه تنشأ عندما تكون المجموعتان مختلفتين.

٦ - ٢ تسمية الإيثرات:

في تسمية الإيثرات حسب الطريقة الشائعة يتم ذكر المجموعات حسب ترتيبها الأبجدي ثم تضاف كلمة إيثر Ether، أما إذا كان الإيثر متماثلاً أي المجموعتان متشابهتان فإنه يكفي تسمية مجموعة واحدة.



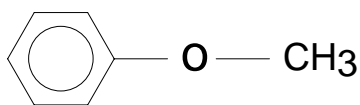
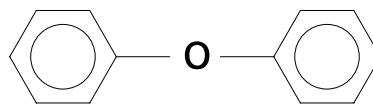
Ethyl methyl ether



Ethyl ether

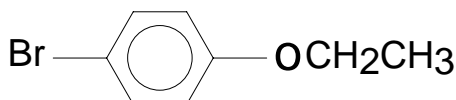


Methyl ether

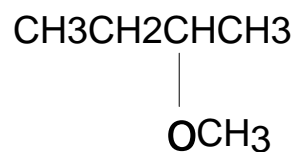
Methyl phenyl ether
(Anizole)

Phenyl ether

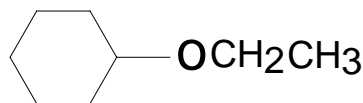
أما الإيثرات الأكثر تعقيداً فتسمى حسب نظام أيوباك IUPAC للتسمية، وذلك باعتبار $O-R$ مجموعة بديلة تعطى إما لفظ الكوكسي (Alkoxy) عندما تكون R مجموعة ألكيلية، أو لفظ أرايل وكسي (Aryloxy) عندما تكون R مجموعة أريلية كما يتضح من الأمثلة التالية:



p-Bromophenoxy ethane

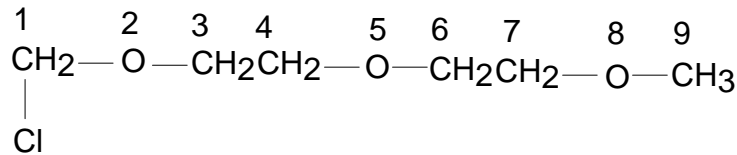


2-Methoxy butane



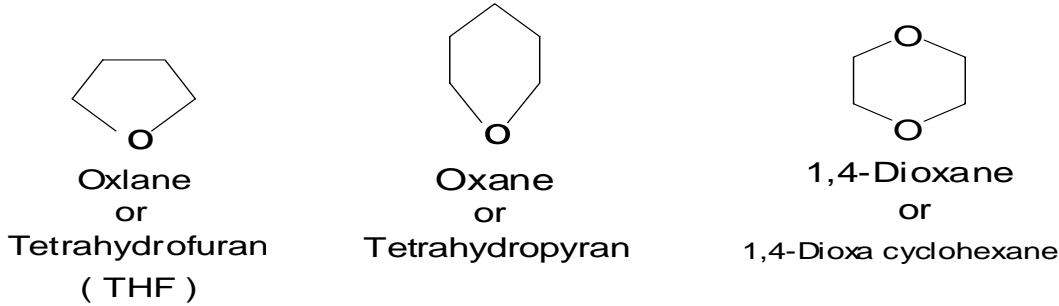
Ethoxy cyclohexane

هذا ويستخدم لفظ oxa لأوكسيجين الرابطة الإيثرية في نظام أيوباك للتغلب على بعض مشكلات التسمية. وترقم السلسلة الأطول بما فيها ذرات الأوكسجين كما يتضح مما يلي:



1-Chloro-2,5,8 -trioxanonane

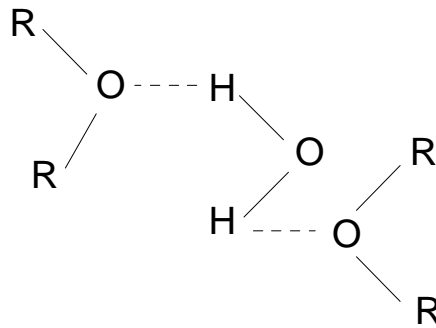
وهناك تسميات نظامية خاصة بالإثيرات الحلقية من أمثلتها ما يلي:



الخواص الفيزيائية للإثيرات :

تمتاز الإثيرات بالقطبية ، وبالرغم من ذلك فإن درجات غليان الإثيرات أدنى بكثير من درجات غليان الكحولات ، التي تقاربها في الوزن الجزيئي ، وذلك لعدم وجود الروابط الهيدروجينية في الإثيرات. بينما تتقارب درجات غليان بعض الإثيرات ودرجات غليان المركبات الألكانية التي تقاربها في الوزن الجزيئي.

والإثيرات شحيحة الذوبان في الماء ، لكنها تذوب في الكحولات ، وفي كل المذيبات غير القطبية. وإذا قدر لبعض الإثيرات الذوبان ، أن تذوب بعض الشيء في الماء ، فلأن هيدروجين الماء يرتبط بالزوج الإلكتروني الحر الذي على أكسجين الإيثر وذلك برابطة هيدروجينية جسرية على النحو التالي:



وفيما يلي جدول يوضح مقارنة بين الكحولات والإيثرات والألكانات من حيث درجة الغليان والذوبانية:

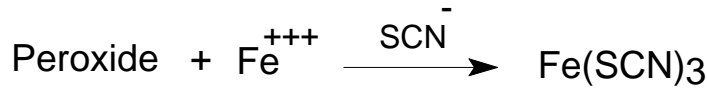
الذوبانية	درجة الغليان	الوزن الجزيئي	الاسم	التركيب
يذوب	78°م	46	Ethanol	CH ₃ CH ₂ OH
يذوب جزئياً	- 24°م	46	Methylether	CH ₃ OCH ₃
لا يذوب	- 42°م	44	Propane	CH ₃ CH ₂ CH ₃

٦ - ٣ استعمالات الإيثرات وأخطارها:

تستعمل الإيثرات لأغراض عديدة فهي إما أن تستخدم كمذيبات (خاصة في استخلاص المركبات العضوية من المحاليل المائية) أو كمخدر أو كمواد مبردة أو ملطفة لحرارة الجسم، وكذلك تستخدم كمادة تضيف إلى غيرها نكهة معينة.

ومع أن الإيثرات مركبات ثابتة كيميائياً إلا أنه يجب الحذر عند تداولها لأن تعرضها للهواء لمدة طويلة (خاصة الإيثرات الأليفاتية) يتسبب في تفاعلها ببطء مكونة مادة فوق الأكسيد (Peroxide) التي تتفجر بسهولة.

ويمكن الكشف عن وجود فوق الأكسيد بإضافة كمية قليلة من كبريتات الحديد الثنائي FeSO₄ إلى الإيثر الذي يعتقد احتوائه على فوق الأكسيد، حيث يعطي أيون الحديد الثلاثي Fe⁺⁺⁺، ومن خصائص هذا الأيون أنه يكون معقداً ذو لون أحمر عند إضافة أيون الثيوسيانات إليه كما يلي:



معقد ذو لون أحمر

هذا ويتم تجفيف الإيثر من آثار الماء والكحول وفوق الأكسيد بطرق مختلفة منها:

١. تقطيره بوجود الصوديوم والبنزوفينون (إذ أن مجرد تقطير الإيثر بدون تجفيف

إلى نهايته يؤدي إلى الانفجار بسبب وجود فوق الأكسيد).

٢. استخدام فلز الصوديوم كمجفف فقط.

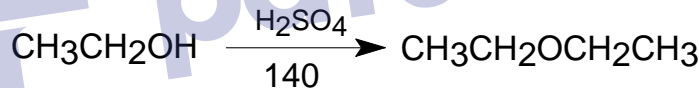
٣. استخدام حمض الكبريت المركز في درجة حرارة منخفضة نسبياً.

٦- ٤ طرق تحضير الإيثرات:

أولاً: طرق تحضير الإيثرات في المختبر:

١. انتزاع الماء من الكحولات: تتم هذه الطريقة عند معاملة الكحولات بحمض الكبريتيك

المركز عند درجات حرارة عالية نسبياً. هذه الطريقة جيدة وتستخدم لتحضير الإيثرات المتماثلة غير المتفرعة.

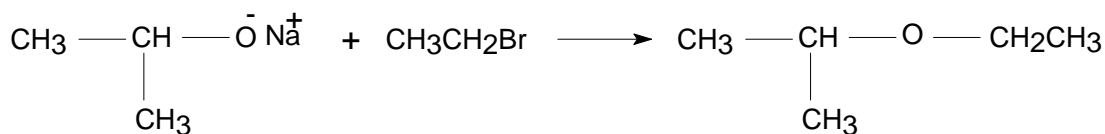


٢. تحضير وليمسون:

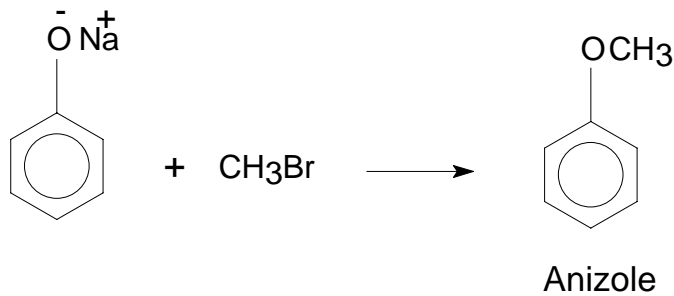
يتم وفقاً لهذه الطريقة تحضير الإيثرات المتماثلة وغير المتماثلة وذلك من معاملة الملح

الصوديومي للكحولات (أيون الكوكسيد alkoxide ion)، أو الملح الصوديومي للفينولات (

أيون الفينوكسيد phenoxide ion) بهاليد الألكيل عن طريق استبدال نيكلوفيلي.



Ethyl isopropyl ether



ثانياً : طرق تحضير الإيثرات في الصناعة :

١ . انتزاع الماء من الكحولات:

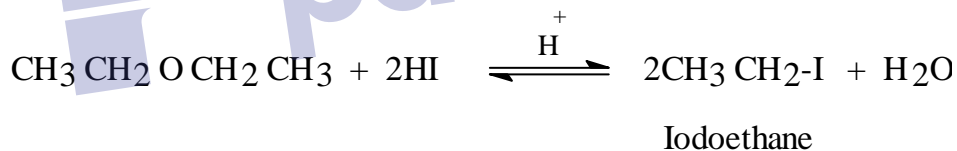
سبق دراستها عند الحديث عن طريق التحضير في المختبر .

٢ . طريقة تحضير Diethyl ether في الصناعة:

يتم الحصول عليه في الصناعة كناتج ثانوي عند تحضير الإيثانول من الإيثلين وحمض الكبريتيك المركز.

٦ - ٥ تفاعلات الإيثرات:

الإيثرات تتميز بجمولها الكيميائي، فهي لا تتأثر بالعوامل المؤكسدة القوية ولا بالقواعد القوية، إلا أنها تتشطر عند تسخينها مع الحموض القوية وخاصة هاليدات الهيدروجين.



أساسيات الكيمياء العضوية

الألدهيدات و الكيتونات



دراسة الأدهيدات والكيونات والتميز بينها من حيث التسمية والتحضير والتفاعلات الكيميائية والخواص الفيزيائية.

الأهداف:

عندما تكمل هذا الفصل يكون لديك القدرة على:

١. تسمية الأدهيدات والكيونات.
٢. التميز بين الأدهيدات والكيونات.
٣. تحديد ظروف التفاعل اللازمة لتحضير الأدهيدات والكيونات.

مستوى الأداء المطلوب:

أن يصل المدرب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة 80%.

الوقت المتوقع للتدريب:

ثلاث ساعات.

الوسائل المساعدة:

١. جهاز عرض رأسي. Overhead Projector.
٢. بعض الكواشف الكيميائية اللازمة للتميز بين الأدهيدات والكيونات.

متطلبات الجدارة:

اجتياز الحقيبة الثالثة بكل جدارة.

تحتوي الألدهيدات والكي-tonات على مجموعة الكربونيل $C=O$ كمجموعة وظيفية. والصيغة

العامة للألدهيدات هي: $R(Ar)-\overset{O}{\parallel}C-H$ حيث R مجموعة ألكيل أو ذرة هيدروجين، و (Ar) مجموعة

أروماتية. بينما تأخذ الكي-tonات الصيغة العامة: $R-\overset{O}{\parallel}C-R^1$ حيث R, R^1 مجموعتا ألكيل أو أريل.

