**Chapitre 10 : rendement de l’estérification et de l’hydrolyse**

Exercice 1 : Mots manquants.

1. ester , acide carboxylique,
2. rapide , totale
3. basique , carboxylate, maximale
4. triesters
5. hydroxyde, potassium
6. relargage
7. amphiphile , hydrophile , hydrophobe

Exercice 2:

1. faux
2. vrai
3. vrai
4. faux
5. vrai
6. vrai
7. faux

Exercice 3 :

1. a et b
2. c
3. a et c
4. a

Exercice 4 :

1. anhydride propanoïque
2. anhydride butanoique
3. anhydride butanoique propanoïque
4. anhydride pentanoique

Exercice 5:

1. CH3—CH2—CO—O—CO—CH2—CH3
2. CH3—CO—O—CO — CH3
3. C3H7—CO—O—CO—C2H5
4. CH3—CO—O—CO — CH3
5. HCO—O—COH

Exercice 6:

1. CH3—CH(OH)—CH3 ; CH3—CO—O—CO — CH3
2. CH3—CH2—OH ; HCO—O—COH
3. CH3—CH2—CH2—CH2(OH) ; CH3—CH2—CO—O—CO—CH2—CH3
4. CH3—OH ; CH3—CO—O—CO — CH3
5. CH3—CH2—CH2(OH) ; C3H7—CO—O—CO—C3H5

Exercice 7 :

1. CH3—(CH2) 2—CO—O— CO—(CH2) 2— CH3 ; OH —CH2—CH3
2. CH3—CO—O—CO—CH3 ; CH3—OH
3. H—CO—O—CO—H ; OH—CH2—CH3
4. C6H5—CO—O—C6H5 ; OH—CH3
5. H—CO—O— CO—H ; OH—CH3

Exercice 8 :

1. m = 1.85 g
2. CH3—CO—O—CO—CH3 +CH3—CH(CH3) —CH2—OH ; c'est une réaction rapide totale et limitée

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Equation | Anhydride + alcool → ester + acide | | | |
| EI | 0.025 | 0.025 | 0 | 0 |
| EI | 0.025-x | 0.025-x | x | x |
| Ef | 0.025-xmax | 0.025- xmax | xmax | xmax |

xmax = 0.025 mol.

m = 0,025 x 151 = 3,775g .

Exercice 9 : Aspro 500 mg

1. C9H8O4 +HO- → C9H7O- +H2O
2. A l'équivalence

n(C9H8O4) = n(HO-)

= Cb x VE = 9,7.10-2 x 18,2.10-3=1,7x10-9 mol.

m = 1,7.10-3 x180 = 306 mg.

1. m-mo/mo= 306 -320/320=0.04 soit 4%.
2. m-mo/mo= 406-320/320=0.26 soit 26%.

Exercice 11: Oléate de sodium

1. Saponification.

2. Ion carboxylate.

3. R—COO-

partie partie

hydrophobe hydrophile

4. a.10% de 125 fait 12.5 g.

b. n= 0,041 mol.

c. n(savon)/3= n(oléine) on trouve donc n(oléine)= 0,014 mol.

d. m(oléine) = M(oléine) x n(oléine)= 0.014 x 884 = 12.4 g.

Exercice 12 : Acide gras

1. RCOO-.
2. hydrophile : ami de l'eau

hydrophobe : a peur de l'eau

1. R—COO

partie partie

hydrophobe hydrophile

4. Schéma de (1), car l'ion carboxylate étant hydrophile.

Exercice 13 :

1. HCOOH +CH3OH = HCOOCH3 + H2O
2. no(ac) = 0,05 mol ; no(al) = 0,05 mol ; nf (ac) = 0,0165 mol. le mélange est équimolaire donc xmax = 0,05 mol. le rendement est alors r = 0,0335/0,05 = 0,67 soit 67 %. Ce résultat est attendu dont la mesure ou l'on part d'un mélange équimolaire d'acide carboxylique et d'alcool primaire.
3. on peut augmenter le rendement de cette estérification soit en :

* utilisant un excès de l'un des réactifs
* Éliminant l'un des produits au fur et à mesure de sa formation.

