

Niveau : T CDE

Discipline : PHYSIQUE-CHIMIE

CÔTE D'IVOIRE – ÉCOLE NUMÉRIQUE



THÈME: CHIMIE ORGANIQUE

TITRE DE LA LEÇON

COMPOSÉS CARBONYLÉS : ALDÉHYDES ET CÉTONES

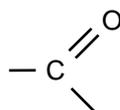
I. SITUATION D'APPRENTISSAGE

Des élèves de la Terminale C du lycée Départemental Abengourou découvrent dans un livre que « les aldéhydes et les cétones ont des propriétés communes mais on peut les distinguer ». Ils souhaitent comprendre ; alors ils décident avec leurs camarades, **SOUS LA SUPERVISION DE LEUR PROFESSEUR DE PHYSIQUE-CHIMIE**, de connaître les formules générales des aldéhydes et des cétones, la propriété qui les différencie et le test qui leur est commun.

II. CONTENU DE LA LEÇON

1. DÉFINITION D'UN COMPOSE CARBONYLE

- ✓ Un composé carbonyle est un composé organique oxygéné comportant le **groupe carbonyle** :



- ✓ Leur **formule brute générale** est $C_nH_{2n}O$, où n est le nombre d'atomes de carbone.
- ✓ Les aldéhydes et les cétones sont des composés carbonyles.

	Aldéhyde	Cétone
Formule générale		
	Avec R groupe alkyle ou H	Avec R ₁ et R ₂ sont différents de H

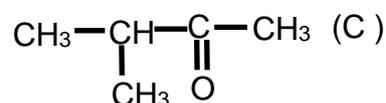
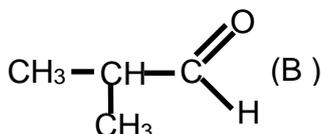
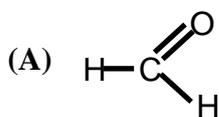
2. NOMENCLATURE DES ALDÉHYDES ET DES CÉTONES

Fonction chimique	Aldéhyde	Cétone
Règle de nomenclature	On nomme un aldéhyde en remplaçant le « e » final du	On nomme une cétone en remplaçant le « e » final du nom de l'alcane correspondant par le

	nom de l'alcane correspondant par le suffixe « al ». Le carbone fonctionnel est affecté de l'indice 1.	suffixe « one » précédé de l'indice de position du carbone fonctionnel. Le carbone fonctionnel est affecté de l'indice le plus faible.
Exemples	Éthanal $\text{CH}_3-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} \end{array}$	$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$ Propan-2-one ou propanone
	Propanal $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} \end{array}$	$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ Butan-2-one ou butanone

Activité d'application

Nomme les composés ci-dessous



Correction

A : Méthanal;

B : 2-méthylpropanal ;

C : 3-méthylbutan-2-one

3. CARACTÉRISATION DES ALDÉHYDES ET DES CÉTONES

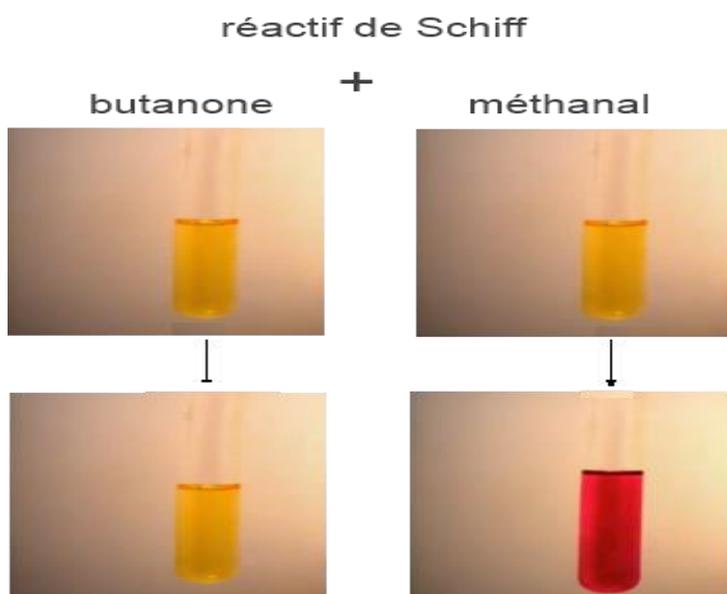
3.1 Propriété commune (Test commun) : test à la Dinitrophénylhydrazine

