

Séquence 6

Physique

Formes et principes de conservation de l'énergie

Chimie

Oxydation des composés organiques oxygénés

Sommaire

1. Physique : Formes et principes de conservation de l'énergie

Résumé

Exercices

2. Chimie : Oxydation des composés organiques oxygénés

Résumé

Exercices

Devoir autocorrectif n° 3



Chapitre 1

Physique

Formes et principes de conservation de l'énergie

Objectifs

- Connaître l'expression de l'énergie cinétique d'un solide en translation
- Connaître l'expression de l'énergie potentielle de pesanteur
- Savoir si l'énergie mécanique se conserve ou non
- Connaître diverses formes d'énergie
- Savoir exploiter le principe de conservation de l'énergie

A

Énergie d'un point matériel en mouvement dans le champ de pesanteur uniforme

Position du problème : on étudie un système de masse m et supposé ponctuel (ses dimensions sont celle d'un point) dans un référentiel terrestre. Ce point matériel est animé d'une vitesse $\vec{v}$ et il est placé dans le champ de pesanteur supposé uniforme.

Rappel

Le champ de pesanteur $\vec{g}$ est défini par $\vec{g} = \frac{\vec{P}}{m}$ où $\vec{P}$ est le poids du système de masse m . Le champ de pesanteur est supposé uniforme : il ne varie pas en fonction de l'endroit où se trouve le système.

1. Énergie potentielle de pesanteur E_{pp}

Activité 1

Une personne souhaite placer un objet de masse m sur une étagère. Cet objet est initialement posé sur le sol. Pour y parvenir, la personne doit fournir un effort.

- 1 Si la masse de l'objet augmente, l'effort à fournir est-il plus important ?
- 2 Si la hauteur de l'étagère augmente, l'effort à fournir est-il plus important ?
- 3 Si cette expérience pouvait avoir lieu sur la Lune où le champ de pesanteur est moins important, l'effort à fournir serait-il plus important ?

Lors de cette expérience, le système reçoit de la personne cet effort – on parle en physique de travail. Le système en prenant de l'altitude a gagné de l'énergie.

Cette énergie est due au poids du système que la personne a dû vaincre pour soulever l'objet. C'est l'énergie potentielle de pesanteur. Cette énergie est d'autant plus grande que la masse du système est grande, que l'altitude du système est élevée et que le champ de pesanteur est important.

■ Définition de l'énergie potentielle de pesanteur

Dans le champ de pesanteur uniforme, un objet ponctuel de masse m possède une énergie potentielle de pesanteur E_{pp} telle que :

$$E_{pp} = mgh$$

où m est la masse de l'objet (kg), g est l'intensité du champ de pesanteur (sur Terre $g = 9,8 \text{ N.kg}^{-1}$), h est l'altitude de l'objet (m).

L'énergie potentielle de pesanteur s'exprime en joule (J).

Remarque

La définition de l'énergie potentielle de pesanteur, montre qu'elle est définie par rapport à une altitude prise comme nulle. En fonction du problème, on pourra prendre $E_{pp} = 0$ (donc $h = 0$) à l'endroit qui semblera le plus judicieux. Par exemple, le sol dans le cas de l'activité 1, le niveau de la mer pour étudier l'ascension d'un ballon, la surface de la table pour étudier une balle de ping-pong ...

Activité 2

Calculer l'énergie potentielle de pesanteur qu'a acquis un alpiniste lorsqu'il monte en haut du Mont-Blanc depuis la ville de Chamonix. La ville de Chamonix est située à $h_1 = 1035 \text{ m}$ d'altitude, le Mont-Blanc culmine à $h_2 = 4810 \text{ m}$, l'alpiniste a une masse $m = 90 \text{ kg}$, l'intensité du champ de pesanteur est $g = 9,8 \text{ N.kg}^{-1}$.

2. Énergie cinétique E_c

Activité 3

Une personne souhaite aider un enfant à faire du vélo. Pour cela elle le pousse et lui communique ainsi une vitesse. On suppose que la route est horizontale. Tout comme dans l'activité 1, la personne doit fournir un effort.

- ① Si on fait cette expérience avec deux enfants de masses différentes, pour quel enfant l'effort sera le plus important ?
- ② Si on souhaite donner plus de vitesse à l'enfant, l'effort à fournir sera-t-il plus important ?

Lors de cette expérience, la personne communique à l'enfant et son vélo une énergie. L'altitude ne variant pas, il ne s'agit pas d'énergie potentielle de pesanteur mais d'énergie liée à la vitesse : l'énergie cinétique.

L'énergie cinétique est proportionnelle à la masse du système mais pas à sa vitesse.

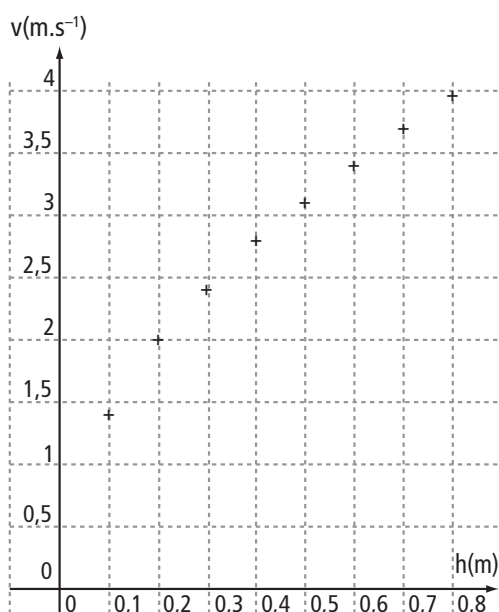
Activité 4 Relation entre énergie cinétique et vitesse

On laisse tomber dans l'air, une bille en acier sans vitesse initiale. On filme la chute et à l'aide d'un logiciel de capture et de traitement vidéo, on détermine la valeur v de la vitesse de la bille en fonction de la hauteur h de chute.

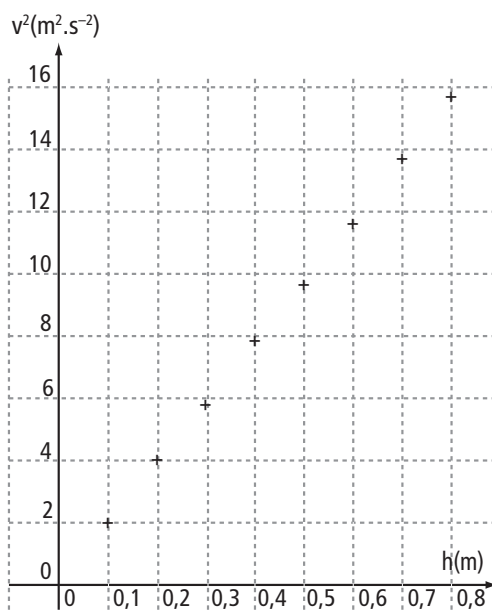
Au cours de la chute, la bille perd de l'énergie potentielle de pesanteur au profit d'un gain d'énergie cinétique. Alors que l'énergie potentielle de pesanteur est une fonction affine de la hauteur de chute, la vitesse, elle, ne croît pas linéairement avec la hauteur de chute.

Les graphiques ci-dessous montrent l'évolution de la vitesse en fonction de la hauteur de chute h et l'évolution du carré de la vitesse en fonction de la hauteur de chute.

- ❶ La valeur de la vitesse est-elle proportionnelle à la hauteur de chute ?
- ❷ Quelle grandeur est proportionnelle à la hauteur de chute ?



$v = f(h)$



$v^2 = f(h)$

L'énergie cinétique E_c d'un système de masse m et animé d'une vitesse de valeur v est proportionnelle au carré de v .

■ Définition de l'énergie cinétique

L'énergie cinétique d'un système ponctuel de masse m et animé d'une vitesse de valeur v est :

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2$$

avec m : masse du système (kg), v valeur de la vitesse (m.s⁻¹).

L'énergie cinétique s'exprime en joule (J).

Cas des solides non ponctuels : l'expression précédente de l'énergie cinétique est également valable pour un solide non ponctuel en mouvement de translation. Par contre si le solide est animé d'une rotation, l'expression n'est plus valable. Par

exemple une toupie tournant sur elle-même sans que son centre ne se déplace possède une énergie cinétique de rotation. Cette énergie cinétique de rotation n'est pas au programme de la classe de première S. Nous supposons que les solides en mouvement sont animés de mouvements de translation.

Activité 5 Calculer l'énergie cinétique d'une voiture de masse $m = 950 \text{ kg}$ animée d'une vitesse $v = 90 \text{ km.h}^{-1}$.

3. Énergie mécanique E_m

L'énergie mécanique E_m d'un système est la somme de son énergie cinétique E_c et de son énergie potentielle de pesanteur E_{pp} .

$$E_m = E_c + E_{pp}$$

E_c , E_{pp} et E_m s'expriment en joule (J).

Activité 6 Calculer l'énergie mécanique que possède un avion de ligne volant à $h = 9500 \text{ m}$ d'altitude à la vitesse $v = 850 \text{ km.h}^{-1}$. On suppose l'énergie potentielle nulle si l'altitude est nulle. La masse de l'avion est de 180 tonnes, le champ de pesanteur a pour intensité $g = 9,8 \text{ N.kg}^{-1}$.

