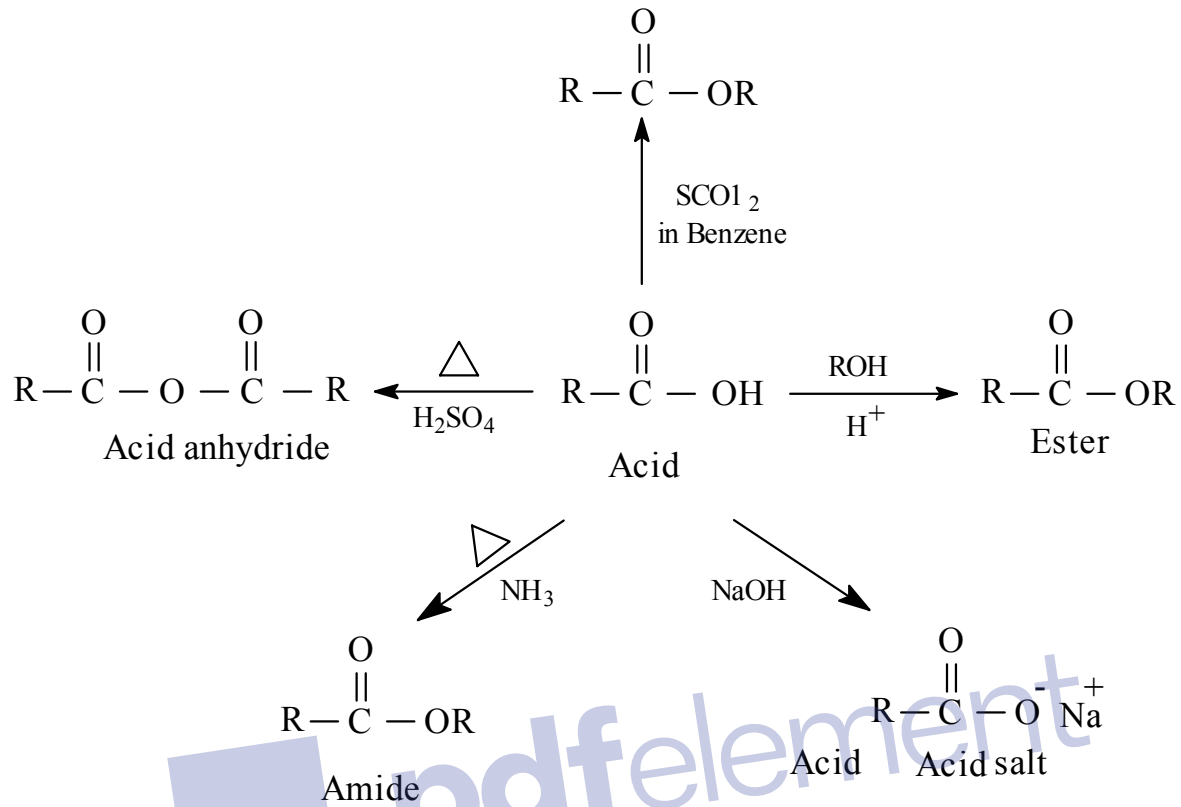


٨ - ٧ - ٣ تحضير مشتقات الحموض الكربوكسيلية:

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.

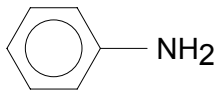
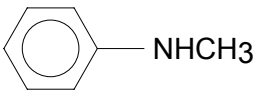
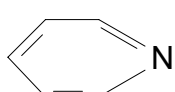
الأمينات هي عبارة عن مشتقات الأمونيا تستبدل فيها ذرة هيدروجين (أو أكثر) قد تكون الكيلية (أمينات أليفاتية) أو أريلية (أمينات أروماتية). وهي مركبات عضوية قاعدية لاحتوائها على ذرة النتروجين والتي تحمل زوجاً من الإلكترونات الحرة (غير مشاركة) . وتأخذ الأمينات عموماً الصيغ العامة التالية R_3N , R_2NH , RNH_2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

