

Correction des exercices du chapitre 15 :

Attention les corrections ne sont pas toujours rédigées correctement.
Les solutions rédigées sont faites en classe ou dans le livre avec les exercices résolus
P 128-129

QCM

p. 127

1. A et C ; 2. A, B et C ; 3. A ; 4. A et C ; 5. A et C ; 6. C ; 7. A ; 8. B et C ; 9. A.

Exercices

Appliquer le cours

p. 130

3 Lire la formule brute d'une molécule

Une molécule de paclitaxel contient 47 atomes de carbone, 51 atomes d'hydrogène, 14 atomes d'oxygène et 1 atome d'azote.

4 Déterminer la formule brute d'une molécule

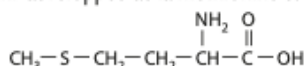
L'acide linoléique a pour formule brute $C_{18}H_{32}O_2$.

5 Analyser une formule semi-développée

1-c 2-d 3-a 4-b

6 Ecrire une formule semi-développée

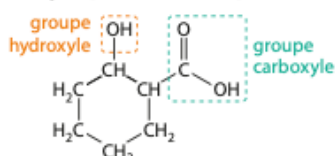
La formule semi-développée de la méthionine est :



7 Identifier des groupes caractéristiques

Groupe caractéristique	hydroxyle	carboxyle
Exemples	$\text{CH}_2-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$ acide 3-hydroxypropanoïque	$\text{HO}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$ acide oxalique
	$\text{CH}_2-\underset{\text{OH}}{\underset{ }{\text{CH}}}-\underset{\text{OH}}{\underset{ }{\text{CH}_2}}$ glycérol	$\text{CH}_2-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$ acide 3-hydroxypropanoïque
	$\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\underset{ }{\text{CH}}}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$ sérine	$\text{H}_2\text{C}-\underset{\text{NH}_2}{\underset{ }{\text{CH}}}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$ sérine

8 Nommer des groupes caractéristiques



9 Identifier des familles de composés (1)

a : acide carboxylique ; b : aldéhyde ; c : alcool ; d : cétone.

10 Identifier des familles de composés (2)

a ↔ 3 ; b ↔ 1 ; c ↔ 3 et c ↔ 4 ; d ↔ 1 et d ↔ 2.

11 Corriger des noms de molécules

a faux, butan-2-ol ; b faux, 5-méthylhexan-2-ol ; c faux, acide 2-méthylpentanoïque ; d vrai ; e vrai ; f faux, 3-méthylpentan-2-one.

12 Justifier le nom d'une molécule

La molécule se nomme octan-2-one car la chaîne principale comporte 8 atomes de carbone donc la racine est **octan**, le groupe carbonyle (cétone) sur le carbone numéroté 2 impose le **suffixe 2-one**. Aucune ramification n'est présente.

13 Associer une espèce chimique à un spectre infrarouge

La bande d'absorption fine et forte à $\sigma = 1720 \text{ cm}^{-1}$ correspond à la vibration d'une liaison C=O. On note une absence de bande vers 3300 cm^{-1} donc le spectre correspond à celui de la molécule c.

14 Identifier les bandes d'absorption

1. butan-2-ol : terminaison en -ol donc famille des alcools.
2. On a bande d'absorption forte et large pour $3300 \text{ cm}^{-1} \leq \sigma \leq 3400 \text{ cm}^{-1}$ caractéristique de la liaison O-H.

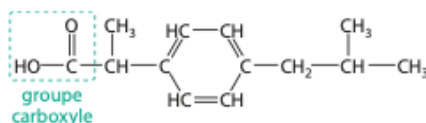
Exercices

S'entraîner

p. 132

15 La molécule d'ibuprofène

1. et 2.



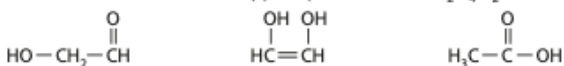
3. L'ibuprofène appartient à la famille des acides carboxyliques.
4. Le carbone fonctionnel possède : 1 liaison double et 2 liaisons simples. Il a une géométrie trigonale plane.

