

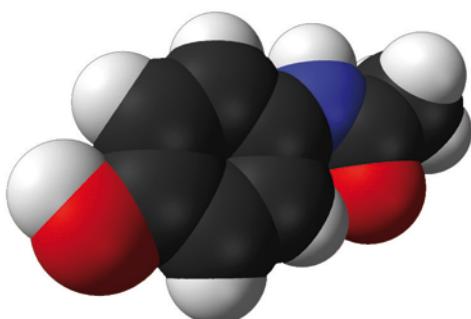


2 de

COLLECTION
DULAUFRANS DURUPTHY

Physique Chimie

Livre du professeur



hachette
ÉDUCATION

Physique Chimie

2^{de}

Livre du professeur

Sous la direction de

Thierry DULOURANS
Lycée Fernand-Daguin à Mérignac

André DURUPTHY
Lycée Paul-Cézanne à Aix-en-Provence

Michel BARDE
Lycée Marcel-Pagnol à Marseille

Marie des Neiges DE FLAUGERGUES
Lycée du Grésivaudan à Meylan

Nathalie BARDE
Lycée Saint-Charles à Marseille

Magali GIACINO
Lycée Paul-Cézanne à Aix-en-Provence

Vincent BESNARD
Lycée Montesquieu à Bordeaux

Nicolas LESCURE
Lycée Michel-Montaigne à Bordeaux

Marc BIGORRE
Lycée des Graves à Gradignan

Bruno POUDENS
Lycée des Graves à Gradignan

Éric DAINI
Lycée Paul-Cézanne à Aix-en-Provence

Isabelle TARRIDE
Lycée Val de Durance à Pertuis

Maryline DAINI-D'INCAN
Lycée Maurice-Janetti
à Saint-Maximin-la-Sainte-Baume

hachette
ÉDUCATION

Sommaire

L'UNIVERS

1.	Description de l'Univers, du très petit au très grand	3
2.	La lumière des étoiles	5
3.	Réfraction et dispersion dans l'atmosphère	8
4.	L'atome	11
5.	Classification périodique des éléments	14
6.	La relativité du mouvement	17
7.	La gravitation universelle	19
8.	Observation de la Terre et des planètes	22

Autour de l'Univers

LA SANTÉ

9.	Les molécules	26
10.	Quantité de matière	28
11.	Les signaux périodiques en médecine	30
12.	Les ondes au service du diagnostic médical	32
13.	Les solutions	35
14.	Les espèces chimiques naturelles ou synthétiques	38
15.	L'extraction d'espèces chimiques	41

Autour de la Santé

LA PRATIQUE DU SPORT

16.	La relativité du mouvement dans le sport	46
17.	Force et mouvement dans le sport	48
18.	La réaction chimique	51
19.	Synthèse d'une espèce chimique	53
20.	La pression	56

Autour du Sport

Couverture : *Pierre-Antoine Rambaud*

Maquette intérieur et composition : *Médiamax*

Édition : *Annie Herschlikowitz et Zoé Dupuy*

Schémas : *Patrick Hanequand et Jean-Luc Maniouloux*

Description de l'Univers, du très petit au très grand

Savoir

QCM

1. B ; 2. A ; 3. B et C ; 4. A et C ; 5. B et C ; 6. B ; 7. B ; 8. B et C ; 9. B ; 10. B ; 11. B.

Application immédiate

1. La distance peut être arrondie à 6×10^{10} m. $\Delta t = \frac{d}{c} = \frac{6 \times 10^{10}}{3 \times 10^8} = 2 \times 10^2$ s.
 2. L'ordre de grandeur de cette durée est 10^2 s.

Exercices

1 Noyau d'atome ; atome ; Homme ; Lune ; Terre ; Soleil ; système solaire ; galaxie ; Univers.

- 2** 1. Entre le noyau d'un atome et ses électrons, on trouve du vide.
 2. Entre les étoiles d'une galaxie, il y a essentiellement du vide.

- 3** 1. L'étoile la plus proche de la Terre est le Soleil.
 2. Entre les planètes du système solaire, il y a essentiellement du vide.

- 4** 1. La valeur de la vitesse c de la lumière dans le vide ou dans l'air est de $3,00 \times 10^8$ m·s $^{-1}$.
 2. $\Delta t = \frac{d}{c} = \frac{150 \times 10^9}{3,00 \times 10^8} = 500$ s.

- 5** 1. La valeur de la vitesse c de la lumière dans le vide ou dans l'air est de $3,00 \times 10^8$ m·s $^{-1}$.
 2. $d = c \times \Delta t = 3,00 \times 10^8 \times 1,28 = 3,84 \times 10^8$ m, soit $3,84 \times 10^5$ km.

- 6** 1. Réponse b., car $\frac{3,9 \times 10^8}{3,00 \times 10^8} = 1,3$ s.
 2. Réponse c., car $\frac{150 \times 10^9}{3,00 \times 10^8} = 500$ s.

- 7** 1. La distance parcourue par la lumière lors de l'aller-retour entre Montmartre et le Mont Valérien a pour valeur :

$$d = 2 \times 8\,633 = 17\,266$$
 m.
 2. $c = \frac{d}{\Delta t} = \frac{17\,266}{5,51 \times 10^{-5}} = 3,13 \times 10^8$ m·s $^{-1}$.

- 8** 1. Une année de lumière est la distance parcourue par la lumière, dans le vide, en 1 an.
 2. La distance entre la Terre et Sirius est de :

$$8,6 \times 9,46 \times 10^{15} \approx 8,1 \times 10^{16}$$
 m = $8,1 \times 10^{13}$ km.

9

	Dimensions (en m)	Ordre de grandeur (en m)	Valeur avec une unité adaptée
Circonférence de la Terre	$4,0075 \times 10^7$	10^7	40 075 km ou 40,075 Mm
Distance Marseille-Lille	$9,69 \times 10^5$	10^6	969 km
Longueur d'une piste d'athlétisme	$4,00 \times 10^2$	10^2	400 m
Épaisseur d'une pièce de 1 €	$2,33 \times 10^{-3}$	10^{-3}	2,33 mm
Taille d'une cellule	$3,678 \times 10^{-6}$	10^{-6}	3,678 µm

10

	Longueurs	Ordre de grandeur
Longueur d'un globule rouge	$12 \mu\text{m} = 1,2 \times 10^{-5}$ m	10^{-5} m
Longueur d'une molécule d'ADN	$2 \text{ nm} = 2 \times 10^{-9}$ m	10^{-9} m
Diamètre d'une goutte d'eau	$0,20 \text{ mm} = 2,0 \times 10^{-4}$ m	10^{-4} m
Diamètre d'un virus	$90 \text{ nm} = 9,0 \times 10^{-8}$ m	10^{-7} m
Rayon de l'atome d'hydrogène	$53 \text{ pm} = 5,3 \times 10^{-11}$ m	10^{-10} m

11

1. Entre le noyau et les électrons d'un atome, il y a du vide.
 2. a. Le diamètre de l'atome est :

$$5,4 \times 10^{-15} \times 24 \times 10^3 = 1,3 \times 10^{-10}$$
 m.

b. Le noyau est environ 24 000 fois plus petit que l'atome.

À cette échelle, le noyau aurait pour diamètre :

$$\frac{270}{24 \times 10^3} = 1,1 \times 10^{-2} \text{ m}, \text{ soit environ } 1 \text{ cm.}$$

L'objet le plus adapté est le grain de raisin.

12 1. $\frac{R_a}{R_n} = \frac{140 \text{ pm}}{1,9 \times 10^{-6} \text{ nm}} = \frac{140 \times 10^{-12}}{1,9 \times 10^{-6} \times 10^{-9}} = \frac{1,40 \times 10^{-10}}{1,9 \times 10^{-15}} = \frac{1,40 \times 10^{-10}}{1,9 \times 10^{-15}} \approx 10^5.$

L'ordre de grandeur du rapport est de 10^5 .

2. L'atome étant 10^5 fois plus grand que le noyau, il faut multiplier 2 cm par 10^5 .

La sphère représentant l'atome aurait un rayon de 2×10^5 cm, soit 2 km.

13 1. $\frac{1,89 \times 10^{16} \times 10^3}{9,46 \times 10^{15}} = 2,00 \times 10^3 \text{ a.l.}$

2. La lumière arrivant sur Terre, en 2010, a été émise par la nébuleuse de la Lyre environ 2000 ans auparavant, c'est-à-dire vers l'an 10.

3. Lorsque l'on observe un objet éloigné, on le voit comme il était dans le passé.

14 1. $d = c \times \Delta t$.

2. $d = 2,997\,924\,58 \times 10^8 \times 2,564\,42 = 7,687\,94 \times 10^8 \text{ m.}$

3. Il faut diviser la distance par 2, car le trajet de la lumière correspond à l'aller-retour : $D = 3,843\,97 \times 10^8 \text{ m.}$

15 Traduction Jusqu'où peut-on voir ?

Le temps et non l'espace limite notre vision de l'Univers. Au-delà d'une certaine distance, la lumière n'a pas eu depuis le début de l'Univers suffisamment de temps pour nous parvenir. Cette image est à la fois la plus ancienne et la plus récente de l'univers. La plus ancienne, car la lumière a mis pratiquement 14 milliards d'années à nous parvenir, la plus jeune car c'est la photo de la naissance de l'Univers, bien avant que les premières étoiles et galaxies ne se soient formées.

Les motifs brillants montrent la matière simple qui formera les étoiles et les galaxies. La lumière possède si peu d'énergie qu'elle n'est détectable qu'avec des instruments spéciaux.

Solution

1. Le temps limite notre connaissance de l'Univers.

2. La taille actuelle de l'Univers visible est de 14 milliards d'années de lumière.

3. Cette lumière qui nous parvient a été émise il y a 14 milliards d'années. Elle représente donc la naissance de l'Univers.

16 1. La lumière met 4,2 ans pour nous parvenir de Proxima du Centaure.

2. $d = c \times \Delta t = 3,00 \times 10^8 \times 4,2 \times 365,25 \times 24 \times 60 \times 60 = 4,0 \times 10^{16} \text{ m.}$

Plus simplement : $d = 4,2 \times 9,46 \times 10^{15} = 4,0 \times 10^{16} \text{ m.}$

La distance entre la Terre et Proxima du Centaure est donc de $4,0 \times 10^{16} \text{ m.}$

17 1. $1\,054 - 6\,300 = 5\,246.$

L'explosion s'est déroulée en -5246 environ, soit plus de 5 200 ans avant notre ère.

2. Si cette explosion se produisait aujourd'hui, elle serait visible dans 6 300 ans.

18 1. La longueur est indiquée avec 3 chiffres significatifs, la largeur est indiquée avec 2 chiffres significatifs.

2. $0,120 \text{ km} = 120 \text{ m} ; 75 \times 10^2 \text{ cm} = 75 \text{ m.}$

3. Ces longueurs sont indiquées au mètre près.

4. $A = 120 \times 75 = 90 \times 10^2 \text{ m}^2$ ou $9,0 \times 10^3 \text{ m}^2$. Le résultat est indiqué avec 2 chiffres significatifs.

19 1. a. Cette distance correspond à :

$$\frac{1,70 \times 10^{16}}{9,46 \times 10^{12}} = 1,80 \times 10^3 \text{ a.l.}$$

b. Elle fait bien partie de notre galaxie, car 1800 a.l. est très inférieur à 100 000 a.l.

c. La lumière qui nous parvient de la nébuleuse d'Orion a été émise aux alentours de l'an 200.

2. a. La taille de notre galaxie est d'environ :

$$T = 9,46 \times 10^{12} \times 10^5 = 9,46 \times 10^{17} \text{ km,}$$

soit un ordre de grandeur de 10^{18} km.

b. La distance séparant Andromède de la Voie lactée est :

$$D = 9,46 \times 10^{12} \times 2,6 \times 10^6 = 2,5 \times 10^{19} \text{ km,}$$

soit un ordre de grandeur de 10^{19} km.

c. Entre les deux galaxies, il y a essentiellement du vide.

20 2. a. La lumière fait un aller-retour, donc $2D = c \times \Delta t$.

b. $D = \frac{c \times \Delta t}{2} = \frac{2,997\,924\,58 \times 10^8 \times 2,564\,454\,109}{2} = 3,844\,020\,00 \times 10^8 \text{ m.}$

3. a. La mesure de la durée Δt peut comporter une erreur de 2 nanosecondes.

$$2,564\,454\,107 \text{ s} < \Delta t < 2,564\,454\,111 \text{ s.}$$

b. La distance d parcourue par la lumière en 2 ns est :

$$d = 299\,792\,458 \times 2 \times 10^{-9} = 0,6 \text{ m.}$$

c. La mesure a une imprécision de 0,6 m sur l'aller-retour. La distance entre la Terre et la Lune est connue à 0,3 m près.

2

La lumière
des étoiles

Savoir

QCM

1. A et C ; 2. B ; 3. B ; 4. A et B ; 5. A ; 6. A et B ; 7. B ; 8. C ; 9. B ; 10. C.

Application immédiate

À partir de la relation donnée dans l'exercice résolu, on calcule : $\theta = \frac{2,89 \times 10^6}{350} - 273 = 7,98 \times 10^3 \text{ } ^\circ\text{C}$.