B

Frottements, dissipation d'énergie

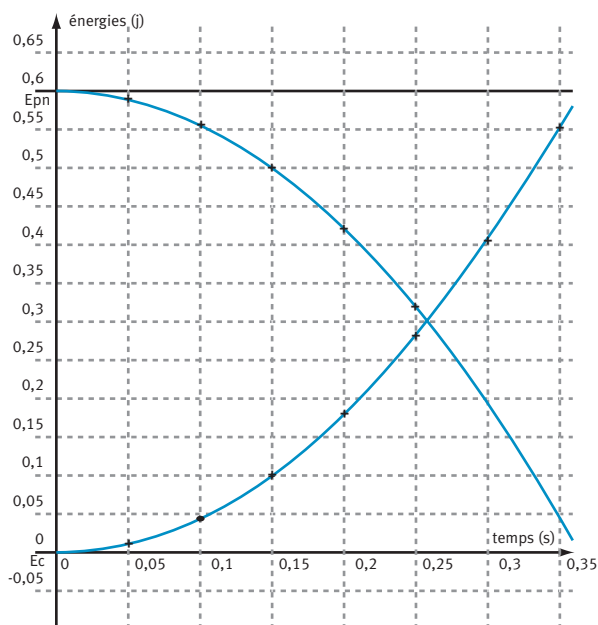
Activité 7 On lâche sur un plan incliné, au mobile autoporteur sur coussin d'air. On filme le mouvement et à l'aide d'un logiciel approprié, on détermine l'évolution au cours du temps de son altitude et de sa vitesse. Ceci permet de connaître l'évolution de son énergie potentielle de pesanteur, de son énergie cinétique et de son énergie mécanique.

Deux conditions expérimentales sont réalisées :

Expérience A Le coussin d'air fonctionne normalement, les frottements sont très réduits.

Expérience B La puissance du coussin d'air est réduite, les frottements ne sont pas négligeables.

- ① Dans quel cas l'énergie mécanique se conserve ?
- ② Dans quel cas l'énergie mécanique ne se conserve pas ?
- ③ En déduire une relation entre la conservation de l'énergie mécanique et l'existence ou non de frottements.

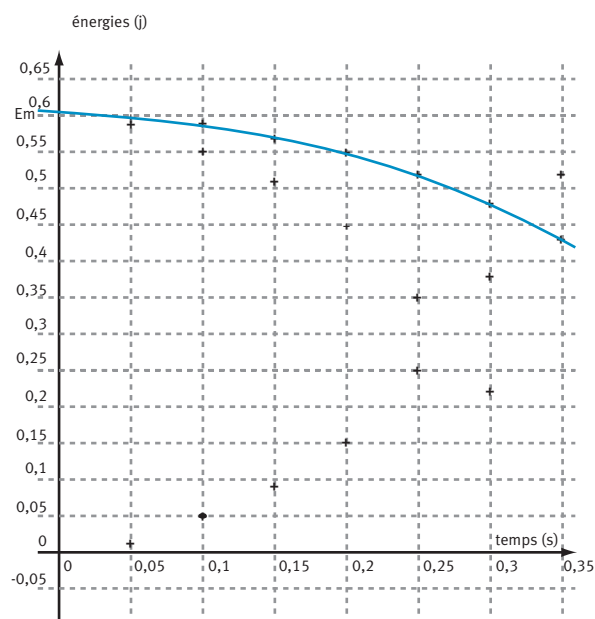


Expérience A

Le coussin d'air fonctionne normalement, les frottements sont réduits.

Au cours du mouvement, le mobile descend en prenant de la vitesse. Son énergie potentielle de pesanteur décroît alors que son énergie cinétique croît.

L'énergie mécanique reste constante au cours du mouvement du mobile autoporteur.



Expérience B

La puissance du coussin d'air est réduite, les frottements ne sont pas négligeables.

Au cours du mouvement, le mobile descend en prenant de la vitesse. Son énergie potentielle de pesanteur décroît alors que son énergie cinétique croît, comme dans l'expérience A.

Cependant, ce mouvement se fait avec une perte d'énergie mécanique : celle-ci décroît au cours du temps.

Le résultat de l'activité 7 est généralisable à n'importe quel mouvement :
 Si un solide se déplace sans frottements, alors son énergie mécanique reste constante au cours du mouvement.
 Inversement, sans apport d'énergie, l'énergie mécanique d'un système décroît s'il existe des frottements au cours du mouvement.



Les formes d'énergie

L'énergie cinétique et l'énergie potentielle de pesanteur sont deux exemples d'énergie. Il en existe bien d'autres. Pour réaliser l'étude énergétique complète d'un système il faut tenir compte des autres formes d'énergie.

Parmi les autres formes d'énergie, citons :

- ▶ L'énergie chimique : c'est elle qui est responsable de l'énergie libérée lors de certaines réactions telles les combustions.
- ▶ L'énergie thermique : elle est liée à l'agitation des molécules, c'est une forme d'énergie cinétique au niveau microscopique.
- ▶ L'énergie nucléaire : elle est responsable de l'énergie libérée lors de certaines transformations nucléaires.
- ▶ L'énergie électrique : c'est elle qui est transportée dans les câbles électriques.
- ▶ L'énergie électromagnétique : elle englobe l'énergie électrique mais aussi l'énergie transportée par tout rayonnement électromagnétique, comme la lumière, les ondes radio ou les rayons ultraviolets.
- ▶ L'énergie potentielle élastique : c'est sous cette forme qu'est stockée l'énergie d'un ressort comprimé ou d'un arc bandé.



Principe de conservation de l'énergie

1. Principe de conservation

Un système est isolé, s'il est sans interaction avec l'extérieur et qu'il n'échange pas d'énergie avec l'extérieur. Au sein d'un tel système, l'énergie peut exister sous différentes formes (énergie thermique, chimique; mécanique ...). Quelle que soit l'évolution d'un système isolé, l'énergie totale du système reste constante. C'est le principe de conservation de l'énergie.

Il peut y avoir des transferts d'énergie dans le système, mais la somme de toutes les énergies reste toujours la même.

Exemple d'un système isolé : un mélange d'eau tiède et de glace dans un calorimètre. On suppose que les transferts thermiques avec l'extérieur sont nuls. Si on laisse évoluer le système, l'eau initialement tiède se refroidit au contact de la glace qui se réchauffe et fond. Il y a un transfert d'énergie thermique de l'eau vers la glace. Ce transfert se fait sans création ou perte d'énergie. L'énergie du système reste constante.

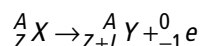
Pratiquement, les systèmes échangent de l'énergie avec le milieu extérieur. Dans ce cas, l'énergie du système ne reste pas constante. Cependant, le principe de conservation de l'énergie appliqué au système et au milieu avec lequel il échange

de l'énergie montre que la variation d'énergie du système est égale à l'énergie transférée entre le milieu extérieur et le système.

Par exemple, une voiture roule sur une route horizontale. Elle possède donc une énergie cinétique. Le conducteur freine et la voiture s'arrête. Le système (la voiture) a perdu toute son énergie cinétique. Cette énergie cinétique a été transférée au milieu extérieur sous forme de chaleur au niveau des freins.

2. Application à la découverte du neutrino

Certains noyaux sont naturellement radioactifs β^- , ils se désintègrent en émettant un électron. L'équation d'une telle réaction s'écrit :



L'énergie libérée lors de cette réaction est $\Delta E = \Delta m \cdot c^2 = (m_X - m_Y - m_e) \cdot c^2$.

Cette énergie est essentiellement transférée à l'électron émis sous forme d'énergie cinétique. Pour une désintégration donnée, l'électron devrait avoir une énergie bien fixée. Cependant, l'étude énergétique de l'électron, réalisée dès 1914, montre que celui-ci emporte une énergie variable, et qu'en général une partie de l'énergie libérée semble perdue. Ceci n'étant pas en accord avec le principe de conservation de l'énergie, le physicien suisse Wolfgang Pauli propose en 1930 l'existence d'une particule non détectée qui emporterait avec elle l'énergie manquante. Cette particule est appelée neutrino pour la radioactivité β^+ et antineutrino pour la radioactivité β^- . D'une masse extrêmement faible, sans charge électrique, elle interagit très peu avec la matière et est donc difficilement détectable. Il a fallu attendre 1956 pour réaliser la première mise en évidence expérimentale du neutrino et valider ainsi l'hypothèse que Pauli avait faite 26 ans plus tôt.

Dans l'équation de désintégration, le neutrino est noté ${}^0_0\nu$ et l'antineutrino ${}^0_0\bar{\nu}$.

Résumé

L'énergie potentielle de pesanteur a pour expression

$$E_{pp} = mgh.$$

m est la masse du système (kg), g est l'intensité de la pesanteur ($g = 9,8 \text{ N.kg}^{-1}$) et h est l'altitude du système (m) par rapport à une latitude nulle de référence. E_{pp} s'exprime en joule (J) et peut être négative puisque h peut être négative.

L'énergie cinétique d'un solide en translation a pour expression

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2$$

m est la masse du système (kg), v sa vitesse (m.s^{-1}). E_c s'exprime en joule (J).

L'énergie mécanique d'un système est la somme de son énergie cinétique et de son énergie potentielle de pesanteur :

$$E_m = E_c + E_{pp}.$$

Lorsqu'un système se déplace sans frottement, son énergie mécanique reste constante au cours du mouvement.

Dans un système, l'énergie peut exister sous différentes formes. Si le système est isolé, il peut y avoir des transferts d'énergie au sein du système mais l'énergie totale du système reste constante. C'est le principe de conservation de l'énergie.