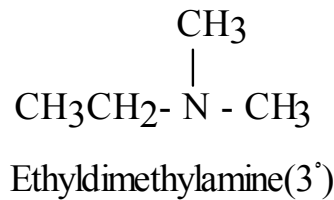
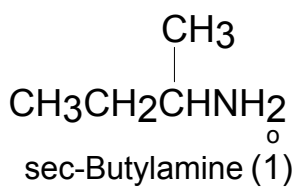
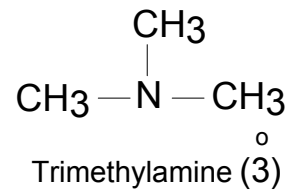
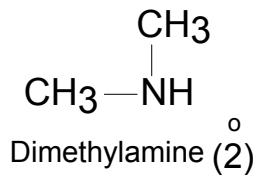
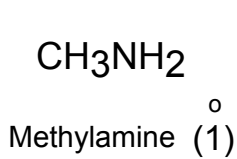
أمينات أولية 1^0	أمينات ثانوية 2^0	أمينات ثالثة 3^0	
عندما ترتبط ذرة النتروجين بذرة كربون واحدة فقط.	عندما ترتبط ذرة النتروجين بذرتي كربون.	عندما ترتبط ذرة النتروجين بثلاث ذرات كربون.	التعريف
CH ₃ NH ₂ Methylamine	(CH ₃) ₂ NH Dimethylamine	(C ₂ H ₅) ₃ N Triethylamine	مثال أليفاتي
 Aniline	 N-Methyl aniline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

٨ - ٢ - ٢ التسمية:

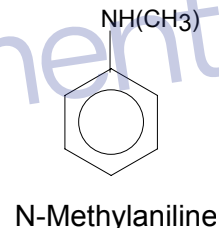
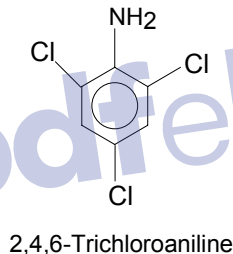
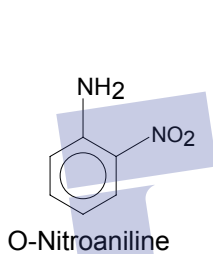
أولاً : الأمينات البسيطة :

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

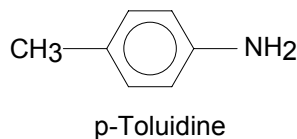
الأمثلة التالية:



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



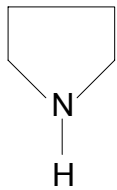
هذا وتعطى بعض المركبات الأمينية أسماء خاصة كما هو الحال في تسمية الأمينوتولوين



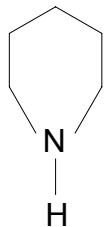
. P- Toluidine Aminotoluene الذي يسمى مثل باراتولويدين

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

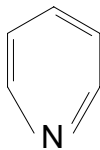
حلقي غير متجانس كما يتضح من الأمثلة التالية:



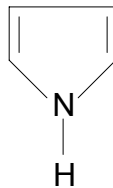
Pyrrolidine



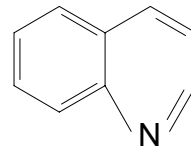
Pipyridine



Pyridine



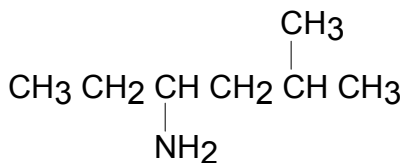
Pyrrole



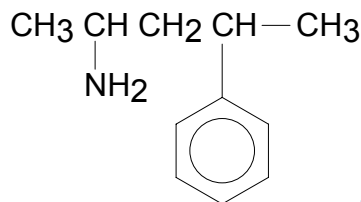
Quinoline

ثانياً: الأمينات المعقدة:

