

Composés organiques oxygénés ou/et azotés

Ce qu'il faut savoir sur...

1 les groupements fonctionnels oxygénés

1.1 L'atome d'oxygène

Rappelons (fig. 1) la représentation de Lewis de l'atome d'oxygène. Cet atome peut acquérir la configuration électronique d'un gaz noble (ici le néon) en engageant deux liaisons covalentes. Dans les formules développées, on aura donc deux liaisons simples $-O-$, ou une liaison double $O=$

1.2 Les alcools

Les alcools sont des composés organiques qui présentent dans leur molécule un groupement hydroxyle $-OH$, appelé groupement fonctionnel alcool.

* La formule d'un alcool (fig. 2) se déduit de celle d'un alcane C_nH_{2n+2} , en remplaçant un H par OH.

La formule générale d'un alcool est donc $C_nH_{2n+1}OH$, soit $R-OH$ en notant R le groupement C_nH_{2n+1} , appelé groupement alkyle.

Le carbone qui porte le groupement $-OH$ est le carbone fonctionnel.

Le nom d'un alcool dérive de celui de l'alcane correspondant en remplaçant la terminaison e par ol.

La position du groupement fonctionnel alcool doit être indiquée dans le nom.

1.3 Les aldéhydes et les cétones

Les aldéhydes et les cétones sont des composés organiques qui présentent dans leur molécule un groupement fonctionnel $-C(=O)-$ appelé groupement carbonyle.

Un aldéhyde a pour formule générale $R-C(=O)-H$.

Une cétone a pour formule générale $R-C(=O)-R'$.

Symbole

O

Configuration électronique

$Z = 8 \quad (K)^2 (L)^8$

Représentation de Lewis

$\cdot \ddot{O} \cdot$

Fig. 1. L'atome d'oxygène.

$C_nH_{2n+1}-OH$

ou

$R-OH$

Exemples :

$C_3H_7-CH_2OH$

butan-1-ol

$CH_3-CH_2OH-CH_3$

propan-2-ol

Fig. 2. Formule d'un alcool.

$R-C(=O)-H$

aldéhyde

$R-C(=O)-R'$

cétone

Exemples

$CH_3-C(=O)-H$

éthanal

$C_2H_5-C(=O)-CH_3$

butan-2-one

Fig. 3. Formule d'un aldéhyde et d'une cétone.

– Le nom d'un aldéhyde se déduit de celui de l'alcane correspondant en remplaçant la terminaison e par al.

– Le nom d'une cétone se déduit de celui de l'alcane correspondant en remplaçant la terminaison e par one.

La position du groupement fonctionnel cétone doit être indiquée, si nécessaire, dans le nom (fig. 3).

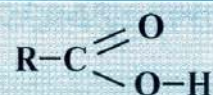
14 Les acides carboxyliques

Les acides carboxyliques sont des composés organiques qui présentent dans leur molécule un groupement carboxyle -C(=O)-OH .

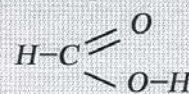
Leur formule générale est $\text{R}-\text{C(=O)-OH}$ si R est un groupement alkyle.

Si R est le groupement alkyle, on peut écrire la formule brute d'un acide carboxylique sous la forme $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$.

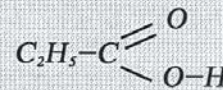
Le nom d'un acide carboxylique se déduit de celui de l'alcane correspondant, en remplaçant la terminaison e par oïque (fig. 4).



Exemple



Acide méthanoïque



Acide propanoïque

Fig. 4. Formule d'un acide carboxylique.

2 les groupements fonctionnels azotés

2.1 L'atome d'azote

Rappelons (fig. 5) la représentation de Lewis de l'atome d'azote. Pour acquérir la configuration électronique du néon, cet atome peut engager trois liaisons covalentes. Celles-ci sont, soit trois liaisons simples -N- , soit une double et une simple N= , soit une triple liaison $\text{N}\equiv$.

Symbole : N Z = 7

Configuration électronique

(K)² (L)⁵.

Représentation de Lewis



Fig. 5. L'atome d'azote

2.2 Les amines

On obtient la formule d'une amine en remplaçant dans la molécule d'ammoniac NH_3 , un deux ou trois atomes d'hydrogène par un, deux ou trois groupements alkyles.