Si le système échange de l'énergie avec l'extérieur, sa variation d'énergie est égale à l'énergie transférée du milieu extérieur vers le système.

Exercices

Pour tous les exercices, on prendra pour l'intensité de la pesanteur, $g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$.

Exercice 1 Énergie et pétanque

Lors d'une partie de pétanque, un joueur lance une boule, de masse $m = 700 \text{ g}$, depuis une hauteur $h_0 = 1,0 \text{ m}$ par rapport au sol. Au moment où il lâche la boule, la vitesse de celle-ci est $v_0 = 3,3 \text{ m.s}^{-1}$.

Lorsque la boule atteint le sommet de sa trajectoire, elle est située à la hauteur $h_s = 1,3 \text{ m}$ et animée d'une vitesse $v_s = 2,2 \text{ m.s}^{-1}$.

- 1 Montrer que l'énergie mécanique entre le moment du lancer et le sommet de la trajectoire, se conserve.
- 2 Que peut-on en déduire sur les frottements dus à l'air ?
- 3 Déterminer la vitesse à laquelle la boule atteint le sol.

Exercice 2 Énergie et vélo

Un cycliste aborde une portion de route en descente. Juste avant d'aborder cette descente, il roule à une vitesse $v_0 = 18 \text{ km.h}^{-1}$. Lors de la descente, il perd $h = 15 \text{ m}$ d'altitude. Le cycliste décide de ne plus pédaler lors de la descente. La masse du cycliste et de son vélo est $m = 80 \text{ kg}$.

- 1 En négligeant les frottements, quelle serait la vitesse v_1 du cycliste en bas de la descente ?
- 2 En réalité, sa vitesse est, en bas de la descente, de 36 km.h^{-1} . En déduire l'énergie perdue à cause des frottements.
- 3 Sous quelle forme cette énergie a-t-elle été transférée à l'extérieur ?

Exercice 3 Étude énergétique d'un skieur

Un skieur aborde une piste constituée de trois parties rectilignes. La première partie est une descente de longueur $L_1 = 50 \text{ m}$ et qui fait un angle $\alpha = 25^\circ$ avec l'horizontale. La deuxième partie est plate, sa longueur est $L_2 = 10 \text{ m}$. La troisième partie est une montée qui fait un angle $\beta = 30^\circ$ avec l'horizontale et dont la longueur est $L_3 = 60 \text{ m}$. Au début de la piste, sa vitesse est $v_0 = 10 \text{ km.h}^{-1}$. Il se laisse glisser tout au long des trois parties sans pousser sur ses bâtons et sans faire de mouvement avec ses skis. La masse du skieur et de son équipement est $m = 85 \text{ kg}$. Dans cet exercice, on néglige les frottements.

- ❶ Calculer la vitesse v_1 du skieur à la fin de la première partie.
- ❷ Calculer la vitesse v_2 du skieur à la fin de la deuxième partie.
- ❸ Le skieur a-t-il suffisamment d'énergie pour gravir sans effort la troisième partie ? Si oui, quelle est sa vitesse à la fin de la troisième partie ?

Exercice 4 Énergie potentielle élastique

Un mobile autoporteur de masse m , glisse en translation sur une table horizontale sans frottement. Il animé d'une vitesse de valeur v_0 jusqu'à la date $t = 0$ où il heurte l'extrémité libre d'un ressort, en $x = 0$. L'autre extrémité du ressort est attachée à une paroi fixe.

- ❶ Exprimer l'énergie cinétique du mobile à l'instant $t = 0$.
- ❷ Que peut-on dire de l'énergie potentielle de pesanteur lors de ce mouvement ?
- ❸ Après que la masse entre en contact avec le ressort, ce dernier se comprime. Sous quelle forme est stockée l'énergie dans un ressort comprimé ?
- ❹ Expliquer les transferts énergétiques lors de la compression du ressort.
- ❺ L'énergie stockée dans le ressort comprimé a pour expression $E = \frac{1}{2}kx^2$. Déterminer l'expression de l'abscisse $x_{\max}$ maximale atteinte par la masse.
- ❻ Ensuite le ressort se détend à nouveau jusqu'à reprendre sa longueur initiale. L'interaction solide-ressort cesse alors. Déterminer la vitesse du mobile lorsque cesse l'interaction solide-ressort.

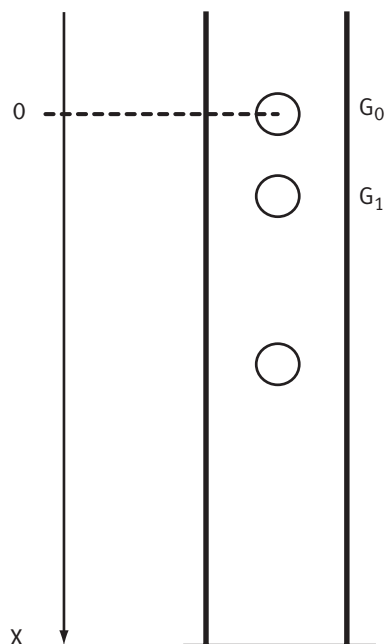
Exercice 5 Chute d'une bille dans l'huile

Une éprouvette contenant de l'huile sert de support à l'étude de la chute d'une bille d'acier de masse $m = 5,0\text{ g}$, dans une éprouvette graduée (voir figure 1).

La bille, qui constitue le système étudié, est lâchée sans vitesse initiale à l'instant $t = 0$ (voir figure 1). Au même instant, une acquisition vidéo assurée par une webcam couplée à un ordinateur est déclenchée de manière à enregistrer 25 images par seconde.

► Figure 1

La vidéo est ensuite analysée à l'aide d'un logiciel, ce qui permet de déterminer la valeur de x et de la vitesse v



de la bille à différentes dates :

Date (s)	0	40.10^{-3}	80.10^{-3}	0,12	0,16	0,20
x (m)	0	$5,9.10^{-3}$	$1,97.10^{-2}$	$3,79.10^{-2}$	$5,85.10^{-2}$	$8,04.10^{-2}$
v (m.s ⁻¹)	0	0,27	0,41	0,49	0,53	0,56

- 1 Calculer pour chaque date du tableau, l'énergie cinétique, l'énergie potentielle de pesanteur et l'énergie mécanique de la bille. On prendra $E_{pp} = 0$ lorsque $x = 0$.
- 2 Que peut-on dire des frottements au cours de la chute ?
- 3 Pourquoi l'importance des frottements croit-elle au cours de la chute ?

Exercice 6 La balançoire

Un enfant de masse $m = 25 \text{ kg}$ fait de la balançoire. Après s'être élané, il se laisse aller. On assimilera l'enfant à un système ponctuel situé en son centre de gravité G . Lorsqu'il se balance, G est animé d'un mouvement circulaire de rayon $R = 2,3 \text{ m}$. Dans la position extrême, lorsque la balançoire est la plus écartée de la verticale, les cordes de la balançoire font un angle $\alpha = 30^\circ$ par rapport à la verticale.

Dans cet exercice, on négligera les frottements. L'énergie potentielle de pesanteur sera prise nulle dans la position d'équilibre, c'est-à-dire lorsque la balançoire est verticale.

- 1 Déterminer l'énergie potentielle de pesanteur lorsque la balançoire est dans sa position la plus écartée de la verticale ?
- 2 Quelle est la vitesse de l'enfant dans cette position ? En déduire la valeur de l'énergie mécanique dans cette position.
- 3 Que peut-on dire de l'énergie mécanique au cours de ce mouvement ?
- 4 En déduire la vitesse v de l'enfant lorsque la balançoire passe dans la position d'équilibre.

Exercice 7 Service au tennis

Lors d'un service, un joueur de tennis communique de l'énergie à la balle. Juste après avoir frappé la balle, celle-ci possède une énergie mécanique $E_m = 51 \text{ J}$ et se situe à $h = 2,3 \text{ m}$ du sol (l'énergie potentielle de pesanteur étant prise nulle au niveau du sol). La masse de la balle est $m = 57 \text{ g}$.

- 1 Quelle est la vitesse v_0 de la balle juste après la frappe ?
- 2 Après le service, la balle heurte le sol à la vitesse $v = 27 \text{ m.s}^{-1}$. L'énergie mécanique se conserve-t-elle au cours de ce mouvement ?
- 3 Faire un bilan chiffré des transferts énergétiques lors de ce mouvement.

Exercice 8 Pistolet à billes de plastique

Un pistolet lance des petites billes en plastique de masse $m = 0,20 \text{ g}$. Sur le mode d'emploi du pistolet, il est marqué $E = 0,90 \text{ J}$. C'est l'énergie cinétique que possède la bille à la sortie du pistolet.

- ❶ Quelle est la vitesse d'une bille à la sortie du pistolet.
- ❷ On tire en l'air verticalement avec un tel pistolet. Quelle hauteur maximale peut atteindre une bille.
- ❸ L'expérience montre que les billes atteignent au maximum une hauteur $h' = 13 \text{ m}$.
 - a. Quelle est l'énergie dissipée par la bille au milieu extérieur ?
 - b. Quelle force est responsable de cette dissipation d'énergie ?
 - c. Cette énergie a-t-elle disparue, ou bien est-elle présente sous une autre forme ?

Exercice 9 Étude énergétique d'une radioactivité β^-

L'uranium 239 est radioactif β^- .