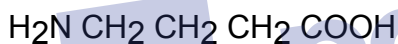
في هذه الحالة يتم تطبيق الطريقة النظامية IUPAC حيث تعامل المجموعة الأمينية كفرع يأخذ الاسم Amino وذلك عندما تكون هناك مجموعات وظيفية أخرى في السلسلة كالمجموعات الكحولية أو الحمضية والألديهيدية أو الكيتونية، وفي حالة عدم وجود تلك المجموعات فعندئذ ترقم السلسلة بحيث تأخذ مجموعة الأمين أصغر رقم ممكن كما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



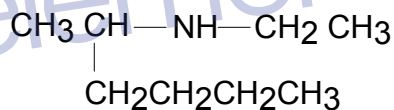
5-Methyl -3-aminohexane



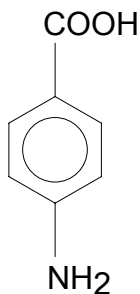
2-Amino-4-phenylpentane



4-Aminobutanoic acid



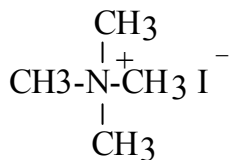
2-(N-Ethyl amino)hexane



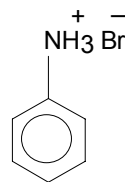
P-Aminobenzoic acid

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.

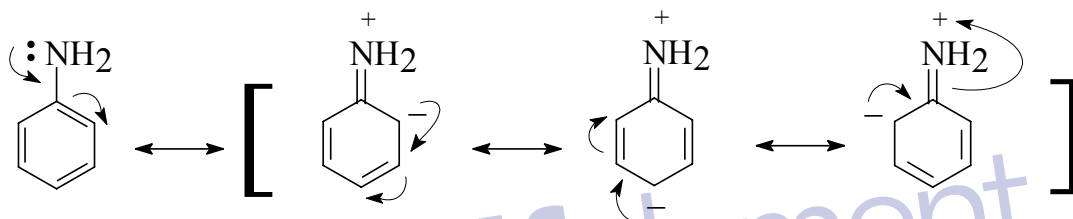
الذوبانية في الماء	درجة الغليان	الوزن الجزيئي		
لا يذوب	- 42	44	Propane	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$
يذوب	17	45	Ethylamine	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$
يذوب	7.5	45	Dimethylamine	CH_3NHCH_3
يذوب	78	46	Ethyl alcohol	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
يذوب	100.5	46	Formic acid	HCOOH

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 .

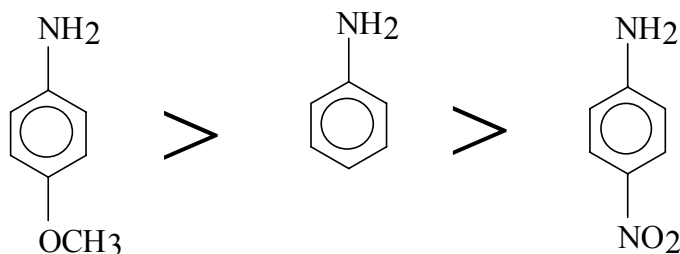


والأمينات الأروماتية أقل قاعدية من الأمينات الأليفاتية، ويعود السبب في ذلك إلى دخول الزوج الإلكتروني الحر الموجود على النتروجين في أوضاع طنينية مع إلكترونات الرابطة الثنائية π في حلقة البنزين، مما يقلل من كثافة الزوج الإلكتروني الحر على ذرة النتروجين كما يتضح من الأشكال التآرجحية التالية:



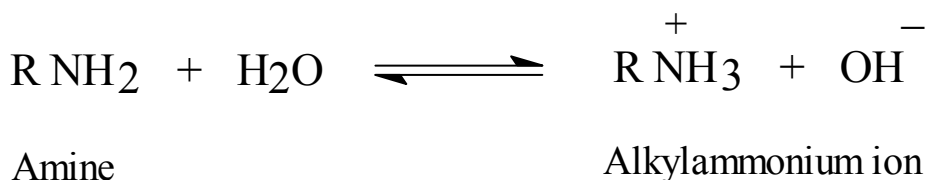
Resonance structures of aniline
(التركيب الطنيني لجزيء الأنيلين)

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



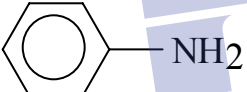
تقل القاعدية باتجاه السهم

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.