La température de surface de l'étoile est d'environ 8 000 °C.

Exercices

- 1** 1. Il s'agit du spectre de la lumière blanche.

2. a. nm signifie nanomètre : $1 \text{ nm} = 1 \times 10^{-9} \text{ m}$.

b. La grandeur physique est la longueur d'onde.

- 2** 1. À partir du matériel disponible, il faut placer dans l'ordre : lampe, fente, réseau et écran.

2. Le spectre obtenu est un spectre d'émission continu s'étendant du violet au rouge.



- 3** 1. Le spectre de la lumière blanche est le spectre C (spectre continu s'étendant du violet au rouge).

2. Les radiations visibles par l'œil humain ont des longueurs d'onde comprises entre 400 et 800 nm.

3. La raie jaune a pour longueur d'onde 584 nm (supérieure à 521 nm et dans le domaine visible, donc inférieure à 800 nm).

- 4** 1. Lorsque la température du filament diminue, le spectre s'appauvrit du côté du violet.

2. Par ordre décroissant de température, on a le spectre ② puis le ① et enfin le ③.

- 5** 1. a. Un réseau permet de décomposer une lumière et d'en observer le spectre.

b. Le réseau peut être remplacé par un prisme.

2. Le montage ① permet d'obtenir un spectre d'émission, il correspond au spectre ④.

Le montage ② permet d'obtenir un spectre d'absorption, il correspond au spectre ⑤.

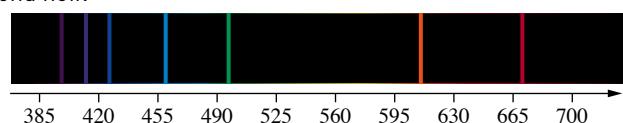
- 6** Le spectre ① est un spectre de raies d'émission.

Le spectre ② est un spectre de raies d'absorption.

Le spectre ③ est un spectre continu d'émission.

- 7** 1. Les raies noires du spectre correspondent aux radiations absorbées par le lithium.

2. Le spectre d'émission est un spectre de raies colorées sur fond noir.



- 8** 1. Le Soleil est essentiellement constitué d'hydrogène et d'hélium.

2. Les raies noires présentes dans le spectre de la lumière émise par le Soleil correspondent aux radiations absorbées par les entités chimiques présentes dans l'atmosphère du Soleil.

- 9** 1. a. La courbe passe par un maximum pour une longueur d'onde proche de 460 nm.

b. La valeur de cette longueur d'onde nous renseigne sur la température de surface de l'étoile.

2. Les minima d'intensité lumineuse sont dus aux radiations absorbées par les entités chimiques constituant l'atmosphère de l'étoile.

- 10** 1. a. Le spectre ① est un spectre de raies d'émission. Le spectre ② est un spectre de raies d'absorption.

b. Les radiations émises et les radiations absorbées ont les mêmes longueurs d'onde. Ces spectres correspondent donc à la même entité chimique.

2. Le spectre ① est un spectre d'émission, on utilise le montage suivant :



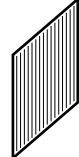
Lampe à vapeur de cadmium



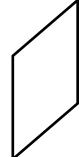
Fente



Lentille

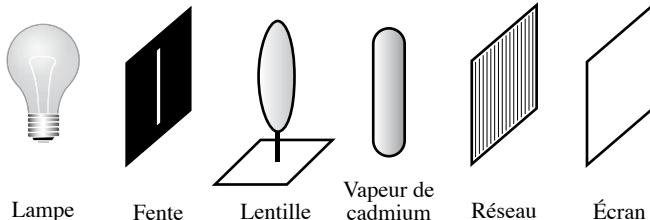


Réseau



Écran

Le spectre ② est un spectre d'absorption, on utilise le montage suivant :



11 1. a. À partir du spectre donné dans le cours, on peut établir la correspondance entre la longueur d'onde et la couleur : 501 nm, 587 nm et 668 nm correspondent respectivement à des radiations de couleur verte, jaune-orangé et rouge.

b. Le spectre ③ n'a aucune raie rouge ; ce n'est pas le spectre de l'hélium.

c. Seul le spectre ④ peut convenir, car le spectre ① ne comporte pas de raies jaune-orangé.

2. a. L'œil humain est sensible aux radiations lumineuses dont les longueurs d'onde sont comprises entre 400 nm et 800 nm.

b. L'œil humain ne voit pas la radiation de 300 nm car sa longueur d'onde est inférieure à 400 nm.

c. Cette radiation fait partie des ultraviolets.

12 1. Ce sont des spectres de raies d'émission, ils comportent chacun une raie colorée visible sur un fond sombre.

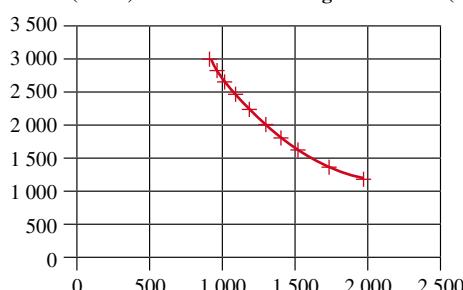
2. Le spectre absorption de ce mélange comporterait deux raies noires sur un fond coloré, une dans le bleu et une dans le vert.

13	A III	Le spectre de la lumière émise par une ampoule contenant du cadmium chauffé sous basse pression est un spectre de raies d'émission constitué de raies colorées sur fond noir.
	B IV	Le spectre de la lumière transmise par une ampoule contenant du cadmium sous basse pression et éclairée en lumière blanche est un spectre d'absorption constitué de raies noires sur fond coloré.
	C I	Le spectre de la lumière émise par une lampe à incandescence qui éclaire fortement est continu et comporte toutes les couleurs visibles.
	D II	Le spectre de la lumière émise par une lampe à incandescence qui éclaire faiblement est continu et ne comporte pas toutes les couleurs visibles ; il est appauvri dans le violet.

14 1. La courbe n'est pas une droite passant par l'origine, donc λ_{\max} et θ ne sont pas proportionnelles.

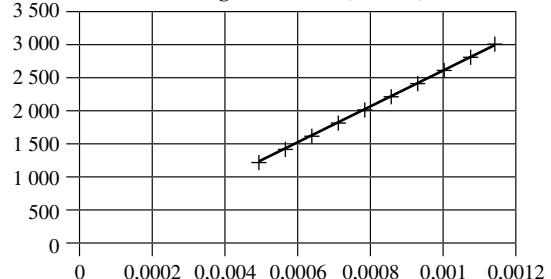
$\theta = f(\lambda_{\max})$ n'est pas une fonction linéaire.

Température (en °C) en fonction de la longueur d'onde (en mm)



2. Le tracé de θ en fonction de $\frac{1}{\lambda_{\max}}$ est une droite.

Température (en °C) en fonction de l'inverse de la longueur d'onde (en nm⁻¹)



3. On retrouve la loi de Wien aux incertitudes de mesures près : $\theta = \frac{2,89 \times 10^6}{\lambda_{\max}} - 273$.

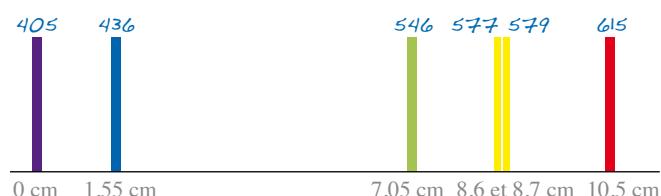
4. Cette loi permet de connaître la température à la surface de l'étoile.

15 1. Plus une étoile est chaude et plus elle émet vers les courtes longueurs d'onde (vers le bleu). Une étoile bleue est plus chaude qu'une étoile rouge. Le classement par température croissante est C, A, B.

2. Lorsque la température augmente, la longueur d'onde de la radiation émise avec la plus grande intensité se déplace vers les courtes longueurs d'onde.

3. On peut proposer les paires suivantes : ① B ; ② A ; ③ C.

16 1. On calcule les différences de longueur entre les raies et on utilise l'échelle proposée : 20 nm pour 1 cm.



2. On observe le spectre de raies d'absorption d'une étoile. S'il contient des raies noires sur le fond coloré du spectre continu de la lumière blanche à 405 nm, 436 nm, 546 nm, 577 nm, 579 nm et 615 nm, c'est que l'atmosphère de l'étoile contient du mercure.

17 1. On utilise l'expression proposée pour calculer les longueurs d'onde limites.

Classe	Température de surface (en °C)	λ_{\max} (en nm)
O	> 24 700	< 116
B	9 700 – 24 700	116 – 290
A	7 200 – 9 700	290 – 387
F	5 700 – 7 200	387 – 484
G	4 700 – 5 700	484 – 581
K	3 200 – 4 700	581 – 832
M	< 3 200	> 832

2. Les radiations visibles ont des longueurs d'onde comprises entre 400 et 800 nm.

3.

Étoile	Classe	λ_{\max} (en nm)	Température de surface (en °C)
Véga	A	300	≈ 9 360
Capella	G	509	≈ 5 400
Proxima centauri	M	959	≈ 2 740

18 **Traduction** La composition chimique des étoiles
Les étoiles ont toutes les mêmes compositions chimiques. Cependant, quand une étoile commence à mourir, sa composition peut changer. Les nouveaux atomes créés par réaction nucléaire à l'intérieur de l'étoile peuvent atteindre la surface et changer la composition chimique apparente de l'étoile et, de ce fait, son spectre.
Les exemples les plus célèbres sont les étoiles carboniques. La quasi-totalité sont des géantes. Elles ont d'abord été classées « N » dans l'ancien système Pickering.

Solution

1. La plupart des étoiles ont des compositions chimiques voisines. Elles sont essentiellement composées d'hydrogène et d'hélium.
2. Cette composition change quand les étoiles vieillissent puis meurent. Leur spectre permet de mettre en évidence de nouveaux éléments qui apparaissent à leur surface.

3. Les étoiles N sont des étoiles géantes en fin de vie. Elles contiennent du carbone.

- 19** 1. L'hélium a été découvert en observant le spectre de la lumière venant du Soleil.
Le spectre de la lumière solaire contient une raie dont l'origine n'était pas connue et qui n'a pas été expliquée durant plusieurs années.
2. On peut citer les scientifiques suivants et leur contribution scientifique :
- Joseph Von FRAUNHOFER ⇔ invention du spectroscope ;
 - Gustav KIRCHHOFF et Robert BUNSEN ⇔ correspondance entre les raies d'absorption et les raies d'émission ;
 - Jules JANSSEN ⇔ observation d'une raie inconnue et donc découverte d'une nouvelle entité chimique ;
 - William RAMSAY ⇔ découverte de l'hélium sur Terre.
3. Le timbre représente un spectre d'absorption et l'allure d'un profil spectral.

Réfraction et dispersion dans l'atmosphère

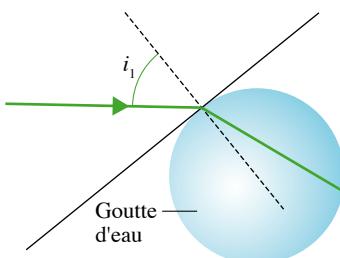
Savoir

QCM

1. C ; 2. C ; 3. A ; 4. B ; 5. C ; 6. B et C ; 7. A ; 8. A et B ; 9. A ; 10. B.

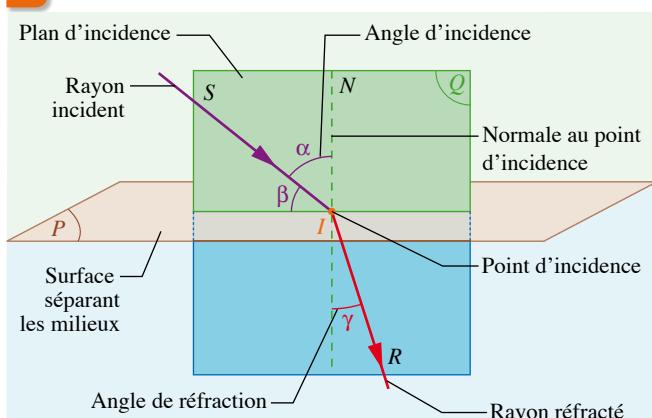
Application immédiate

$$\sin i_2 = \frac{1,0003 \times \sin 28,0}{1,3350} = 0,352 ; i_2 = 20,6^\circ.$$



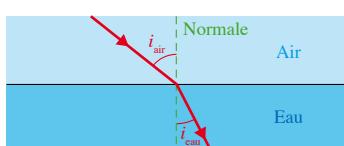
Exercices

1



- 2 1. L'angle d'incidence est i_{air} , l'angle de réfraction i_{verre} .
2. La loi de Snell-Descartes s'écrit : $n_{\text{air}} \cdot \sin i_{\text{air}} = n_{\text{verre}} \cdot \sin i_{\text{verre}}$.

3 1.