En présence d'un composé carbonyle (aldéhyde et cétone), la 2,4-dinitrophénylhydrazine (2,4-DNPH) donne un **précipité jaune-orangé**.



3.2 Propriétés différenciant les aldéhydes des cétones

3.2.1 Réaction avec le réactif de Schiff



En présence d'un aldéhyde, le réactif de Schiff (incolore) vire au rose.

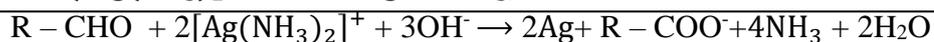
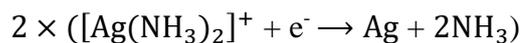
3.2.2 Réduction du nitrate d'argent ammoniacal (ou réactif de Tollens)

Les aldéhydes réduisent le réactif de Tollens.

Au cours cette réaction, en milieu basique, l'aldéhyde est oxydé en ion carboxylate et l'ion diamine argent I (présent dans le réactif de Tollens) est réduit en argent métallique.



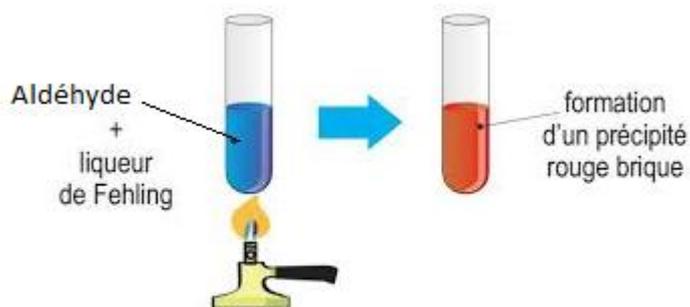
L'équation-bilan de cette oxydo-réduction s'écrit :



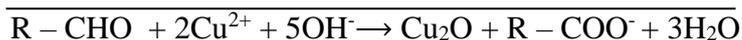
3.2.3 Réduction de la liqueur de Fehling

Les aldéhydes réduisent la liqueur de Fehling.

Au cours de cette réaction, les ions cuivre II (présent dans la liqueur de Fehling) sont réduits en oxyde de cuivre I et l'aldéhyde est oxydé en ion carboxylate.



L'équation-bilan de cette oxydo-réduction s'écrit :



3.2.4 Conclusion

Les aldéhydes sont des réducteurs, ce qui n'est pas le cas des cétones.

Activité d'application

Écris le résultat observé lors de l'action du composé sur chaque réactif.

	2,4- D.N.P.H.	Liquueur de Fehling	Réactif de Tollens	Réactif de Schiff
Aldéhyde				
Cétone				

Correction

	2,4- D.N.P.H.	Liquueur de Fehling	Réactif de Tollens	Réactif de Schiff
Aldéhyde	Précipité jaune orangé	Précipité rouge brique	Miroir d'argent	Coloration rose
Cétone	Précipité jaune orangé	Rien	Rien	Rien

SITUATION D'ÉVALUATION

Au cours d'une séance de travaux dirigés de chimie, votre Professeur met à votre disposition les résultats des expériences qu'il a réalisé sur un composé oxygéné A de formule brute $C_xH_yO_z$:

Expérience 1 : Une analyse élémentaire montre que sa masse molaire moléculaire est $M(A) = 72$ g/mol, qu'il contient en masse 66,7 % de carbone et que sa molécule contient un seul atome d'oxygène ;

Expérience 2 : Ce composé donne un précipité jaune orangé en présence de la 2,4-D.N.P.H ;

Expérience 3 : Ce composé donne un test positif avec la liquueur de Fehling en milieu basique ;

Expérience 4 : Une analyse plus poussée montre que sa chaîne carbonée est linéaire.