16 À chacun son rythme

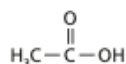
Le pain au levain de San Francisco

1. Deux bandes d'absorption sont présentes : une fine et forte à $\sigma = 1\,700\text{ cm}^{-1}$ (caractéristique d'une liaison C=O) et une forte et très large pour $3\,300\text{ cm}^{-1} \leq \sigma \leq 3\,000\text{ cm}^{-1}$ (caractéristique d'une liaison O-H d'un acide carboxylique). L'espèce E est un acide carboxylique.

2. Les formules semi-développées possibles avec $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ sont :



3. Seule la dernière formule semi-développée correspond à un acide carboxylique. L'espèce E admet donc pour formule semi-développée :



17 Connaître les critères de réussite

Valider un procédé de synthèse

1. 2-méthylpropan-1-ol : la chaîne principale comporte 3 atomes de carbone cela explique la **racine** : **propan**. Un groupe hydroxyle est présent sur le carbone numéroté 1 donc le **suffixe** est **1-ol**. La ramification d'un méthyl $-\text{CH}_3$ sur le carbone en position 2 implique le **préfixe** **2-méthyl**.

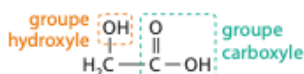
Acide 2-méthylpropanoïque : la chaîne principale comporte 3 atomes de carbone cela explique la **racine** **propan**. Un groupe carboxyle est présent, le **suffixe** est **oïque** et une ramification d'un méthyl $-\text{CH}_3$ sur le carbone en position 2 implique le **préfixe** **2-méthyl**.

2. Le 2-méthylpropan-1-ol possède un groupe hydroxyle $-\text{OH}$. Aucune bande de vibration pour $3\,500\text{ cm}^{-1} \leq \sigma \leq 3\,000\text{ cm}^{-1}$ n'est visible, ce n'est donc pas le produit synthétisé, le procédé n'est pas utilisable.

18 Exercice à caractère expérimental

Réaliser un contrôle qualité

1.



2. On remarque deux tâches à la même hauteur pour les dépôts de vésou et d'acide glycolique pur donc le vésou contient de l'acide glycolique.

3. La molécule se nomme acide éthanoïque car on note une chaîne principale de 2 atomes de carbone (**racine = éthan**), un groupe carboxyle (**suffixe = oïque**) et une absence de ramification (**pas de préfixe**).

La molécule se nomme butan-1-ol car on note une chaîne principale de 4 atomes de carbone (**racine = butan**), un groupe hydroxyle porté par le carbone n°1 (**suffixe = 1-ol**) et une absence de ramification (**pas de préfixe**).

4. • Déterminons de la masse m_{gly} d'acide glycolique contenue dans $V_{\text{gly}} = 100\text{ mL}$ d'acide glycolique pur :

$$m_{\text{gly}} = \rho_{\text{gly}} \times V_{\text{gly}} = 1,49 \times 100 = 149\text{ g.}$$

• Déterminons la masse $m_{\text{vésou}}$ de vésou nécessaire :

Le vésou contient en masse 0,1 % d'acide glycolique soit

$$m_{\text{gly}} = \frac{0,1}{100} \times m_{\text{vésou}} \Rightarrow m_{\text{vésou}} = \frac{100}{0,1} \times m_{\text{gly}}$$

$$m_{\text{vésou}} = \frac{100}{0,1} \times 149 = 1,49 \times 10^5\text{ g} = 149\text{ kg.}$$

5. Les arguments en faveur de la synthèse industrielle peuvent être d'origine

• environnementale \rightarrow perte d'une grande quantité de canne à sucre.

• industrielle \rightarrow faible rendement.

• économique \rightarrow achat des matières premières + transport.

6. Ce spectre présente 2 bandes d'absorption : une forte et fine à $\sigma = 1\,720\text{ cm}^{-1}$ caractéristique de la liaison C=O et une forte et large à $\sigma = 3\,300\text{ cm}^{-1}$ caractéristique de la liaison $-\text{OH}$. Il peut donc correspondre à celui de l'acide glycolique.

19 How does coffee aroma relate to the stench of skunks ?

1. Le groupe caractéristique responsable de la mauvaise odeur est le groupe thiol $-\text{SH}$.

2. L'atome de soufre comme l'atome d'oxygène s'associe à un atome d'hydrogène et vient se fixer sur un atome de carbone de la même manière que le groupe hydroxyle.