2. $n_{\text{air}} \cdot \sin i_{\text{air}} = n_{\text{eau}} \cdot \sin i_{\text{eau}}$.
3. $\sin i_{\text{eau}} = 0,576$; $i_{\text{eau}} = 35,2^\circ$.

- 4 1. Le rayon réfracté est le rayon ②.

2. Angle d'incidence $i_1 = 40^\circ$, angle de réfraction $i_2 = 60^\circ$.

3. La deuxième loi de Snell-Descartes s'écrit :

$$n \cdot \sin i_1 = 1,00 \sin i_2.$$

Donc $n = 1,35$.

5

1. À l'aide d'un prisme on peut observer le spectre de la lumière blanche.



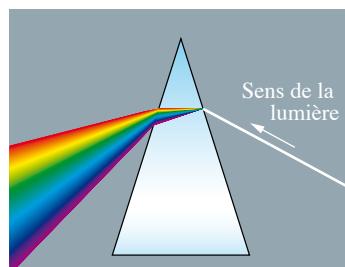
2. Le prisme est un milieu dispersif.

3. L'indice de réfraction du prisme dépend de la longueur d'onde de la lumière qui le traverse.

6

1. Dylan s'est trompé dans le sens de propagation de la lumière.

2.



7

1. Le Soleil est une source de lumière blanche qui peut permettre l'observation d'un arc-en-ciel.

2. La lumière se réfracte au niveau de la goutte d'eau.

3. L'eau est un milieu dispersif.

8

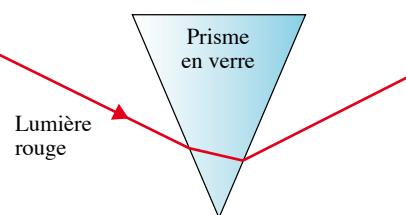
1. La lumière ne se propage pas en ligne droite car l'indice de réfraction de l'air n'est pas le même partout.

2. Le faisceau lumineux représenté subit des réfractions, en A comme en B.

- 9**
- $i_1 = 47^\circ$; $i_2 = 33^\circ$.
 - $n_{\text{air}} \sin i_1 = n_{\text{liquide}} \sin i_2$.
 - $n_{\text{liquide}} = \frac{n_{\text{air}} \sin i_1}{\sin i_2}$; $n_{\text{liquide}} = \frac{1,0 \times \sin 47^\circ}{\sin 33^\circ}$.
 - $n_{\text{liquide}} = 1,3$.

10 1. Le prisme doit être dispersif.

- Après la traversée du prisme, on observe la présence de radiations lumineuses de diverses couleurs. La lumière issue du Soleil est donc polychromatique.
- Sans le prisme, la lumière du Soleil se propagerait en ligne droite. La déviation la plus importante est observée pour le violet, la moins importante pour le rouge.
- La lumière rouge utilisée étant monochromatique, elle n'est pas dispersée mais déviée.
- b.



11 Traduction Les arcs-en-ciel

Pourquoi ne voit-on jamais d'arcs-en-ciel à midi ?

Le centre de l'arc-en-ciel est toujours face au Soleil. À midi, le Soleil est toujours haut dans le ciel, donc un observateur ne peut pas voir un arc-en-ciel à cette heure-là car il ne pourrait le voir qu'au niveau du sol où il n'y a pas de gouttes d'eau.

Pourquoi les arcs-en-ciel sont-ils souvent visibles l'été et si rarement l'hiver ?

Pour voir un arc-en-ciel, il faut avoir de la pluie et du Soleil. En hiver, les gouttes d'eau gèlent en particules de glace qui ne forment pas un arc-en-ciel mais qui éparpillent la lumière en d'autres motifs très intéressants.

Deux personnes voient-elles le même arc-en-ciel ?

Puisque l'arc-en-ciel est une distribution spéciale de couleurs, selon l'endroit où ils se trouvent, deux observateurs ne voient pas, et ne peuvent pas voir, le même arc-en-ciel.

Solution

- On observe rarement un arc-en-ciel à midi car le Soleil est haut dans le ciel. Il faudrait alors pouvoir observer l'arc très près du sol.
- Les gouttes d'eau gèlent en hiver et ne peuvent plus réfracter la lumière du Soleil.
- Deux personnes ne voient pas le même arc-en-ciel car elles ne reçoivent pas la lumière de la même manière.

12 1. Le phénomène observé se nomme la réfraction.

$$2. \sin i_{\text{air}} = \frac{n_{\text{verre}} \sin i_{\text{verre}}}{n_{\text{air}}} ; i_{\text{air}} = 48,3^\circ.$$

13 1. Une lumière monochromatique est composée d'une seule radiation. Une lumière polychromatique est composée de plusieurs radiations.

2. Les faisceaux envoyés sur le second prisme sont à peu près monochromatiques.

3. Le faisceau le plus dévié est le bleu.

4. NEWTON a montré, par cette expérience, que la lumière blanche est polychromatique et que les couleurs ne « naissent » pas dans le prisme.

14 1. L'angle entre la normale et le faisceau incident issu de la source mesure 60° , celui entre la normale et le faisceau réfracté dans le liquide mesure 40° . Donc :

$$i_1 = 60^\circ \text{ et } i_2 = 40^\circ.$$

- Avec les notations du texte, la loi de Snell-Descartes s'écrit :

$$n_1 \cdot \sin i_1 = n_2 \cdot \sin i_2.$$

- Représentation de $\sin i_1$ en fonction de $\sin i_2$.

c. La représentation graphique de $\sin i_1$ en fonction de $\sin i_2$ est une droite passant par l'origine. Il y a donc proportionnalité entre ces deux sinus.

La loi de Snell-Descartes conduit à $\sin i_1 = \frac{n_2}{n_1} \cdot \sin i_2$. Comme les indices n_1 et n_2 sont constants, il doit y avoir proportionnalité entre les deux sinus. Les valeurs expérimentales sont donc en accord avec loi de Snell-Descartes.

3. La droite représentant $\sin i_1$ en fonction de $\sin i_2$ passe par l'origine et par le point de coordonnées $(0,60 ; 0,80)$.

La valeur du coefficient directeur de cette droite est donc :

$$\frac{0,80 - 0}{0,60 - 0} = 1,3.$$

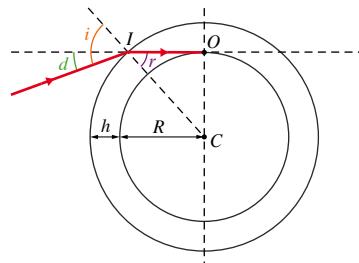
D'après la deuxième loi de Descartes, le coefficient directeur de cette droite est : $\frac{n_2}{n_1}$.

$$\frac{n_2}{n_1} = 1,3 ; n_1 = 1,00.$$

Donc $n_2 = 1,3 \times 1,00 = 1,3$.

4. La valeur obtenue pour n_2 est égale à l'indice de réfraction de l'eau et elle est différente de celle du glycérol. Le liquide étudié est donc de l'eau.

15



$$1. \text{ a. } \sin r = \frac{R}{R + h}.$$

$$\text{b. } \sin r = \frac{6,371 \times 10^3}{6,371 \times 10^3 + 50} = 0,992\,213.$$

D'où $r = \sin^{-1}(0,992\,213) = 82,85^\circ$.

2. a. i est l'angle entre le rayon incident et la normale, au point d'entrée dans l'atmosphère.

b. Au point I , $i = r + d$ (angles opposés par le sommet).

c. $i = 83,46^\circ$.

3. On applique la loi de Snell-Descartes :

$$1 \sin i = n \sin r, \text{ d'où } n = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\sin 83,46}{\sin 82,85}.$$

On trouve $n = 1,001$.

Remarque : Ce calcul n'est qu'indicatif, car l'atmosphère n'est pas un milieu transparent homogène.

4. Plus l'étoile est haute dans le ciel (et i petit) et plus le phénomène est négligeable.

16 1. a. $\sin i_1 = N \sin i_2$.

b. $i_2 + i_3 = 90^\circ$.

c. $N \sin i_3 = n \sin i_4$.

2. $\sin i_2 = \frac{\sin i_1}{N}$, donc $i_2 = 26,76^\circ$;

$i_3 = 90 - 26,76^\circ = 63,24^\circ$;

$n = N \sin i_3 = 1,475$.

17 1. Le ballon simule une goutte d'eau.

2. Le faisceau de lumière blanche représente les rayons solaires.

3. Un arc-en-ciel peut s'observer lorsqu'il y a simultanément du Soleil et des gouttes de pluie dans l'atmosphère.

4. Les sept couleurs sont : rouge, orange, jaune, vert, bleu, indigo et violet.

4

L'atome

Savoir

QCM

1. A et C ; 2. B ; 3. A ; 4. B et C ; 5. C ; 6. A et C ; 7. B et C ; 8. A, B et C ; 9. B ; 10. A et B.

Application immédiate

1. La masse approchée m du noyau est $m = A \times m_{\text{nucléon}}$.

$$\text{Donc } A = \frac{m}{m_{\text{nucléon}}} = \frac{2,12 \times 10^{-25}}{1,67 \times 10^{-27}} = 126,9.$$

A étant un entier, $A = 127$.

Le noyau contient $Z = 52$ protons. Le nombre N de protons est égal à $N = A - Z = 127 - 52 = 75$.

Un atome étant électriquement neutre, le nombre d'électrons est égal au nombre de protons. Il y a donc 52 électrons.

2. La représentation symbolique de l'atome est $^{127}_{52}\text{Te}$.

Exercices

1. 1. Le nombre de protons est $Z = 26$.

2. Le nombre de neutrons est $N = A - Z = 56 - 26 = 30$.

2. 1. Il y a 32 nucléons, donc $A = 32$.

2. $Z = A - N = 32 - 16 = 16$.

3. 1. La charge du noyau est : $Q = Z \times e$.

$$\text{Donc } Z = \frac{Q}{e} = \frac{2,08 \times 10^{-18}}{1,60 \times 10^{-19}} = 13,0.$$

Il y a 13 protons (Z entier).

2. Le nombre de nucléons est $A = Z + N = 14 + 13 = 27$.

4. 1. Le nombre d'électrons est égal au nombre de protons car l'atome est électriquement neutre. L'atome a donc 28 électrons.

2. Nombre de neutrons : $N = A - Z = 59 - 28 = 31$.

5. 1. Le nombre de protons est égal au nombre d'électrons car l'atome est électriquement neutre. L'atome a donc 27 électrons.

2. Nombre de nucléons : $A = Z + N = 27 + 32 = 59$.

6. La masse approchée d'un atome d'or est : $m = A \times m_{\text{nucléon}}$.

$$\text{Donc } A = \frac{m}{m_{\text{nucléon}}} = \frac{3,29 \times 10^{-25}}{1,67 \times 10^{-27}} = 197.$$

7. 1. Le nombre d'électrons est inférieur au nombre de protons de l'ion : il s'agit donc d'un cation.

2. L'ion a 2 électrons de moins que l'atome correspondant. La formule du cation est donc : X^{2+} .

8. 1. Le nombre d'électrons est supérieur au nombre de protons de l'ion : il s'agit donc d'un anion.

2. L'ion a $18 - 16 = 2$ électrons de plus que l'atome correspondant. La charge de l'anion est alors de $-2e$.

9. 1. Les atomes ^3_2He et ^4_2He sont isotopes car ils ont le même nombre de protons (2) mais des nombres de nucléons différents (3 et 4).

2. ^3_2He : 2 protons ; $3 - 2 = 1$ neutron ; 2 électrons.

^4_2He : 2 protons ; $4 - 2 = 2$ neutrons ; 2 électrons.

10. 1. Un élément chimique est caractérisé par son nombre de protons et donc par son numéro atomique Z .

2. Il y a 4 valeurs de Z différentes : $Z = 7$; $Z = 13$; $Z = 14$ et $Z = 27$. Il y a donc 4 éléments chimiques différents.

3. Les isotopes ont le même numéro atomique Z . Il s'agit de : (7, 14) et (7, 15) ; (14, 28) et (14, 29).

11

Symbol	Nom de l'élément chimique	Nombre de protons	Nombre de neutrons	Nombre d'électrons
$^3_1\text{Li}^+$	Lithium	3	$7 - 3 = 4$	$3 - 1 = 2$
$^{12}_6\text{C}$	Carbone	6	$12 - 6 = 6$	6
$^{16}_8\text{O}^{2-}$	Oxygène	8	$16 - 8 = 8$	$8 + 2 = 10$
$^{35}_{17}\text{Cl}$	Chlore	17	$35 - 17 = 18$	17

12. 1. a. Le nombre de nucléons du noyau est : $A = Z + N = 16 + 16 = 32$.

b. La charge de l'ion sulfure est $-2e$ (car l'ion a 2 électrons de plus que le nombre de protons), donc le symbole de l'ion sulfure est : $^{32}_{16}\text{S}^{2-}$.

2. a. S^{2-} et X ont le même nombre de protons (16).

S^{2-} et Y n'ont pas le même nombre de protons (16 et 14).

b. S^{2-} et X ayant même nombre de protons, ce sont 2 isotopes.

