

SERIE D'EXERCICES SUR C2 & C3: LES AMINES & LES ACIDES CARBOXYLIQUES ET DERIVES

EXERCICE 1:

1/ En combien de classes les amines peuvent-elles être réparties ? Donner un exemple de chaque classe en précisant son nom.

Etablir la formule générale des amines, identique pour toutes les classes.

2/ Une solution aqueuse de l'amine A, de concentration molaire $C = 0,2 \text{ mol.L}^{-1}$, a été obtenue en dissolvant 11,8 g d'amine pour 1 L de solution.

En déduire sa masse molaire, sa formule brute, sa formule semi-développée et son nom sachant qu'elle est tertiaire.

EXERCICE 2:

Une amine primaire à chaîne linéaire a une masse molaire $M = 59 \text{ g.mol}^{-1}$.

1/ Trouver la formule semi développée et le nom de l'amine en question.

2/ Ecrire l'équation de la réaction de l'amine avec l'eau et expliquer les propriétés basiques de la solution.

3/ A la solution aqueuse d'amine précédente, on ajoute une solution aqueuse de sulfate de cuivre ($\text{Cu}^{2+}; \text{SO}_4^{2-}$). Il se forme un précipité bleu.

a/ Donner la formule de ce précipité.

b/ Ecrire l'équation de la réaction chimique de précipitation.

EXERCICE 3:

Lorsqu'une amine brûle dans le dioxygène de l'air, l'atome d'azote se transforme sous forme de diazote (N_2).

1/ Ecrire l'équation bilan de la combustion complète de la méthanimine.

2/ On réalise la combustion du mélange stoechiométrique entre une amine aliphatique saturée gazeuse dont la molécule renferme n atomes de carbone et du dioxygène. L'eau formée est liquide.

Sachant que le volume gazeux initial de la phase gazeuse vaut 1,9 fois le volume final de la phase gazeuse.

a/ Déterminer la formule brute de cette amine.

b/ En déduire les formules semi développées, noms et classes.

EXERCICE 4:

L'aniline $\text{C}_6\text{H}_5\text{-NH}_2$ peut être obtenue par réduction en milieu acide du nitrobenzène $\text{C}_6\text{H}_5\text{-NO}_2$ par du fer. Le nitrobenzène résulte de l'action de l'acide nitrique HNO_3 sur le benzène C_6H_6 . On introduit dans un ballon les masses $m_1 = 30,0 \text{ g}$ de limaille de fer et $m_2 = 15,0 \text{ g}$ de nitrobenzène ; puis quelques grains de pierre ponce. On ajoute ensuite $V = 65 \text{ ml}$ de solution d'acide chlorhydrique de concentration $C = 1,0 \text{ mol/L}$ et on adapte un réfrigérant à eau. Le ballon est ensuite chauffé modérément pendant deux heures. On laisse refroidir puis on ajoute 40 ml de solution de soude à 5 mol/L. On extrait l'aniline formée, la masse obtenue est $m' = 7,52 \text{ g}$.

1.1. Ecrire l'équation de synthèse du nitrobenzène sachant qu'il se forme de l'eau.

1.2. Cette réaction est-elle une addition ? une substitution ? une élimination ?

2. A quelle famille organique appartient l'aniline ?

3. Dans le protocole présenté ci-dessus, il se forme dans un premier temps l'ion anilinium

3.1. Ecrire les demi-équations d'oxydoréduction pour les couples $\text{C}_6\text{H}_5\text{-NO}_2/\text{C}_6\text{H}_5\text{-NH}^{3+}$ et Fe^{2+}/Fe .

3.2. En déduire l'équation de la réaction qui se produit en milieu acide entre le fer et le nitrobenzène.

4. Vérifier que le nitrobenzène est le réactif limitant

5. La soude introduite en fin de réaction a un double but : éliminer les ions hydroniums en excès et transformer les ions anilinium en molécule d'aniline. Ecrire l'équation de la réaction de l'ion hydroxyde avec : a) L'ion hydronium ; b) L'ion anilinium ;

6. Calculer le rendement de la réaction. ***On donne : masse volumique de l'aniline = 1,03 g/cm³***

EXERCICE 5:

1. Une amine à chaîne carbonée non cyclique et saturée a pour masse molaire moléculaire 73 g/mol. Elle réagit mole à mole avec le monochlorométhane pour conduire à un seul chlorure d'ammonium quaternaire.

a. Pouvez-vous de ces indications déduire la classe de l'amine ?

b. Indiquer la formule semi-développée et le nom de l'amine.

c. Donner la formule et le nom de l'acide conjugué.

