Nouvelle Calédonie Novembre 2007

EXERCICE III. ASPIRINE DE SYNTHÈSE (4 points)

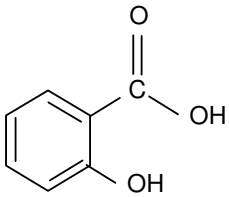
Calculatrice interdite

En 1825, un pharmacien italien, Francesco Fontana, isole le « principe actif » de l'écorce de saule et le baptise salicine. Par la suite, la salicine donnera de l'acide salicylique, plus efficace, puis un procédé de synthèse à partir de l'acide salicylique produira l'acide acétylsalicylique C'est la naissance de l'aspirine mise sur le marché en 1899.

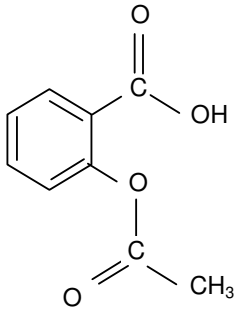
Données :

Formules chimiques :

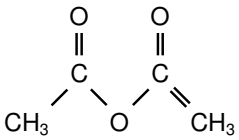
Acide salicylique



Acide acétylsalicylique



Anhydride éthanoïque



Masses molaires : M(acide salicylique) =138 g.mol^{-1} ; M(anhydride éthanoïque) = 102 g.mol^{-1} ; M(acide acétylsalicylique) = 180 g.mol^{-1};
Masse volumique de l'anhydride éthanoïque : $\mu = 1{,}08 \times 10^3$ kg.m^{-3}.
pKa du couple acide acétylsalicylique / ion acétylsalicylate : 3,5 à la température de l'expérience.
L'acide acétylsalicylique est très peu soluble dans l'eau.

1. Nécessité de l'aspirine de synthèse

Chaque année, environ quarante mille tonnes d'aspirine sont consommées à travers le monde.
Un saule nécessite une superficie de terre d'environ 20 m^2 pour son développement et pourrait fournir 2,6 kg d'aspirine. À titre d'exemple, la superficie de la ville de Paris couvre 10 500 hectares.

Sur quelle surface de terre exprimée en hectares (1 ha = 10 000 m^2) devrait-on abattre des saules, chaque année, pour produire l'aspirine uniquement à partir des saules ? Le résultat confirme-t-il la nécessité de synthétiser l'aspirine ?

Aide aux calculs : $\frac{40}{2,6} = 15$; $40 \times 2,6 = 104$

2. Synthèse de l'aspirine en laboratoire

On réalise la synthèse de l'aspirine à partir de l'anhydride éthanoïque et de l'acide salicylique. Les produits de la transformation sont l'aspirine et l'acide éthanoïque.

2.1. Sur le schéma de la molécule d'acide acétylsalicylique, donné en ***ANNEXE***, nommer les groupes caractéristiques entourés.

2.2. *Les étapes du protocole de la synthèse de l'aspirine sont données en désordre ci-dessous :*

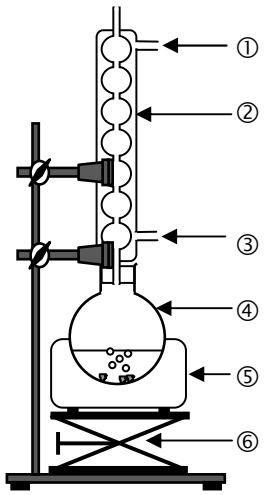
Étape A – *Ajouter de l'eau froide dans le milieu réactionnel.*
Étape B – *Réaliser un montage de chauffage à reflux et chauffer pendant une vingtaine de minutes.*
Étape C – *Les cristaux récupérés sont impurs. Les purifier par recristallisation. Filtrer de nouveau sur büchner et peser les cristaux récupérés.*
Étape D – *Introduire dans un ballon 5,0 g d'acide salicylique, 10 mL d'anhydride éthanoïque et quelques gouttes d'acide sulfurique.*
Étape E – *Filtrer sur büchner le mélange obtenu et récupérer les cristaux d'aspirine.*

Indiquer l'ordre des étapes qu'il faut mener pour réaliser la synthèse de l'aspirine au laboratoire de chimie.