13 1. L'atome de fer perd 3 électrons : il donne l'ion fer (III), Fe^{3+} .

2. L'atome d'oxygène gagne 2 électrons : il donne l'ion oxyde, O^{2-} .

3. L'oxyde de fer (III) est électriquement neutre. Il s'écrit donc $(2\text{Fe}^{3+}, 3\text{O}^{2-})$.

14 1. Cations monoatomiques : ion calcium (Ca^{2+}), ion magnésium (Mg^{2+}), ion potassium (K^+), ion sodium (Na^+).

Anions monoatomiques : ion fluorure (F^-), ion chlorure (Cl^-).

2. L'ion calcium Ca^{2+} a 18 électrons. Or l'ion calcium est issu d'un atome de calcium ayant perdu 2 électrons. L'atome de calcium a donc : $18 + 2 = 20$ électrons.

Le numéro atomique de l'élément calcium est $Z = 20$.

3. L'ion fluorure F^- a 10 électrons. Or l'ion fluorure est issu d'un atome de fluor ayant gagné 1 électron. L'atome de fluor a donc $10 - 1 = 9$ électrons.

Le numéro atomique de l'élément fluor est $Z = 9$.

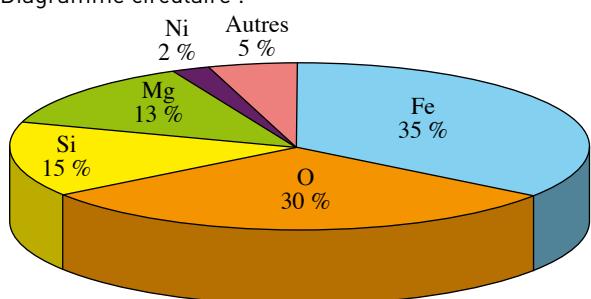
15 1. Les deux éléments chimiques les plus abondants dans le Soleil sont l'hydrogène (H) et l'hélium (He).

2. Sur la Terre, l'élément le plus abondant en masse est l'élément fer (Fe). On le trouve principalement dans le noyau de la Terre.

3. L'élément oxygène (O) est le plus abondant en masse dans le corps humain, le corps d'un adulte étant constitué d'environ 60 % d'eau (molécule H_2O).

4. La composition d'un corps humain (en masse) se rapproche davantage de celle du Soleil. Nous sommes « des poussières d'étoiles ».

5. Diagramme circulaire :



16

Nombre de protons	Nombre de neutrons	Nombre d'électrons	Symbol de l'élément chimique	Notation symbolique
4	5	4	Be	${}_4^9\text{Be}$
25	30	23	Mn	${}_{25}^{55}\text{Mn}^{2+}$
17	18	18	Cl	${}_{17}^{35}\text{Cl}^-$

17 1. Le numéro atomique de l'élément iridium est $Z = 77$. Donc le nombre de protons est 77.

Le noyau ayant $A = 192$ nucléons, le nombre de neutrons est :

$$N = A - Z = 192 - 77 = 115.$$

Un atome étant électriquement neutre, l'atome d'iridium contient 77 électrons.

2. L'ion iridium Ir^{4+} est un cation, car sa charge est positive.

3. La masse approchée d'un atome d'iridium est :

$$m = A \times m_{\text{nuc}} = 192 \times 1,67 \times 10^{-27} = 3,21 \times 10^{-25} \text{ kg.}$$

4. L'impact météoritique s'est produit il y a environ 65 millions d'années à Chicxulub, dans la péninsule du Yucatan au Mexique.

(Sources : <http://www.dil.univ-mrs.fr> ; <http://fr.wikipedia.org>)

18 1. Quelle est la composition du noyau d'un atome de magnésium de symbole ${}_{12}^{25}\text{Mg}$?

2. Quel est le nombre d'électrons d'un atome de magnésium ?

3. Comment qualifie-t-on les atomes de symbole ${}_{12}^{25}\text{Mg}$ et ${}_{12}^{24}\text{Mg}$? Quelle différence y a-t-il entre les noyaux de ces deux atomes ?

19 1. a. Comme il y a conservation du nombre de nucléons, on a :

$$3 + 2 = 1 + A, \text{ donc } A = 4.$$

Comme il y a conservation du nombre de protons, on a :

$$2 + 1 = 1 + Z, \text{ donc } Z = 2.$$

b. Puisque $Z = 2$, il s'agit de l'élément hélium (He).

2. Les noyaux ${}_{2}^{3}\text{He}$ et ${}_{2}^{4}\text{He}$ sont isotopes car ils ont même nombre de protons.

3. Le noyau ${}_{2}^{3}\text{He}$ contient 2 protons et 1 neutron.

Le noyau ${}_{2}^{4}\text{He}$ contient 2 protons et 2 neutrons.

4. ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor) est un réacteur thermonucléaire expérimental actuellement en construction à Cadarache (France). Il devrait permettre de réaliser une fusion nucléaire contrôlée.

20 Traduction Vocabulaire scientifique

Recopier et compléter les phrases suivantes en utilisant un de ces mots : atome, anion, cation, élément chimique, électriquement neutre, nuage électronique, électrons, isotopes, ion monoatomique, neutrons, noyau, protons, même nombre. Un **atome** est composé d'un **noyer** chargé positivement et d'un **nuage électronique** chargé négativement. Un atome est globalement **électriquement neutre** donc il a le **même nombre** de protons que d'électrons. Le noyau est composé de **protons** et de **neutrons**. Le nombre de protons dans le noyau définit un **élément chimique**. Le nombre de neutrons détermine l'**isotope** de l'élément chimique. Un **ion** est un atome qui a perdu ou gagné un ou plusieurs **électrons**, le rendant positivement ou négativement chargé. Un ion chargé positivement est nommé **cation**. Un ion chargé négativement est nommé **anion**.

Solution

(a) : atom	(b) : nucleus	(c) : electron cloud
(d) : electrically neutral	(e) : same number	(f) : protons
(g) : neutrons	(h) : chemical element	(i) : isotope
(j) : ion	(k) : electrons	(l) : cation
(m) : anion		

21 1. Dans la Rome antique, le cuivre était extrait principalement de mines situées dans l'île de Chypre, d'où le nom latin *cuprum* pour désigner ce métal.

2. Un métal est dit « à l'état natif » si on peut le trouver dans la nature non combiné avec d'autres éléments.

Exemples : or, argent, cuivre.

3. Le bronze est un alliage de cuivre et d'étain.

4. La ductilité désigne la capacité qu'a un métal (ou un alliage) à être allongé et étiré en fil sans se rompre.

La malléabilité est la capacité qu'a un métal (ou un alliage) à être transformé en lame ou en feuille mince (par martelage ou laminage).

5. Les maladies nosocomiales sont les infections contractées en milieu hospitalier.

6. Le staphylocoque doré est un germe responsable d'intoxications alimentaires, d'infections localisées et, dans certains cas extrêmes, de septicémies.

7. Un fongicide est un produit phytosanitaire conçu exclusivement pour tuer ou limiter le développement des champignons parasites des végétaux.

8. L'azurite était utilisée par les artistes comme pigment pictural bleu jusqu'au xix^e siècle. Elle était réduite en poudre très fine puis mélangée à un liant (huile, jaune d'œuf...).

9. La statue de la Liberté est recouverte de feuilles de cuivre. Sa couleur verte est due à l'oxydation du cuivre qui conduit principalement à la formation de brochantite (sulfate de cuivre de couleur verdâtre).

(Source : <http://fr.wikipedia.org>)

22 **1.** Comme $Z = 2$, il s'agit de l'élément hélium.

2. Le positon est l'antiparticule de l'électron. Il a la même masse que l'électron mais une charge opposée.

3. Comme il y a conservation du nombre de nucléons, on a :

$$4 + 4 = A, \text{ donc } A = 8.$$

Comme il y a conservation du nombre de protons, on a :

$$2 + 2 = Z, \text{ donc } Z = 4.$$

4. Puisque $Z = 4$, il s'agit de l'élément Beryllium (Be).

5. Les éléments chimiques ne sont pas conservés au cours d'une réaction nucléaire car on ne trouve pas les mêmes éléments avant et après la réaction nucléaire.

6. Nombre de protons : $56 - 30 = 26$ protons.

Symbol du noyau de fer 56 : $^{56}_{26}\text{Fe}$.

7. Une supernova est le résultat de l'explosion d'une étoile massive en fin de vie.

8. Une étoile en fin de vie peut donner, selon sa masse initiale : une naine blanche (cas du Soleil), une nova, une supernova, une étoile à neutron ou un trou noir.

5

Classification périodique des éléments

Savoir

QCM

1. B ; 2. C ; 3. A et C ; 4. B et C ; 5. A et C ; 6. B ; 7. A et C ; 8. B et C ; 9. B et C ; 10. A ; 11. A.

Application immédiate n° 1

1. Na^+ et O^{2-} : Na_2O .
2. K_2O .

Application immédiate n° 2

1. $\text{K}^2 \text{L}^8 \text{M}^5$.
2. 5 électrons externes.
3. Période 3 et 15^e colonne.
4. P^{3-} .

Exercices

- 1** 1. **a.** 6 électrons ; **b.** 10 électrons ; **c.** 17 électrons.
2. **a.** $\text{K}^2 \text{L}^4$; **b.** $\text{K}^2 \text{L}^8$; **c.** $\text{K}^2 \text{L}^8 \text{M}^7$.
3. **a.** 4 électrons externes ; **b.** 8 électrons externes ;
c. 7 électrons externes.

- 2** 1. **a.** 2 électrons ; **b.** 10 électrons ; **c.** 18 électrons.
2. **a.** K^2 ; **b.** $\text{K}^2 \text{L}^8$; **c.** $\text{K}^2 \text{L}^8 \text{M}^8$.
3. **a.** 4 électrons externes ;
b. 8 électrons externes ;
c. 8 électrons externes.

- 3** He : K^2 ; Be²⁺ : K^2 ; N³⁻ : $\text{K}^2 \text{L}^8$; Ne : $\text{K}^2 \text{L}^8$.

- 4** 1. **a.** $\text{K}^2 \text{L}^7$; **b.** $\text{K}^2 \text{L}^8 \text{M}^6$; **c.** $\text{K}^2 \text{L}^8 \text{M}^8$.
2. **a.** 7 électrons externes : F^- .
b. 6 électrons externes : S^{2-} .
c. 8 électrons externes : l'atome d'argon ne forme pas d'ion.

- 5** 1. **a.** $\text{K}^2 \text{L}^2$; **b.** $\text{K}^2 \text{L}^8$; **c.** $\text{K}^2 \text{L}^8 \text{M}^1$.
2. **a.** 2 électrons externes : Be^{2+} .
b. 8 électrons externes : l'atome de néon ne forme pas d'ion.
c. 1 électron externe : Na^+ .

- 6** **a.** Appartiennent à la même période : **b.** **c.** et **d.** d'une part, **e.** **f.** **g.** et **h.** d'autre part.
b. Appartiennent à la même colonne : **a.** et **e.** ; **c.** et **g.** ; **d.** et **h.**

- 7** 1. 2^e période.
2. $\text{K}^2 \text{L}^2$.
3. 13^e colonne.
4. $\text{K}^2 \text{L}^8 \text{M}^3$.

- 8** 1. Les atomes des éléments d'une même famille ont le même nombre d'électrons externes :
a. **b.** et **e.** appartiennent à la même famille, de même que **c.** et **g.** et enfin **d.** et **h.**
2. **d.** et **h.** ont 8 électrons sur leur couche externe et appartiennent à la famille des gaz nobles, c'est-à-dire à la 18^e colonne.

- 9** 1. La famille des halogènes.
2. 7 électrons externes.
3. Les éléments d'une même famille ont des propriétés voisines : PI_3 .

- 10** 1. Correspondant à un élément de la 16^e colonne, l'atome de sélénium a 6 électrons externes.
2. Se gagne 2 électrons et donne l'ion séléniure de formule Se^{2-} .

- 11** 1. Correspondant à un élément de la 2^e colonne, l'atome de baryum a 2 électrons externes.
2. Ba perd 2 électrons et donne l'ion baryum de formule Ba^{2+} .

- 12** 1. **a.** Il comporte deux couches, K et L.
b. X^{3+} a pour formule électronique $\text{K}^2 \text{L}^8$.

- c. L'atome X possède trois électrons supplémentaires : $K^2 L^8 M^3$.
 d. L'atome X possède 13 électrons et son noyau comporte 13 protons : $Z = 13$.
 2. Cet élément est l'aluminium, de symbole Al.

- 13** 1. Déterminer la formule électronique d'un atome de numéro atomique $Z = 11$ dans son état fondamental.
 2. La couche électronique externe est-elle saturée ?
 3. a. Déterminer la charge (exprimée en charge élémentaire) et la formule électronique de l'ion monoatomique stable que cet atome peut donner.
 b. Sa couche électronique externe est-elle saturée ?