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

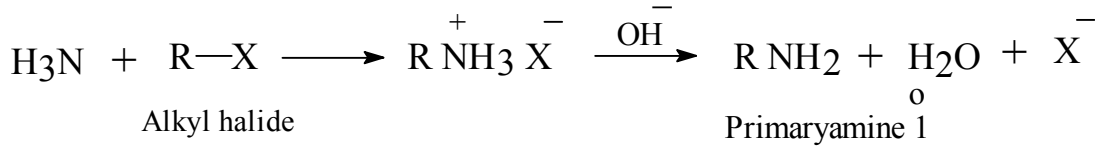
فكلما كانت فية K_b كبيرة كلما كانت قاعدية الأمين قوية..كما يمكن قياس قوة القاعدية باللوغاريتم السالب لثابت القاعدية K_b ويرمز له بالرمز pK_b وفي هذه الحالة فإنه كلما كانت قيمة pK_b كبيرة كانت قاعدية الأمين ضعيفة كما يتضح من الأشكال التالية:

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

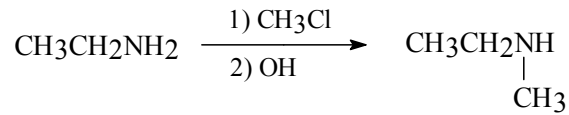
هناك ثلاث طرق لتحضير الأمينات:

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:

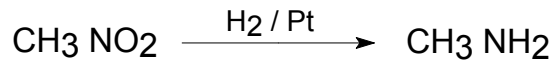


أمين أولي
(1)

أمين ثانوي
(2)

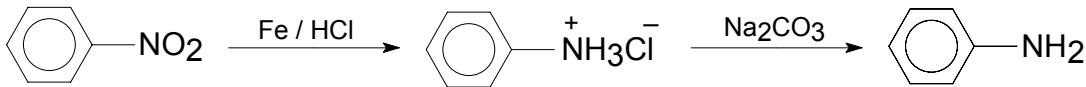
وبنفس الطريقة نستطيع الحصول على أمين ثالثي من تفاعل الأمين الأولي مع الأمين الثانوي ثانياً - التحضير بواسطة الاختزال:

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.



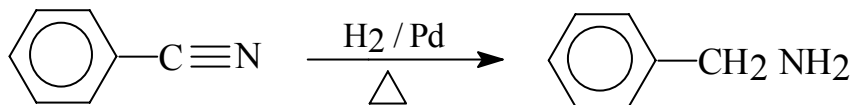
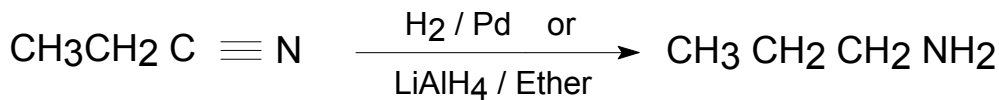
Nitromethane

Methylamine

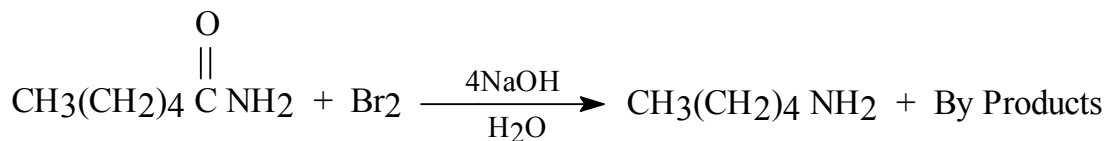


ب. اختزال المركبات النيتريالية الأروماتية والأليفائية.