- ❶ Écrire l'équation de la désintégration d'un noyau d'uranium 239.
- ❷ Calculer l'énergie libérée lors de cette désintégration.
- ❸ L'étude de l'une des désintégration de l'uranium 239 montre que l'électron est émis avec une énergie cinétique $E_{c_e} = 8,0 \cdot 10^{-14} \text{ J}$. En négligeant l'énergie emportée par le rayonnement γ , en déduire l'énergie de l'antineutrino.

Données

Nom du noyau ou de la particule	Uranium (238)	Uranium (239)	Neptunium (239)	Plutonium (239)	Neutron	Proton	Électron
Symbole	${}^{238}_{92}\text{U}$	${}^{239}_{92}\text{U}$	${}^{239}_{93}\text{Np}$	${}^{239}_{94}\text{Pu}$	${}_0^1\text{n}$	${}_1^1\text{p}$	${}_{-1}^0\text{e}$
masse (en u)	238,050 79	239,054 29	239,052 94	239,052 16	1,008 66	1,007 83	0,000 55

$$1 \text{ u} = 1,660 54 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$$

Chapitre 2

Chimie

Oxydation des composés organiques oxygénés

Objectifs

- ▶ connaître deux nouvelles fonctions de la chimie organiques : aldéhyde et cétone
- ▶ apprendre à nommer les molécules qui possèdent ces fonctions
- ▶ savoir comment on peut obtenir ces molécules à partir des alcools
- ▶ reconnaître la classe d'un alcool
- ▶ écrire la réaction d'oxydation d'un alcool et d'un aldéhyde

A

Les aldéhydes et les cétones

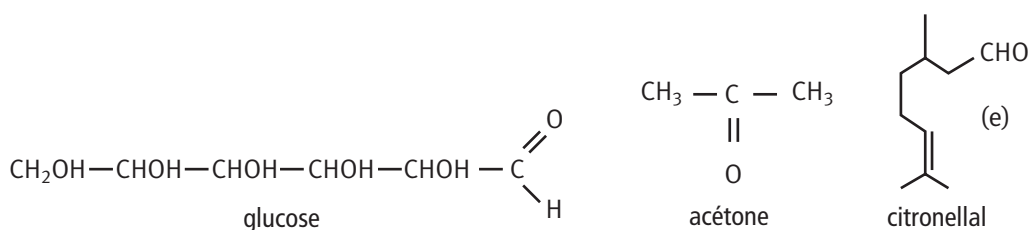
Les composés organiques peuvent être classés par **famille** en fonction de leurs propriétés chimiques ; en effet, on remarque que certains composés réagissent de manière similaire vis-à-vis d'un réactif donné.

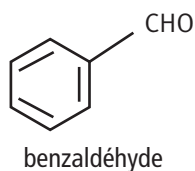
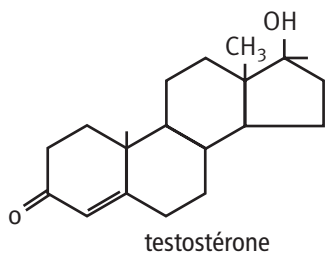
Cette analogie de comportement trouve son origine dans une analogie de structure : les molécules d'une même famille possèdent le même **groupe caractéristique**. Un groupe caractéristique est un atome ou un groupe d'atomes qui caractérise la famille.

1. Importance des molécules oxygénées : alcools, aldéhydes et cétones

Activité 1

Pour chaque composé, identifier le ou les groupes caractéristiques puis effectuer une recherche sur internet ou sur une encyclopédie afin de trouver une utilisation du composé dans l'activité humaine





On utilise ici la formule topologique d'une molécule : la chaîne carbonée est représentée par une ligne brisée et seuls les atomes autre que C et H sont écrits.

Les alcools tels que le méthanol et l'éthanol sont très importants à l'échelle industrielle : industrie agroalimentaire, solvants, carburants... Leur production s'élève à plusieurs millions de tonnes chaque année. Les composés oxygénés possédant des groupes carbonyle ont des utilisations très variées mais souvent en quantités moins importantes. Ce sont des composés souvent présents dans les végétaux ou les animaux mais aussi très intéressants à synthétiser en chimie fine : production peu importante en quantité mais à haute valeur ajoutée.

Attention cependant à ne pas généraliser, certains de ces composés comme l'acétone sont produits en grande quantité (chimie lourde) tandis que certains alcools plus complexes sont synthétisés en chimie fine.

Les composés possédant des groupes carbonyle sont classés en deux familles de composés chimiques : les aldéhydes et les cétones.

2. Les aldéhydes

Une molécule faisant partie de la famille des aldéhydes a son groupe caractéristique (groupe carbonyle —C—) placée à l'extrémité d'une chaîne carbonée.



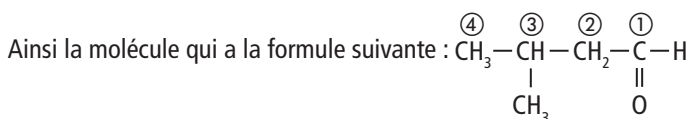
Pour obtenir la formule semi développée d'un aldéhyde à partir de celle d'un alcane ayant la même chaîne carbonée, il faut substituer, sur un carbone qui se trouve en bout de chaîne, un atome d'oxygène à deux atomes d'hydrogène. Ce carbone situé en bout de chaîne doit conserver un atome d'hydrogène.

Par exemple, à partir de l'éthane, $\text{CH}_3 - \text{CH}_3$ on obtiendra l'aldéhyde : $\text{CH}_3 - \text{CH}=\text{O}$.

À partir du propane, $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$, on obtiendra l'aldéhyde : $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}=\text{O}$.

Pour nommer un aldéhyde, il suffit de remplacer le « e » des alcanes par la terminaison « al ». Ainsi la molécule qui a pour formule $\text{CH}_3 - \text{CH}=\text{O}$ se nomme l'éthanal et celle qui a pour formule $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}=\text{O}$ se nomme le propanal.

Remarque Le carbone qui possède le groupement carbonyle porte toujours le numéro 1.



devra être nommée le 3-méthylbutanal puisque, quand on numérote les carbones à partir de la fonction aldéhyde, le groupe méthyle se situe sur le carbone numéro 3.

Activité 2 Nomenclature des aldéhydes

Donner le nom des aldéhydes suivants :



Écrire la formule du butanal, puis du 2,3-diméthylpentanal.

3. Les cétones

Une molécule faisant partie de la famille des cétones a son groupe caractéristique (groupe carbonyle $-\text{C}-$) à l'intérieur d'une chaîne carbonée. O

$$\begin{array}{c}
 \text{O} \\
 || \\
 -\text{C}-
 \end{array}$$

Pour obtenir la formule semi développée d'une cétone à partir de celle d'un alcane ayant la même chaîne carbonée, il faut substituer, sur un carbone qui ne se trouve pas en bout de chaîne, un atome d'oxygène à deux atomes d'hydrogène. Comme les aldéhydes, les cétones possèdent donc un groupement carbonyle, mais alors que le carbone du groupement carbonyle des aldéhydes porte aussi un atome d'hydrogène, celui des cétones n'en possède pas. Cette différence est suffisante pour que les aldéhydes et les cétones ne possèdent pas les mêmes propriétés chimiques.

On ne peut trouver de cétone que si l'alcane possède au moins 3 carbones, ainsi, à partir du propane $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3$, on obtiendra la cétone : $\text{CH}_3-\text{CO}-\text{CH}_3$.

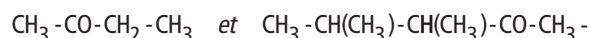
Pour nommer une cétone, il suffit de remplacer le « e » des alcanes par la terminaison « one ». Ainsi la molécule qui a pour formule $\text{CH}_3-\text{CO}-\text{CH}_3$ se nomme la propanone (en fait, dans la vie de tous les jours, on l'appelle l'acétone).

Remarque Dans le cas de la propanone ou de la butanone, on n'a pas à préciser la place du carbone du groupement carbonyle dans la chaîne puisqu'il ne peut avoir que le numéro 2. Mais si la cétone possède davantage de carbones, il faudra préciser le numéro du carbone porteur du groupement carbonyle. Ce numéro doit être le plus petit possible.

Par exemple, il y aura 2 pentanones $\text{CH}_3-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$, la pentan-2-one et $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$, la pentan-3-one.

Activité 3 Nomenclature des cétones

Donner le nom des cétones suivantes :



Écrire la formule de l'hexan-3-one, puis de la 3,4-diméthylhexan-2-one.

Activité 4 Isomères

Trouver les noms et formules semi-développées des aldéhydes et des cétones de formule brute $C_5H_{10}O$

B**L'oxydation des trois classes d'alcool****1. Les trois classes d'alcool**

La fonction alcool est caractérisée par le groupement hydroxyle $-OH$ qui est fixé sur un des carbones de la molécule. Mais suivant l'environnement de ce carbone, on définit les trois classes des alcools.

- Si le carbone qui porte le groupement hydroxyle n'est lié qu'à un seul autre carbone et donc à deux atomes d'hydrogène, on dit que l'alcool est primaire et on note la classe (I) (un en chiffre romain).
- Si le carbone qui porte le groupement hydroxyle est lié à deux autres carbones et donc à un atome d'hydrogène, on dit que l'alcool est secondaire et on note la classe (II) (deux en chiffre romain).
- Si le carbone qui porte le groupement hydroxyle est lié à trois autres carbones, on dit que l'alcool est tertiaire et on note la classe (III) (trois en chiffre romain).