- 14** 1. Le mot « poids » n'est pas bien adapté ; il faudrait utiliser le mot « masse » (plus précisément « masse molaire atomique »).
 2. Le numéro atomique Z.
 3. a. Ces trois éléments appartiennent à la 1^{re} colonne de la Classification.
 b. Ils appartiennent à la même famille chimique.
 c. K^+ ; Rb^+ ; Cs^+ .
 4. a. Al : 3^e période et 13^e colonne ; ekaaluminium : 4^e période et 13^e colonne.
 b. Gallium, découvert en 1875 par P.E. LECOQ DE BOISBAUDRAN. Gallium serait une référence au nom Lecoq.
 c. Al^{3+} et Ga^{3+} .
 d. Ces solides ioniques sont électriquement neutres : Al_2O_3 et Ga_2O_3 .

- 15** 1. Si : $K^2 L^8 M^4$.
 2. Sa couche électronique externe est la couche M, donc 3^e période ; il possède 4 électrons externes, donc 14^e colonne.

1	2	13	14	15	16	17	18
H							He
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar

1. Elle correspond au remplissage de la couche électronique K, saturée à 2 électrons.
 2. Un atome de lithium donne le cation Li^+ , il possède 1 électron externe et appartient à la 1^{re} colonne.
 L'azote appartient à la même famille, et donc à la même colonne que le phosphore P.
 Les atomes de néon ont une structure électronique externe en octet : le néon est un gaz noble et appartient à la 18^e colonne.
 3. Le soufre appartient à la même famille et donc à la même colonne que l'oxygène.
 Le chlore donne facilement l'anion Cl^- : il possède donc 7 électrons externes et appartient à la 17^e colonne.
 L'argon est un gaz noble : il appartient à la 18^e colonne.

17 Traduction La loi des octaves

John A. R. NEWLANDS annonce la découverte de la loi selon laquelle des éléments de propriétés analogues montrent des relations particulières semblables à celles qui existent en musique entre une note et son octave. L'auteur ordonne les éléments connus selon le système de poids atomique établi par CANNIZZARO. [...]

Les cinquante-six éléments ainsi ordonnés forment l'étendue de huit octaves, et l'auteur constate que le chlore, le brome, l'iode et le fluor appartiennent à la même ligne ou occupent des places correspondantes dans son classement. L'azote et le phosphore, l'oxygène et le soufre, [...] sont également considérés comme formant des octaves vrais (*séparés par 6 éléments*).

1. NEWLANDS a rangé les éléments selon leur poids atomique. Quel est le critère actuel de la Classification ?

2. Combien d'éléments chimiques avaient été découverts en 1866 ?

3. Trouver la position des éléments chlore, brome et iodé dans la Classification. Pourquoi appartiennent-ils au même groupe ?

4. L'argon est le premier gaz noble à avoir été découvert, en 1894. Les gaz nobles n'étaient pas encore connus en 1866.

Trouver la position des éléments oxygène, soufre, azote et phosphore et expliquer pourquoi l'oxygène et le sulfure, d'une part, l'azote et le phosphore, d'autre part, forment un octave.

Solution

1. Les éléments sont rangés par numéro atomique croissant.

2. 56 éléments chimiques étaient découverts en 1866.

3. Ils appartiennent à la même famille située à la 17^e colonne et ont la même couche électronique externe : ce sont des halogènes.

4. L'oxygène et le soufre, l'azote et le phosphore sont actuellement séparés par 7 éléments, dont un gaz noble, le néon, qui n'était pas encore découvert en 1866 ; ils étaient donc séparés par six éléments et formaient un octave.

18 Énoncé possible

Rechercher, dans la Classification, p. 7, la position des éléments magnésium et chlore.

1. En déduire la formule des ions monoatomiques que donnent les atomes de ces deux éléments.

3. Le chlorure de magnésium est un solide ionique. Quelle est sa formule ?

Solution

1. L'élément magnésium appartient à la 2^e colonne de la Classification périodique et l'élément chlore appartient la 17^e colonne.

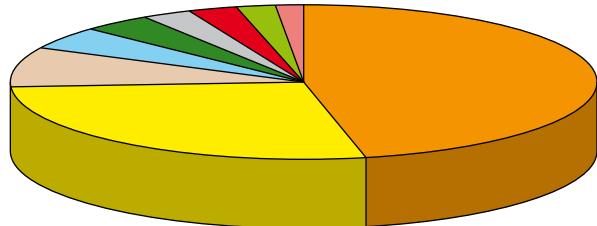
2. Un atome de magnésium possède donc 2 électrons externes et donne 1 ion Mg^{2+} ; 1 atome de chlore possède 7 électrons externes et donne 1 ion Cl^- .

3. Un solide ionique est électriquement neutre : Mg^{2+} et $2 Cl^-$, soit $MgCl_2$.

19 1. Voir le tableau ci-dessous.

Élément	0	Si	Al	Fe	Ca	Na	K	Mg
Période	2	3	3	4	4	3	4	3
Colonne	16	14	13	8	2	1	1	2
Nom	Oxygène, de Oxyz (acide) et gennao (engendrer)	Silicium, de silicis (caillou)	Aluminium, de alumen (alun)	Fer	Calcium, de calx (chaud)	Sodium, de natrume (sel)	Potassium, de pot ashes (pot à cendres)	Magnésium, de Magnésia (district de Thessalie)
Découverte	C.W. SCHEELE 1771	J.J. BERZELIUS 1823	F. WÖHLER 1827	Chalco- lithique	H. DAVY 1808	H. DAVY 1807	H. DAVY 1807	H. DAVY 1808

2.



O Al Ca K Autres

Si Fe Na Mg

3. Oxygène : oxydes et silicates ; silicium : silice et silicates ; aluminium : oxydes et silicates.

La relativité du mouvement

Savoir

QCM

1. A ; 2. A ; 3. A et C ; 4. A ; 5. A ; 6. A et B ; 7. C ; 8. A ; 9. A ; 10. C ; 11. B.

Application immédiate

- Le système étudié est la comète.
- La trajectoire est une portion de courbe. La distance entre deux points consécutifs augmente lorsque la comète se rapproche du Soleil. Elle diminue lorsqu'elle s'en éloigne. Le mouvement est curviligne accéléré lorsque la comète se rapproche du Soleil puis curviligne ralenti lorsqu'elle s'en éloigne.

Exercices

1 1. On appelle système étudié l'objet dont on étudie le mouvement.

2. On peut étudier le mouvement de Pauline par rapport à la Terre ou le mouvement de la Terre par rapport au Soleil.

2 a. 1 ; b. 3 ; c. 2.

3 1. La trajectoire d'un point du système étudié est l'ensemble des positions successives occupées par ce point au cours de son mouvement.

2. Dans un référentiel donné, on appelle valeur de la vitesse v du point du système étudié le rapport de la distance d parcourue par la durée Δt du parcours. $v = \frac{d}{\Delta t}$ avec d en mètre (m) et Δt en seconde (s). v s'exprime en mètre par seconde ($m \cdot s^{-1}$).

4 1. a. Dans le référentiel terrestre, un point de l'observatoire est immobile.

b. Dans le référentiel géocentrique, un point de l'observatoire a un mouvement circulaire uniforme.

2. Le centre de la Terre possède un mouvement uniforme. D'après le cours, on sait qu'il est aussi quasiment circulaire. La Terre a un mouvement circulaire uniforme.

5 1. Dans le référentiel géocentrique, la Lune a une trajectoire quasiment circulaire.

2. Le mouvement de la Lune dans le référentiel géocentrique est donc (quasiment) circulaire uniforme.

6 1. La trajectoire d'un point du système étudié dépend du référentiel d'étude.

2. Dans le référentiel géocentrique, un point de la surface de la Terre a une trajectoire circulaire. Ce point de la surface de la Terre est immobile dans un référentiel terrestre.

7 1. a. Dans le référentiel terrestre, le nez de Joris est immobile.

b. Dans le référentiel géocentrique le nez de Joris est en mouvement, sa trajectoire est circulaire autour de l'axe des pôles.

2. Le nez de Joris n'a pas la même valeur de vitesse dans les deux référentiels. Dans le référentiel terrestre, la valeur de la vitesse est nulle car il est immobile. Dans le référentiel géocentrique, la valeur de la vitesse est non nulle, elle est due à la rotation de la Terre autour de son axe des pôles.

3. La trajectoire et la valeur de la vitesse d'un système dépendent du référentiel utilisé.

8 1. a. Un satellite géostationnaire est un satellite dont la position par rapport à la Terre ne varie pas.

b. Astra est immobile dans tout référentiel terrestre, cela est indispensable pour que les paraboles soient toujours bien dirigées.

2. Dans le référentiel géocentrique, le satellite décrit une trajectoire circulaire autour de l'axe passant par les pôles.

3. Sa période de révolution est égale à la période de rotation de la Terre sur elle-même.

9 1. La Lune est le système étudié.

2. Le référentiel géocentrique est constitué du centre de la Terre et de 3 étoiles lointaines dont les directions sont fixes.

3. Dans le référentiel géocentrique, le centre de la Lune décrit une trajectoire circulaire autour de la Terre.

4. Dans un référentiel terrestre, pour décrire la trajectoire de la Lune, il faut tenir compte de la rotation de la Terre autour de l'axe de ses pôles. La description de la trajectoire devient compliquée.

- 10** 1. La Terre fait un tour autour du Soleil en 365,25 jours.
 2. La trajectoire décrite est un cercle de rayon 150×10^6 km.
 La distance parcourue se calcule comme le périmètre du cercle : $d = 2\pi R = 2\pi \times 150 \times 10^6 = 9,42 \times 10^8$ km.

3. $v = \frac{d}{\Delta t}$ avec d en kilomètre (km), t en heure (h) et v en $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$.
 4. $365,25 \text{ j} = 87\,660 \text{ h}$. La valeur de la vitesse est donc :
 $v = 1,08 \times 10^5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$.

- 11** 1. Le système étudié est la comète McNaught.
 2. Dans ce référentiel, la trajectoire de la comète est une portion de courbe, le mouvement est curviligne.
 3. a. L'utilisation de l'échelle indiquée et des mesures sur le document montrent qu'entre le 20 septembre et le 10 octobre la comète a parcouru une distance d'environ $5,5 \times 10^7$ km.
 b. La valeur de la vitesse dans le référentiel héliocentrique est donc : $v = \frac{5,5 \times 10^7}{20} = 2,75 \times 10^6 \text{ km} \cdot \text{jour}^{-1}$,

soit $v = 1,1 \times 10^5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$.

Dans le référentiel héliocentrique, la valeur de la vitesse de la comète est proche de celle de la Terre.

4. La nature de la trajectoire dépend du référentiel d'étude, la trajectoire de la comète est donc différente dans le référentiel géocentrique.

- 12** 1. Le référentiel choisi est le référentiel géocentrique, car le centre de la Terre est immobile.
 2. Le Soleil tourne autour de la Terre avec un mouvement circulaire uniforme.
 3. Vénus et la Terre tournent autour du Soleil avec des valeurs de vitesse différentes, donc dans le référentiel géocentrique la trajectoire de Vénus est curviligne. Sur le schéma, on observe une rétrogradation de Vénus.

- 13** 1. Une personne située à l'équateur décrit une trajectoire circulaire de rayon R dans le référentiel géocentrique. La valeur de sa vitesse dans ce référentiel est :

$$v = \frac{d}{\Delta t} = \frac{2\pi R}{\Delta t} = \frac{2 \times \pi \times 6\,378 \times 10^3}{86\,164} = 4,651 \times 10^2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

soit $1,674 \times 10^3 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$.

2. La fille a raison si elle se place dans un référentiel terrestre.

Le garçon a raison s'il se place dans le référentiel géocentrique.

- 14** 1. La Lune a un mouvement circulaire uniforme dans le référentiel géocentrique.
 2. La distance d parcourue par la Lune est égale à $2\pi D$ avec D le rayon de la trajectoire.

$$d = 2\pi D = 2\pi \times 3,84 \times 10^5 = 2,41 \times 10^6 \text{ km.}$$

3. La valeur de la vitesse est :
 $v = \frac{d}{\Delta t} = \frac{2,41 \times 10^9}{27,3 \times 24 \times 3\,600} = 1,02 \times 10^3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

- 15** 1. Au début de l'éclipse, le Soleil est de plus en plus caché par la Lune. L'ordre chronologique est (c), (a), (d), (b).

2. Au moment de l'éclipse, le Soleil, la Lune et la Terre sont alignés, la Lune étant entre les deux autres astres.
 3. Lors d'une éclipse de Lune, la Terre est entre le Soleil et la Lune.

- 16** 1. La feuille de papier-calque correspond au référentiel géocentrique.
 2. La durée séparant deux positions consécutives du Soleil repérées sur la feuille de papier-calque est de 30 jours.
 3. Le mouvement du Soleil dans le référentiel géocentrique est circulaire uniforme.
 4. La valeur de la vitesse est :

$$v = \frac{d}{\Delta t} = \frac{2 \times \pi \times 150 \times 10^9}{365,25 \times 24 \times 3\,600} = 2,99 \times 10^4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1},$$

soit $1,08 \times 10^5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$.

17 Traduction En suivant le soleil

But : démontrer le mouvement apparent du Soleil.