Exemples : CH_3NH_2 (méthylamine) ;

$\text{CH}_3\text{NHC}_2\text{H}_5$ (éthylméthylamine) ; $(\text{CH}_3)_3\text{N}$ (triméthylamine).

Remarquons que la formule brute d'une amine peut s'écrire : $\text{C}_n\text{H}_{2n+3}\text{N}$.

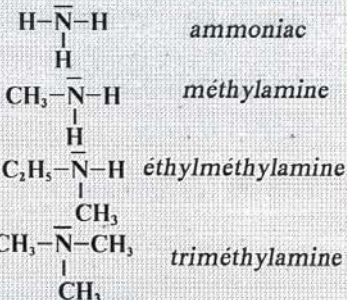


Fig. 6. Formule de quelques amines.

3 les acides α-aminés

Un acide α-aminé est un composé organique difonctionnel dans lequel les deux groupement $\text{-CO}_2\text{H}$ (carboxyle) et -NH_2 (amino) sont portés par le même carbone.

Voici quelques exemples.

$\text{H}-\text{CH}-\text{CO}_2\text{H}$, acide aminoéthanoïque



$\text{CH}_3-\text{CH}-\text{CO}_2\text{H}$, acide 2-aminopropanoïque.

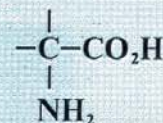


Fig. 7. Le groupement difonctionnel acide α-aminé.

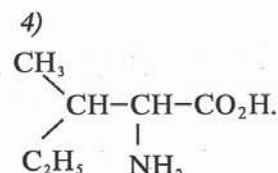
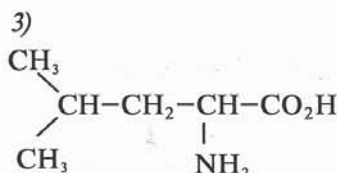
Tests

Vérifiez vos connaissances sur...

1 les alcools

a) Ecrivez les formules semi-développées des alcools de formule brute C_4H_9OH . Nommez ces alcools.

b) Nommez les alcools suivants.



6 les composés oxygénés et azotes

Complétez le tableau suivant :

Fonction	Groupement fonctionnel	Terminaison	Exemple	
			Formule semi-développée	Nom
alcool	$\begin{array}{c} \\ -C-OH \\ \end{array}$	-ol	$CH_3-CH_2-CH_2OH$	
aldéhyde		-al	$\begin{array}{c} O \\ \\ H-C \\ \\ H \end{array}$	
cétone	$\begin{array}{c} \diagup \\ C=O \\ \diagdown \end{array}$			pentan-2-one
acide carboxylique		-oïque	$\begin{array}{c} O \\ \\ CH_3-C \\ \\ O-H \end{array}$	
amine	$\begin{array}{c} -N- \\ \end{array}$	-amine	$\begin{array}{c} CH_3-N-H \\ \\ C_2H_5 \end{array}$	

7 la géométrie des composés oxygénés

Lorsqu'un carbone ne comporte que des liaisons simples, il est dit tétraédrique. Lorsqu'il comporte une double liaison, il est dit trigonal.

Dans quels composés oxygénés, le carbone est-il tétraédrique ? trigonal ?

2 les aldéhydes et les cétones

a) Pourquoi n'est-il pas nécessaire de préciser la position du groupement fonctionnel aldéhyde ?

b) Ecrivez toutes les formules semi-développées correspondant à la formule brute C_4H_8O et possédant le groupement carbonyle. Nommez ces composés.

3 les acides carboxyliques

a) L'acide le plus simple est l'acide méthanoïque. Quelle est sa formule semi-développée ?

b) Montrez que la formule brute d'un acide carboxylique peut s'écrire $C_nH_{2n}O_2$.

c) Ecrivez toutes les formules développées correspondant à la formule $C_4H_8O_2$. Quelles sont les formules correspondant à des acides carboxyliques ? Nommez ces acides.

4 les amines

a) Montrez que la formule d'une amine peut se mettre sous la forme $C_nH_{2n+3}N$.

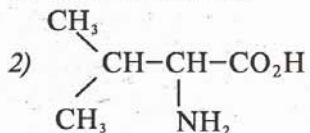
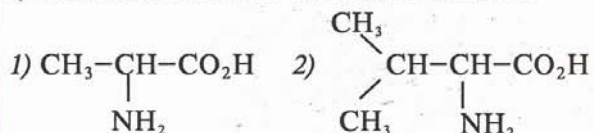
b) Combien y-a-t-il d'amines de formule générale C_2H_7N ?

c) Combien y-a-t-il d'amines possédant 4 atomes de carbone.