Groupe caractéristique	Classe	Formule
$-CH_2OH$ L'atome de carbone est lié à deux atomes d'hydrogène	Primaire	$R-CH_2OH$
$-CHOH-$ L'atome de carbone est lié à un atome d'hydrogène	Secondaire	$R_1-CHOH-R_2$
$\begin{array}{c} \\ -C-OH \\ \end{array}$ L'atome de carbone n'est lié à aucun atome d'hydrogène	Tertiaire	$\begin{array}{c} R_1 \\ \\ R_2-C-OH \\ \\ R_3 \end{array}$

R, R_1, R_2 et R_3 sont ici des groupements comportant des atomes de carbones.

Activité 5 La classe d'un alcool

Donner la formule chimique et en déduire la classe des alcools suivants : l'éthanol, le propan-2-ol, le méthylpropan-2-ol, le butan-2-ol, le 2-méthylbutan-1-ol et le 3-méthylbutan-2-ol

Remarque

Le méthanol est un cas particulier puisqu'il ne possède qu'un seul carbone : il faut savoir qu'il se comporte comme un alcool primaire.

2. Les différentes oxydations des alcools

Il existe trois façons différentes d'oxyder un alcool. Faire brûler un alcool est la manière la plus simple de l'oxyder. Lors d'une combustion complète, l'alcool se transforme en dioxyde de carbone et eau. Il est, en général, très facile de faire brûler un alcool ; l'éthanol, même mélangé à l'eau, s'enflamme facilement et donne une combustion complète : les desserts « flambés », crêpes ou crèmes glacées, sont très appréciés des gourmands !

Activité 6 Combustion de l'éthanol

Écrire l'équation chimique qui traduit la combustion complète de l'éthanol.

La deuxième manière consiste à faire réagir sur l'alcool des oxydants puissants. Il est alors très difficile de savoir ce qui va se produire car, on constate que la chaîne carbonée de la molécule d'alcool se fractionne et que cela peut aller jusqu'à la formation de dioxyde de carbone, comme lors d'une combustion. Comme le résultat d'une telle oxydation est très aléatoire, on ne l'étudie que pour des cas très particuliers pour savoir, dans quelles conditions, on peut obtenir tel ou tel produit.

La troisième manière est celle à laquelle nous allons nous intéresser plus particulièrement : elle consiste à réaliser l'**oxydation ménagée** de l'alcool c'est à dire à faire réagir le carbone porteur du groupement hydroxyle sans modifier le reste de la chaîne carbonée.

Nous étudierons plus loin la manière de procéder pour réaliser une oxydation ménagée, mais nous allons voir quels en sont les résultats suivant la classe des alcools.

- ▶ Si l'alcool est tertiaire, une oxydation ménagée est sans effet sur lui.
- ▶ Si l'alcool est secondaire, une oxydation ménagée le transforme en cétone.
- ▶ Si l'alcool est primaire, une oxydation ménagée le transforme d'abord en aldéhyde, puis en acide. Il faut savoir qu'il n'est pas toujours facile, quand on réalise l'expérience, de s'arrêter au stade de l'aldéhyde car, un aldéhyde s'oxyde plus facilement qu'un alcool.

Un acide carboxylique possède le groupement carboxyle : -COOH . On le nomme en remplaçant le « ol » de l'alcool par « oïque ». En général on fait précéder le nom de « acide » ; ainsi on ne dira pas éthanoïque mais acide éthanoïque.

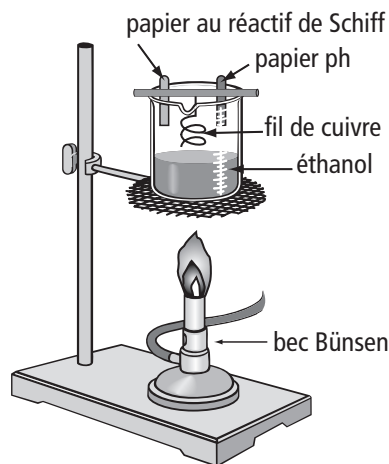
Activité 7 Oxydations ménagées

Donner la formule chimique et les noms des produits obtenus lorsqu'on fait subir une oxydation ménagée aux alcools suivants : propan-1-ol, butan-2-ol, méthylpropan-2-ol, et 2-méthylbutan-1-ol.

3. Comment réaliser l'oxydation ménagée d'un alcool ?

On peut réaliser une oxydation catalytique de l'alcool en utilisant comme oxydant, le dioxygène de l'air. C'est une expérience facile à réaliser en TP ; on chauffe un fil de cuivre à incandescence et on le place dans les vapeurs d'alcool (on utilise, en général, l'éthanol), comme le montre le dessin. On appelle cette manipulation, l'expérience de la lampe sans flamme.

On constate alors que le fil de cuivre peut rester incandescent, pendant plusieurs minutes. On sent une odeur particulière (celle de la pomme verte) qui est caractéristique de l'éthanal pendant que le papier au réactif de Schiff révélateur des aldéhydes se colore en rose. Enfin le papier pH qui était jaune-vert se colore en rouge ce qui correspond à un pH très acide.

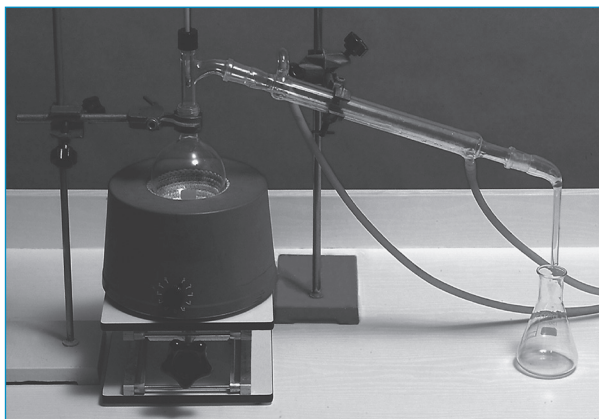


Remarque

C'est parce que la réaction d'oxydation de l'éthanol est très exothermique (elle dégage beaucoup d'énergie sous forme de chaleur) que le fil de cuivre peut rester incandescent pendant plusieurs minutes.

Activité 8 Lampe sans flamme

Écrire les deux équations successives qui traduisent l'oxydation de l'éthanol et donner le nom de l'aldéhyde et de l'acide obtenus.



On peut aussi oxyder les alcools en utilisant les ions permanganate en milieu acide. Là encore, c'est une expérience facile à réaliser en TP, en prenant comme alcool le propan-2-ol. On utilise le dispositif suivant (voir photo ci-contre) :

On a placé, dans le ballon, la solution aqueuse de permanganate de potassium, le propan-2-ol et, en dernier, on a ajouté quelques gouttes d'acide sulfurique pour que la réaction se déroule en milieu acide.

On chauffe très doucement et quand on lit sur le thermomètre une température voisine de 56°C , on voit que des gouttes de liquide commencent à apparaître sur les parois du réfrigérant. Le liquide que l'on recueille, dans l'ermeneyer, possède une odeur très caractéristique :

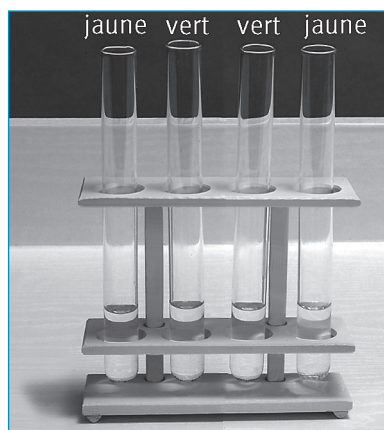
il s'agit de l'acétone (ou propanone).

Activité 9 Oxydation du propan-2-ol

- Pourquoi le dispositif expérimental utilisé permet-il d'obtenir facilement de l'acétone pratiquement pure ? Comment appelle-t-on ce montage ?
- Écrire la demi-équation qui traduit la transformation des ions permanganate en ions manganèse (couple $\text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{2+}$) en milieu acide.
- Écrire la demi-équation qui traduit la transformation du propan-2-ol en propanone en milieu acide.
- En déduire l'équation de la réaction d'oxydation de l'alcool.

4. Le test au dichromate en milieu acide

Mélangions dans un tube à essais une solution de dichromate de potassium et une solution d'acide sulfurique. On partage la solution sulfochromique que l'on vient de préparer en 4 parties égales, dans 4 tubes à essais identiques. Le premier tube servira de témoin et dans les 3 autres, on ajoute respectivement quelques gouttes d'un alcool primaire, quelques gouttes d'un alcool secondaire et quelques gouttes d'un alcool tertiaire. On agite le contenu des 3 derniers tubes et on attend une ou deux minutes. Le tube témoin est jaune orangé. Le tube dans lequel on a ajouté quelques gouttes d'un alcool primaire est devenu vert, celui dans lequel on a ajouté quelques gouttes d'un alcool secondaire est aussi devenu vert, et celui dans lequel on a ajouté quelques gouttes d'un alcool tertiaire est resté identique au tube témoin.



Activité 10 Test au dichromate

- Quel alcool le test au dichromate permet-il d'identifier ? Pourquoi ?
- Écrire la demi-équation qui traduit la transformation des ions dichromate ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$) en ions chrome (Cr^{3+}) en milieu acide.
- Écrire la demi-équation qui traduit la transformation d'un alcool primaire en acide carboxylique de formule générale $\text{R}-\text{COOH}$.