3. La molécule se nomme 3-méthylbutanethiol car la chaîne principale comporte 4 atomes de carbone ; la **racine** est **butan**. Un groupe thiol est présent donc le **suffixe** est **thiol**, la présence d'un méthyl $-\text{CH}_3$ sur le carbone en position 3 impose le **préfixe** **3-méthyl**.

20 Résolution de problème

L'acide oxalique

Pistes de résolution

S'approprier

• La composition massique est semblable à un pourcentage massique.

• La composition massique permet de déterminer la formule brute de l'acide oxalique.

• Le spectre infrarouge permet d'identifier des liaisons.

• Il faut croiser deux informations : la formule brute et la famille de composés pour écrire la formule semi-développée attendue.

Analyser

• Déterminer la formule brute de l'acide oxalique.

• Identifier la famille de composés à laquelle appartient l'acide oxalique.

Réaliser

• La masse molaire moléculaire est égale à la somme des masses molaires atomiques de tous les atomes qui composent la molécule.

• La fraction massique $P_m(\text{ac})$ en élément carbone par exemple

$$\text{est donné par : } P_m(\text{C}) = \frac{m_{\text{C}}}{M}$$

• Identifier les bandes caractéristiques dans le spectre infrarouge.

Valider

• Écrire la formule semi-développée en croisant les deux informations (formule brute et liaisons caractéristiques).

Étapes de résolutions proposées

1^{re} étape : Bien comprendre la question posée

1. Qu'est ce qu'une formule semi-développée ?

2. Que signifie composition massique ?

3. Quelle est le lien entre masse molaire et formule brute de l'acide oxalique ?

4. Quelles bandes caractéristiques sont observables dans le spectre infrarouge de l'acide oxalique ?

5. Quelles sont les liaisons associées à ces bandes de vibration ?

6. A quelle famille de composés appartient l'acide oxalique ?

2^e étape : Lire et comprendre les documents

1. La composition massique appliquée à la masse molaire permet de déterminer la formule brute de l'acide oxalique.

2. L'analyse du spectre permet d'identifier la famille de composés présente dans l'acide oxalique.

3^e étape : Dégager la problématique

Croiser la formule brute établie et la famille de composés identifiée.

4^e étape : Construire la réponse

• Déterminer la formule brute de l'acide oxalique en appliquant la composition massique à la masse molaire de l'acide oxalique.

- Analyser le spectre infrarouge et identifier la famille chimique
- Écrire l'équation de réaction de combustion du méthane.
- Écrire la formule semi-développée.

5^e étape : Rédiger la réponse en trois paragraphes

- Présenter le contexte et introduire la problématique.

L'acide oxalique est une espèce organique qui est constituée de carbone C, d'oxygène O et d'hydrogène H.

On nous demande de déterminer la formule brute de l'acide oxalique et la famille de composés à laquelle appartient cette espèce chimique afin d'écrire la formule semi-développée de l'acide oxalique.

- Mettre en forme la réponse.

Déterminons la formule brute de l'acide oxalique :

On sait qu'une mole d'acide oxalique pèse $M = 90$ g et contient :

- ✓ une masse m_c de carbone, $m_c = 0,27 \times M = 24,3$ g soit une

quantité de matière n_c de carbone $n_c = \frac{m_c}{M_c} = \frac{24,3}{12,0} = 2$ mol

- ✓ une masse m_o d'oxygène, $m_o = 0,71 \times M = 63,9$ g soit une

quantité de matière n_o d'oxygène $n_o = \frac{m_o}{M_o} = \frac{63,9}{16,0} = 4$ mol

- ✓ une masse m_H d'hydrogène, $m_H = 0,02 \times M = 1,8$ g soit une
- quantité de matière n_H d'hydrogène $n_H = \frac{m_H}{M_H} = \frac{1,8}{1} = 2$ mol

L'acide oxalique a donc pour formule brute $C_2H_2O_4$

Déterminons à présent la famille de composés.

D'après le spectre I.R. de la molécule, on peut identifier 2 bandes d'absorption :

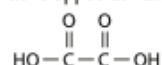
- ✓ 1 bande forte et fine à $\sigma = 1\,700\text{ cm}^{-1}$ caractéristique d'une liaison C=O;

- ✓ 1 bande forte et très large pour $3\,300\text{ cm}^{-1} \leq \sigma \leq 3\,000\text{ cm}^{-1}$ caractéristique d'une liaison O-H d'un acide carboxylique.