5 les acides aminés

a) Ecrivez et nommez l'acide α -aminé le plus simple.

b) Nommez les acides α -aminés suivants.



Exercices

Appliquez vos connaissances

8 Analyse quantitative d'un composé organique oxygéné

3 g d'une substance sont oxydés brutalement. On obtient 1,8 g d'eau et 4,4 g de dioxyde de carbone. Quelle formule développée peut-on attribuer à ce composé, sachant que sa masse molaire moléculaire est de 60 g.mol^{-1} .

9 Analyse quantitative d'un composé organique

L'analyse d'un composé A donne les résultats suivants : 37,5 % de carbone, 12,5 % d'hydrogène et 50 % d'oxygène. Par ailleurs, la mesure de la densité de A gazeux par rapport à l'air indique $d = 1,10$.

- Déduisez la formule brute de A.
- La formule développée de A est elle-définie ?

10 Analyse quantitative d'un composé azoté

0,45 g d'un composé organique azoté soumis à l'analyse, donne : 0,63 g d'eau ; 0,88 g de dioxyde de carbone ; 0,17 g d'ammoniac.

D'autre par, un litre de ce composé à l'état gazeux a une masse de 2 g dans les conditions normales de pression et de température.

Quelles sont les formules développées que l'on peut attribuer à ce composé ? Quelle est la formule développée de ce composé, qui est une amine primaire ?

11 Recherche d'isomères de composés azotés

- Combien y a-t-il d'amines répondant à la formule générale $\text{C}_2\text{H}_7\text{N}$?
- Combien y a-t-il d'amines répondant à la formule générale $\text{C}_3\text{H}_9\text{N}$?
Ecrivez les formules développées correspondantes.
- Donnez la formule brute des amines $\text{C}_n\text{H}_x\text{N}$ renfermant n atomes de carbone. Cette formule brute est-elle la même, selon qu'il s'agit d'une amine primaire, secondaire ou tertiaire ?

12 Relation entre la densité d'une amine et sa composition centésimale en azote

Soit une amine renfermant n atomes de carbone.

- Calculez, en fonction de n , la densité par rapport à l'air de cette amine.
- Donnez l'expression du pourcentage, α , d'azote dans l'amine.
- Etablissez la relation entre α et d .
- Appliquez ces résultats à l'éthylamine $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$.

15 Exercice résolu

Formule d'une amine à partir de sa combustion

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

- Ecrivez la réaction de combustion de la méthylamine.
- On réalise la combustion du mélange stœchiométrique entre une amine gazeuse contenant n atomes de carbone et le dioxygène. Sachant que le volume gazeux initial de la phase gazeuse vaut 1,9 fois le volume final de la phase gazeuse (l'eau formée est liquide), déterminez la formule de cette amine.

Solution

- $2 \text{CH}_3\text{NH}_2 + 9/2 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{CO}_2 + 5 \text{H}_2\text{O} + \text{N}_2$
- Soit $\text{C}_n\text{H}_{2n+3}\text{N}$ cette amine. L'équation-bilan de la combustion s'écrit :
$$2 \text{C}_n\text{H}_{2n+3}\text{N} + (6n+3)/2 \text{O}_2 \rightarrow 2n \text{CO}_2 + (2n+3)\text{H}_2\text{O} + \text{N}_2$$

D'après l'énoncé :
$$\frac{2 \text{ vol (amine)} + [(6n+3)/2] \text{ vol O}_2}{2n \text{ vol (CO}_2) + 1 \text{ vol N}_2} = 1,9$$

D'où l'équation :
$$2 + (6n+3)/2 = 1,9(2n+1)$$

$$2 + 3n + 1,5 = 3,8n + 1,9, \text{ soit :}$$

$$1,6 = 0,8n \text{ et } n = 2.$$

Il s'agit de $\text{C}_2\text{H}_5\text{N}$, soit :
$$\text{C}_2\text{H}_5\text{—NH}_2 \text{ ou } \text{CH}_3\text{—NH—CH}_3$$

éthylaminediméthylamine