- ▶ En déduire l'équation de la réaction d'oxydation de l'alcool primaire.
- ▶ Écrire la demi-équation qui traduit la transformation d'un alcool secondaire en cétone.
- ▶ En déduire l'équation de la réaction d'oxydation de l'alcool secondaire.



L'oxydation des aldéhydes

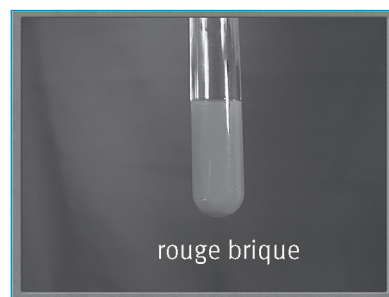
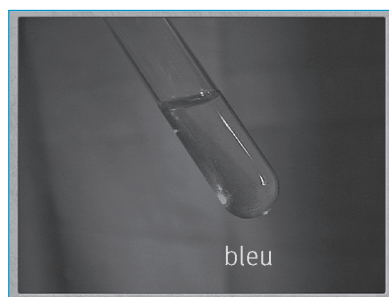
1. Généralités

Les aldéhydes sont des réducteurs plus forts que les alcools primaires ; donc tous les oxydants qui peuvent oxyder les alcools primaires pourront aussi oxyder les aldéhydes. Par exemple, le dioxygène de l'air peut oxyder certains aldéhydes, à froid et sans catalyseur, ce qui n'est pas possible pour les alcools primaires.

Mais ce qui est intéressant c'est que certains oxydants qui sont incapables d'oxyder les alcools primaires, peuvent par contre, oxyder les aldéhydes. On va étudier les réactions données par deux de ces oxydants : la liqueur de Fehling et le réactif de Tollens.

2. Réaction avec la liqueur de Fehling

L'expérience est très facile à réaliser au laboratoire puisqu'il suffit de verser dans un tube à essais de la liqueur de Fehling et quelques gouttes d'un aldéhyde. On chauffe quelques instants sur la flamme d'un bec bunsen. Le contenu du tube qui était bleu au départ devient de couleur rouge brique.



Pour obtenir la liqueur de Fehling, on mélange une solution de sulfate de cuivre avec une solution d'ions tartrate. On ajoute à ce mélange une solution d'hydroxyde de sodium pour que le milieu soit basique. Normalement, en milieu basique, les ions cuivre précipitent en donnant de l'hydroxyde de cuivre (II), mais, dans la liqueur de Fehling, ils sont dissimulés sous forme d'ions complexes que nous noterons : $\text{Cu}^{2+}_{\text{complexé}}$. À ce moment-là, les ions hydroxyde ne peuvent plus réagir sur ces ions cuivre complexés qui donnent à la liqueur de Fehling une cou-

leur bleu foncée nettement différente de celle d'une solution de sulfate de cuivre. Lorsque la liqueur de Fehling réagit, les ions cuivre complexés se transforment en oxyde de cuivre (I), Cu_2O qui est un solide de couleur rouge brique.

Activité 11 Liqueur de Fehling

- Écrire la demi-équation qui traduit la transformation des ions cuivre (II) complexés $\text{Cu}^{2+}_{\text{complexé}}$ en oxyde de cuivre (I), Cu_2O en milieu basique.
- Écrire la demi-équation qui traduit la transformation d'un aldéhyde en ion carboxylate, en milieu basique.
- En déduire l'équation de la réaction d'oxydation de l'aldéhyde par la liqueur de Fehling

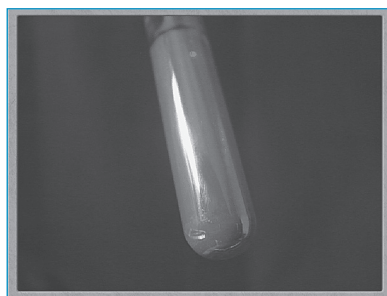
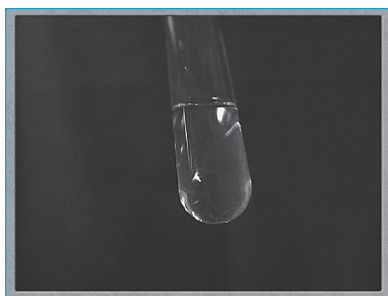
Remarque

On a souligné que la liqueur de Fehling constituait un milieu basique. Dans ces conditions, un acide carboxylique R-COOH ne peut pas exister, puisqu'il se transforme spontanément (voir séquence n°8) en ion carboxylate : R-COO^- .

Pour écrire les demi-équations électroniques en **milieu basique**, il est conseillé de les écrire en milieu acide puis de rajouter des ions hydroxyde à gauche et à droite de la flèche afin d'obtenir des H_2O à la place des H^+ qui ne peuvent être présents en milieu acide. Il faut ensuite simplifier la demi-équation.

3. Réaction avec le réactif de Tollens

L'expérience est encore très facile à réaliser au laboratoire puisqu'il suffit de verser dans un tube à essais du réactif de Tollens et quelques mL d'un aldéhyde. On place ce tube dans un bain-marie à 60°C environ et on attend. Au bout de quelques instants, on constate qu'un miroir d'argent s'est formé sur la paroi du tube à essais.



Pour préparer le réactif de Tollens, on doit verser goutte à goutte une solution aqueuse d'ammoniac dans une solution de nitrate d'argent. Dans un premier temps, il apparaît un précipité noir, mais si l'on continue à verser la solution aqueuse d'ammoniac, ce précipité commence à se dissoudre. On arrête de verser la solution aqueuse d'ammoniac lorsque la solution est redevenue limpide.

Dans ce cas aussi, on a dissimulé les ions argent qui ne peuvent donc plus réagir avec les ions hydroxyde, en formant un complexe qui a pour formule : $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$. Il faut bien souligner que la réaction avec le réactif de Tollens se produit donc en milieu basique.

Activité 12 Réactif de tollens

- ▶ Écrire la demi-équation qui traduit la transformation des ions argent complexés $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$ en argent en milieu basique.
- ▶ Écrire la demi-équation qui traduit la transformation d'un aldéhyde en ion carboxylate, en milieu basique
- ▶ En déduire l'équation de la réaction d'oxydation de l'aldéhyde par le réactif de Tollens.

Résumé

Une molécule faisant partie de la famille des aldéhydes a son groupe caractéristique (groupe carbonyle $\text{—}\overset{\text{O}}{\underset{\text{||}}{\text{C}}}\text{—H}$) placée à l'extrémité d'une chaîne carbonée.

Pour obtenir un aldéhyde, il faut substituer, sur le carbone qui se trouve en bout de chaîne, un atome d'oxygène à deux atomes d'hydrogène.

Pour nommer un aldéhyde, il suffit de remplacer le « e » des alcanes par la terminaison « al ».

Une molécule faisant partie de la famille des cétones a son groupe caractéristique (groupe carbonyle $\text{—}\overset{\text{O}}{\underset{\text{||}}{\text{C}}}\text{—}$) à l'intérieur d'une chaîne carbonée.

Pour obtenir une cétone, il faut substituer, sur un carbone qui ne se trouve pas en bout de chaîne, un atome d'oxygène à deux atomes d'hydrogène.

Pour nommer une cétone, il suffit de remplacer le « e » des alcanes par la terminaison « one ».

- Si le carbone qui porte le groupement hydroxyle n'est lié qu'à un seul autre carbone et donc à deux atomes d'hydrogène, on dit que l'alcool est primaire et on note la classe (I) (un en chiffre romain).
- Si le carbone qui porte le groupement hydroxyle est lié à deux autres carbones et donc à un atome d'hydrogène, on dit que l'alcool est secondaire et on note la classe (II) (deux en chiffre romain).
- Si le carbone qui porte le groupement hydroxyle est lié à trois autres carbones, on dit que l'alcool est tertiaire et on note la classe (III) (trois en chiffre romain).

Une oxydation ménagée d'un alcool consiste à faire réagir le carbone porteur du groupement hydroxyle sans modifier le reste de la chaîne carbonée.

- Si l'alcool est tertiaire, une oxydation ménagée est sans effet sur lui.
- Si l'alcool est secondaire, une oxydation ménagée le transforme en cétone.
- Si l'alcool est primaire, une oxydation ménagée le transforme d'abord en aldéhyde, puis en acide.

Il faut savoir qu'il n'est pas toujours facile, quand on réalise l'expérience, de s'arrêter au stade de l'aldéhyde car, un aldéhyde s'oxyde plus facilement qu'un alcool primaire.

Pour réaliser une oxydation ménagée, on peut faire réagir l'alcool sur le dioxygène de l'air en présence d'un catalyseur, ou bien utiliser des solutions de permanganate de potassium ou de dichromate de potassium.

Les aldéhydes sont des réducteurs plus forts que les alcools primaires ; donc tous les oxydants qui peuvent oxyder les alcools primaires pourront aussi oxyder les aldéhydes.

Mais aussi, certains oxydants qui sont incapables d'oxyder les alcools primaires, peuvent par contre, oxyder les aldéhydes : par exemple, la liqueur de Fehling et le réactif de Tollens.

Dans la liqueur de Fehling, les ions Cu^{2+} sont dissimulés sous forme d'ions complexes. Lorsque la liqueur de Fehling réagit, les ions cuivre complexés se transforment en oxyde de cuivre (I), Cu_2O qui est un solide de couleur rouge brique.