L'acide oxalique est un acide carboxylique.

- Conclure et introduire, quand c'est possible, une part d'esprit critique.

Une seule formule semi-développée de l'acide oxalique est possible :

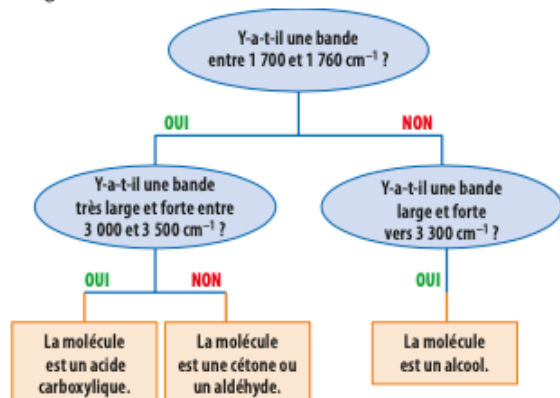


21 Identifier une famille de composés à l'aide d'un programme python

Ressources Python et aide à la mise en œuvre : <https://lycee.hachette-education.com/pc/1re>

1. Bande entre 1 700 et 1 760 cm^{-1} ? Réponse : oui
Bande large entre 3 500 et 3 000 cm^{-1} ? Réponse : non
La molécule est une cétone ou un aldéhyde.

2. Algorithme :



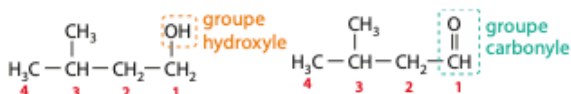
3. On ajoute les lignes :

else :

print(« La molécule n'est ni un acide carboxylique, ni un aldéhyde, ni une cétone, ni un alcool. »)

22 Suivi d'une transformation chimique par spectroscopie infrarouge

1.



2. La molécule se nomme 3-méthylbutan-1-ol car on note une chaîne principale de 4 atomes de carbone (**racine = butan**), un groupe hydroxyle en position 1 (**suffixe = 1-ol**), une ramification d'un méthyl $-\text{CH}_3$ sur le carbone en position 3 (**préfixe = 3-méthyl**). La molécule se nomme 3-méthylbutanal car on note une chaîne principale de 4 atomes de carbone (**racine = butan**), un groupe carbonyle (aldéhyde) (**suffixe = al**), une ramification d'un méthyl $-\text{CH}_3$ sur le carbone en position 3 (**préfixe = 3-méthyl**).

3. A $t = 0$, seul l'alcool est présent d'où une bande correspondant à $\text{O}-\text{H}$ à 3 300 cm^{-1} et l'absence d'une bande correspondant à $\text{C}=\text{O}$ à 1 730 cm^{-1} .

4. L'alcool, réactif, est consommé pour former l'aldéhyde. La bande $\text{O}-\text{H}$ à 3 300 cm^{-1} diminue en intensité contrairement à la bande $\text{C}=\text{O}$ à 1 730 cm^{-1} .

5. On peut suivre l'avancement en étudiant les deux bandes. Lors de la disparition de la bande $\text{O}-\text{H}$, la réaction est totale.

6. On peut estimer $t = 60$ min.

23 Deux solvants oxygénés

1. La molécule **a** se nomme 4-hydroxy-4-méthyl-pentan-2-one car la chaîne principale comporte 5 atomes de carbone (**racine = pentan**), un groupe carbonyle (cétone) est présent en position 2 (**suffixe = one**) et une ramification d'un méthyl $-\text{CH}_3$ est présente sur le carbone en position 4 (**préfixe = 4-méthyl**) et une autre ramification, un groupe hydroxyle, sur le carbone en position 4 (**préfixe = 4-hydroxyl**).

La molécule **b** se nomme 2-méthyl-pentan-2,4-diol car la chaîne principale contient 5 atomes de carbone (**racine = pentan**), deux

groupes hydroxyle (alcool) sont présents l'un en position 2, l'autre en 4 (**suffixe = 2,4-diol**) et une ramification, un méthyl $-\text{CH}_3$, est présent sur le carbone en position 2 (**préfixe = 2-méthyl**).