Matériaux : arbre.

Procédure :

- ① Se tenir dos à un arbre.
- ② Faire huit pas en partant de l'arbre.
- ③ Faire un cercle dans le sens contraire des aiguilles d'une montre autour de l'arbre.
- ④ En marchant, observer le tronc de l'arbre ainsi que des objets dans le fond.

Résultats : l'ombre semble bouger lentement sur un fond d'objets immobiles.

Dans cette expérience, vous symbolisez la Terre, l'arbre tient lieu de Soleil et les objets derrière l'arbre représentent les étoiles lointaines.

La trajectoire que vous avez suivie représente l'orbite de la Terre. Le mouvement apparent de l'arbre est la conséquence de votre mouvement tout autour.

C'est aussi vrai pour le mouvement apparent annuel du Soleil, qui représente la Terre tournant autour du Soleil, la constellation du Zodiaque qui apparaît derrière le Soleil change tout au long de l'année.

Solution

1. A. 1. ; B. 3. ; C. 2.
2. Dans le référentiel géocentrique, le Soleil semble se déplacer devant les étoiles éloignées, comme l'arbre semble se déplacer devant les objets éloignés (la niche du chien, la haie, la maison).
3. Cette expérience montre la relativité du mouvement.

- 18** 1. La photographie est une observation avec un long temps de pose du ciel étoilé. On photographie le mouvement apparent des étoiles.

2. L'étoile autour de laquelle semblent tourner les autres étoiles est l'étoile polaire (Polaris).
 3. La Terre fait un tour autour de son axe (correspondant à 360°) en 24 heures. Ici la Terre a effectué une rotation d'environ 35° correspondant à un temps de pose de 2,33 heures, soit 2 heures et 20 minutes.

7

La gravitation universelle

Savoir

QCM

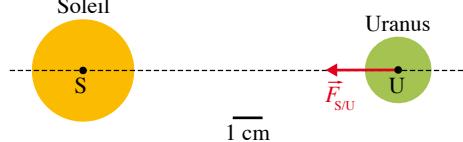
1. A et C ; 2. C ; 3. B ; 4. B ; 5. A ; 6. A ; 7. A ; 8. B ; 9. C ; 10. B.

Application immédiate

1. $F_{S/U} = G \frac{m_{\text{Soleil}} \times m_{\text{Uranus}}}{D_{SU}^2}$

2. $F_{S/U} = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{2,0 \times 10^{30} \times 8,7 \times 10^{25}}{(2,9 \times 10^{12})^2} = 1,4 \times 10^{21} \text{ N.}$

3.



Exercices

1. Direction : droite reliant les centres du Soleil et de chaque planète.

Sens : vers le Soleil.

Point d'application : centre de la planète.

2. Expression de la valeur de cette force : $F_{S/P} = G \frac{m_{\text{Soleil}} \times m_{\text{Planète}}}{d^2}$.

2. 1. $F_{S/T} = G \frac{m_{\text{Soleil}} \times m_{\text{Terre}}}{d^2}$.

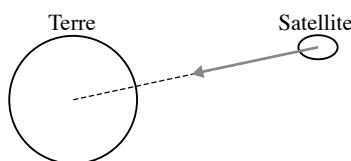
2. $F_{S/T} = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{2,0 \times 10^{30} \times 5,98 \times 10^{24}}{(1,50 \times 10^{11})^2} = 3,5 \times 10^{22} \text{ N.}$

3. 1. $F_{T/S} = G \frac{m_{\text{Terre}} \times m_{\text{Satellite}}}{d_{TS}^2}$.

$F_{T/S} = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{5,98 \times 10^{24} \times 1,80 \times 10^3}{(6,378 \times 10^3 + 250 \times 10^3)^2} = 1,63 \times 10^4 \text{ N.}$

2. Le segment fléché mesure 1,6 cm.

3. Le satellite exerce une force opposée sur la Terre (même direction et même valeur mais sens opposé).



4. 1. Poids des roches sur la Lune :

$$P_L = m \times g_L = 21,7 \times 1,6 = 35 \text{ N.}$$

2. La masse ne dépend pas du lieu, elle est la même sur la Terre et la Lune.

3. Poids des roches sur la Terre :

$$P = m \times g_T = 21,7 \times 9,8 = 2,1 \times 10^2 \text{ N.}$$

5. 1. $F_{TN/0} = G \frac{m_{\text{Trou noir}} \times m_{\text{Objet}}}{R_{TN}^2}$

$$= 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{2,0 \times 10^{31} \times 1}{(1,5 \times 10^3)^2} = 5 \times 10^{14} \text{ N.}$$

2. $F_{S/0} = G \frac{m_{\text{Soleil}} \times m_{\text{Objet}}}{R^2} = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{2,0 \times 10^{30} \times 1}{(7,0 \times 10^8)^2} = 3 \times 10^{20} \text{ N.}$

À la surface de la Terre, le poids de l'objet est :

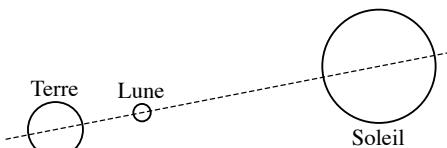
$$P = m \times g_T = 1 \times 10^1 \text{ N.}$$

L'attraction due au trou noir est beaucoup plus forte.

6. 1. Pas de mouvement si elle est initialement immobile, car, en l'absence de force, un mouvement ne sera pas modifié. Mouvement rectiligne uniforme si elle est initialement en mouvement, car, en l'absence de force, un mouvement est rectiligne uniforme.

2. Sous l'influence d'une autre étoile, l'Étoile de la Mort serait en mouvement, mais ce mouvement ne serait pas rectiligne uniforme. Il pourrait être circulaire uniforme, rectiligne accéléré, rectiligne ralenti ou curviligne.

7. 1.



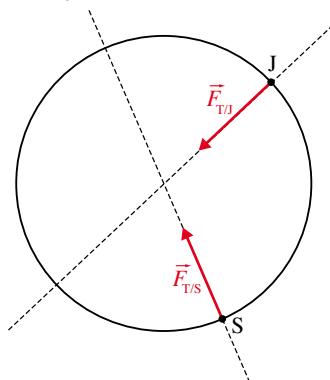
2. $F_{T/L} = G \frac{m_{\text{Terre}} \times m_{\text{Lune}}}{d_{TL}^2} = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{5,98 \times 10^{24} \times 7,4 \times 10^{22}}{(3,84 \times 10^8)^2} = 2,0 \times 10^{20} \text{ N.}$

3. $F_{S/L} = G \frac{m_{\text{Soleil}} \times m_{\text{Lune}}}{d_{SL}^2} = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{2 \times 10^{30} \times 7,4 \times 10^{22}}{(1,50 \times 10^{-11} - 3,84 \times 10^8)^2} = 4,4 \times 10^{20} \text{ N.}$

8 1. a. $F_{T/J} = G \frac{m_{\text{Terre}} \times m_{\text{John}}}{R_T^2} = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{6,0 \times 10^{24} \times 55}{(6,38 \times 10^6)^2} = 5,4 \times 10^2 \text{ N.}$

b. Cette force est le poids.

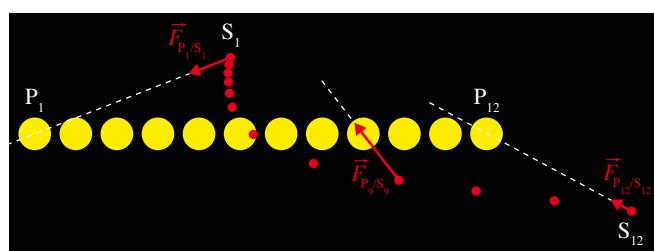
c. et 2.



3. Ces deux forces ne dépendent pas de l'hémisphère.

9 1. Les positions sont repérées dans le référentiel héliocentrique.

2.



3. a. La vitesse de la sonde augmente car les positions s'éloignent les unes des autres.

b. La trajectoire est curviligne.

4. Ce phénomène permet d'accélérer les sondes et de modifier leur trajectoire.

10 1. Les données qui n'interviennent pas dans le calcul de la force d'interaction gravitationnelle sont la situation à 25 000 années de lumière du système solaire, la période de révolution de 10 ans et bien sûr la date de découverte en 2006.

2. a. Cas de l'attraction Soleil-Terre : $F_{S/T} = G \frac{m_{\text{Soleil}} \times m_{\text{Terre}}}{d_{ST}^2}$.

b. Cas de l'attraction planète-étoile :

$$F_{E/P} = G \frac{0,2 \times m_{\text{Soleil}} \times 5 \times m_{\text{Terre}}}{3^2 \cdot d_{ST}^2} = \frac{(0,2 \times 5)}{9} F_{S/T} = \frac{1}{9} F_{S/T}.$$

3. L'attraction Soleil-Terre est donc plus grande.

11 1. $g_M = G \frac{m_{\text{Mars}}}{R_M^2} = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{6,42 \times 10^{23}}{(0,679 \times 10^7/2)^2} = 3,7 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$.

2. « L'intensité de la pesanteur y atteint à peine le 37^e de la nôtre. » La constante de pesanteur sur Terre est proche de 10 N · kg⁻¹.

L'affirmation n'est pas correcte car $\frac{10}{37} = 0,27$. Il aurait fallu dire « L'intensité de la pesanteur y atteint à peine 37 % de la nôtre ».

3. L'affirmation : « Un kilogramme d'eau n'y pèse que 370 g » n'est pas correcte non plus : la masse ne change pas quand on change de planète, c'est le poids qui est modifié.

4. Il aurait fallu dire : « Un kilogramme d'eau sur Mars a le même poids que 370 g d'eau sur Terre ».

12 $g_S = G \times \frac{m_S}{R_S^2} = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{5,68 \times 10^{26}}{(6,0 \times 10^7)^2} \approx 6 \times 10^{-11} \times \frac{6 \times 10^{26}}{(6 \times 10^7)^2} = \frac{10^{-11} \times 10^{26}}{(10^7)^2} = 10 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$.

13 $F_{L/M} = G \cdot \frac{m_L \cdot m_M}{d^2} = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{15 \times 10^3 \times 7,4 \times 10^{22}}{(1740 \times 10^3 + 110 \times 10^3)^2}$. Il ne faut pas oublier le carré de d^2 .

Le résultat final s'exprime en newton (N).

$$F_{L/M} = 2,2 \times 10^4 \text{ N.}$$

14 1. Du fait de la force de gravitation, les poussières s'attirent les unes les autres. Elles finissent par s'agglutiner.

2. $F_{P_1/P_2} = G \cdot \frac{m_{P_1} \cdot m_{P_2}}{d^2} = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{(0,1 \times 10^{-3})^2}{(5 \times 10^{-3})^2} = 3 \times 10^{-14} \text{ N.}$

3. $d = \sqrt{\frac{G \cdot m_{P_1} \cdot m_S}{F_{P_1/P_2}}} = \sqrt{\frac{6,67 \times 10^{-11} \times 0,1 \times 10^{-3} \times 2,0 \times 10^{30}}{10^{-14}}} = 7 \times 10^{14} \text{ m.}$

4. La poussière devrait être située au-delà de la planète Neptune.

15 1. a. Le mois lunaire est la durée de révolution de la Lune autour de la Terre dans le référentiel géocentrique.

b. $L = 2\pi R = 2\pi \times 384 \times 10^3 = 2,41 \times 10^6 \text{ km} = 2,41 \times 10^9 \text{ m.}$

c. $v = \frac{2,41 \times 10^9}{27,3 \times 24 \times 3600} = 1,02 \times 10^3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

2. a. Un corps est immobile ou en mouvement rectiligne uniforme si, et seulement si, les forces qui s'exercent sur lui se compensent.

b. La vitesse de la Lune serait toujours $1,02 \times 10^3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

16 1. Une comète est un petit corps brillant du système solaire constitué de glace et de poussière. Elle est souvent accompagnée d'une longue traînée lumineuse lorsqu'elle passe près du Soleil. Les comètes de Hale ou Hale-Bopp sont bien connues.

2. « L'astre rayonnant » est le Soleil.

3. Une comète qui s'approche du Soleil avec une grande vitesse s'en éloignera avec une grande vitesse également et partira très loin du Soleil avant de s'en approcher de nouveau.

4. L'attraction gravitationnelle permet de capturer une comète.

5. La « courbe fermée » représente la trajectoire de la comète.

17 Traduction La force gravitationnelle

Tous les objets de l'Univers qui ont une masse exercent une force gravitationnelle sur tous les autres objets massiques. L'intensité de la force dépend de la masse des objets. Vous exercez une force gravitationnelle sur les gens autour de vous mais cette force n'est pas très grande puisque les gens ne sont pas très « gros ». Quand vous regardez des masses vraiment importantes, comme la Terre et la Lune, la force gravitationnelle devient très impressionnante. La force gravitationnelle entre la Terre et les molécules de gaz dans l'atmosphère est suffisamment forte pour maintenir l'atmosphère proche de la surface de la Terre.