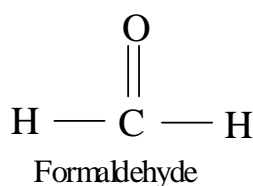
٧- ٢ تسمية الألدهيدات والكي-tonات:

تتم تسمية الألدهيدات والكي-tonات بطريقتين، هما الطريقة الشائعة والطريقة النظامية IUPAC.

الطريقة الشائعة:

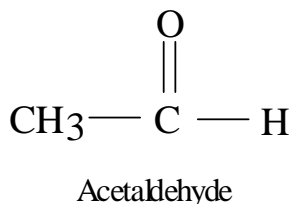
أولاً- الألدهيدات:

يشترك اسم الألدهيد الأليفاتي من اسم الحمض المطابق له حيث تستبدل الكلمتين -ic acid (الموجودة بآخر اسم الحمض) بلفظ ألدهيد aldehyde كما يتضح من تسمية بعض الألدهيدات البسيطة.



الحمض المطابق

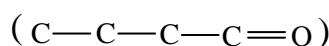
Formic acid



الحمض المطابق

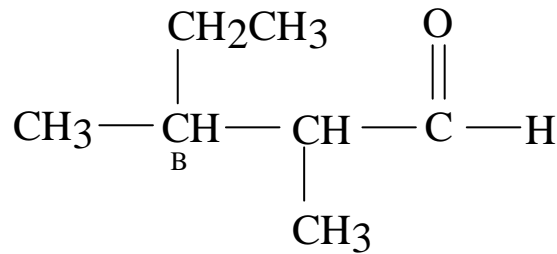
Acetic acid

هذا وتسمى الألدهيدات ذات السلاسل المتفرعة باستخدام الحروف اللاتينية للإشارة إلى ذرات الكربون



فعند تسمية المركب فإن الحرف اللاتيني الدال على موضع المجموعة البديلة يسبق هذه المجموعة

كما يتضح من المثال التالي:

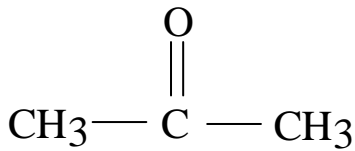


α, β -Dimethyl Valeraldehyde

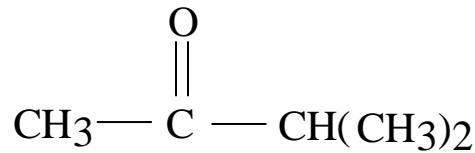
ثانياً- الكيتونات:

أما الشائع في الكيتونات فنذكر أولاً أسماء المجاميع المرتبطة بمجموعة الكربونيل (ترتب حسب

الحروف الأبجدية) ثم يختتم الاسم بكلمة ketone:

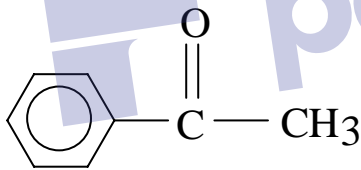


Dimethyl ketone
(acetone)

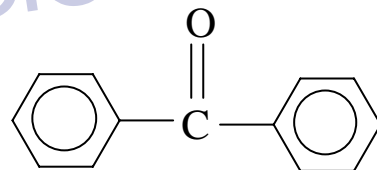


Methyl isopropyl ketone

هذا ويظهر لفظ phenone في آخر أسماء بعض الكيتونات التي تحوي على مجموعة الفينيل Phenyl ويتم ذلك بإسقاط -ic acid (أو -oic acid) من اسم الحمض المطابق كما يتضح من الأمثلة التالية:



Acetophenone

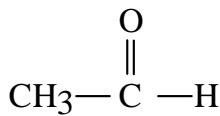


Benzophenone

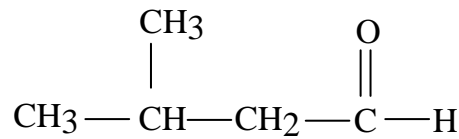
التسمية النظامية:

أولاً- الألدهيدات:

يتم استبدال الحرف -e في اسم الألكان المقابل بالمقطع -al للدلالة على المجموعة الألدهيدية، وترقم السلسلة الكربونية ابتداءً من المجموعة الألدهيدية وتذكر المجاميع البديلة أولاً.. ومرتبطة أبجدياً - بحيث يسبقها أرقام الذرات المرتبطة بها . ويمكن فهم الأسس التي تسمى تبعاً لها هذه المركبات من الأمثلة التالية:

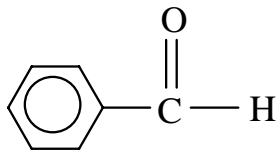


Ethanal

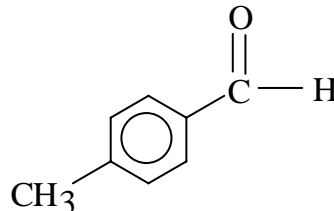


3-Methyl butanal

عندما تكون مجموعة الكربونيل متصلة بحلقة أروماتية فإننا نسمي المركب مستخدمين اسمي بنزالدهيد وتولو ألدheid وغيرها كأساس للاسم.



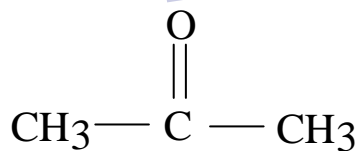
Benzaldehyde



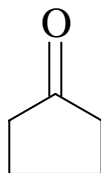
p-tolualdehyde

ثانياً - الكيتونات:

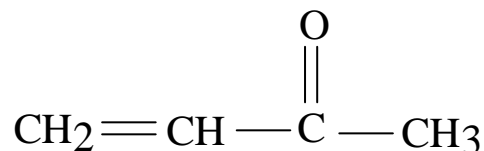
لا تختلف تسمية الكيتونات عن التسمية المتبعة في الألدheids حيث تختار أطول سلسلة كربونية تحوي مجموعة الكربونيل، ويستخدم المقطع -one (بدلاً من -al) محل الحرف -e في اسم المركب الألكاني. هذا ويراعى أن ترقيم السلسلة الكربونية سيبدأ من الطرف القريب لمجموعة الكربونيل ومن ثم تتبع نفس التسمية المتبعة في تسمية IUPAC حيث تذكر أسماء المجاميع البديلة ويشار إلى مواضعها على السلسلة الكربونية.



Propanone



Cyclopentanone



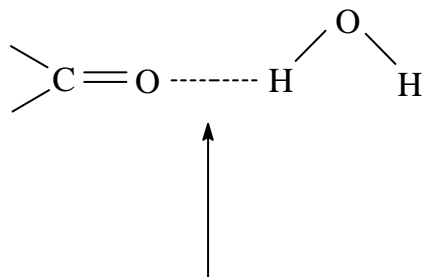
3-buten-2-one

٧-٣ الخواص الفيزيائية للألدheids والكيتونات:

الألدheids والكيتونات مركبات قطبية بسبب وجود مجموعة الكربونيل ذات الصفة القطبية

لذلك فدرجات غليان الألدheids و الكيتونات أعلى من درجات غليان الهيدروكربونات المماثلة لها في الوزن الجزيئي، إلا أن درجات غليان الألدheids و الكيتونات أقل من درجات غليان الكحولات المماثلة لها في الوزن الجزيئي، بسبب عدم قدرة الألدheids و الكيتونات على عمل روابط هيدروجينية

فيما بينها. وتذوب الأدهيدات والكيونات الصغيرة الحجم في الماء بسبب قدرتها على عمل روابط هيدروجينية مع الماء.



روابط هيدروجينية

الاستعمالات المهمة لبعض الأدهيدات والكيونات:

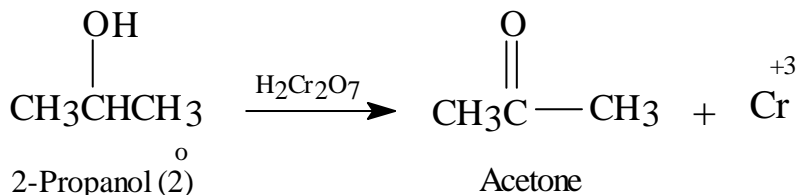
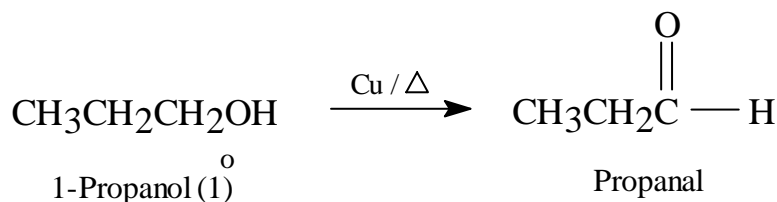
من الأدهيدات المهمة الفورمالدهيد، الذي يحضر على شكل محلول مائي يسمى Formalin (37% فورمالدهيد)، وهو الذي في المستشفيات يستعمل كمادة معقمة ومطهرة وحافضة. أما الأستيالدهيد فيستعمل في تحضير حمض الأستيك ومواد أخرى. ومن الكيونات المهمة والواسعة الانتشار، الأسيون، وهو سائل يغلي عند 56م، ويزوب في الماء بجميع النسب، كما يستعمل مذياباً قظياً جيداً لكثير من المركبات العضوية.

٧- طرق تحضير الأدهيدات والكيونات:

أولاً - طرق تحضير الأدهيدات والكيونات في المختبر:

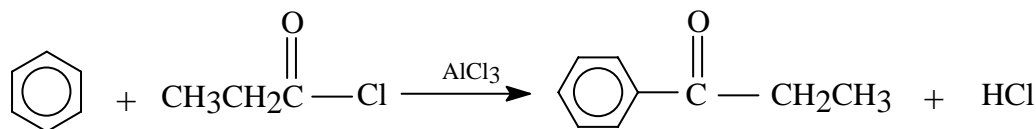
أ. من أكسدة الكحولات:

تحضير الأدهيدات بأكسدة الكحولات الأولية بعوامل مؤكسدة معتدلة، كما مر معنا في الكحولات. بينما تحضر الكيونات بأكسدة الكحولات الثانوية



ب. أسيلة فريدل كرافت لتكوين الكيتونات:

تتكون الكيتونات الأروماتية من تفاعل كلوريدات أوبلامئات الحموض العضوية مع المركبات الأروماتية (التي لاتحتوي على مجموعات ساحبة للإلكترونات) وتتم عملية استبدال إلكتروفيلى على الحلقة الأروماتية بوجود حمض لويس كعامل مساعد وفقاً للمعادلة التالية:



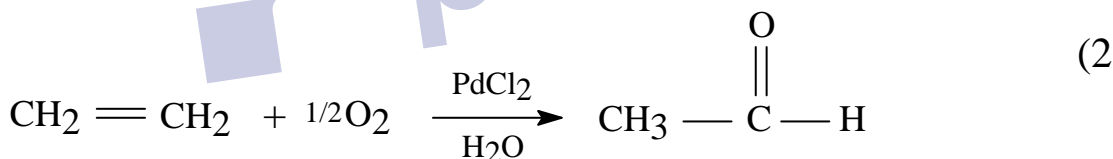
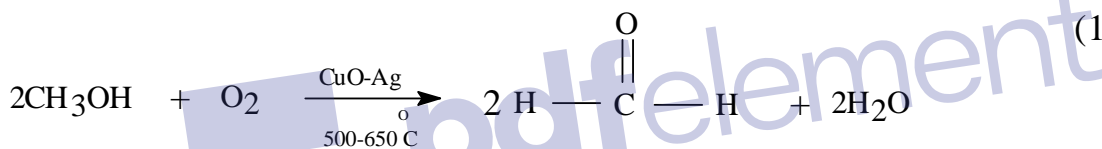
Ethyl phenyl ketone

وهذه الطريقة تعتبر أفضل الطرق المستخدمة في تحضير الكيتونات الأروماتية في المختبر.

ثانياً- طرق تحضير الألدهيدات والكيتونات في الصناعة:

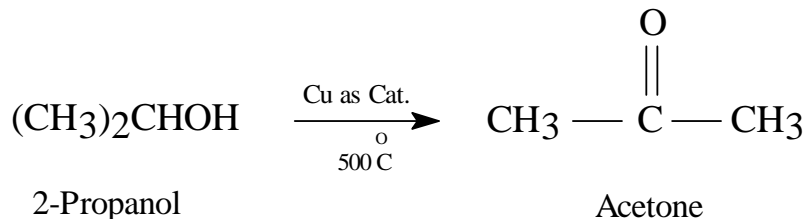
١. تحضير الألدهيدات في الصناعة:

يستخدم الميثانول أو الإيثيلين كمواد أولية لإنتاج كل من الفورمالدهيد والأسيتالدهيد كما يتضح من المعادلات التالية:



٢. تحضير الكيتونات في الصناعة:

بواسطة إمرار بخار 2-propanol على النحاس عند درجة حرارة 500 C⁰ يتم تحضير الأسيتون.