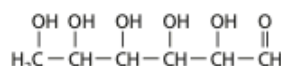
2. L'espèce chimique **a** doit présenter une bande d'absorption vers $\sigma = 1 720 \text{ cm}^{-1}$ (caractéristique d'une liaison $\text{C}=\text{O}$) contrairement à l'espèce chimique **b**. On peut donc distinguer les deux espèces chimiques par spectroscopie infrarouge.

Vers l'épreuve écrite

p. 135

24 La chimie des sucres (30 min)

1. glucose linéaire :



2. Le fructose linéaire appartient à la famille des alcools et des cétones.

3. $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

4. Le glucose linéaire et le fructose possèdent les mêmes groupes caractéristiques. Il sera difficile de les différencier par spectroscopie I.R.

5. Seule la bande (forte et large) d'absorption de nombre d'ondes $\sigma = 3 300 \text{ cm}^{-1}$ apparaît. Elle caractérise la vibration de la liaison $-\text{OH}$ (alcool). Or seule la forme cyclique possède cet unique groupe caractéristique. Aussi, ce spectre confirme la très grande majorité de la forme cyclique et la faible proportion de glucose linéaire.

25 Synthétiser un arôme de banane (30 min)

1. La molécule se nomme acide éthanoïque car : la chaîne principale est constituée de 2 atomes de carbone (**racine = éthan**), un groupe carboxyle (**suffixe = oïque**) est présent. On note aucune ramification (**pas de préfixe**).

La molécule se nomme 3-méthylbutan-1-ol car la chaîne principale est constituée de 4 atomes de carbone (**racine = butan**), un groupe hydroxyle est présent sur le carbone numéroté 1 (**suffixe = 1-ol**), une ramification d'un méthyl $-\text{CH}_3$ est sur le carbone en position 3 (**préfixe = 3-méthyl**).

2. On distingue deux bandes de vibration : une forte et fine à $\sigma = 1 750 \text{ cm}^{-1}$ caractéristique de la liaison $\text{C}=\text{O}$ et une forte et très large pour 3 500 $\text{cm}^{-1} \leq \sigma \leq 3 000 \text{ cm}^{-1}$ caractéristique de la liaison $-\text{OH}$ acide. Ce spectre correspond donc à l'acide éthanoïque.

3. Les bandes de vibrations pour $\approx 3 200 \text{ cm}^{-1}$ correspondant aux liaisons $-\text{OH}$ des acides ou des alcools qui sont uniquement présentes dans les réactifs. Donc l'aire A sous la courbe, proportionnelle à la quantité de réactifs, diminue aussi. On a donc une courbe décroissante pour $A = f(t)$.

4. D'après le graphe $A = f(t)$, $A \neq 0$ lorsque $t \rightarrow +\infty$. Donc il reste des réactifs à la fin de la réaction. Par contre, il est impossible de conclure sur le nombre de réactifs présents à la fin de la réaction.

Vers l'oral

p. 136

26 Application

• M. Barde, N. Barde, A. Durupthy ; ... ; Physique-Chimie T S spécifique ; page 111 ;

• Alcool ; <http://www.securite-routiere.gouv.fr/connaitre-les-regles/reglementation-et-sanctions/alcool> ; consulté novembre 2018

• Pauline Sibille, Chimie et expertise, 12 février 2014 ; maison de la chimie ; consultable sur <http://www.mediachimie.org/ressource/la-chimie-analytique-au-service-de-la-toxicologie-m%C3%A9dico-l%C3%A9gale>

- Lydie Valade , Jean-Louis Pellegatta , Pierre Fau, l'actualité chimique, L'éthylotest, N° 367-368, page 90-93

Je m'exprime à l'oral sur

La structure des entités organiques

- Commenter, à l'aide du nuage de mots, le spectre infrarouge du benzaldéhyde stocké dans un laboratoire.

La molécule de benzaldéhyde possède un groupe carbonyle. C'est un aldéhyde. Le spectre infrarouge de son espèce chimique doit présenter une bande de vibration vers $1\,720\text{ cm}^{-1}$ correspondant à une fonction carbonyle.

Le spectre du composé contenu dans le flacon présente deux bandes de vibration vers $1\,700\text{ cm}^{-1}$ mais également une bande très large entre $3\,000$ et $3\,300\text{ cm}^{-1}$. Un acide carboxylique présente ces deux bandes de vibration.

Le produit commercial n'est donc pas pur.

Lors du stockage, une partie du benzaldéhyde commercial a dû réagir et former un acide carboxylique.