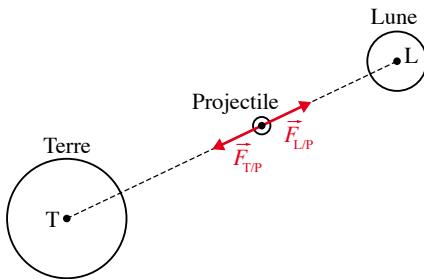
Solution

1. L'attraction universelle s'exerce entre tous les objets de l'Univers quelles que soient leurs masses.

2. L'attraction gravitationnelle exercée par un être humain sur un autre être humain n'est pas ressentie car sa valeur est très faible.

3. Les gaz de l'atmosphère restent proches de la Terre car ils sont soumis à son attraction.

18 1.



2. $F_{T/B} = G \cdot \frac{m_T \times m_B}{d^2}$ et $F_{L/B} = G \cdot \frac{m_L \times m_B}{d^2}$.

Remarque : Ces deux valeurs ne peuvent être égales, car si toutes les autres données sont égales, m_T et m_L restent différentes.

19 1. a. $F_{\text{Terre/astronaute}} = G \frac{m_T \times m}{R_T^2} = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{5,98 \times 10^{24} \times 130}{(6380 \times 10^3)^2} = 1,27 \times 10^3 \text{ N.}$

b. $F_{\text{Lune/astronaute}} = G \frac{m_L \times m}{R_L^2} = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{7,35 \times 10^{22} \times 130}{(1740 \times 10^3)^2} = 2,11 \times 10^2 \text{ N.}$

2. $\frac{F_{\text{Terre/astronaute}}}{F_{\text{Lune/astronaute}}} = \frac{1,27 \times 10^3}{2,11 \times 10^2} = 6,02.$

3. Le poids d'un astronaute sur la Lune est environ 6 fois plus faible que le poids du même astronaute sur la Terre. Les déplacements sont plus aisés sur la Lune que sur la Terre.

Observation de la Terre et des planètes

Exercices

1 1. Les quatre plus gros satellites « proches » de Saturne sont Titan, Rhéa, Dioné et Téthys. Il y a aussi Japet, mais il est bien plus loin de Saturne.

2. Les anneaux sont soumis à l'attraction de Saturne et à l'attraction des satellites de Saturne. Ces forces sont de sens contraires car les anneaux sont entre Saturne et les satellites. Cela explique le terme « antagoniste », qui signifie « en opposition ».

3. La sonde Cassini-Huygens a été lancée du site de Cap Canaveral le 15 octobre 1997. Elle est arrivée à proximité de Saturne en juillet 2004.

4. Les éléments que contiennent les anneaux de Saturne sont essentiellement de l'hydrogène et de l'oxygène (eau), quelques traces de carbone et peut-être du fer.

5. Les anneaux ne résulteraient pas de l'impact d'une météorite sur Saturne puisqu'ils ne contiennent pas de silicates.

2 1. a. Le CO₂ laisse passer les radiations dans le visible, l'ultraviolet et le proche infrarouge. Il possède quelques raies d'absorption dans l'infrarouge moyen.

b. L'eau absorbe en limite du spectre visible dans les radiations rouges et laisse passer toutes les autres radiations visibles. Elle absorbe également dans le proche infrarouge et l'infrarouge moyen.

c. Il n'est pas utile de tenir compte des molécules de H₂O et de CO₂ lorsque l'on observe les étoiles dans le visible depuis la Terre, car ces molécules n'absorbent quasiment pas dans le visible.

2. Dans l'infrarouge, il existe de nombreuses raies d'absorption dues aux molécules de CO₂ et de H₂O contenues dans l'atmosphère. Il faut donc en tenir compte.

3. La lumière reçue par Hubble ne traverse pas l'atmosphère terrestre, cela permet de s'affranchir de l'influence des molécules de l'atmosphère terrestre qui absorbent certaines radiations.

3 Traduction

La « poubelle » des satellites Saviez-vous qu'il y a plus de 10 000 objets artificiels qui orbitent autour de la Terre ? Plus de 2 500 sont des satellites, en activité ou non. Les autres objets sont des débris orbitaux : certains proviennent de désintégration ou d'explosion, d'autres sont même des débris expulsés de navettes spatiales en mission. On peut voir sur la photo les deux premiers champs de débris, le cercle d'objets en orbite géostationnaire et le nuage d'objets provenant des orbites basses.

Solution

1. Plus de 10 000 objets satellisés ont été répertoriés. Certains sont des satellites, actifs ou non, d'autres sont des débris, morceaux de satellites qui se sont détachés ou même échappés de vols habités.

2. L'image représente la Terre ainsi que tous les objets en orbite autour d'elle.

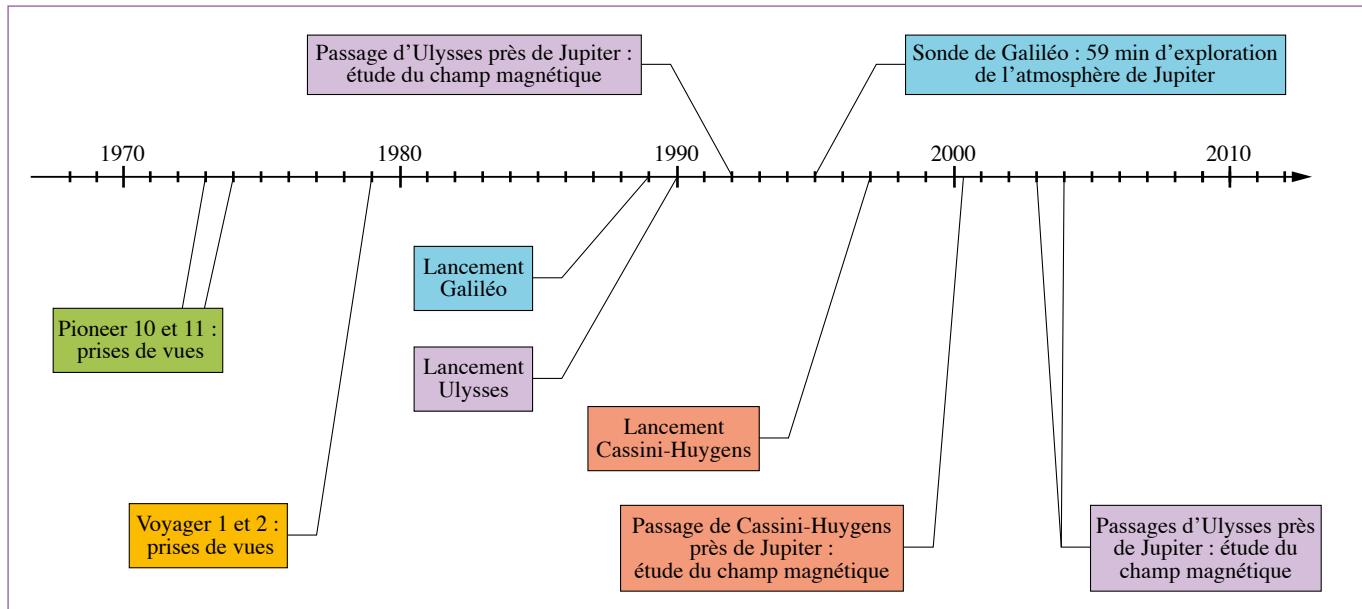
3. Les deux zones où les débris sont les plus concentrés sont l'orbite géocentrique (dans le plan de l'équateur à 36 000 km d'altitude) et celles de basse altitude.

4 1. Pionner et Voyager sont des sondes d'exploration.

2. Le rayon de Jupiter est d'environ $7,1 \times 10^4$ km. Jupiter a donc un rayon près de 11 fois plus grand que celui de la Terre, d'où l'expression de « planète géante ».

3. Les quatre principaux satellites de Jupiter sont : Io, Europe, Ganymède et Callisto. Ils ont été découverts par GALILÉE en 1610.

4. Frise chronologique de l'exploration de Jupiter.



5 1. Il y a plus de rouge que de bleu sur le document. Le niveau des océans augmente globalement.

2. L'élévation du niveau des océans est due notamment à la dilatation de l'eau sous l'effet du réchauffement climatique (la masse volumique de l'eau diminue lorsque la température augmente). Une autre cause se trouve être la fonte des glaces au niveau des pôles et celle des glaciers.

3. La mesure du niveau des océans par satellite est généralisée à toute la surface des différents océans.

6 1. On constate sur le document 1 une anomalie positive de température dans l'océan Pacifique au niveau de l'équateur. On pouvait donc penser en juillet 2009 que le phénomène El Niño était en train de se former.

2. On constate que l'anomalie positive de température s'est accentuée dans l'océan Pacifique autour de l'équateur. Elle est présente au mois de décembre. On visualise le phénomène El Niño.

3. El Niño engendre des changements climatiques. En Indonésie et en Australie, il provoque des sécheresses là où les précipitations sont habituellement importantes. Inversement, la côte est de l'Amérique du Sud est souvent inondée, parfois dans des zones désertiques. La Polynésie voit le nombre de cyclones augmenter.

Le phénomène El Niño a des conséquences écologiques. L'eau se réchauffant, elle est moins riche en éléments nutritifs, ce qui entraîne une migration des poissons vers les pôles.

7 1. a. **VIS006** se trouve dans le visible (600 nm) ; **IR108** et **WV062** dans l'infrarouge (respectivement 10 800 nm et 62 000 nm).

b. Le canal **VIS006** est sensible aux longueurs d'onde dans le **VISible** proches de **600 nm** ou **6×10^2 nm**.

Le canal **IR108** est sensible aux longueurs d'onde dans l'**InfraRouge** proches de **10 800 nm** ou **108×10^2 nm**.

Le canal **WV062** est sensible aux longueurs d'onde dans l'**infrarouge** proches de **6 200 nm** ou **62×10^2 nm** absorbées par la vapeur d'eau ou **Water Vapour**.

2. a. Pour connaître la température de la surface de la Terre, il faut exploiter l'image donnée par le canal **IR108**. Dans ce domaine de longueurs d'onde, le rayonnement IR émis par un corps dépend de sa température.

b. Au moment de la prise de vue, il faisait plus chaud en Sardaigne qu'en Corse, car sur l'image **IR108** la Sardaigne apparaît plus sombre.

3. Au moment de la prise de vue, les nuages au-dessus de Nantes apparaissent plus sombres que ceux au-dessus de Lille.

Ce jour-là, les nuages au-dessus de Nantes sont moins hauts que ceux de Lille.

4. On constate sur la 3^e courbe de l'exercice 2 que l'absorption par les molécules d'eau d'une radiation dont la longueur d'onde est proche de 6 000 nm est maximale.

Le canal **WV062** est donc sensible à la vapeur d'eau de l'atmosphère.

AUTOUR DE L'UNIVERS

1. Les météorites sont le plus souvent découvertes dans les déserts chauds ou froids, car ce sont de vastes étendues de couleur généralement uniforme et, par contraste, les météorites sont plus facilement repérables.

2. Les deux principaux éléments chimiques contenus dans les silicates sont le silicium (Si) et l'oxygène (O).

3. Des atomes isotopes ont des noyaux possédant le même nombre de protons mais des nombres de neutrons différents.

4. Les trois isotopes du nickel les plus abondants sont le nickel 58, ^{58}Ni (68,08 %), le nickel 60, ^{60}Ni (26,22 %) et le nickel 62, ^{62}Ni (3,63 %).

5. L'atome de nickel ^{58}Ni possède 28 protons, $58 - 28 = 30$ neutrons et 28 électrons.

6. Force gravitationnelle entre la Terre et la Lune :

$$F_{T/L} = G \frac{M_T \times M_L}{d_{TL}^2}$$

$$F_{T/L} = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{6,0 \times 10^{24} \times 7,3 \times 10^{22}}{(3,8 \times 10^8)^2} = 2,0 \times 10^{20} \text{ N.}$$

Si l'élève a trouvé $2,0 \times 10^{26}$ N, il a commis une erreur de puissance de 10. Cette erreur est due à la non-conversion de la distance d_{TL} en mètre. En effet, si on garde la distance d_{TL} en kilomètre, $d_{TL} = 3,8 \times 10^5$ km, alors on obtient la valeur $2,0 \times 10^{26}$ N calculée par l'élève.

7. Si la Lune échappait brusquement à l'attraction gravitationnelle de la Terre, plus aucune force ne s'exercerait sur elle. Le principe de l'inertie imposerait alors un mouvement rectiligne et uniforme à la Lune.

8. Structure électronique du lithium ${}_3\text{Li}$: $Z = 3$, donc $K^2 L^1$.

9. L'élément lithium appartient à la 1^{re} colonne de la Classification périodique des éléments. C'est un élément de la famille des alcalins.

10. Ainsi, un atome de lithium donne l'ion Li^+ . Cet ion possède un duet d'électrons.

11. Masse approchée : $m = A \times m_{\text{nucléon}}$.

Ion ${}_3^6\text{Li}^+$: $m({}_3^6\text{Li}^+) = 6 \times 1,67 \times 10^{-27} = 1,00 \times 10^{-26}$ kg.