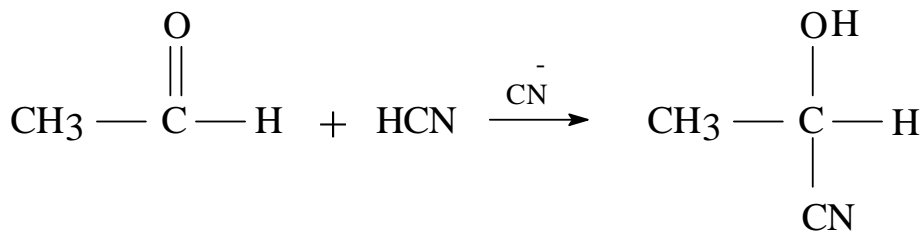


٧- ٥ تفاعلات الألدهيدات والكيتونات:

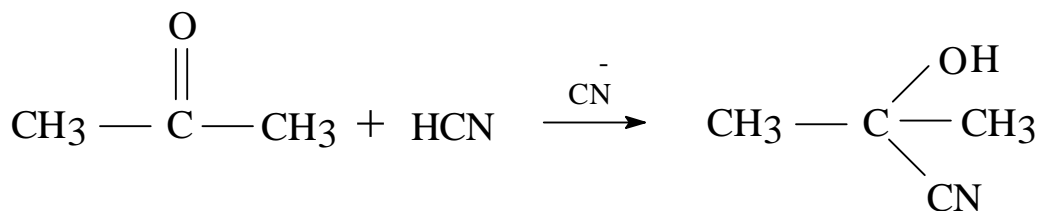
تتم معظم تفاعلات الألدهيدات والكيتونات على مجموعة الكربونيل، إذ أنها مجموعة فعالة أو نشيطة كيميائياً بسبب قطبيتها العالية. والتفاعل المميز لمجموعة الكربونيل هو تفاعل الإضافة

النيوكليوفيلية، حيث يضاف النيوكليوفيل (مادة غنية بالإلكترونات) إلى ذرة كربون الكربونيل ومن التفاعلات المهمة في هذا المجال ما يلي:

١. إضافة سيانيد الهيدروجين HCN لإعطاء سيانوهدرين (Cyanohydrine).

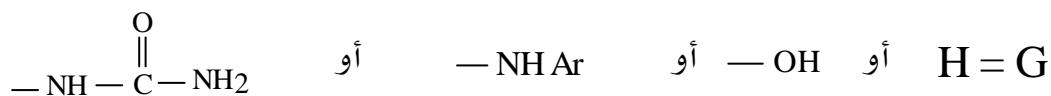


Acetaldehyde cyanohydrine

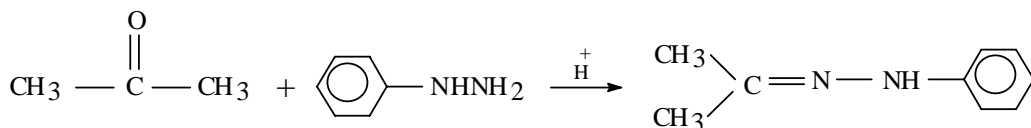


Acetone cyanohydrine

٢. التفاعل مع مشتقات الأمونيا: تتفاعل الألدهيدات والكييتونات مع عدد من الكواشف التي تحتوي على مجموعة الأمين وهذه يمكن تمثيلها بالصيغة G-NH₂ حيث إن :



أي أن الكاشف إما أن يكون أمونيا أو هيدروكسيل أمين أو هيدرازين أو سمي كربازيد على التوالي. وتكون نتيجة التفاعل نواتج أو مشتقات مختلفة يستعمل بعضها في المختبرات كطريقة للتعرف على الألدهيدات والكييتونات. ويحفز التفاعل عادة بالحموض في وسط معتدل حيث ينضم البروتون إلى ذرة أكسجين مجموعة الكربونيل فيجعل ذرة كربون مجموعة الكربونيل ذات طبيعة إلكتروفيلية (محب للنويات السالبة) بصورة أكبر كما يتضح من تفاعل فينيل الهيدرازين مع الأستيون.

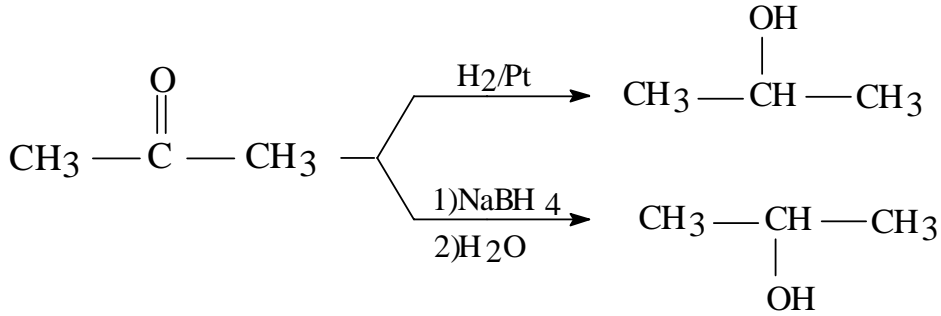


Acetone Phenylhydrazene

٣. الاختزال Reduction:

تختزل الألدهيدات والكي-tonات إلى الكحولات الأولية والثانوية باستعمال عوامل مختلطة مختلفة

أهمها الهيدروجين المحفز أو باستخدام الهيدريدات الفلزية مثل بورهيدريد الصوديوم NaBH_4 .

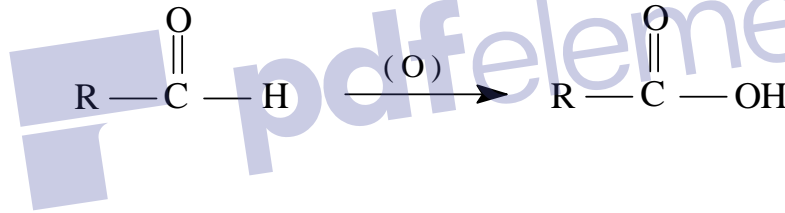


2-Propanol

٤. الأكسدة Oxidation:

تتأكسد الألدهيدات بسهولة إلى الحموض الكربوكسيلية المطابقة أما الكي-tonات فلا تتأكسد

تحت الظروف نفسها.



أساسيات الكيمياء العضوية

الأحماض الكربوكسيلية ومشتقاتها

 pdfelement

الجدارة:

دراسة الأحماض الكربوكسيلية ومشتقاتها والتعرف عليها من حيث التسمية والتحضير والتفاعلات الكيميائية والخواص الفيزيائية.

الأهداف:

عندما تكمل هذا الفصل يكون لديك القدرة على:

1. تسمية الأحماض الكربوكسيلية ومشتقاتها.
2. تحديد ظروف التفاعل اللازمة لتحضير الأحماض الكربوكسيلية ومشتقاتها.

مستوى الأداء المطلوب:

أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة 80% .

الوقت المتوقع للتدريب:

ساعتان.

الوسائل المساعدة:

1. جهاز عرض رأسي. Overhead Projector.
2. مختبر.

متطلبات الجدارة:

اجتياز الحقيبة الثالثة بكل جدارة.

٨ - مقدمة:

الحموض الكربوكسيلية مركبات عضوية تحتوي على مجموعة الكربوكسيل (COOH) كمجموعة وظيفية. وتتكون هذه المجموعة من مجموعتي الكربونيل (C=O) والهيدروكسيل (OH). وترتبط مجموعة الكربوكسيل بمجموعة ألكيل في الحموض الأليفاتية، بينما ترتبط بحلقة بنزين أو بمجموعة أروماتية في الحموض الأروماتية.

٨ - ٢ تسمية الحموض الكربوكسيلية:

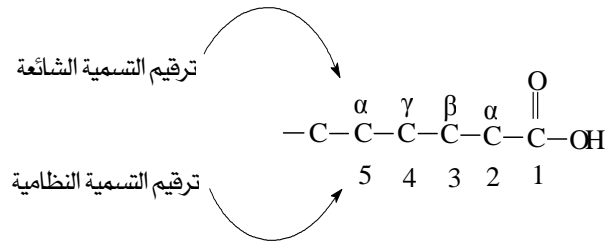
أولاً - التسمية الشائعة:

تستعمل في هذه الطريقة أسماء اكتسبتها الحموض الكربوكسيلية من المصادر التي اشتقت منها. والأسماء الشائعة مشتقة من أصول لاتينية كما هو موضح في الجدول التالي: (٨ - 1).

(جدول (٨ - 1) بعض الأسماء الشائعة للحموض المشتقة من أصول لاتينية):

المصدر	الصيغة	الأسم الشائع
من كلمة Formic، والتي تعني باللاتيني النمل.	HCOOH	Formic acid حمض النمل
من كلمة Acetum والتي تعني الخل، إذ أن حمض الخل هو الطعم اللاذع للخل.	CH_3COOH	Acetic acid حمض الخل
من كلمة Butyrum، والتي تعني الزبدة الفاسدة.	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$	Butyric acid حمض الزبدة.

هذا ولقد وضعت كلمة حمض للدلالة على وجود صفة الحموضة، واستخدمت الحروف α ، β ، γ ... إلخ للدلالة على موضع البدائل في السلسلة الأم بحيث α تكون ذرة الكربون المجاورة لذرة كربون مجموعة الكربوكسيل بينما في التسمية النظامية يبدأ الترقيم من ذرة كربون مجموعة الكربوكسيل.

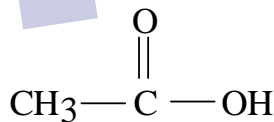


مثال:

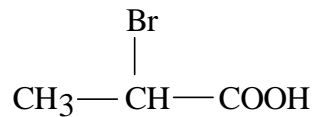
$ \begin{array}{ccccccc} & & \text{CH}_3 & & \text{CH}_3 & & \\ & & & & & & \\ \text{CH}_3 & - & \text{CH} & - & \text{CH} & - & \text{COOH} \end{array} $	
2,3-Dimethylbutanoic acid	تسمية نظامية
α, β -Dimethylbutyric acid	تسمية شائعة

ثانياً: التسمية النظامية IUPAC:

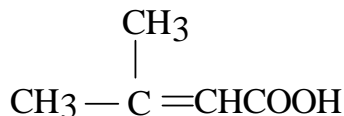
يتم ذلك بإضافة المقطع oic acid بدلا من الحرف e في اسم الألكان المقابل لأطول سلسلة متصلة من ذرات الكربون تحتوي على مجموعة الكربوكسيل. أما البدائل فتحدد أماكنها باستعمال الأرقام مبتدئين الترقيم بكربون مجموعة الكربونيل كما هو موضح في المثال السابق، وتأخذ مجموعة الكربوكسيل الأولوية على المجموعات الفعالة الأخرى كما يتضح مما يلي:



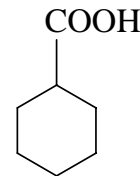
Ethanoic acid
(Acetic acid)



2-Bromopropanoic acid



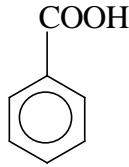
3-Methyl-2-butenoic acid



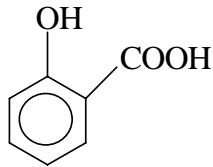
Cyclohexane
Carboxylic acid

ثالثاً: حالات خاصة:

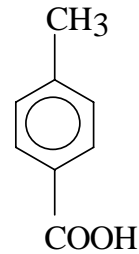
١. الحموض الأروماتية فهي مشتقات لحمض البنزويك ومن الحموض الأروماتية المهمة:



Benzoic acid



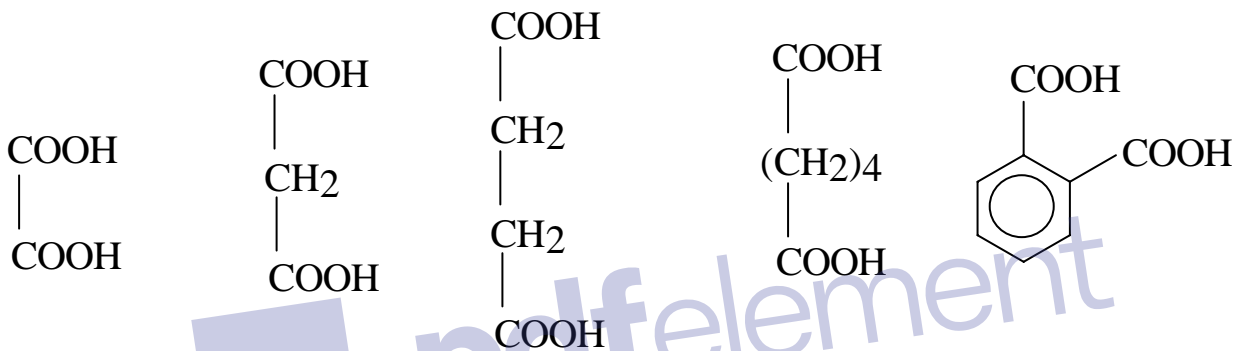
Salicylic acid



P-Toluic acid

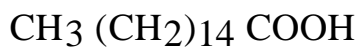
وكل هذه أسماء شائعة.