1. a .CHO O—CHO

b. CHO O—CHO + CH3—OH → CHO—O—CH3 + CHO—OH

c. m (anhy) = 3,70 g

d .m(ester) = 3,00 g

Exercice 14:

1. les equations sont :

CH3—CH2—CH2—CH2—OH + CH3—COOH = CH3—COO—CH2—CH2—CH3 +H2O

CH3—CH2—CH2—CH2—OH + CH3—COO—CH2—CH2—CH2—CH3 +CH3—COOH

2. Éthanoate de butyle.

3. La première est lente limitée et athermique et la deuxième réaction est totale et rapide.

4. a. V(al) = 9,1 mL

b. n(ester) = 0,079 mol. n(ester) max = 0,10 mol.

r = 0,079/0,10 = 0,79 soit 79%.

Exercice 15 :

1. acide butanoique : CH3—(CH2)2—COOH glycerol :

2.le glycérol s'appelle propan-1,2,3-triol. L'acide butyrique s'appelle acide butanoique.

3. a .

b. hydrolyse basique d'un triester d'acide gras.

4. il s'agit de récupérer le savon. cette opération est appelée: relargage.

5. m(savon) = m(buty) x M(savon) /M(buty) = 200\*330/302=219 g.

Exercice 16:

1. m(sol) = µ x V(sol) = 1330 g
2. m = 0,33 x 1330 = 439 g Co= 11 mol.L-1.
3. C1= Co/100 = 0,11 mol.L-1.
4. AH + HO - → A-+ H2O
5. l'équivalence est atteinte lorsque les réactifs onr réagi dans les proportions stoechiométriques. Ces espèces ont alors disparu et la solution est une solution aqueuse contenant la base A-.La solution est basique et pH˃7.
6. A l'équivalence n(AH) = n(HO-)éq= C1 x Véq , la solution S2 a un volume double de celui de la prise d'essai dosée. La quantité de matière d'acide présente dans la solution S2 est alors :

n'(AH) = 2 C1 Véq = 2x 0,11 x0,0125 x180 = 495 mg

A 1% près, on peut donc dire quele comprimé contient 500 mg d'acide acétylsalicylique, ce qui justifie l'appellation" aspirine 500".

Exercice 17 MAL DE TÊTE

1. La molécule d’aspirine ou d’acide acétylsalicylique

1. Le groupe 1 est le groupe carboxyle, qui correspond à la  
famille des acides carboxyliques.

Le groupe 2 est le groupe ester qui correspond à la famille des esters.

2*.* La masse d’aspirine absorbée par Sylvie

2*.*1.schéma ci-contre :

Becher contenant V = 10,0 mL d’acide acétylsalicylique (solution S) + indicateur coloré

Burette contenant la solution de soude : cB = 1,60×10-2 mol.L-1

VBE = 11,5 mL

Agitateur magnétique

2.2.AH(aq) + HO–(aq) = H2O(*l*) + A–(aq)

C

C

CH

CH

CH

CH

O

CH3

C

O

C

O

– O

2.3. Ion acétylsalicylate

2.4. À l’équivalence, les réactifs sont introduits dans les proportions stoechiométriques : la quantité de matière d’ions hydroxyde versée est égale à la quantité de matière d’acide acétylsalicylique initialement présente : n(HO– ) versée = n(HA) initiale

Soit cB . VBE = cA . V

cA =  = 1,84.10-2 mol.L–1

2.5.1. cm = = 1,84.10-2 × 180 = 3,31 g.L-1

2.5.2. La solubilité (masse maximale de soluté que l’on peut dissoudre dans un litre de solution) est : s = 3,3 g.L-1. cm ≈ s, la solution est donc saturée.

2.5.3. La masse d’aspirine absorbée par Sylvie, qui a bu le filtrat, est m = cm.VS

m = 3,31×0,100 = 331 mg. Elle n’a donc pas absorbé tout le cachet.