Dans le réactif de Tollens, les ions argent sont dissimulés sous forme d'ions complexes : $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$.

Lorsque le réactif de Tollens réagit, les ions argent complexés se transforment en argent métal et il se forme sur les parois du tube un miroir d'argent.

Exercices

Exercice 1 Un alcool odorant

On utilise, en parfumerie, un alcool le 3,7-diméthyl-octan-3-ol car il a l'odeur de la lavande.

- ❶ Écrire la formule semi-développée de cet alcool.
- ❷ Quel est la classe de cet alcool ?
- ❸ Peut-on lui faire subir une oxydation ménagée ?

Exercice 2 Oxydation des « butanols »

- ❶ Donner la formule semi-développée et le nom des quatre alcools qui admettent pour formule brute : $C_4H_{10}O$. Préciser la classe de chacun de ces quatre alcools.
- ❷ On fait subir à chacun de ces quatre alcools une oxydation ménagée. Donner dans chaque cas, le(s) nom(s) des produits que l'on peut alors obtenir.

Exercice 3 Oxydation catalytique de l'éthanol

On fait passer 1,5 litre de vapeur d'éthanol sur du cuivre pour obtenir de l'éthanal.

- ❶ Écrire l'équation de la réaction.
- ❷ Dans les conditions de l'expérience, le volume molaire est de 30 litres. Quelle est la masse maximale d'éthanal que l'on peut obtenir ?

Données Masses atomiques en $g.mol^{-1}$: H = 1 ; C = 12 ; O = 16.

Exercice 4 Du vin au vinaigre

On oublie un litre de vin à 12° (12 mL d'éthanol pour 100 mL de vin) pendant deux mois et il se transforme partiellement en vinaigre.

- ❶ Écrire l'équation de la réaction.
- ❷ Si le pourcentage d'alcool transformé est de 50%, quelle masse d'acide acétique se sera formée au bout des deux mois ?

Données Densité de l'éthanol : 0,79 ;
masses atomiques en $g.mol^{-1}$: H = 1 ; C = 12 ; O = 16.

Exercice 5 Réaction du méthanol sur les ions permanganate

- 1 Donner la formule semi-développée et le nom des deux produits que l'on peut obtenir quand on fait subir une oxydation ménagée au méthanol
- 2 On fait réagir une solution de permanganate de potassium en milieu acide sur du méthanol en excès ; seul l'aldéhyde se forme. Écrire l'équation qui correspond à cette réaction d'oxydation.
- 3 On fait réagir une solution de permanganate de potassium en milieu acide sur du méthanol en défaut ; seul l'acide carboxylique de formule HCOOH se forme. Écrire l'équation qui correspond à cette réaction d'oxydation.

Données Couple redox $\text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{2+}$ du permanganate.

Exercice 6 Oxydation de deux alcools isomères

A et B sont deux alcools isomères dont la molécule ne possède que des simples liaisons.

- 1 On verse quelques gouttes de chacun de ces deux alcools dans deux tubes à essais contenant une solution de dichromate de potassium en milieu sulfurique. Les deux tubes deviennent verts. Que faut-il en conclure ?
- 2 A est un alcool secondaire qui possède le minimum d'atomes qu'un atome de sa classe peut posséder. Donner la formule semi-développée et le nom de l'alcool A. Quel composé A' s'est formé lors du test avec le mélange sulfochromique ? Écrire la réaction de l'alcool A avec les ions dichromate en milieu acide.
- 3 Donner la formule semi-développée et le nom de l'alcool B. Quels composés B' et B'' ont pu se former lors du test avec le mélange sulfochromique ?

Données Couple redox $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} / \text{Cr}^{3+}$ du dichromate.

Exercice 7 Le degré d'un vin (exercice d'approfondissement)

Pour connaître la quantité d'éthanol contenu dans un vin, on le distille puis on oxyde ce distillat en présence d'un excès d'oxydant et on détermine la quantité d'oxydant restant.

Après distillation, on dispose de 100 mL d'une solution S, incolore, qui contient tout l'éthanol contenu dans 100 mL de vin.

On dilue 10 fois la solution S puis on en prélève 10 mL que l'on verse dans un erlenmeyer. On ajoute ensuite 20 mL de dichromate de potassium ($C = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$) et 10 mL d'acide sulfurique. On bouche l'erlenmeyer et on attend une demi-heure environ.

Pour déterminer la quantité d'ions dichromate qui n'a pas réagi sur l'éthanol, on verse dans l'erlenmeyer une solution S' d'ions fer(II) (Fe^{2+}) ($C' = 0,20 \text{ mol.L}^{-1}$). On doit verser 21,0 mL de cette solution S' pour éliminer tous les ions dichromate.

- 1 Écrire les demi équations qui correspondent aux couples : $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} / \text{Cr}^{3+}$ et $\text{Fe}^{3+} / \text{Fe}^{2+}$ et en déduire l'équation de la réaction qui permet d'éliminer les ions dichromate. Calculer la quantité (en nombre de moles) d'ions dichromate qui n'avaient pas réagi sur l'éthanol.
- 2 Écrire les demi équations qui correspondent aux couples : $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} / \text{Cr}^{3+}$ et $\text{CH}_3\text{-COOH} / \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{OH}$ et en déduire l'équation de la réaction qui permet d'oxyder l'éthanol. Calculer la quantité (en nombre de moles) d'ions dichromate qui ont réagi sur l'éthanol et en déduire la quantité (en nombre de moles) d'éthanol contenu dans le prélèvement de 10 mL.
- 3 Comment a-t-on procédé pour réaliser la dilution des 100 mL de solution S ? Quelle quantité (en nombre de moles) d'éthanol contenait les 100 mL de solution S et donc les 100 mL de vin ?
- 4 Le degré d'un vin correspond au volume d'éthanol contenu dans 100 mL de vin : quel était le degré de ce vin ?

Données

Densité de l'éthanol : 0,79 ;
masses atomiques en g.mol^{-1} : H = 1 ; C = 12 ; O = 16

Exercice 8 Synthèse de la butanone

- 1 Écrire la réaction d'oxydation du butan-2-ol par les ions permanganate, en milieu acide.
- 2 À la température ambiante, la butanone est un liquide de densité 0,8. Quelle masse de butan-2-ol faut-il oxyder pour obtenir 1 litre de butanone ?

Données

Masses atomiques en g.mol^{-1} : H = 1 ; C = 12 ; O = 16 ;
couple redox $\text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{2+}$ du permanganate

Exercice 9 Identifier un aldéhyde

- 1 Écrire, en fonction de n le nombre de carbones, la formule brute d'un aldéhyde dont la molécule ne renferme que de simples liaisons en dehors du groupement carbonyle.
- 2 Un tel aldéhyde subit une combustion complète ; quelle est l'équation qui traduit cette réaction ?
- 3 Lors de la combustion complète de 0,1 mol de cet aldéhyde, on obtient 7,2 L de dioxyde de carbone. Quelle est la formule brute de l'aldéhyde ?
- 4 Donner la formule semi-développée et le nom de l'aldéhyde.
- 5 À quel alcool faut-il faire subir une oxydation ménagée pour obtenir cet aldéhyde ?
- 6 Si on fait subir une oxydation ménagée à cet aldéhyde, quel composé obtiendra-t-on ?

Données Masses atomiques en g.mol^{-1} : $\text{H} = 1$; $\text{C} = 12$; $\text{O} = 16$;
Volume molaire : 24 L.

Exercice 10 Identifier une cétone

Une cétone, dont la molécule ne renferme que de simples liaisons en dehors du groupement carbonyle, possède le pourcentage massique suivant : 66,7 % de carbone et 11,1 % d'hydrogène.

- 1 Écrire, en fonction de n le nombre de carbones, la formule brute d'une cétone.
- 2 Le pourcentage massique représente le rapport de la masse d'un élément sur la masse molaire de la molécule. Quel est le pourcentage massique de l'oxygène dans la cétone ? Quelle est la masse molaire de la cétone ? Quelle est la formule brute de la cétone ?
- 3 Donner la formule semi-développée et le nom de la cétone.
- 4 À quel alcool faut-il faire subir une oxydation ménagée pour obtenir cette cétone ?

Données Masses atomiques en g.mol^{-1} : $\text{H} = 1$; $\text{C} = 12$; $\text{O} = 16$.

Exercice 11 Combustion d'un composé oxygéné

La combustion complète de $5 \cdot 10^{-2}$ mol d'un composé oxygéné de formule $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}$ donne 8,7 g de dioxyde de carbone et 3,7 g d'eau.

- 1 Écrire l'équation qui correspond à la combustion complète de ce composé.
- 2 Dresser le tableau d'avancement de la réaction et en déduire les valeurs de x et y .
- 3 Sachant que la molécule possède un groupement carbonyle, rechercher les formules semi-développées des différents isomères et les nommer.
- 4 Le composé oxygéné de formule $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}$ réagit sur la liqueur de Fehling. Cette indication permet-elle d'éliminer certain(s) isomère(s) ? De plus, la chaîne carbonée du composé oxygéné de formule $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}$ est ramifiée. Quel est le nom du composé oxygéné ?

Données Masses atomiques en g.mol^{-1} : $\text{H} = 1$; $\text{C} = 12$; $\text{O} = 16$.