٢. أحماض ثنائية الكربوكسيل وهذه غالباً ما تأخذ أسماء شائعة ومن الأمثلة على ذلك ما يلي :

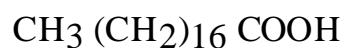


Oxalic acid Malonic acid Succinic acid Adipic acid Phthalic acid

٣. الحموض الدهنية **Fatty acids** ، وتحتوي هذه الحموض على سلسلة هيدروكربونية طويلة يتراوح عدد ذرات الكربون فيها بين 12 و 26 ذرة ، وتوجد هذه الحموض في الزيوت والدهون المستمدة من النباتات والحيوانات ، على شكل إسترات الجلسرين ومن هذه الحموض ما يلي :



Palmitic acid



Stearic acid

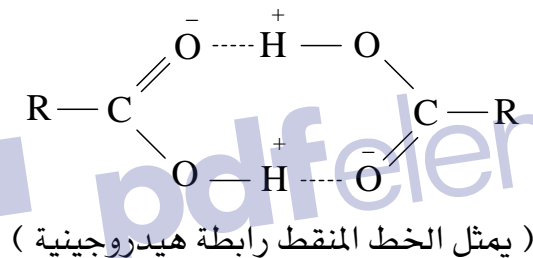
٨- ٣ الخواص الفيزيائية للأحماض الكربوكسيلية:

الحموض الكربوكسيلية مركبات ذات قطبية عالية، ودرجة غليانها أعلى من درجات غليان معظم المركبات العضوية المقاربة لها في الوزن الجزيئي، ولهذه الحموض قدرة على إنشاء روابط هيدروجينية فيما بينها كما أن لها القدرة على ما يسمى بظاهرة التجمع الجزيئي عن طريق الروابط الهيدروجينية، وهذا ما يفسر ارتفاع درجات غليانها حتى بالنسبة للكحولات التي لها القدرة أيضاً على عمل روابط هيدروجينية، كما يتضح من المثالين التاليين:

HCOOH Formic acid الذي وزنه الجزيئي=46 جم/مول، يغلي عند 100 م°.

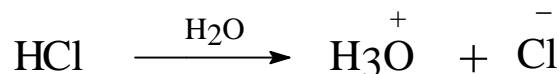
C₂H₅OH Ethanol الذي وزنه الجزيئي=46 جم/مول، يغلي عند 78 م°.

كما تستطيع الحموض الكربوكسيلية عمل روابط هيدروجينية مع الماء وهذا يفسر ذائبيتها العالية في هذا المذيب القطبي، إذ تمتزج الحموض الكربوكسيلية البسيطة كحامض الفورميك والخليلك، في الماء امتزاجاً تاماً وبكل النسب، وتقل الذائبية بازدياد عدد ذرات الكربون في المركب.

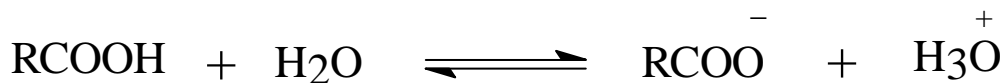


٨- ٤ قوة الحموض الكربوكسيلية:

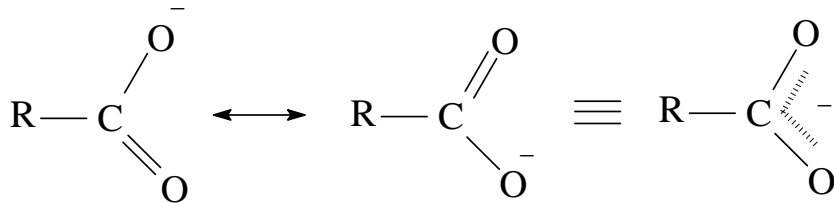
وبمقارنة الحموض الكربوكسيلية بالحموض المعدنية نجد أن الحموض المعدنية حموض قوية بسبب اكتمال تأينها في المحاليل.



أما الحموض الكربوكسيلية فهي حموض ضعيفة لعدم اكتمال تأينها في المحاليل المائية، لذا فهي توجد على هيئة توازن مع أيوناتها في المحاليل.



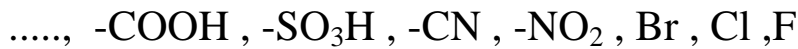
وهذا ويعتبر أيون الكربوكسيل الناتج أثناء التأين هو الذي يساعد على سهولة تأين تلك الحموض مقارنة بالمركبات العضوية الأخرى كالكحول. ويرجع ثبات أيون الكربوكسيل الى انتشار الشحنة السالبة على ذرتي أكسجين مجموعة الكربوكسيل كما يلي:



تأثير المجموعات أو الذرات البديلة على قوة الحموضة:

١. المجموعات الساحبة للإلكترونات **Electron-withdrawing group**:

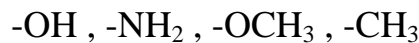
تزداد قوة الحمض بوجود البدائل الساحبة للإلكترونات التي تساعد على ثبات أيون الكربوكسيل الناتج. ومن الأمثلة على تلك البدائل المرتبطة بصورة مباشرة أو غير مباشرة بذرة كربون مجموعة الكربوكسيل ما يلي:



لذا نجد أن p-Nitro Benzoic acid أعلى حموضة من Benzoic acid وذلك بسبب وجود مجموعة -NO_2 الساحبة للإلكترونات في الموقع Para.

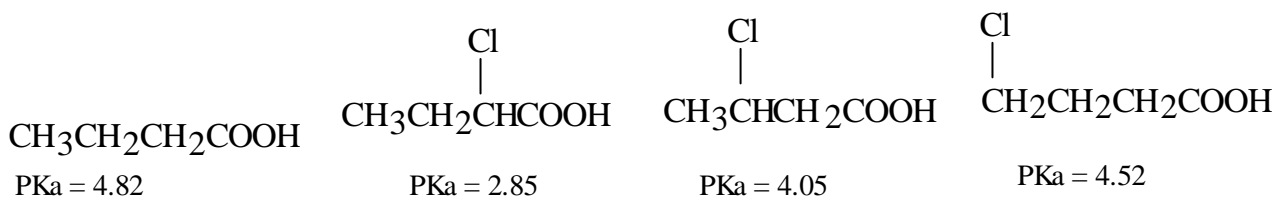
٢. المجموعة المانحة للإلكترونات **Electron-donating group**:

هذه المجموعات البديلة المانحة للإلكترونات تعمل على التقليل من قوة الحمض، إذ أن زيادة الكثافة الإلكترونية على مجموعة الكربوكسيل يجعل تمسكها بالبروتون قوياً، ومن أمثلتها:



لذا نجد أن بارا ميثل حمض البنزويك أقل حموضة من حمض البنزويك وذلك بسبب وجود مجموعة الميثل -CH_3 المانحة للإلكترونات في المركب بارا ميثل حمض البنزويك.

مما يجدر ذكره أن ذرة الكلور التي لها صفة سحب الإلكترونات تعمل عملها من خلال الرابطة سيجمما من (تأثير إيجابي Inductive effect) هذا التأثير يقل مفعوله كلما ابتعدت ذرة الكلور عن مجموعة الكربوكسيل فمثلاً قوة الحموضة (pKa) للكلور حمض الزبدة (Chlorobutyric) هو كما يلي:



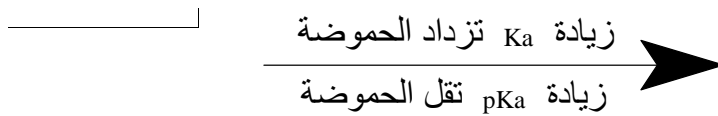
نسبة قوة الحموضة = 1 : 92 : 6 : 2

هذا وتحسب قوة الحموضة عن طريق حساب ثابت الحموضة Ka أو لوغاريتم ثابت الحموضة ويرمز له بالرمز pKa الذي ينتج من العلاقة التالية :

$$K_a = \frac{[RCOO^-][H^+]}{[RCOOH]}$$

$$- \log K_a = pK_a$$

وفيما يلي العلاقة بين Ka و pKa وقوة الحموضة.



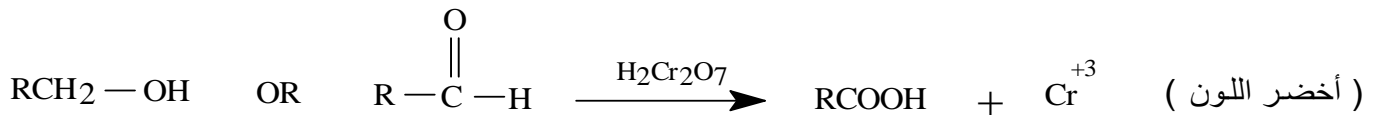
ويوضح العلاقة السابقة الجدول التالي:

الحموضة	زيادة	pKa	تقصان	Ka	الحامض
↓	↓	3.74	↓	$1.77 \cdot 10^{-4}$	HCOOH
↓	↓	4.47	↓	$1.76 \cdot 10^{-5}$	CH ₃ COOH
↓	↓	4.85	↓	$1.43 \cdot 10^{-5}$	CH ₃ CH ₂ COOH

٨ - ٥ تحضير الحموض الكربوكسيلية:

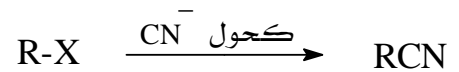
أهم المصادر الطبيعية للحموض الكربوكسيلية هي الدهون النباتية والحيوانية حيث تحلل الدهون في الأوساط القلوية لتعطي حموضاً كربوكسيلية، أما المصادر الأخرى للحموض الكربوكسيلية فهي:

١. أكسدة الكحولات الأولية والألدهيدات:

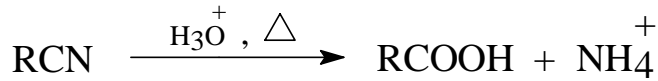


٢. تميه النيتريلات:

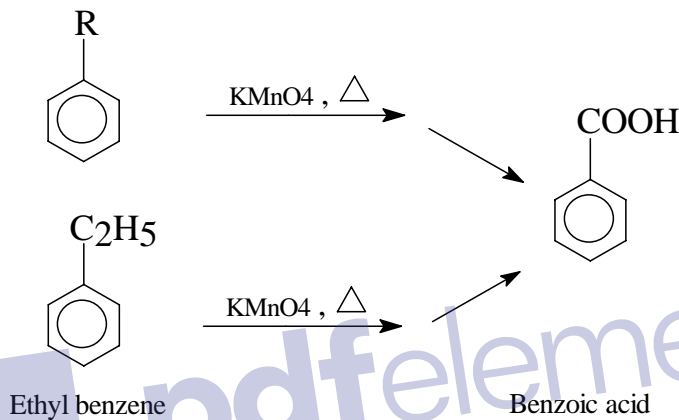
النيتريلات مركبات عضوية صيغتها الجزيئية (Ar)R-CN تحضر النيتريلات الأليفاتية من هاليدات الألكيل بمعالجتها بمحلول كحولي من سيانيد البوتاسيوم.



تعطي النيتريلات الحموض الكربوكسيلية عند تميئها.



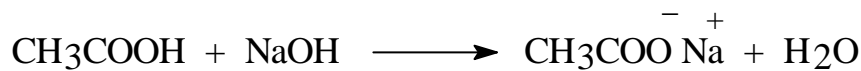
٣. أكسدة ألكيلات البنزين :



٨ - ٦ تفاعلات الحموض الكربوكسيلية :

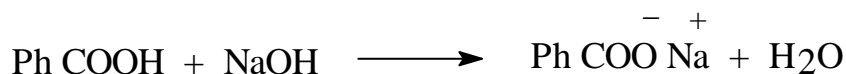
تعد مجموعة الكربوكسيل من المجموعات النشيطة كيميائياً. وفيما يلي أهم التفاعلات الكيميائية لهذه المجموعة.