2. Une amine de formule $\text{C}_4\text{H}_{11}\text{N}$ réagit sur l'iodométhane en au moins deux étapes.

a. Que peut-on en conclure quant à la classe de l'amine.

b. Lors de la réaction de l'iodométhane sur l'amine, on constate qu'une mole de l'amine peut fixer deux moles d'iodométhane.

La classe de l'amine est elle totalement déterminée ? Quelles sont les formules développées possibles de l'amine ?

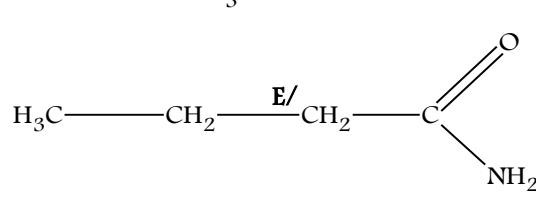
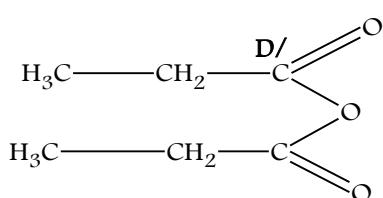
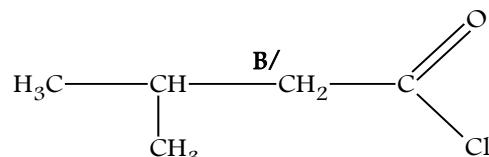
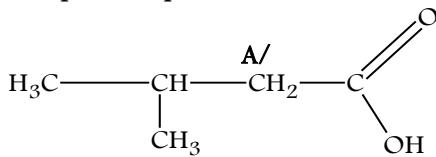
c. Quand on fait réagir un excès d'iodométhane sur l'amine, on obtient un composé de formule $[(CH_3)_2 - N - CH_2 - CH_2 - CH_3]^+ + I^-$

En déduire la formule développée de l'amine.

EXERCICE 1:

Partie A:

1/ Nommer les composés organiques A, B, D, E dont les formules suivent et préciser la famille chimique de chaque composé.

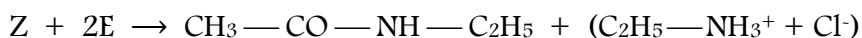


2/ Ecrire l'équation-bilan d'une réaction qui permet d'obtenir :

- a/ le composé B à partir du corps A ;
b/ le composé D à partir de l'acide propanoïque ;
c/ le composé E par une réaction rapide et totale.

Partie B:

A partir d'un composé organique X, on peut réaliser les réactions successives suivantes:

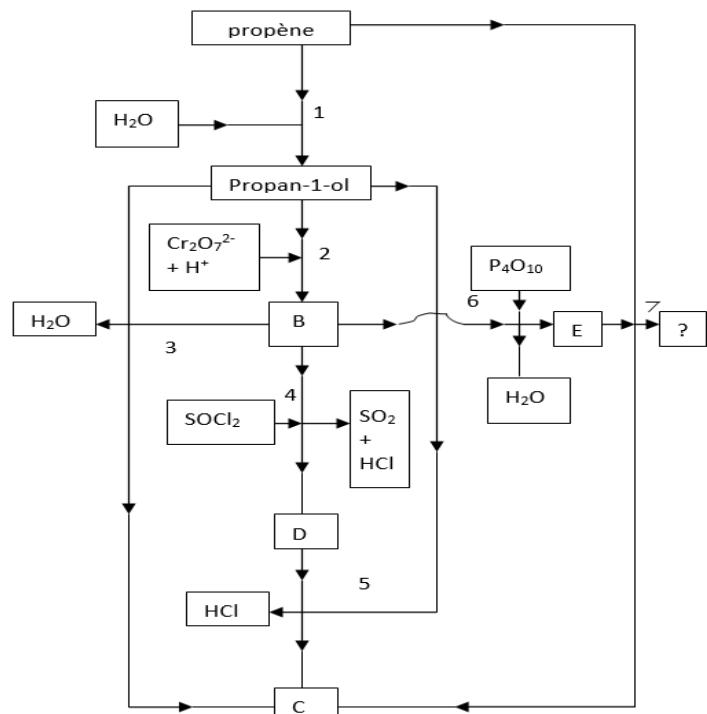


Déterminer la formule, la fonction chimique et le nom de chacun des composés X, Y, Z et E.