Exercice 12 Glycémie

- 1 Le glucose a pour formule : $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CHOH}-\text{CHOH}-\text{CHOH}-\text{CH}=\text{O}$. Recopier la formule et repérer les groupes fonctionnels en précisant leur nom.
- 2 On peut doser le glucose par la liqueur de Fehling. Écrire l'équation de la réaction sachant que le glucose se transforme en ion gluconate $\text{CH}_2\text{OH}-(\text{CHOH})_4-\text{COO}^-$.

- ③ On appelle taux de glycémie, la masse de glucose par litre de sang ; chez l'homme en bonne santé, ce taux est inférieur à $1,0 \text{ g.L}^{-1}$. Quelle masse minimale d'oxyde de cuivre (Cu_2O) obtiendrait-on à partir de 5 mL d'un plasma sanguin qui proviendrait d'un homme dont le taux de glycémie serait supérieur à la limite.

Données Masses atomiques en g.mol^{-1} : H = 1 ; C = 12 ; O = 16 et Cu = 63,5.

Exercice 13 Miroir d'argent

On réalise l'expérience du miroir d'argent dans un tube à essais qui a un diamètre de 20 mm et une longueur de 20 cm. On suppose que le fond du tube est plat.

- ① Quel est le volume de réactif de Tollens que l'on a versé dans ce tube à essais lorsqu'il est à moitié rempli ?
- ② On ajoute 1 mL d'éthanal pur de densité 0,8. Quelle est la nouvelle hauteur de liquide dans le tube à essais lorsqu'on le tient verticalement ?
- ③ Ecrire la réaction qui va se produire, dans ce tube à essais, que l'on place verticalement dans un bain-marie à 60°C .

On rappelle que le réactif de Tollens met en jeu le couple redox : $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+ / \text{Ag}$

- ④ On admet que la réaction se produit sans variation du volume de liquide dans le tube, que tout l'aldéhyde est oxydé et que tout l'argent se dépose sur la paroi et le fond du tube de manière uniforme, partout où il y a du liquide. Quelle est la masse d'argent qui va, dans ces conditions, se déposer sur les bords du tube ? Quelle est l'épaisseur de la couche d'argent ?

Données Masse atomique en g.mol^{-1} : Ag = 108 et la densité de l'argent : 10,5. ■

Devoir autocorrectif n°3

Important

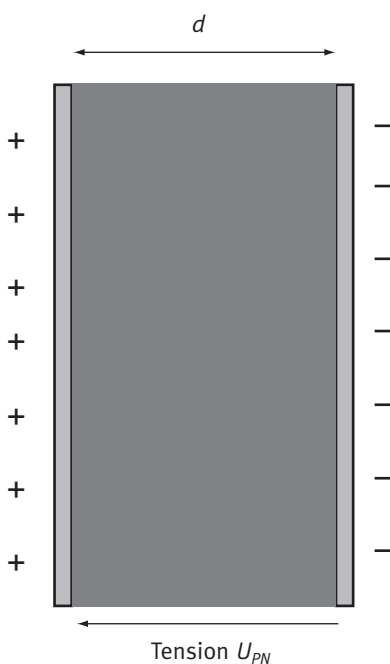
Ce devoir n'est pas à envoyer à la correction.

Physique

Exercice 1 (5 points)

On branche un générateur haute tension aux bornes des deux plaques parallèles (armatures du condensateur) distantes de d ($d = 9,0$ cm). Les charges négatives s'accumulent sur la plaque N et les charges positives sur la plaque P.

La tension existant entre ces plaques $U_{PN} = V_P - V_N$ est égale à 900 V.



- 1 Donner les caractéristiques du champ électrostatique existant entre ces plaques.
Représenter les lignes de champ dans le condensateur.
- 2 Exprimer et calculer la valeur F de la force électrostatique exercée sur un proton placé dans le champ $\vec{E}$.
Représenter la force sur le schéma.

Donnée Charge d'un proton : $1,6 \cdot 10^{-19}$ C .

- 3 Exprimer et calculer la valeur P de la force exercée sur un proton placé dans le champ de pesanteur g .

Données

$g = 9,8 \text{ N.kg}^{-1}$; masse d'un proton : $m_p = 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

- 4 Calculer le rapport $\frac{F}{P}$; que peut-on en conclure ?

Exercice 2 (5 points)

On prendra l'intensité de la pesanteur $g = 9,8 \text{ N.kg}^{-1}$.

Les propositions suivantes sont-elles vraies ou fausses ? Justifier.

- 1 En l'absence de frottement, il y a conservation de l'énergie cinétique.
- 2 L'énergie cinétique d'un bateau de 2,5 tonnes et se déplaçant à 20 km.h^{-1} a pour valeur $E_c = 5,0 \cdot 10^5 \text{ J}$.
- 3 Un volant de badminton passe d'une hauteur $h_1 = 2,0 \text{ m}$ à $h_2 = 4,5 \text{ m}$. La masse du volant est $m = 5,0 \text{ g}$. Lors de ce mouvement, le volant gagne une énergie potentielle $E_p = 0,12 \text{ J}$.
- 4 Un conducteur coupe son moteur alors que sa voiture a encore une vitesse $v = 3,0 \text{ km.h}^{-1}$. La route est horizontale et il avance en ligne droite. La voiture s'arrête « toute seule » au bout de 15 m . On étudie cette voiture de masse $m = 900 \text{ kg}$.
 - a. Dans une telle situation, on peut négliger les frottements.
 - b. Lors de cet arrêt, le milieu extérieur fournit à la voiture une énergie $E = 3,1 \cdot 10^2 \text{ J}$ pour l'arrêter.
 - c. L'énergie cinétique que possède la voiture s'est transformée en énergie potentielle de pesanteur.
- 5 Un avion est dans une phase d'ascension. Il se déplace en ligne droite à vitesse constante $v = 500 \text{ km.h}^{-1}$. Sa masse est $m = 15 \text{ tonnes}$. Sa trajectoire fait un angle $= 20^\circ$ avec l'horizontale.
 - a. L'énergie cinétique ne varie pas lors de cette phase.
 - b. Chaque seconde, l'avion gagne $7,0 \cdot 10^6 \text{ J}$ d'énergie potentielle de pesanteur.
- 6 Un barrage hydroélectrique converti l'énergie mécanique de l'eau en énergie électrique. On considère un tel barrage dont le débit d'eau est de $D = 160 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$. La hauteur de la chute d'eau lors de la traversée du barrage est $h = 53 \text{ m}$. La masse volumique de l'eau est $= 1,0 \cdot 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$.
 - a. Chaque seconde, l'eau peut fournir au barrage une énergie mécanique $E_m = 83 \text{ MJ}$.
 - b. En réalité, le barrage produit une énergie électrique inférieure à cette valeur. Ceci est dû aux différents frottements qui dissipent de l'énergie au milieu extérieur sous forme de chaleur.

Chimie

Exercice 1 (5 points)

Les propositions suivantes sont-elles vraies ou fausses ? Justifier.

- 1 Des électrons sont produits lors d'une oxydation.
- 2 Dans cette demi-équation redox : $2 \text{Br}^-(\text{aq}) = \text{Br}_2(\text{aq}) + 2 \text{e}^-$, l'oxydant est l'espèce chimique $\text{Br}_{(\text{aq})}^-$.
- 3 Une pile convertit de l'énergie électrique en énergie chimique.
- 4 Dans une pile, l'électrode où se produit une réduction est le pôle positif.
- 5 Dans le pont salin, le passage du courant est assuré par des électrons.
- 6 Lors du fonctionnement d'une pile, les électrons arrivent au pôle négatif.
- 7 Sachant que l'équation de fonctionnement d'une pile zinc-aluminium est la suivante, le pôle positif de cette pile est la lame de zinc :
$$3 \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{Al}(\text{s}) \rightarrow 3 \text{Zn}(\text{s}) + 2 \text{Al}^{3+}(\text{aq})$$
- 8 La première pile saline a été mise au point par le français Leclanché.
- 9 La force électromotrice d'une pile est la tension positive que l'on mesure à ses bornes lorsque la pile ne débite pas de courant.
- 10 Les piles à combustible sont aussi appelées « piles rechargeables ».

Exercice 2 (5 points)

On possède cinq flacons contenant les produits notés A, B, C, D et E, tous différents. On ne connaît pas le nom des cinq produits mais on donne les informations suivantes :

- ▶ chaque produit est un corps pur dont la molécule ne contient que des atomes de carbone, d'hydrogène et d'oxygène.
 - ▶ la chaîne carbonée de ces cinq produits possède 3 atomes de carbone et ne renferme que des liaisons simples.
 - ▶ parmi ces cinq produits, il y a deux alcools qui sont A et B.
- 1 Donner la formule semi-développée et le nom des deux alcools qui peuvent correspondre à ces informations.
 - 2 On réalise une oxydation ménagée des produits A et B et on obtient les résultats suivants : A conduit à C ou D, alors que B conduit uniquement à E. A partir de ces résultats, pouvez-vous identifier les produits A, B, C, D et E ? Sur lesquels d'entre eux le doute subsiste-t-il ?

- 3 Pour lever le doute, on fait réagir les produits C, D et E sur le réactif de Tollens. Seul le produit D est oxydé et il donne C. A partir de ce dernier résultat, pouvez-vous identifier de manière définitive les produits A, B, C, D et E ?
- 4 Donner les demi-équations rédox et l'équation de la réaction entre D et le réactif de Tollens (couple $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+ / \text{Ag}$). ■