١. التفاعل مع القواعد لتكوين أملاح الحمض الكربوكسيلي:



Acetic acid

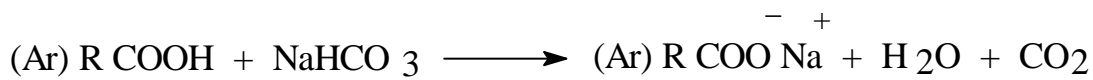
Sodium acetate



Benzoic acid

Sodium benzoate

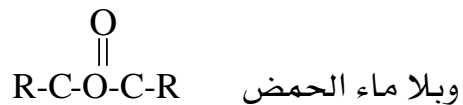
كما تتفاعل الحموض الكربوكسيلية مع بيكربونات الصوديوم مطلقة غاز ثاني أكسيد الكربون، كما في المعادلة التالية:



وتذوب أملاح الحمض الكربوكسيل في الماء، إذ إنها مواد أيونية.

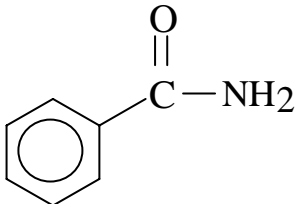


٢. تكوين مشتقات الحموض المختلفة، ومن أهمها:
كلوريدات الحموض RCOCl والإسترات RCOOR والأميدات



٨ - مشتقات الحموض الكربوكسيلية:

تنشأ مشتقات الحموض الكربوكسيلية نتيجة لاستبدال مجموعة الهيدروكسيل ($-\text{OH}$) في مجموعة الكربوكسيل بمجموعة أو ذرة أخرى مثل $-\text{OR}$ و RCOO^- و Cl^- و $-\text{NH}_2$ فيتكون مشتق الحمض المطابق كما في الإسترو بلا ماء الحمض أو كلوريد الحمض أو الأميد على التوالي ومن مشتقات الحموض الكربوكسيلية أيضاً الأملاح العضوية التي تنشأ من تفاعل الحموض الكربوكسيلية مع القواعد المختلفة كما يتضح من الأمثلة التالية:

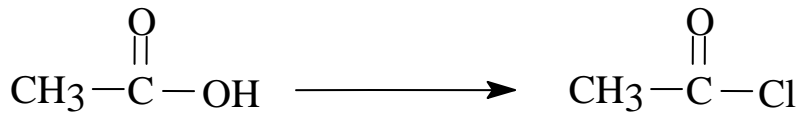
مثال وصيغته الكيميائية	نوع المشتق وصيغته الكيميائية	
$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{Cl}$ Acetyl chloride	هاليد الحمض	$\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{X}$
$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OC}_2\text{H}_5$ Ethyl acetate	إستر	$\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OR}$
 Benzamide	أميد الحمض	$\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NH}_2$
$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$ Acetanhydride	بلا ماء الحمض	$\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{R}$
$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}^- \text{Na}^+$ Sodium acetate	ملح الحمض	$\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}^- \text{M}^+$

٨ - ٧ - التسمية مشتقات الحموض الكربوكسيلية

أولاً: تسمية الهاليدات **Acid halides**:

يستبدل المقطع **ic acid** - في الاسم الشائع أو النظامي للحمض بالمقطع **-yl halide** ، كما يتضح من

المثال التالي :



Acetic acid

Acetyl chloride

ثانياً: تسمية الإسترات **Esters**:

يستبدل المقطع **ic acid** - في الاسم الشائع أو النظامي بالمقطع **-ate** ، ويبدأ اسم الأستر بذكر اسم

المجموعة الألكيلية التي أتت أصلاً من الكحول (أي المرتبطة بذرة الأكسجين). مثال:

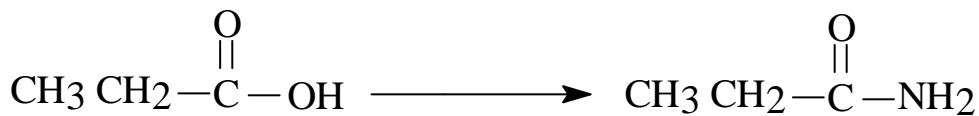


Acetic acid

Ethyl acetate

ثالثاً: الأميدات **Amides**:

يستبدل المقطع **oic Acid** - في الاسم الشائع والنظامي بلفظ **amide**. مثال:

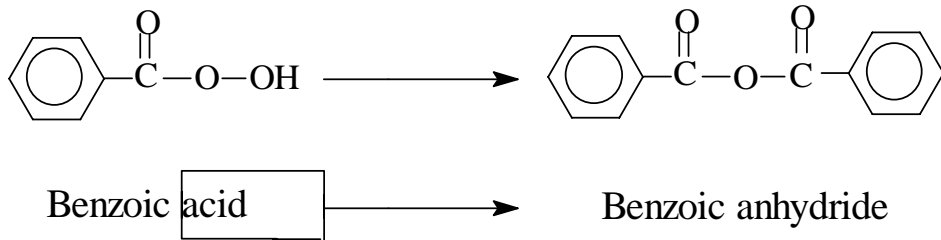


Propanoic acid

Propanamide

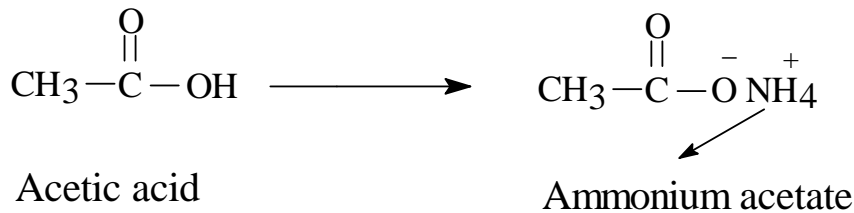
رابعاً: بلا ماءات الحمض **Acid anhydrides**:

يستبدل المقطع **acid** بلفظ **Anhydride**.



خامساً: أملاح الحموض Acid salts:

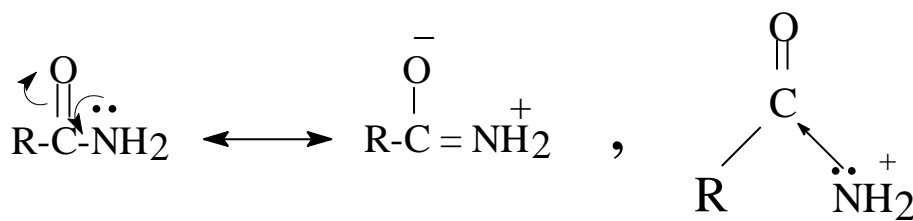
تتبع الإسترات في طريقة التسمية، على أن يذكر اسم المعدن أولاً بدلاً من مجموعة الألكيل الموجودة في الإسترات.



٨ - ٧ - ٢ الخواص الفيزيائية لمشتقات الحموض الكربوكسيلية:

تتصف الإسترات وبلا ماءات الحموض وهاليدات الحموض الكربوكسيلية بأنها مركبات قطبية إلا أنها لاتمتلك خاصية تكوين الرابطة الهيدروجينية بين جزئياتها، لذا فإن درجات غليانها أقل من نظيراتها للحموض الكربوكسيلية أو الكحولات المتقاربة في الوزن الجزيئي، كما أنها أقل ذوبانية في الماء. أما الأميدات (ماعدا الثالثة) فهي تمتاز بدرجات غليان أعلى بسبب وجود الرابطة الهيدروجينية بين جزئياتها ولهذا فإن معظم الأميدات صلبة عند درجة حرارة الغرفة.

تختلف الأميدات عن الأمينات في كونها مركبات غير قاعدية، أي ان محاليلها متعادلة نتيجة لتداخل مجموعة الأمين مع مجموعة الكربونيل من جراء التأثير التآرجحي وكذلك التأثير التحريضي.



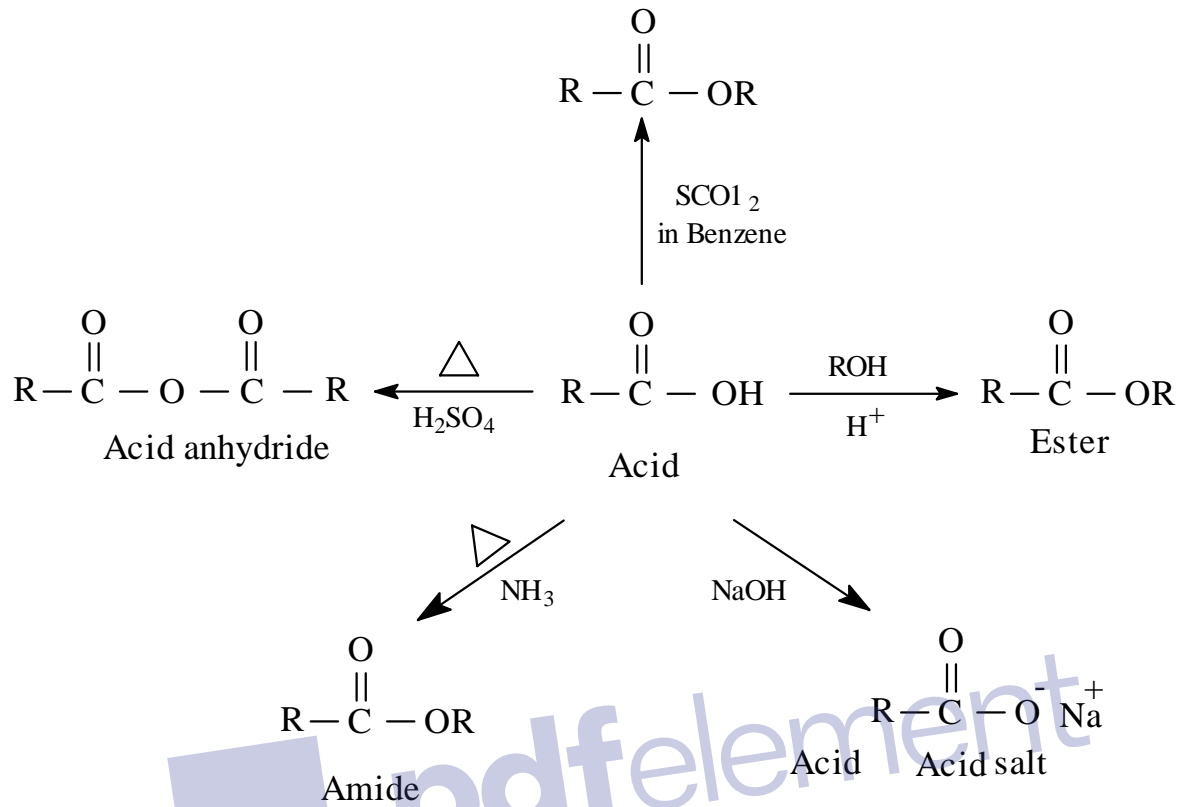
التأثير التآرجحي

التأثير التحريضي

ونتيجة للتأثير السابق يكون الزوج الإلكتروني الحر الموجود على ذرة النتروجين غير متوفر للتفاعل مع بروتون الحمض مقارنة بالأمينات.

٨ - ٧ - ٣ تحضير مشتقات الحموض الكربوكسيلية:

فيما يلي موجز عن طرق تحضير مشتقات الحموض.



أساسيات الكيمياء العضوية

الأمينات



دراسة الأمينات والتميز بين أنواعها الثلاثة من حيث التسمية والتحضير والتفاعلات الكيميائية والخواص الفيزيائية.

الأهداف:

عندما تكمل هذا الفصل يكون لديك القدرة على:

١. تسمية الأمينات.
٢. تحديد ظروف التفاعل اللازمة لتحضير الأمينات.
٣. التمييز بين أنواع الأمينات الثلاثة من حيث الصيغة الكيميائية والخواص الفيزيائية والكيميائية.

مستوى الأداء المطلوب:

أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة 90% .

الوقت المتوقع للتدريب:

ساعتان.

الوسائل المساعدة:

١. جهاز عرض رأس Overhead Projector .
٢. مختبر.

متطلبات الجدارة:

اجتياز الحقيبة الثالثة بكل جدارة.