EXERCICE 2:

On donne l'organigramme ci-dessous.

- 1) a) Préciser la fonction, la formule développée et le nom de B.
b) Ecrire l'équation bilan de la réaction 3
c) Donner la formule développée, la fonction et le nom du composé D
d) Donner le nom et la fonction du composé E.
2) Ecrire les équations-bilan des réactions 5 et 7.
Comparer les réactions 3, 5 et 7.



EXERCICE 3:

1/ Soit un hydrocarbure A à chaîne carbonée ouverte de formule C_xH_y et de masse molaire moléculaire M_A = 56 g.mol⁻¹.

a/ Montrer que la formule brute du composé A peut s'écrire sous la forme C₄H₈, sachant que son atomicité est égale à 12.

On rappelle que l'atomicité est le nombre d'atomes contenus dans une molécule.

b/ A quelle famille appartient

l'hydrocarbure A ? Ecrire la formule semi développée exacte de A sachant que sa chaîne carbonée est ramifiée.

- c/ On fait l'hydratation de A en milieu acide. Il se produit deux composés isomères A₁ et A₂. Ecrire la formule semi développée de A₁ puis donner son nom, sachant qu'il est l'isomère majoritaire.
- 2/ On considère un composé organique oxygéné B de formule brute (C_xH_yO₄) qui contient en masse 26,7% de carbone. Sa masse molaire moléculaire M_B = 90 g.mol⁻¹.
- a/ Montrer que la formule brute du composé B peut s'écrire sous la forme C₂H₂O₄. Déduire sa formule semi développée sachant que B est un diacide carboxylique.
- b/ On fait la décarboxylation d'une solution de B, il se produit un composé organique oxygéné B'. Déduire la formule semi développée du composé B' puis donner son nom.
- 3/ En présence d'acide sulfurique et en chauffant à reflux on fait réagir A₁ sur B'.
- a/ Préciser la nature et les caractéristiques de cette réaction.
- b/ Ecrire son équation bilan, puis nommer le composé organique E obtenu.

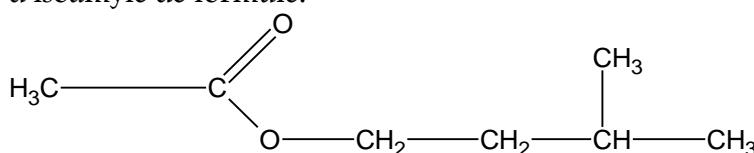
EXERCICE 4:

Un composé organique A de formule générale C_xH_yO_z possède la composition centésimale massique suivante: %C = 40,91 ; %H = 4,54.

- 1/ Trouver la formule brute de A sachant que sa masse molaire est égale à 88 g.mol⁻¹.
- 2/ L'hydrolyse de A donne deux composés organiques A₁ et A₂. On sépare A₁ et A₂ par une méthode appropriée. Afin d'identifier A₁ et A₂ on réalise les expériences ci-après:
- On fait réagir sur A₁ du pentacholorure de phosphore, on obtient un composé organique B de masse molaire M_B = 64,5 g.mol⁻¹.
 - On fait réagir sur A₂ une solution concentrée d'ammoniac et on chauffe, on obtient un composé organique C.
 - Quelques gouttes de BBT additionnées à A₂ donnent une couleur jaune.
- a/ Quelles sont les fonctions chimiques des composés A, A₁, A₂, B et C ?
- b/ Déterminer les formules semi développées de A₁, A₂, A et C.
- c/ Ecrire les équations des réactions et nommer les produits formés.
- 3/ On fait réagir le 3-méthylbutan-1-ol sur A₂, on obtient un composé D dont la saveur et l'odeur sont celles de la banane.
- a/ Ecrire l'équation bilan de la réaction qui se produit.
- b/ Donner la fonction chimique et le nom du composé D.
- c/ Sur le plan industriel, cette réaction présenterait deux inconvénients. Lesquels ?
- 4/ Afin d'éviter ces inconvénients, il est possible de synthétiser le composé D en remplaçant l'un des réactifs par un dérivé chloré plus efficace.
- a/ Ecrire la formule semi développée de ce dérivé chloré.
- b/ Ecrire l'équation bilan de cette réaction.