2.6. La solution sera toujours saturée, surtout si on diminue le volume nécessaire à la dissolution de l’aspirine, donc le volume équivalent restera le même. La proposition qui convient est la proposition n°2.

3. Une autre transformation possible.

3.1. Le groupe caractéristique présent à la fois dans l’acide acétylsalicylique et dans sa base conjuguée est le groupe ester qui va réagir avec les ions hydroxyde HO– selon une réaction de saponification.

C

C

CH

CH

CH

CH

O

CH3

C

O

C

O

– O

**+** HO– **=**

C

C

CH

CH

CH

CH

OH

C

O

– O

O

CH3

C

–O

**+**

CH3-COOC6H4-CO2– (aq) + HO–(aq) = C6H4(OH)-CO2–(aq)+ CH3-COO–(aq).

**3.2.*(0,25)*** La transformation qui se produit lors du titrage est rapide et totale , alors que la saponification est **lente à 20°C**.

**4.** **Et si on fabriquait de l’aspirine…**

**4.1. *(0,25)*** On utilise de **l’anhydride acétique** (ou anhydride éthanoïque) de formule semi-développée :

CH3 – C – O – C – CH3

O O

**4.2.**

C

C

CH

CH

CH

CH

OH

C

O

HO

**+** CH3 – C – O – C – CH3 **=** CH3 – C – OH

O O O

C

C

CH

CH

CH

CH

O

CH3

C

O

C

O

HO

**+**

**4.3.**Avec un anhydride d’acide la transformation est **rapide** et **totale**, alors qu’avec un acide carboxylique, elle est lente et limitée.

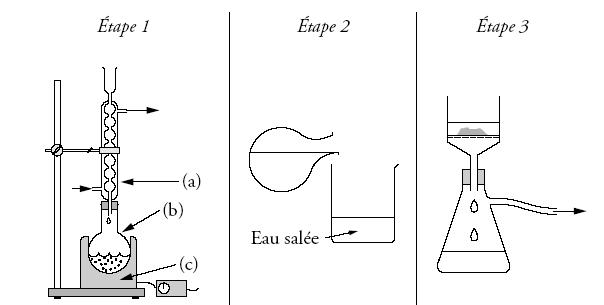
Exercice 1. Fabrication et propriétés d’un savon

I. La fabrication du savon

1. A propos du mode opératoire

I.1.a. L’étape 1 est un chauffage à reflux et l’étape 3 une filtration sous vide (filtration sur Büchner).

I.1.b. Le savon est peu soluble dans l’eau salée, alors qu’il est soluble dans l’eau, il va donc précipiter.



**(a) réfrigérant à boules**

**(b) ballon**

**(c) chauffe-ballon**

I.1.c.

Le réfrigérant à boules (a) évite que des réactifs ou des produits une fois à l'état gazeux, en raison de la chaleur, ne partent dans le laboratoire. Ils sont condensés, sous l'effet de l'eau froide, passent à l'état liquide et restent ainsi dans le milieu réactionnel.

I.1.d. La pierre ponce permet de régulariser l'ébullition.

Elle limite les risques de projections.

I.1.e. La température est un facteur cinétique,

elle permet d’accélérer la réaction.

2. Étude quantitative

I.2.a. oléine + hydroxyde de sodium = oléate de sodium (savon) + glycérol

*produit 1* *produit 2*

C17H33 – CO – O – CH2

C17H33 – CO – O – CH

C17H33 – CO – O – CH2

CH2

OH

CH

OH

CH2

OH

+ 3 (Na+ + HO–) = 3 (C17H33COO–+ Na+) +

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| I.2.b. | Oléine | Soude | Produit 1 | Produit 2 |
| Quantité de matière dans l’état initial (en mol) | n0 = 2,0×10–2 | n1 = 5,0×10–2 | 0 | 0 |
| Quantité de matière en cours de transformation (en mol) | n0 – x | n1 – 3x | 3x | x |
| Quantité de matière dans l’état final (en mol) | n0 – xmax | n1 – 3xmax | 3xmax | xmax |

Si l’oléine est le réactif limitant alors n0 – xmax = 0 soit xmax = n0 = 2,0×10–2 mol

Si la soude est le réactif limitant alors n1 – 3xmax = 0 soit xmax = n1 / 3= 1,7×10–2 mol

Le réactif limitant est celui qui conduit à l’avancement maximal le plus faible, il s’agit de la soude.