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 هيبيبروميت الصوديوم NaOBr (الذي ينتج عادة من تفاعل البروم مع هيدروكسيد الصوديوم) كما يتضح من خلال التفاعل التالي :



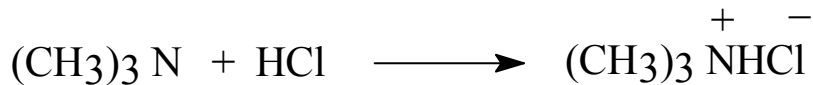
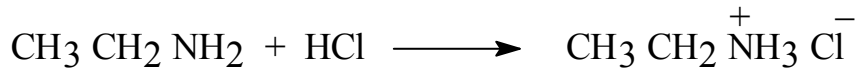
وجميع الطرق السابقة تعتبر طريق تحضير مختبريه، أما في الصناعة فإن الأمينات الأليفاتية الأولية فيتم تصنيعها بعدة طرق أهمها:

- 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.

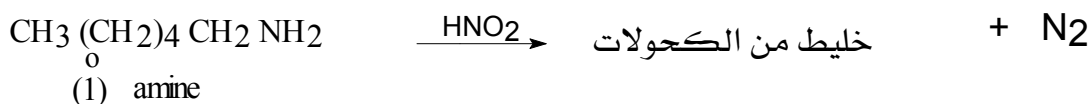


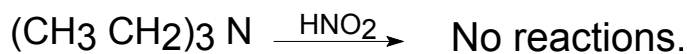
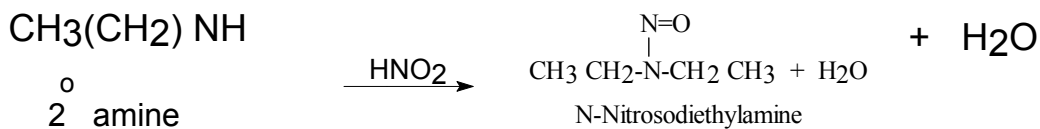
Diazonium ion

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:



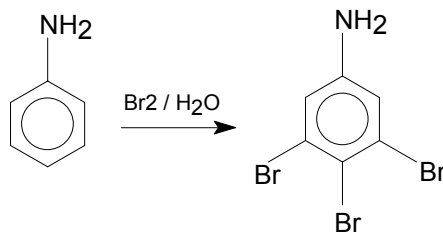


٣- تفاعلات الاستبدال الإلكتروفيلية في الأمينات الأروماتية تشمل هذه التفاعلات كل من :

أ- هلجنة ب- النيترة ج- السلفنة

١. هلجنة الأمينات الأروماتية :

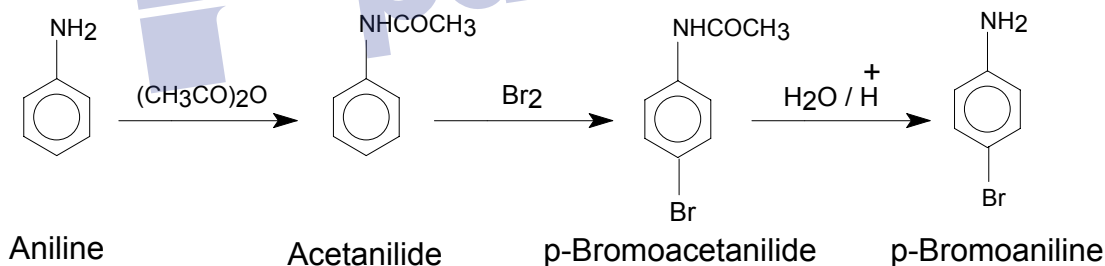
نتيجة لتنشيط مجموعة الأمين لحلقة البنزين فإن الأمينات الأروماتية تتفاعل بسهولة مع البروم بدون عامل مساعد ليعطي ثلاثي بروم أنيلين .