EXERCICE 5:

On désire préparer un ester dont la saveur et l'odeur sont celles de la banane. Cet ester est l'acétate d'isoamyle de formule:



L'acétate d'isoamyle est utilisé pour aromatiser certains sirops.

Dans un ballon de 100 mL, on introduit un volume V₁ = 44,0 mL d'alcool (B) et un volume V₂ d'acide carboxylique (A). On y ajoute 1 mL d'acide sulfurique, puis on réalise un chauffage à reflux du mélange.

1/ Donner le nom de l'acétate d'isoamyle dans la nomenclature officielle ; puis donner les formules semi développées et les noms de l'acide carboxylique (A) et de l'alcool (B) utilisés. Préciser la classe de l'alcool (B).

2/ Ecrire l'équation bilan de la réaction de cet acide sur l'alcool et préciser les caractéristiques de cette réaction.

3/ Calculer le volume V₂ d'acide nécessaire pour que le mélange avec 44,0 mL d'alcool soit équimolaire.

4/ Quel est le rôle de l'acide sulfurique dans cette réaction ? Pourquoi chauffe-t-on le mélange ?

5/ Au bout d'une durée \square t, on récupère une masse m = 26,3 g d'ester.

a/ Quel est le rendement de cette réaction à ce stade ?

b/ Compte tenu des conditions initiales, la limite d'estérification est-elle atteinte ? Justifier.

6/ Pour augmenter le rendement de la préparation de l'ester, citer un réactif susceptible de remplacer l'acide (A).

Ecrire l'équation-bilan de la réaction de ce réactif avec l'alcool (B).

Données masse volumique: $\rho_A = 1050 \text{ g.L}^{-1}$; $\rho_B = 800 \text{ g.L}^{-1}$

EXERCICE 6:

L'hydrolyse d'un ester E de formule $C_5H_{10}O_2$ conduit à la formation de l'acide éthanoïque et d'un composé A.

- A quelle famille appartient le composé A?
- Le composé A est oxydé par le permanganate de potassium en milieu acide. Il se forme un composé B qui réagit avec la 2,4-dinitrophénylhydrazine (DNPH) et est sans action sur la liqueur de Fehling.
- A quelle famille appartient le composé B ?
- Donner les formules semi-développées ainsi que les noms des composés B et A.
- Donner la formule semi-développée et le nom de l'ester E.
- Ecrire l'équation-bilan de la réaction d'hydrolyse de l'ester (E). Donner les caractéristiques de cette réaction.
- L'ester E peut être obtenu par action du composé A sur un des deux dérivés de l'acide éthanoïque (chlorure d'éthanoyle et l'anhydride éthanoïque).
- Comment peut-on obtenir ces dérivés via l'acide éthanoïque ?
- Ecrire alors les équation-bilans de préparation de ces dérivés.
- Ecrire l'équation-bilan de la préparation de E à partir d'un de ces dérivés et comparer les caractéristiques de la réaction avec celles obtenues par la réaction entre l'acide et le composé A.
- L'ester E est traité avec de la soude (Na^+, OH^-) ; on obtient alors un carboxylate de sodium S.
- Ecrire l'équation-bilan de la réaction.
- Comment appelle-t-on ce type de réaction ? Donner ses caractéristiques. Nommer le composé S.
- Quelle masse de E a-t-on utilisée sachant que la masse du produit S formé est 100g et que le rendement de la réaction est 85% ?

EXERCICE 7:

$M(C) = 12 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(H) = 1 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(O) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$

C'est d'abord dans les organes végétaux et animaux que des molécules d'anesthésiants et d'antalgiques ont été isolées. Depuis, pour adoucir les douleurs chroniques, divers composés ont été synthétisés par les chimistes pharmaciens.

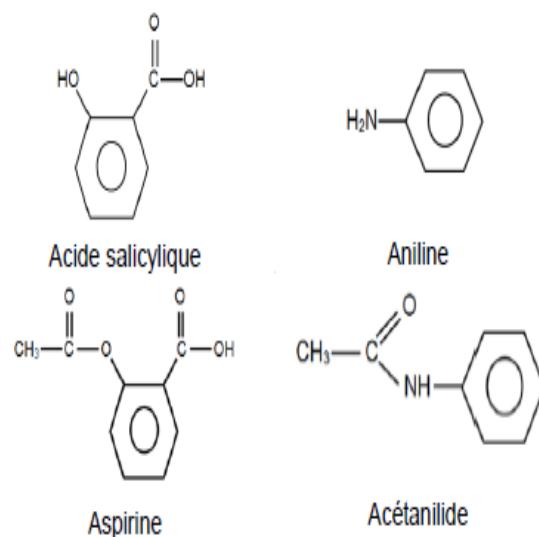
L'acétanilide, fébrifuge formulée sous la marque «antifébrine», est préparé à partir d'une amine aromatique, l'aniline et du vinaigre (acide éthanoïque).