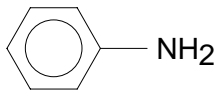
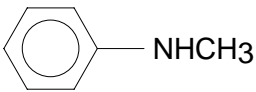
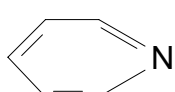
الأمينات هي عبارة عن مشتقات الأمونيا تستبدل فيها ذرة هيدروجين (أو أكثر) قد تكون الكيلية (أمينات أليفاتية) أو أريلية (أمينات أروماتية). وهي مركبات عضوية قاعدية لاحتوائها على ذرة النتروجين والتي تحمل زوجاً من الإلكترونات الحرة (غير مشاركة) . وتأخذ الأمينات عموماً الصيغ العامة التالية R_3N , R_2NH , RNH_2 حيث تعبر R عن مجموعة الكيلية أو أريلية .

تعتبر الأمينات ومشتقاتها ذات أهمية كبيرة في الأنظمة الحيوية إذ تدخل تلك المجموعات الأمينية في تركيب الحموض الأمينية المكونة للبروتينات وتدخل في تركيب الجزيئات المسؤولة عن الخصائص الوراثية للكائنات الحية كما تدخل في تركيب عدد كبير من العقاقير الطبية (الأدوية) إلا أن الأمينات الأروماتية تعتبر مركبات سامة إذ يمكن أن تمتص عن طريق الجلد مؤدية إلى عواقب وخيمة.

8 - 2 تصنيف الأمينات وتسميتها:

8 - 2 - 1 التصنيف:

تنقسم الأمينات إلى ثلاثة أقسام كما هو موضح في الجدول التالي :

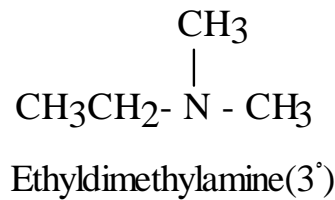
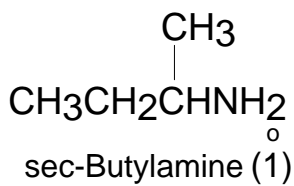
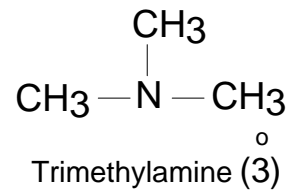
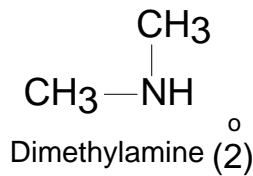
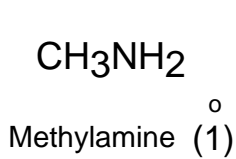
أمينات أولية 1^0	أمينات ثانوية 2^0	أمينات ثالثة 3^0	
عندما ترتبط ذرة النتروجين بذرة كربون واحدة فقط.	عندما ترتبط ذرة النتروجين بذرتي كربون.	عندما ترتبط ذرة النتروجين بثلاث ذرات كربون.	التعريف
CH ₃ NH ₂ Methylamine	(CH ₃) ₂ NH Dimethylamine	(C ₂ H ₅) ₃ N Triethylamine	مثال أليفاتي
 Aniline	 N-Methyl aniline	 Pyridine	مثال أروماتي

٨ - ٢ - ٢ التسمية:

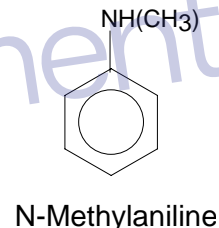
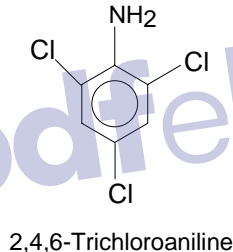
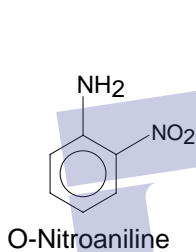
أولاً : الأمينات البسيطة :

يمكن تسمية الأمينات الأليفائية البسيطة بإضافة المقطع amine إلى نهاية الاسم كما يتضح من

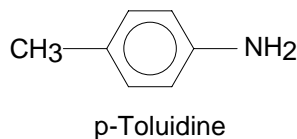
الأمثلة التالية:



أما الأمينات الأروماتية فتسمى كمشتقات للأنيولين كما يتضح من الأمثلة التالية :



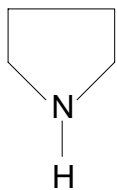
هذا وتعطى بعض المركبات الأمينية أسماء خاصة كما هو الحال في تسمية الأمينوتولوين



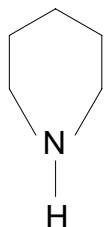
. P- Toluidine الذي يسمى Aminotoluene مثل باراتولويدين

هناك بعض المركبات التي تكون فيها ذرة النتروجين جزءاً من حلقة، ويعتبر في هذه الحالة أمين

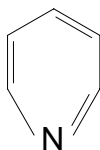
حلقي غير متجانس كما يتضح من الأمثلة التالية:



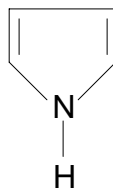
Pyrrolidine



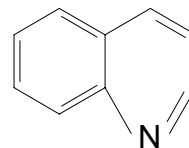
Pipyridine



Pyridine



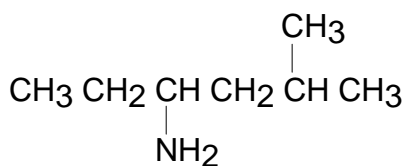
Pyrrole



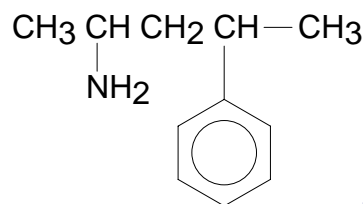
Quinoline

ثانياً: الأمينات المعقدة:

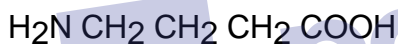
في هذه الحالة يتم تطبيق الطريقة النظامية IUPAC حيث تعامل المجموعة الأمينية كفرع يأخذ الاسم Amino وذلك عندما تكون هناك مجموعات وظيفية أخرى في السلسلة كالمجموعات الكحولية أو الحمضية والألديهيدية أو الكيتونية، وفي حالة عدم وجود تلك المجموعات فعندئذ ترقم السلسلة بحيث تأخذ مجموعة الأمين أصغر رقم ممكن كما يلي:



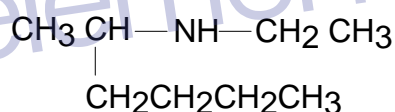
5-Methyl -3-aminohexane



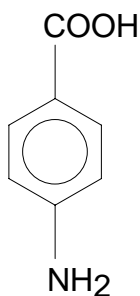
2-Amino-4-phenylpentane



4-Aminobutanoic acid



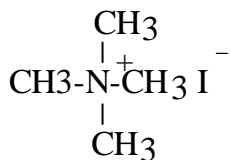
2-(N-Ethyl amino)hexane



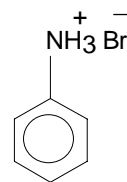
P-Aminobenzoic acid

ثالثاً: أملاح الأمينات:

يتم تسمية أملاح الأمينات عن طريق استبدال المقطع أمين (Amine) بالمقطع أمونيوم (Ammonium) أو الأنيلين (Aniline) بالأنيلينيوم (Anilinium) ويتبع ذلك اسم الأنيون المرافق كما يتضح من الأمثلة التالية:



Tetramethylammonium



Anilinium bromide

٨ - ٣ الخواص الفيزيائية للأمينات:

الأمينات مركبات قطبية وتتميز المركبات ذات الأوزان الجزيئية الصغيرة منها بأنها غازات عديمة اللون تذوب في الماء (مكونة محاليل قاعدية) مثل: CH_3NH_2 , $(\text{CH}_3)_2\text{NH}$, $(\text{CH}_3)_3\text{N}$, $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NH}$ أما الأمينات التي تحتوي على عدد كبير نسبياً من ذرات الكربون فقد تكون سائلة (٤ - ١١ ذرة كربون) أو تكون صلبة (أكثر من 11 ذرة كربون) وهذه لا تذوب في الماء ولكنها تذوب في المذيبات العضوية الأقل قطبية مثل الكحولات والإثيرات والبنزين.

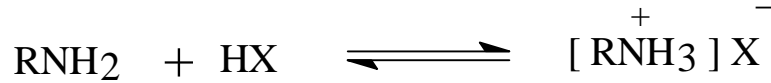
تتميز الأمينات الأولية والأمينات الثانوية بأن لها القدرة على تكوين روابط هيدروجينية مع نفسها، أما الأمينات الثالثية فليس لها القدرة على تكوين روابط هيدروجينية مع نفسها لعدم ارتباط النتروجين فيها بذرة هيدروجين. هذا وتعتبر درجة غليان الأمينات الأولية والثانوية عالية نسبياً مقارنة بالمركبات العضوية غير القطبية (الهيدروكربونية المطابقة) بسبب وجود القطبية والرابطة الهيدروجينية بين جزيئاتها ولكنها أقل من الكحولات أو الحموض الكربوكسيلية التي لها الوزن الجزيئي نفسه كما يتبين من الجدول (8-1).

الجدول (8-1) يبين الخواص الفيزيائية للأمينات مقارنة بغيرها من المركبات العضوية.

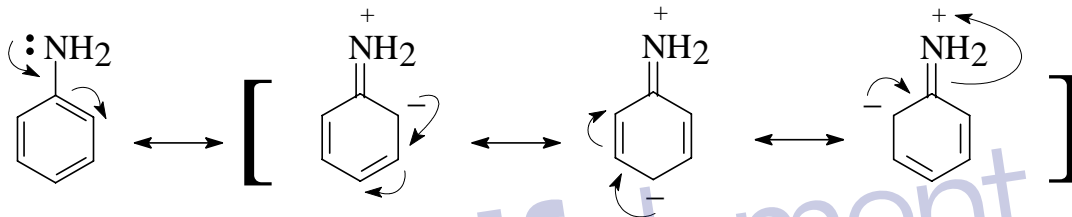
الذوبانية في الماء	درجة الغليان	الوزن الجزيئي		
لا يذوب	- 42	44	Propane	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$
يذوب	17	45	Ethylamine	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$
يذوب	7.5	45	Dimethylamine	CH_3NHCH_3
يذوب	78	46	Ethyl alcohol	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
يذوب	100.5	46	Formic acid	HCOOH

وللأمينات البسيطة التركيب رائحة تشبه رائحة الأمونيا بينما تشبه رائحة الأمينات الأكثر حجماً، رائحة السمك الميت. أما محاليل الأمينات في الماء فقاعدية، إذ تغير لون تباع الشمس الأحمر إلى الأزرق.

الأمينات مركبات قاعدية، ويعود ذلك إلى وجود الزوج الإلكتروني الحر على ذرة النتروجين، إلا أن قاعدتها ضعيفة مقارنة بهيدروكسيد الصوديوم وهي أكثر قاعدية من الماء و الكحولات و ينتج من تفاعلاتها مع الحموض أملاحاً تذوب في الماء .