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

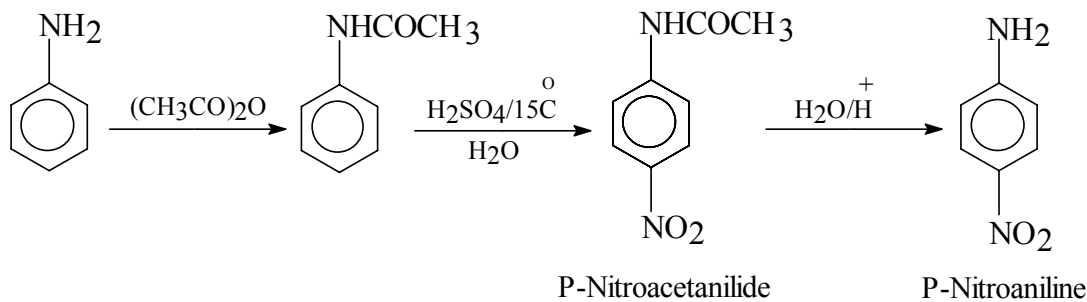
Acetanilide

p-Bromoacetanilide

p-Bromoaniline

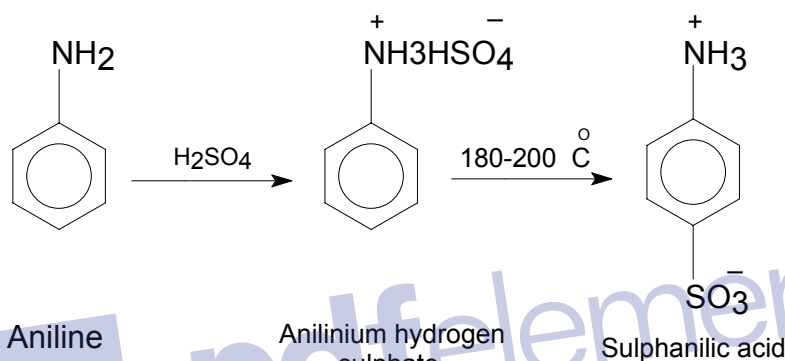
٢. نيترة الأمينات الأروماتية:

عند نيترة الأمينات الأروماتية يفضل تحويلها إلى أميدات وذلك لحماية مجموعة الأمين إذ أن مجموعة الأمين بدون حمايتها قد تتحول إلى أيون الأنيلينيوم $\text{-N}^+\text{H}_3$ 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 المجملة 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.

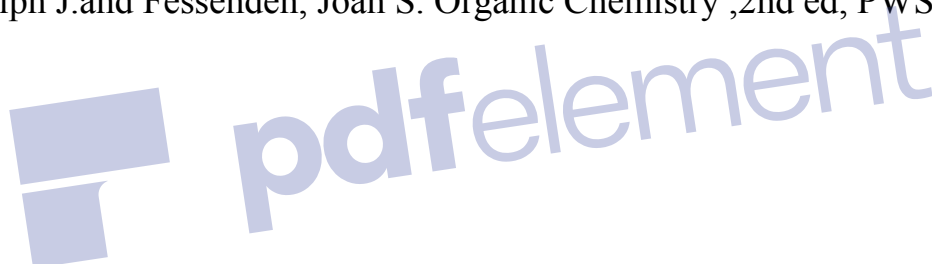


أولاً المراجع العربية:

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.



المحتويات

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

- 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 والكي-tonات : - ٩١ -
- ٧- ٣ الخواص الفيزيائية للألدهيدات والكي-tonات : - ٩٣ -
- ٧- ٤ طرق تحضير الألدهيدات والكي-tonات : - ٩٤ -
- ٧- ٥ تفاعلات الألدهيدات والكي-tonات : - 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 :