L'essence de wintergreen, extraite de la gaulthérie, arbrisseau d'Amérique du Nord, remède traditionnel contre la fièvre, contient comme principe actif un ester méthylique de l'acide salicylique, le salicylate de méthyle.

L'acide acétylsalicylique ou aspirine, connu pour ses vertus thérapeutiques diverses, est préparé par action de l'anhydride acétique sur l'acide salicylique.

Les formules de quelques molécules évoquées dans le texte sont données ci-dessous :

- On s'intéresse d'abord à l'antifébrine.
- Donner le nom de la fonction chimique rencontrée dans la molécule d'acétanilide.
- La synthèse actuelle de l'acétanilide utilise l'anhydride éthanoïque plutôt que le vinaigre cité dans le texte ; donner une explication à cette préférence.
- La molécule qui est à la base de l'activité de l'essence de wintergreen peut être synthétisée à partir de l'acide salicylique et du méthanol en présence d'acide sulfurique qui joue le rôle de catalyseur.
- a- En déduire la fonction chimique présentée par le principe actif de ce médicament.
- b- Ecrire l'équation-bilan de la réaction conduisant à ce principe actif.
- La molécule d'aspirine (ou acide acétylsalicylique) contient des groupes fonctionnels oxygénés différents.
- Ecrire l'équation-bilan de la réaction de synthèse de l'aspirine puis entourer les groupes fonctionnels oxygénés que contient la molécule d'aspirine en précisant la nature de chaque fonction.



2.2- Lors d'une synthèse de l'aspirine 3,00 g d'acide salicylique et 6 mL d'anhydride acétique ont été utilisés. Après réaction une masse de 3,08 g d'aspirine pure a été obtenue.

2.2.a- Montrer que l'un des réactifs est en excès.

2.2.b- Déterminer le rendement de la réaction par rapport à l'acide salicylique.

Données : densité de l'anhydride acétique $d = 1,08$; masse molaire de l'aspirine : $M_1 = 108 \text{ g.mol}^{-1}$; masse molaire de l'acide salicylique : $M_2 = 138 \text{ g.mol}^{-1}$.

Exercice 8 : La chimie au service du linge

Il y a quelques décennies les femmes lavaient le linge au lavoir en utilisant un mélange de suif (graisse animale) et de cendre. On cherche à comprendre comment ces deux produits salissants permettent le nettoyage.

A. La cendre

1) Les cendres étaient recueillies dans un pot et mélangées à de l'eau. La cendre de bois contient la potasse KOH. Sachant que la potasse contient des ions potassium K^+ , écrire l'équation traduisant la dissolution de la potasse solide dans l'eau en précisant le nom de l'anion.

B. Le suif

Le suif est composé majoritairement de tristéarate (ou octadécanoate) de glycéryle dont la formule est :

2) A quelle famille appartient le tristéarate de glycéryle (oléine) ?

Entourez les groupes caractéristiques correspondants à cette famille.

3) Donner la formule de l'acide, ainsi que le nom de l'alcool nécessaire pour fabriquer le tristéarate de glycéryle (oléine). Comment se nomme cette réaction ? Quelles sont ces caractéristiques ?

C. Le mélange de suif et de cendre

Par cette réaction, on obtient un savon qui a des propriétés nettoyantes. Ce possède une partie hydrophile (qui aime l'eau) et une partie lipophile (qui aime les lipides).

4) En utilisant les formules semi-développées, écrire l'équation chimique de la réaction modélisant la transformation lors du mélange de suif et de cendre.

5) On dispose d'un corps gras renfermant de l'oléine. Ce corps gras est caractérisé par son indice de saponification qui est en première approche, la masse en milligramme d'hydroxyde de potassium nécessaire pour saponifier le triester contenu dans 1g de matière grasse. L'indice de saponification de l'oléine est 156.

Calculer le pourcentage en masse d'oléine dans ce corps gras envisagé.