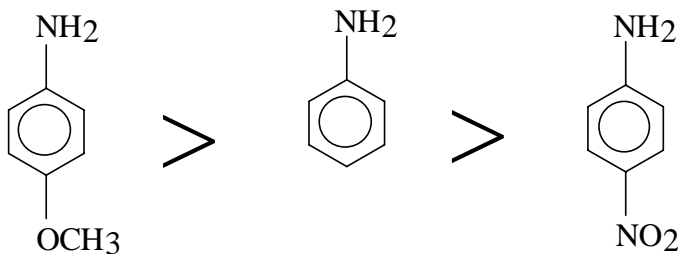


والأمينات الأروماتية أقل قاعدية من الأمينات الأليفاتية، ويعود السبب في ذلك إلى دخول الزوج الإلكتروني الحر الموجود على النتروجين في أوضاع طنينية مع إلكترونات الرابطة الثنائية π في حلقة البنزين، مما يقلل من كثافة الزوج الإلكتروني الحر على ذرة النتروجين كما يتضح من الأشكال التآرجحية التالية:



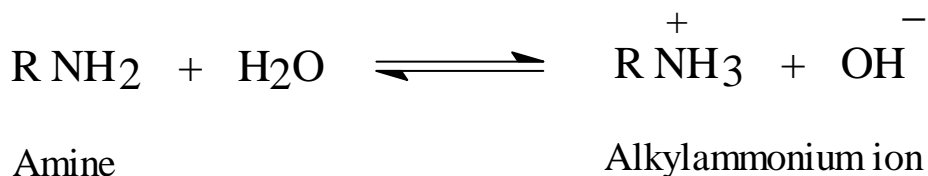
Resonance structures of aniline
(التركيب الطنيني لجزيء الأنيلين)

هذا وتقل القاعدية في المركبات الأروماتية بصورة أكبر إذا ما وجد على حلقة البنزين مجموعات ساحبة للإلكترونات مثل مجموعة النيترو NO_2 - أو مجموعة السلفون SO_3H - أو الهاليد. وإذا استبدلت المجموعة الساحبة للإلكترونات بمجموعات معطية للإلكترونات مثل مجموعة الميثوكسي OCH_3 - أو مجموعة الأمين أو مجموعة الألكيل، فإن كثافة الزوج الإلكتروني على ذرة النتروجين ستزداد نسبياً وبذلك تزداد قاعدية الأمين الأروماني كما يتضح من الأمثلة التالية



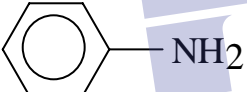
تقل القاعدية باتجاه السهم

ومن الجدير بالذكر أن زيادة المجموعات الألكيلية المرتبطة بذرة النتروجين يزيد في قاعدية الأمين نتيجة للتأثير التحريضي الموجب للمجموعات الألكيلية المتصلة بذرة النتروجين ، ومنه نستنتج أن الأمين الأليفاتي الأولي قاعدة ضعيفة ، إلا أن قاعدية الأمين الثالثي تعتبر أقل من الأمين الأولي والثانوي ، وذلك يعود إلى الإعاقه الفراغية حيث تعيق المجموعات الألكيلية الثلاث وصول البروتون بسهولة إلى الزوج الإلكتروني الحر على ذرة النتروجين هذا وتقاس قوة القاعدية للمركبات الأمينية بواسطة ثابت القاعدية K_b والذي يمكن حسابه من قانون فعل الكتلة.



$$K_b = \frac{[\text{R-NH}_3^+][\text{OH}^-]}{[\text{R-NH}_2]}$$

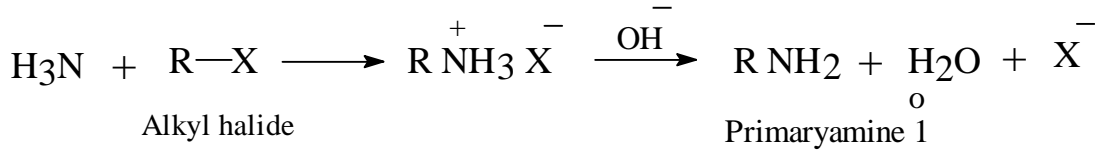
فكلما كانت فية K_b كبيرة كلما كانت قاعدية الأمين قوية..كما يمكن قياس قوة القاعدية باللوغاريتم السالب لثابت القاعدية K_b ويرمز له بالرمز pK_b وفي هذه الحالة فإنه كلما كانت قيمة pK_b كبيرة كلما كانت قاعدية الأمين ضعيفة كما يتضح من الأشكال التالية:

	NH_3	CH_3NH_2	$(\text{CH}_3)_2\text{NH}$
$K_b = 4.2 * 10^{-10}$	$K_b = 1.8 * 10^{-5}$	$K_b = 4.4 * 10^{-4}$	$K_b = 5.1 * 10^{-4}$
$pK_b = 9.38$	$pK_b = 4.74$	$pK_b = 3.36$	$pK_b = 3.29$
$(\text{CH}_3)_3\text{N}$			
$pK_b = 4.26$			
$K_b = 5.5 * 10^{-10}$			

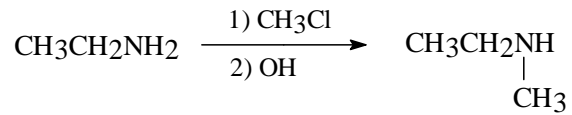
هناك ثلاث طرق لتحضير الأمينات:

أولاً: التحضير بواسطة تفاعلات الاستبدال التيكلو فيلي ومثال على ذلك تفاعل الهاليدات العضوية مع الأمونيا أو الأمين:

أ- تفاعل هاليد الألكيل مع الأمونيا ليعطي أمين أولي:



ب- تفاعل هاليد الألكيل مع الأمين الأولي ليعطي أمين ثانوي:

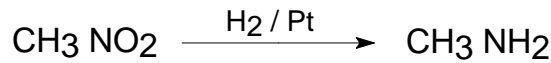


أمين أولي
(1)

أمين ثانوي
(2)

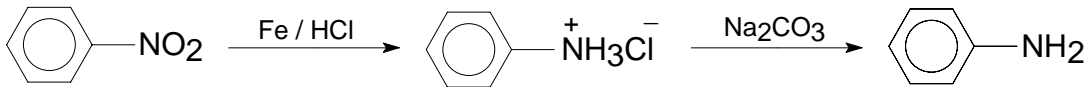
وبنفس الطريقة نستطيع الحصول على أمين ثالثي من تفاعل الأمين الأولي مع الأمين الثانوي ثانياً - التحضير بواسطة الاختزال:

أ. اختزال مركبات النيترو الأليفائية والأروماتية. يتم تحضير الأمينات أيضاً باختزال مركبات النيترو الأليفائية والأروماتية باستخدام العامل المختزل ليثيوم الومنيوم هيدريد LiAlH_4 في وسط إيثر أو استخدام الهيدروجين بوجود عامل مساعد.



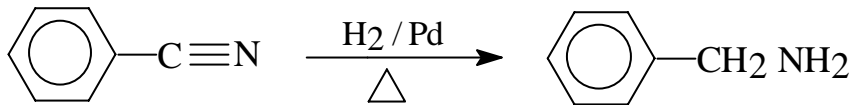
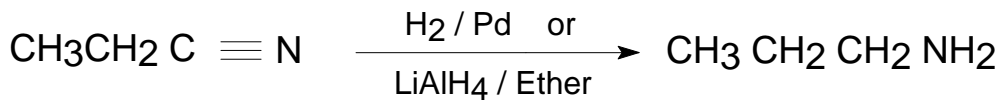
Nitromethane

Methylamine

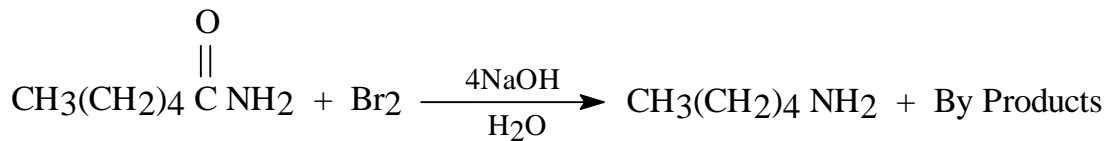


ب. اختزال المركبات النيتريالية الأروماتية والأليفائية.

تختزل مركبات النيتريل بواسطة الهيدروجين وبوجود عامل مساعد كالكانيكل، ويمكن اختزاله كذلك بواسطة LiAlH_4 في الإيثر بواسطة الصوديوم مع الإيثانول حيث ينطلق الهيدروجين الفعال ويهدرج مجموعة النيتريل.



ثالثاً : بواسطة تكسير أو خسف هوفمان Hofman degradation تتحول الأميدات إلى أمينات وذلك بنزع مجموعة الكربونيل عن طريق معاملة الأميدات بعامل مؤكسد مثل هيبوبروميت الصوديوم NaOBr (الذي ينتج عادة من تفاعل البروم مع هيدروكسيد الصوديوم) كما يتضح من خلال التفاعل التالي :



وجميع الطرق السابقة تعتبر طريق تحضير مختبريه، أما في الصناعة فإن الأمينات الأليفاتية الأولية

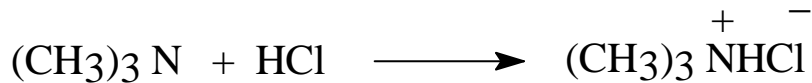
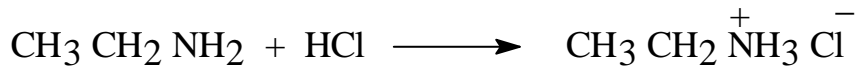
فيتم تصنيها بعدة طرق أهمها:

- ١- تفاعل هاليدات الألكيل مع الأمونيا.
- ٢- اختزال مركبات نيتروالكان Nitroalkanes.
- ٣- تفاعل الكحول مع الأمونيا تحت ضغط والكوبالت كعامل مساعد أما أمين الفينيل Phenylamine فيتم تحضيره بالصناعة بواسطة اختزال نيتروبنزين Nitrobenzene بواسطة الحديد وحمض الهيدروكلوريك أو الهيدروجين فوق عامل مساعد في الطور الغازي.

٨ - ٦ تفاعلات الأمينات:

من التفاعلات المهمة للأمينات ما يلي :

١- التفاعل مع الحموض المعدنية مثل HCl لتكوين أملاح الأمونيوم:



٢- التفاعل مع حمض النيتروز Nitrous acid:

أ- تفاعل حمض النيتروز مع الأمينات الأروماتية الأولية - الذي يحضر بمزج نيتريت الصوديوم NaNO_2 مع حمض الهيدروكلوريك عند درجات حرارة منخفضة (صفر - 5°C) لإعطاء أملاح الديازونيوم Diazonium salts المهمة في تحضير كثير من المركبات العضوية. ولا يتسع المجال هنا للتفصيل في هذا الموضوع، إذ يستطيع الطالب الرجوع إلى كتب الكيمياء العضوية المتخصصة.

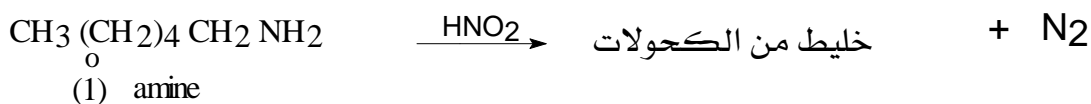


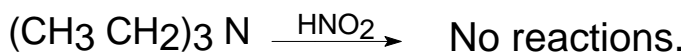
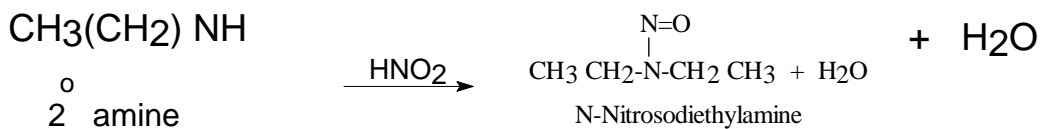
Diazonium ion

ب- تفاعل حمض النيتروز مع الأمينات الأليفاتية الأولية يضاف حمض النتروز (الناتج من تفاعل HCl مع NaNO_2) إلى الأمينات للتمييز بين الأمينات الأليفاتية الثالثية والثانوية والأولية، فنجد أن الأمينات الثالثية لا تتفاعل مع الحمض بينما تعطي الأمينات الثانوية مركب نيتروزو أمين Nitrosoamine (بقع زيتية).

أما الأمينات الأولية فإنها تعطي ملحاً غير ثابت يتكسر إلى خليط من المركبات ويتصاعد النيتروجين

على شكل فقاعات كما يتضح من المعادلات التالية:



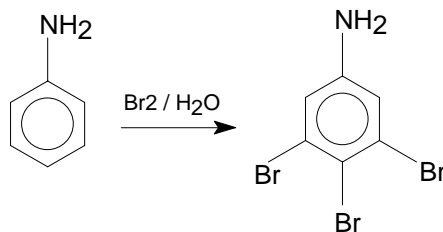


٣- تفاعلات الاستبدال الإلكتروفيلية في الأمينات الأروماتية تشمل هذه التفاعلات كل من :

أ- هلجنة ب- النيترة ج- السلفنة

١. هلجنة الأمينات الأروماتية :

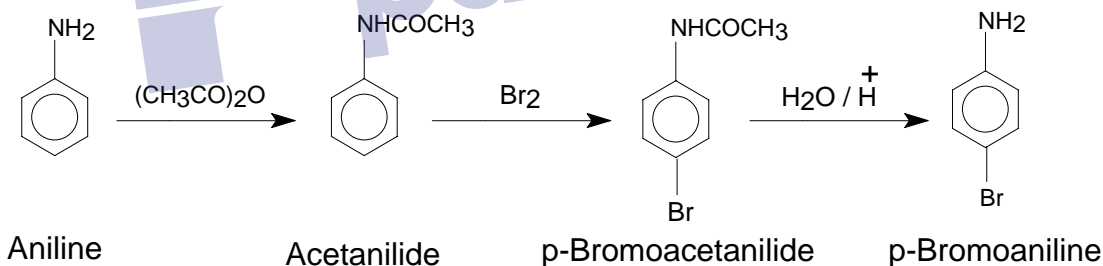
نتيجة لتنشيط مجموعة الأمين لحلقة البنزين فإن الأمينات الأروماتية تتفاعل بسهولة مع البروم بدون عامل مساعد ليعطي ثلاثي بروم أنيلين .