2.3. Par quel autre composé aurait-on pu remplacer l'anhydride éthanoïque ? Quel(s) avantages(s) apporte l'utilisation de l'anhydride éthanoïque ?

2.4. Quel est le rôle de l'acide sulfurique ?

2.5. *Le montage du chauffage à reflux est schématisé ci-dessous*. Nommer sur la copie les points du montage numérotés de ① à ⑥. Quel est l'intérêt du montage à reflux ?



2.6. *Lors d'une séance de Travaux Pratiques, un groupe d'élèves applique le protocole ci-dessus. Il étudie l'évolution du système chimique à l'aide du tableau fourni en* ***ANNEXE****.*

2.6.1 Vérifier que l'anhydride éthanoïque est en excès au début de la transformation.

Aide aux calculs : $\frac{5}{138} = 0{,}036$; $\frac{10{,}8}{102} = 0{,}11$; $5 \times 138 = 690$; $\frac{102}{10{,}8} = 9{,}44$

2.6.2 *La masse de cristaux d'aspirine obtenue est de 6,0 g.*
Compléter et utiliser le tableau d'avancement fourni en **ANNEXE** pour déterminer le rendement de la transformation.

Aide aux calculs : $\frac{6}{180} = 0{,}033$; $\frac{36}{33} = 1{,}1$; $\frac{33}{36} = 0{,}92$

3. Mise en solution d'un comprimé d'aspirine simple

Les médicaments à base d'aspirine se présentent actuellement sous diverses formulations : comprimés, poudre, comprimés effervescents ...
On notera, dans cette partie, l'acide acétylsalicylique AH et l'ion acétylsalicylate A^-.

3.1. *On dissout un comprimé contenant 500 mg d'aspirine simple dans de l'eau distillée de façon à obtenir un volume V_S de 200 mL de solution S.*
L'acide acétylsalicylique AH réagit avec l'eau.
Écrire l'équation de la réaction modélisant la transformation.

3.2. Calculer la concentration molaire c_S en soluté apporté de la solution S.

Aide aux calculs : $\frac{2{,}5}{180} = 1{,}4 \times 10^{-2}$; $2{,}5 \times 180 = 4{,}5 \times 10^{-2}$

3.3. *Le pH de l'estomac d'un individu est d'environ 2.*

3.3.1. Tracer le diagramme de prédominance des espèces chimiques du couple AH/A^-.

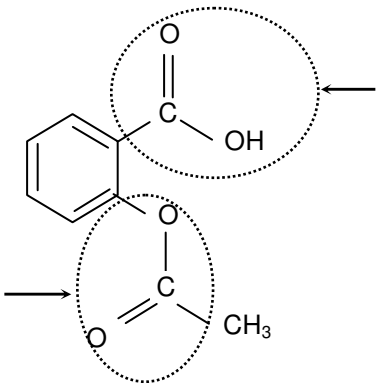
3.3.2. Sous quelle forme, AH ou A^-, l'organisme de cet individu assimile-t-il l'aspirine dans l'estomac ?

ANNEXE À RENDRE AGRAFÉE AVEC LA COPIE

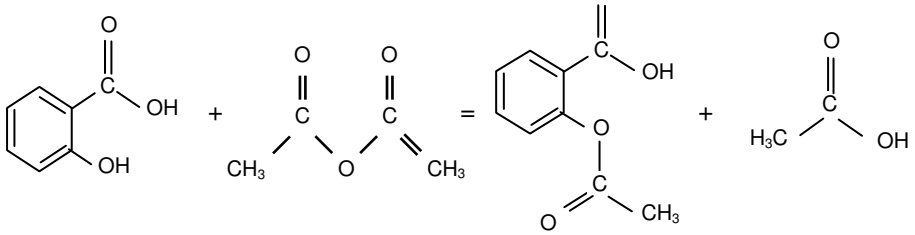
ANNEXE EXERCICE III

Question 2.1.

Acide acétylsalicylique :



Question 2.6.2.
Tableau à compléter :

Équation chimique :				
	Avancement	Quantités de matière (en mol)		
État initial	0			
État intermédiaire	x			
État final	x_f			