Le Professeur vous demande d'écrire l'équation-bilan de la réaction chimique entre le composé A et la liquueur de Fehling.

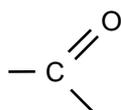
Données : Cu^{2+}/Cu_2O ; $M(C) = 12$ g/mol ; $M(H) = 1$ g/mol ; $M(O) = 16$ g/mol.

Donne ta réponse.

- 1-
 - 1.1. Définis un composé carbonyle.
 - 1.2. Donne le groupe carbonyle.
 - 1.3. Donne la formule brute générale d'un composé carbonyle comportant n atomes de carbone.
- 2- Expérience 1 et Expérience 2
 - 2.1. Vérifie que A est un composé carbonyle.
 - 2.2. Montre que la formule brute du composé A est C_4H_8O .
- 3- Expérience 3 et expérience 4.
 - 3.1- Donne la fonction chimique du composé A.
 - 3.2- Écris la formule semi-développée et le nom du composé A
 - 3.3- Précise ce qu'on observe dans le tube à essai après la réaction de l'expérience 3.
 - 3.4- Écris l'équation-bilan de la réaction entre le composé A et la liquueur de Fehling.

Résolution

1.
 - 1.1. Un composé carbonyle est un composé organique oxygéné comportant le groupe carbonyle.
 - 1.2. Groupe carbonyle :



1.3 formule brute générale d'un composé carbonyle : $C_nH_{2n}O$

1.4

2. EXPÉRIENCE 1 et EXPÉRIENCE 2

2.1. Le composé A donne un précipité jaune orangé en présence de la 2,4-D.N.P.H : le composé est un composé carbonyle.

2.2. Un atome d'oxygène : $z = 1$; $x = \frac{M.\%C}{1200} = \frac{72 \cdot 66.7}{1200} = 4$;

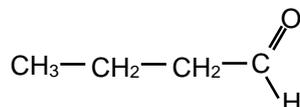
$$y = M - (12 \cdot x - 16 \cdot z) = 72 - (12 \times 4 + 16 \times 1) = 8$$

D'où la formule brute est C_4H_8O

3. EXPÉRIENCES 3 et 4

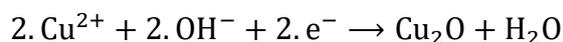
3.1 A est un aldéhyde

3.2 A : butanal

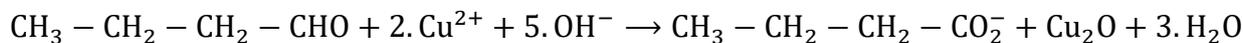


3.3 On observe un précipité rouge brique d'oxyde de cuivre I (Cu_2O).

3.4 Demi-équations électroniques :



Équation-bilan :

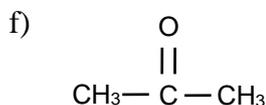


III. EXERCICES

Exercice 1

1. Soient les noms et formules semi-développées des composés ci-dessous :

a) butanal ; b) $CH_3-CH_2-CH_2-OH$; c) CH_3-CH_2-CHO ; d) CH_3-CH_2-COOH ; e) butanone ;



Classe chaque lettre correspondant au nom ou à la formule semi-développée du composé dans le tableau ci-dessous.

Composé carbonyle	Aldéhyde	Cétone

2. Associe chaque composé organique à son (ou ses) réactif (s) en cochant la case correspondant à la bonne réponse :

	2,4- D.N.P.H.	Liquueur de Fehling	Réactif de Tollens	Réactif de Schiff
Aldéhyde				
Cétone				

Solution

1.

Composé carbonylé	Aldéhyde	Cétone
a, c, e et f	a et c	e et f

2.