Aniline

2,4,6-Tribromoaniline

كما يمكن تحضير أحادي برومو أنيلين عن طريق تقليل التنشيط الناتج عن مجموعة الأمين بتحويلها إلى أميد، يلي ذلك برومة الأميد الناتج ثم تحويل الأميد الناتج إلى أمين مرة أخرى بمعاملته بحمض مخفف .



Aniline

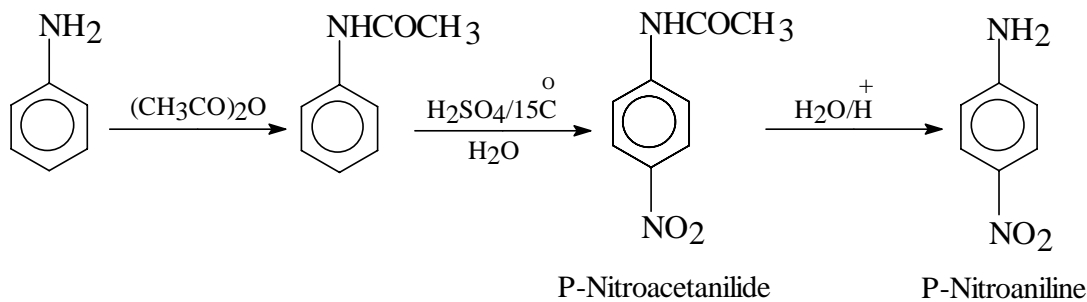
Acetanilide

p-Bromoacetanilide

p-Bromoaniline

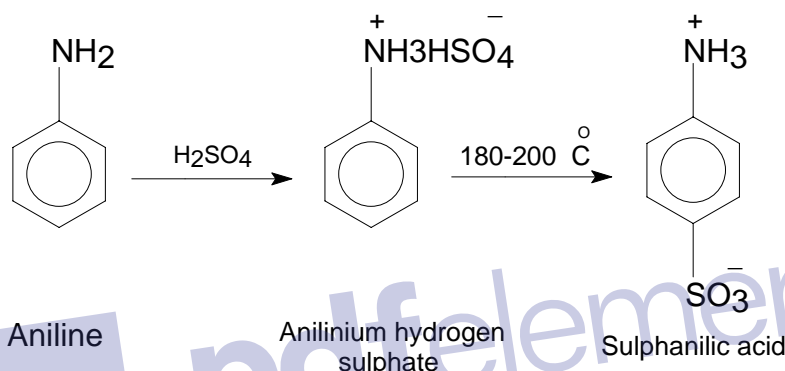
٢. نيترة الأمينات الأروماتية:

عند نيترة الأمينات الأروماتية يفضل تحويلها إلى أميدات وذلك لحماية مجموعة الأمين إذ أن مجموعة الأمين بدون حمايتها قد تتحول إلى أيون الأنيلينيوم N^+H_3 الذي يوجه التفاعل ناحية ميتا وبحماية مجموعة الأمين في الأنيلين يمكن الحصول على مشتقات أخرى للأنيلين مثل مركب p-Nitroaniline وفقاً للمعادلات التالية:



٣. سلفنة الأمينات الأروماتية:

تتم سلفنة الأنيلين بتسخينه عند درجة حرارة عالية نسبياً مع حمض الكبريتيك المركز ليعطى باراً - حمض سلفانيليك كنتاج رئيسي.



٨- ٧ دراسة بعض الأمينات المهمة:

هناك أمينات مهمة كثيرة، بل إن بعضها يعتبر ذا أهمية صناعية كبيرة كـ "1,6-hexamethylenediamine" $H_2N-(CH_2)_6-H_2N$ الذي يستعمل في صناعة خيوط النايلون، وهناك مركب آخر يحمل أربع مجموعات أمينية يسمى hexamethylenediamine كما يسمى urotropin أيضاً، وله الصيغة الجزيئية التالية: $C_6H_{12}N_4$ وهو جسم صلب ينصهر عند درجة حرارة 270° م مع تفكك. يحضر بمعاملة الدهيد النمل (formaldehyde) بالنشادر، على أن يؤخذ محلول مائي من الأول (٣٠٪) ومحلول من النشادر (٢٧٪) ويعاملان مع بعض عند درجة حرارة 90° م

يستعمل هذا المركب كمنبع لتحضير الدهيد النمل، والنشادر عند صناعة راتنج الباكلت ولتحضير المفرقات hexogen وال octogen، كذلك يستعمل الأوروتروبين لتلافي التآكل ولحفظ الأغذية وحفظ الأصبغة وغيرها. من الأمينات العطرية المهمة في المختبر والصناعة الأنيلين $C_6H_5-NH_2$ بل يعتبر من أهم المركبات العطرية الأولية، فلقد كان خلال النصف الثاني من القرن الميلادي الماضي وحتى نهاية الحرب العالمية الأولى، المادة الرئيسية لصناعة المواد الصباغية جميعاً، حيث لم يستعمل إلا لهذا الغرض،

إلا أنه دخل بين الحربين العالميتين مجال صناعة الأدوية والمفرقات وصناعة التصوير، متمثلاً هنا في تحضير هيدروكينون (hydroquinone) منه، وفي الوقت الحاضر يستعمل بكثرة لتحضير الأيزوسيانات المهمة في حقل اللدائن (البلاستيك).
ويعتبر اختزال مجموعة نيتروبنزين إلى أنيلين أهم طريقة صناعية في تحضيره، ذلك أن المادة الأولية نيتروبنزين، مادة رخيصة بالنسبة لغيرها.



أولاً المراجع العربية:

١. حجازي، عبدالله بن عبدالله. الكيمياء العضوية الألفانية، جامعة الملك سعود: الرياض ١٩٨٩م
٢. الحازمي، حسن و الحسن، محمد. الكيمياء العضوية، مكتبة الخريجي: الرياض ١٩٩٠م
٣. الذياب، سالم. أسس الكيمياء العضوية، جامعة الملك سعود، الرياض، ١٩٩٦م
٤. مبارك، محمد سليمان الحاج. مدخل إلى الكيمياء، جامعة الملك سعود، الرياض، ١٩٩٨م
٥. الحسن، محمد والذياب، سالم واللحيدان، حمد. الكيمياء العضوية الأروماتية، جامعة الملك سعود، الرياض، ٢٠٠٠م

ثانياً: المراجع الإنجليزية:

1. Fessenden, Ralph J. and Fessenden, Joan S. Organic Chemistry, 2nd ed, PWS, Boston 1982.

pdfelement

المحتويات

- ١ - مقدمة : ٢ -
- ١ - ٢ المجموعة الفعالة Functional Group : ٣ -
- ١ - ٣ تفاعلات المواد العضوية : ٥ -
- أسئلة ٨ -
- ١ - ٤ - ١ اجابة الاسئلة ٩ -
- ٢ - ١ المقدمة : ١١ -
- أولا - هيدروكربونات اليفاتية : ١١ -
- ٢ - ٢ الألكانات Alkanes : ١١ -
- مجموعة الألكيل (R-) Alkyl Group : ١٣ -
- تسمية الألكانات الحلقية Cycloalkanes : ١٤ -
- الطريقة النظامية لتسمية الألكانات IUPAC : ١٥ -
- ٢ - ٣ الألكينات alkenes : ٢٢ -
- ثانيا : تحضير الألكينات في الصناعة : ٢٨ -
- ٢ - ٤ الألكاينات Alkynes : ٣١ -
- ٢ - ٤ - تسمية الألكاينات : ٣١ -
- الطرق الصناعية المستخدمة في تحضير الألكاينات : ٣٤ -
- 2-5 أسئلة واجابة بعضها ٣٨ -
- ٢ - ٤ - ٥ اجابة بعض الاسئلة ٤٠ -
- ٣ - ١ مقدمة : ٤٢ -
- ٣ - ٢ تركيب البنزين : ٤٢ -
- ٣ - ٣ الخاصية الأروماتية : ٤٣ -
- ٣ - ٤ الخواص الفيزيائية للبنزين : ٤٤ -
- ٣ - ٥ تسمية مشتقات البنزين : ٤٤ -
- ٣ - ٦ مصدر المركبات الأروماتية : ٤٨ -

- ٣- ٧ تفاعلات المركبات الأروماتية : - ٤٨
- ٣- ٨ الفعالية والتوجيه في مشتقات البنزين : - ٥١
- ٣- ٩ التطبيقات الصناعية للمركبات الأروماتية : - ٥٣
- أسئلة وإجابة بعضها - ٥٤
- إجابة بعض أسئلة ٨- ٣ - ٥٦
- ٤- ١ مقدمة : - ٥٨
- ٤- ٢ تقسيم وتسمية هاليدات الألكيل العضوية : - ٥٨
- ٤- ٣ الخواص الفيزيائية : - ٥٩
- ٤- ٤ تحضير هاليدات الألكيل العضوية : - ٥٩
- ٤- ٥ تفاعلات هاليدات الألكيل : - ٦١
- ٤- ٦ أهمية الهاليدات العضوية : - ٦٣
- أسئلة وإجابة بعضها - ٦٤
- إجابة بعض الأسئلة - ٦٦
- ٥- ١ مقدمة : - ٦٨
- ٥- ٣ تسمية الكحولات : - ٦٩
- تسمية الفينولات : - ٧١
- ٥- ٤ الخواص الفيزيائية للكحولات والفينولات : - ٧٢
- ٥- ٥ تحضير الكحولات والفينولات : - ٧٣
- ٥- ٦ تفاعلات الكحولات والفينولات : - ٧٥
- (أسئلة الوحدة الخامسة) - ٧٨
- ٦- ١ مقدمة : - ٨٢
- ٦- ٢ تسمية الإيثرات : - ٨٢
- الخواص الفيزيائية للإيثرات : - ٨٣
- ٦- ٣ استعمالات الإيثرات وأخطارها : - ٨٤
- ٦- ٤ طرق تحضير الإيثرات : - ٨٥

- ثانياً : طرق تحضير الإيثرات في الصناعة : - ٨٦ -
- ٦- ٥ تفاعلات الإيثرات : - ٨٦ -
- (أسئلة الوحدة السادسة) - ٨٧ -
- (إجابات بعض أسئلة الوحدة السادسة) - ٨٩ -
- ٧- ١ مقدمة : - ٩١ -
- ٧- ٢ تسمية الألدهيدات والكيثونات : - ٩١ -
- ٧- ٣ الخواص الفيزيائية للألدهيدات والكيثونات : - ٩٣ -
- ٧- ٤ طرق تحضير الألدهيدات والكيثونات : - ٩٤ -
- ٧- ٥ تفاعلات الألدهيدات والكيثونات : - ٩٥ -
- (أسئلة الوحدة السابعة) - ٩٨ -
- (إجابات بعض أسئلة الوحدة السابعة) - ٩٩ -
- ٨- ١ مقدمة : - ١٠١ -
- ٨- ٢ تسمية الحموض الكربوكسيلية : - ١٠١ -
- ٨- ٣ الخواص الفيزيائية للأحماض الكربوكسيلية : - ١٠٣ -
- ٨- ٣ الخواص الفيزيائية للأحماض الكربوكسيلية : - ١٠٤ -
- ٨- ٤ قوة الحموض الكربوكسيلية : - ١٠٤ -
- ٨- ٥ تحضير الحموض الكربوكسيلية : - ١٠٦ -
- ٨- ٦ تفاعلات الحموض الكربوكسيلية : - ١٠٧ -
- ٨- ٧ مشتقات الحموض الكربوكسيلية : - ١٠٨ -
- ٨- ٧- ١ تسمية مشتقات الحموض الكربوكسيلية - ١٠٩ -
- (أسئلة الوحدة الثامنة) - ١١٢ -
- (إجابات بعض أسئلة الوحدة الثامنة) - ١١٤ -
- ٨- ١ مقدمة : - ١١٧ -
- ٨- ٢ تصنيف الأمينات وتسميتها : - ١١٧ -
- ٨- ٣ الخواص الفيزيائية للأمينات : - ١٢٠ -

- ١٢١ - ٤ قاعدية الأمينات : ٨ -
- ١٢٥ - ٦ تفاعلات الأمينات : ٨ -
- ١٢٩ - (أسئلة الوحدة الثامنة)
- ١٣١ - (إجابات بعض أسئلة الوحدة الثامنة)
- ١٣٢ - المراجع .
- ١٣٢ - أولاً المراجع العربية :
- ١٣٢ - ثانياً : المراجع الإنجليزية :