I.2.c. Le rendement est le rapport de la masse expérimentale de produit obtenu sur la masse théorique de ce produit :

= 69 %

micelle

Partie hydrophile

Partie hydrophobe

II. Les propriétés du savon

II.1.

L’anion carboxylate possède une partie hydrophile qui va lui permettre de se solubiliser dans l’eau, en formant des micelles.

II.2. C17H33COO–(aq) + H2O(*l*) = C17H33COOH(aq) + HO–(aq)

Couples acide / base : C17H33COOH(aq) / C17H33COO–(aq)

H2O(*l*) / HO–(aq)

EXERCICE 19. LE SAVON À L’ANCIENNE

1. Les alcalis.

1.1. Selon Bronsted, une base est une espèce capable de capter un proton H+.

1.2.1. L’anion hydroxyde HO– confère aux alcalis leur propriété de base dans l’eau.

1.2.2. L’eau H2O est l’acide conjugué de l’anion HO–.

2. Les corps gras, seconds réactifs de la fabrication du savon.

2.1. Le suif était le corps gras utilisé dans la fabrication du savon.

2.2.1. Trois groupes ester justifient l’appellation triester.

CH2 —OH

|

CH—OH

|

CH2—OH

CH2 —O—CO—(CH2)16—CH3

|

CH—O—CO—(CH2)16—CH3

|

CH2—O—CO—(CH2)16—CH3

2.2.2. Glycérol

3. L’action de l’alcali sur les corps gras.

3.1. Cette réaction s’appelle une saponification.

3.2. L’avancement final d’une hydrolyse basique est égal à l’avancement maximal. La transformation est totale.

3.3.1. anion octadécanoate : CH3 – (CH2)16 –

C

O

O–

3.3.2. partie hydrophobe partie hydrophile

4. Préparation du savon au laboratoire.

4.1. Le chauffage permet par l’augmentation de température, d’accélérer la réaction.

Le chauffage à reflux évite les pertes de matière et la dissipation de vapeurs nocives dans le laboratoire.

4.2.1 ntriester ini = 

ntriester ini =  = 2,25×10–2 mol

 = c.V

 = 10,0×40,0×10–3 = 0,400 mol.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 4.2.2.  équation chimique | | 1 Triester + 3 (Na+(aq)+HO–(aq)) = 3 (CH3—(CH2)16—COO–(aq) + Na+(aq)) + 1 Glycérol. | | | |
| État du système | Avancement (mol) | Quantités de matière (mol) | | | |
| État initial | x = 0 | 2,25×10–2 | 0,400 | 0 | 0 |
| En cours de transformation | x | 2,25×10–2 – x | 0,400 – 3x | 3x | x |
| État final | xmax | 2,25×10–2 – xmax | 0,400 – 3xmax | 3xmax | xmax |

Si le triester est le réactif limitant, il est totalement consommé soit 2,25×10–2 – xmax = 0, alors  
 xmax = 2,25×10–2 mol.

Si HO– est limitant, alors 0,400 – 3xmax = 0, soit xmax = 0,400/3 = 0,133 mol.

Le réactif limitant est celui qui conduit à la valeur de l’avancement maximal la plus faible, il s’agit du triester.

4.2.3. 1 Triester + 3 (Na+ (aq) + HO– (aq)) = 3 (CH3—(CH2)16— COO– (aq) + Na+(aq)) + 1 Glycérol.

msavon = nsavon .M(octadécanoate de sodium)

avec nsavon = 3xmax = ntriester ini

msavon = 3 × × 306 = 20,6 g de savon