	2,4- D.N.P.H.	Liquueur de Fehling	Réactif de Tollens	Réactif de Schiff
Aldéhyde	X	X	X	X
Cétone	X			

Exercice 2

Écris V pour vrai ou F pour faux devant les affirmations ci-dessous :

1- En présence d'un aldéhyde ou d'une cétone, la 2,4- D.N.P.H donne un précipité jaune-orangé.	
2- Un aldéhyde réduit l'ion permanganate en solution aqueuse acide.	
3- Une cétone réduit l'ion dichromate en solution aqueuse acide.	
4- Un aldéhyde réduit l'ion cuivre II de la liqueur de Fehling en solution aqueuse basique.	
5- Une cétone réduit l'ion diamine argent du réactif de Tollens en solution aqueuse basique	
6- En présence d'une cétone, le réactif de Schiff vire au rose.	

Solution

1- En présence d'un aldéhyde ou d'une cétone, la 2,4- D.N.P.H donne un précipité jaune-orangé.	VRAI
2- Un aldéhyde réduit l'ion permanganate en solution aqueuse acide.	VRAI
3- Une cétone réduit l'ion dichromate en solution aqueuse acide.	FAUX
4- Un aldéhyde réduit l'ion cuivre II de la liqueur de Fehling en solution aqueuse basique.	VRAI
5- Une cétone réduit l'ion diamine argent du réactif de Tollens en solution aqueuse basique	FAUX
6- En présence d'une cétone, le réactif de Schiff vire au rose.	FAUX

Exercice 3

Tu disposes d'un composé carbonylé A de formule brute C_2H_4O .

1. Donne :

1.1. la fonction chimique et le groupe fonctionnel de A ;

1.2. la formule semi-développée et le nom de A ;

2. Précise ce qu'on observe quand on fait réagir A avec :

2.1. une solution de 2,4-DNPH ;

2.2. le réactif de Tollens .

3. Écris l'équation-bilan de la réaction du composé A avec la liqueur de Fehling ($\text{Cu}_2\text{O}/\text{Cu}^{2+}$)

Solution

1. Donnons :

1.1. Fonction chimique : Aldéhyde ; groupe fonctionnel : $-\text{CHO}$ ou $\begin{array}{c} \text{---C---H} \\ || \\ \text{O} \end{array}$

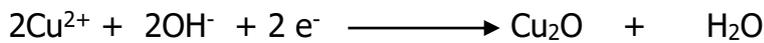
1.2. Formule semi-développée : $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{---C---H} \\ || \\ \text{O} \end{array}$

2.

2.1. Précipité jaune

2.2. Miroir d'argent ou dépôt d'argent

3. Équation-bilan avec la liqueur de Fehling



Exercice 4

Au laboratoire de Physique-Chimie de ton établissement scolaire, se trouve une bouteille d'alcool saturé A qui porte la mention unique suivante: densité de vapeur par rapport à l'air $d = 2,07$.

Le professeur te demande de définir cet alcool et le produit B de son oxydation ménagée en milieu acide par les ions dichromates $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, sachant que B réagit avec la 2,4-D.N.P.H et possède des propriétés réductrices.

1. Donne la formule générale d'un alcool saturé dont la formule renferme n atomes de carbone.
2. Montre que la formule brute de l'alcool A est $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$.
3. Détermine la fonction chimique de B.
4. Déduis-en les formules semi-développées et les noms de A et B.

Données : C : 12 gmol^{-1} ; O : 16 gmol^{-1} ; H : 1 gmol^{-1}

Solution

1. Formule générale d'un alcool saturé



2. Formule brute de l'alcool

La masse molaire de A est $M_A = 29d = 60 \text{ gmol}^{-1}$

$$M_A = 12n + 2n + 2 + 16$$

$$60 = 14n + 18$$

$$n = 3$$

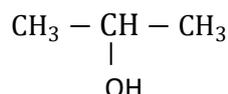
D'où la formule brute $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$

3. La fonction chimique de B.

B réagit avec la 2,4-D.N.P.H et possède des propriétés réductrices ; B est un aldéhyde.

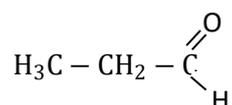
4. Les formules semi-développées et les noms de A et B.

Les formules semi-développées possibles de A sont : $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—OH}$ et



Puisque B est un aldéhyde, alors A est l'alcool primaire de formule $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—OH}$ nommé propan-1-ol.

B est le Propanal



Exercice 5

Dans le but de déterminer la nature d'un composé organique A, ton groupe de travaux pratiques effectue une série d'expériences.

- Le groupe réalise la combustion complète d'une mole de molécules du composé A ; ce qui fournit 4 moles de molécules de dioxyde de carbone et 4 moles de molécules d'eau.
- Le composé A réagit avec la 2,4-D.N.P.H mais donne un test négatif avec la liqueur de Fehling.

Données : A a pour formule brute $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}$.

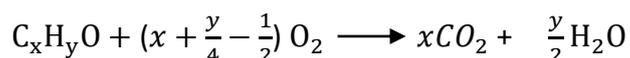
C : 12 gmol^{-1} ; O : 16 gmol^{-1} ; H : 1 gmol^{-1}

Tu es chargé de donner le résultat du groupe.

1. Écris l'équation-bilan de la réaction de combustion complète du composé A.
2. Montre que la formule brute de A est $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$.
3. Détermine la nature (nom et formule semi-développée) de A.

Solution

1. Équations-bilan de la réaction de combustion complète du composé A.



2. Formule brute de A

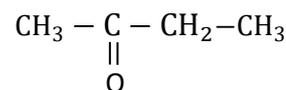
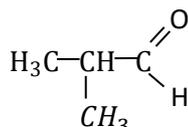
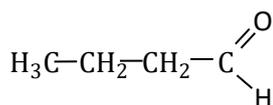
On obtient 4 moles de dioxyde de carbone et 4 moles d'eau.

Donc $x = 4$ et $\frac{y}{2} = 4$. Ce qui donne $y = 8$

D'où $\text{A} = \text{C}_4\text{H}_8\text{O}$.

3. Nature de A.

Les formules semi-développées possibles de A sont :

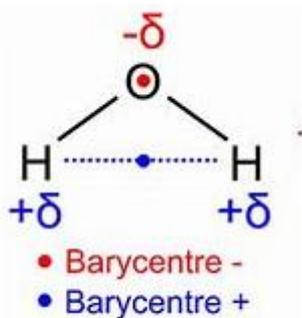


Puisque A ne réduit pas la liqueur de Fehling, c'est une cétone.
Donc A est la butan-1-one ou butanone.

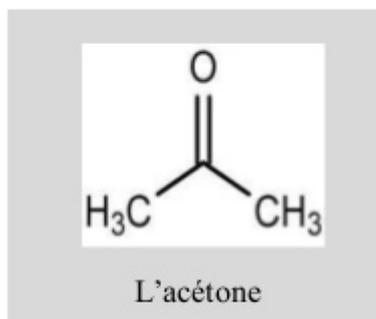
IV DOCUMENTATION

Les composés carbonylés sont des produits d'oxydation ménagée des alcools. Certains sont utilisés comme des solvants. En effet, si les aldéhydes sont trop réactifs pour être utilisés comme solvants, certaines cétones, notamment l'acétone (propan-2-one) et la butan-2-one (ou méthyléthylcétone) sont d'un emploi courant comme solvant polaire aprotique.

Un solvant polaire est un solvant constitué de molécules présentant un moment dipolaire, comme l'eau. Lorsque le solvant a la capacité de libérer un proton (ion H^+), il est qualifié de protique. Dans le cas contraire, il est dit aprotique.



Solvant polaire protique



Solvant polaire aprotique

Pour des exercices de renforcement

<https://guy-chaumeton.pagesperso-orange.fr/scphysiques2010>