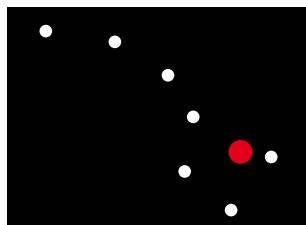
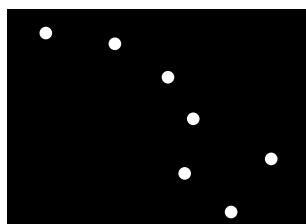
Ion ${}_3^7\text{Li}^+$: $m({}_3^7\text{Li}^+) = 7 \times 1,67 \times 10^{-27} = 1,17 \times 10^{-26}$ kg.

12. Pour séparer les deux ions isotopes du lithium, les cosmochimistes ont utilisé la différence de masse entre les deux ions. Cette technique est appelée spectrographie de masse.

2. Le titre de l'extrait fait référence à l'observation dans le ciel d'un objet lumineux que Tintin prend pour une étoile lointaine et qui est en réalité un astéroïde.

2. L'observation de Tintin est correcte. La Grande Ourse, appelée aussi « la grande casserole » à cause de la disposition des étoiles, est principalement formée de sept étoiles brillantes.

Dans les dessins, il y a une étoile en trop (en rouge ci-contre).



3. a. Hippolyte Calys présente un spectre à Tintin.

b. Hippolyte Calys a observé des raies qui ne correspondent à aucune entité chimique connue sur Terre. Il peut donc affirmer qu'il a découvert une nouvelle entité chimique. À partir du spectre, on ne peut savoir s'il s'agit d'un métal.

4. Le calystène n'existe pas.

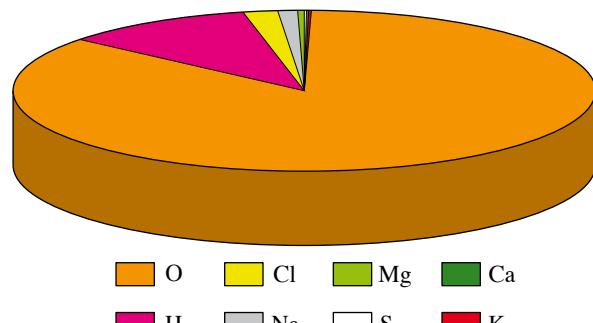
5. L'hélium a été découvert par cette méthode en 1868.

6. a. L'élément de numéro atomique $Z = 96$ est le curium.

b. Il porte ce nom en l'honneur de Pierre et Marie CURIE.

c. Ces scientifiques ont découvert le polonium ($Z = 84$) et le radium ($Z = 88$).

3 **1.** À partir des données du tableau et en utilisant un tableur, on obtient le diagramme suivant :



2. a. Ces éléments se rencontrent dans l'eau (H_2O), le chlorure de sodium (NaCl), le chlorure de magnésium (MgCl_2) et le sulfate de calcium (CaSO_4).

b. L'hydrogène (H) et l'oxygène (O) sont les deux éléments qui constituent la molécule d'eau (H_2O), principale composante de l'eau de mer.

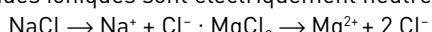
3. a. b. c. À l'aide de la Classification périodique :

Na : 3^{re} ligne et 1^{re} colonne, $Z = 11$; $K^2 L^8 M^1$; cation Na^+ obtenu par perte d'un électron.

Mg : 3^{re} ligne et 2^{re} colonne, $Z = 12$; $K^2 L^8 M^2$; cation Mg^{2+} obtenu par perte de deux électrons.

Cl : 3^{re} ligne et 17^{re} colonne, $Z = 17$; $K^2 L^8 M^7$; anion Cl^- obtenu par gain d'un électron.

d. Ces solides ioniques sont électriquement neutres :



4. Il suffit de faire un test au nitrate d'argent : en ajoutant quelques gouttes d'une solution de nitrate d'argent à un peu d'eau de mer contenue dans un tube à essais, on doit observer la formation d'un précipité blanc de chlorure d'argent, noirissant à la lumière.

5. a. Pour obtenir le spectre d'une lampe à vapeur de sodium, on peut utiliser un prisme ou un réseau.

b. Cette lumière est polychromatique puisque son spectre présente plusieurs raies.

c. Les deux raies de longueur d'onde voisine de 589 nm appartiennent au domaine de la lumière visible.

d. Les radiations de longueur d'onde voisine de 589 nm correspondent à une couleur jaune-orangé.

6. a. Un alliage peut être obtenu en mélangeant deux ou plusieurs métaux : ainsi le laiton est un alliage de cuivre et de zinc alors que le bronze est un alliage de cuivre et d'étain.

b. Le métal magnésium est utilisé dans les alliages en aéronautique en raison de sa légèreté, sa résistance mécanique et sa soudure facile à d'autres métaux ; il permet également des traitements de surface anticorrosifs ou décoratifs.

- 4** 1. Cet extrait de bande dessinée présente GALILÉE expliquant que ses observations confirment les idées de COPERNIC sur l'héliocentrisme. Un titre pourrait être « Du géocentrisme à l'héliocentrisme ».
2. a. GALILÉE (1564-1642) était un physicien et astronome italien.
- PTOLÉMÉE (vers 90-vers 168) était un astronome et astrologue grec.
- COPERNIC (1473-1543) était un astronome polonais.
- b. PTOLÉMÉE défendait le géocentrisme (la Terre au centre du système solaire et de l'Univers).
- COPERNIC et GALILÉE défendaient l'héliocentrisme.
3. La Bible s'opposait au système héliocentrique.
4. GALILÉE utilise ses observations des phases de Vénus pour combattre le modèle géocentrique et défendre le modèle héliocentrique.
5. Si Vénus tournait autour de la Terre, on la verrait toujours de la même taille. C'est parce que la Terre et Vénus tournent autour du Soleil qu'on la voit avec des tailles différentes car la distance entre ces deux planètes change.
6. Le mouvement de Vénus dépend du lieu d'observation.
7. Si les périodes de révolution de la Terre et de Vénus autour du Soleil étaient les mêmes, on observerait toujours Vénus éclairée de la même façon. Il n'y aurait pas de phases, ce qui est contraire à l'observation.

9

Les molécules

Savoir

QCM

1. A et C ; 2. A ; 3. B ; 4. C ; 5. A ; 6. B ; 7. B ; 8. A et C ; 9. A et B ; 10. C ; 11. A et C ; 12. B et C.

Application immédiate

Formule brute : NH_2Cl Formule développée : $\begin{array}{c} \text{H}-\text{N}-\text{Cl} \\ | \\ \text{H} \end{array}$

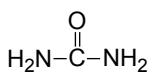
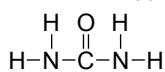
Exercices

1 La molécule est composée de 5 atomes d'hydrogène (boules blanches), 1 atome de carbone (boule noire) et 1 atome d'azote (boule bleue), d'où sa formule : CH_5N .

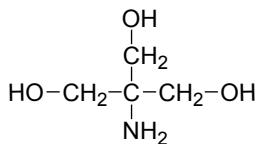
2 1. La molécule est composée de 4 atomes d'hydrogène (boules blanches), 2 atomes d'oxygène (boules rouges), 12 atomes de carbone (boules noires) et 4 atomes de chlore (boules vertes).

2. $\text{C}_{12}\text{H}_4\text{O}_2\text{Cl}_4$.

3 Formule développée : Formule semi-développée :

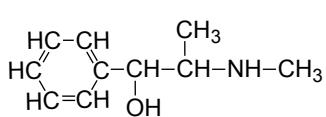


4 Formule semi-développée :

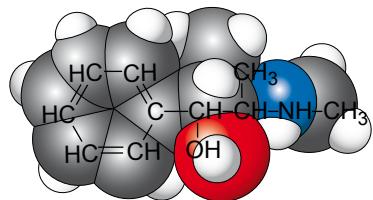


Formule brute : $\text{C}_4\text{H}_{11}\text{NO}_3$.

5 1.



2.



6 1. Elles sont isomères, car elles ont la même formule brute : $\text{C}_8\text{H}_{12}\text{O}_2$.

2. Des isomères ont des propriétés chimiques différentes.

7 1. Le Synthol® est un mélange, car il contient plusieurs espèces chimiques.

2. Les principes actifs sont le lévomenthol, le vératrole, le résorcinol et l'acide salicylique.

3. Ce médicament contient des excipients. Ce sont les autres composants mentionnés sur l'étiquette : huiles essentielles de géranium et de cédrat, etc.

8 1. Les pommades camphrées sont des mélanges, car elles contiennent plusieurs espèces chimiques.

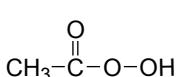
2. La composition détaillée d'un médicament constitue sa « formulation ».

3. *Principe actif* : camphre. *Excipients* : vaseline blanche et cire d'abeille.

9 1. Formules brutes :

glutaraldéhyde : $\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_2$; acide peracétique : $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_3$

2.



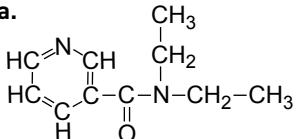
10 a. Un principe actif est une espèce chimique qui possède un effet thérapeutique dans un médicament.

Un excipient désigne toute espèce chimique autre que le principe actif.

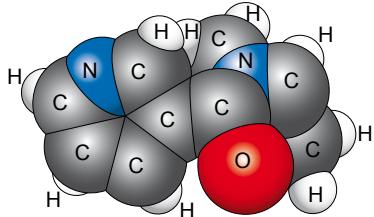
b. *Principes actifs* : nicéthamide et glucose monohydrate. *Excipients* : magnésium trisilicate, gomme arabique, citron essence, orange essence, vanilline, talc, magnésium stéarate et saccharose.

2. Comprimés à sucer.

3. a.



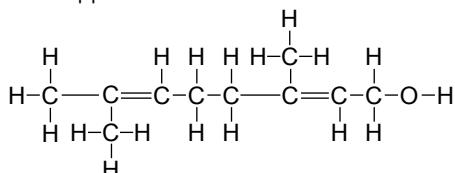
b.



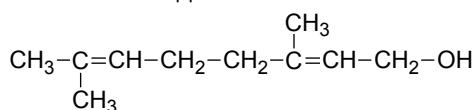
4. Ils sont isomères, de formule brute $C_6H_{12}O_6$

11 1. Formule brute : $C_{10}H_{18}O$

Formule développée :



2. Formule semi-développée :



12 1. Acide acétylsalicylique.

2. q.s.p : quantité suffisante pour.

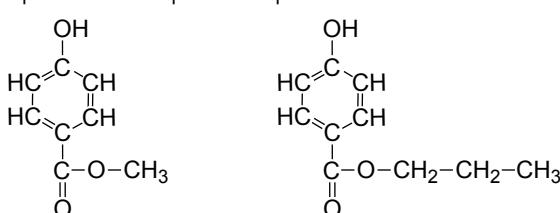
3. Les analgésiques atténuent la douleur ; les antipyrrétiques abaissent la fièvre ; les anti-inflammatoires combattent l'inflammation ; un antiagrégant plaquettaires empêche l'agrégation des plaquettes ; gastro-résistant : qui résiste aux sucs gastriques.

4. L'aspirine pH8 est un comprimé à avaler ; l'aspirine UPSA est un comprimé effervescent à dissoudre dans un verre d'eau.

13 1. Antimycosique : qui traite les mycoses (champignons) ; innocuité : sans danger pour la santé ; aucun parabène n'entre dans la formulation (composition) du médicament.

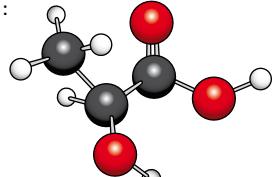
2. E : préfixe utilisé par l'Europe.

3.



14 Énoncé possible

Les crampes apparaissent au cours d'un effort prolongé. L'une des causes est l'accumulation d'acide lactique dans les muscles. Le modèle moléculaire de l'acide lactique est représenté ci-dessous :



1. a. De quels atomes la molécule d'acide lactique est-elle constituée ?

b. Déterminer sa formule brute.

c. Combien de liaisons forme chaque atome de carbone avec ses atomes voisins ?

2. Établir la formule semi-développée de la molécule d'acide lactique.

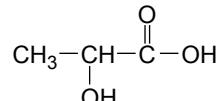
Solution

1. a. L'acide lactique comporte 3 atomes de carbone, 3 atomes d'oxygène et 6 atomes d'hydrogène.

b. Sa formule brute s'écrit $C_3H_6O_3$.

c. Chaque atome de carbone forme 4 liaisons avec ses atomes voisins.

2.



15 On donne l'étiquette d'un médicament utilisé dans le traitement d'appoint de la cataracte.

Dulciphak® : collyre

Composition du médicament

Méthylsilanetriol

Acide parahydroxycinnamique (non cité par l'élève)

Salicylate de sodium (non cité par l'élève)

Excipients : chlorure de sodium, hydroxyde de sodium, méthylparabène, hypophosphite de sodium et eau purifiée.

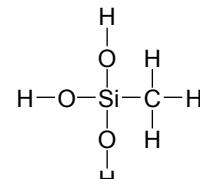
1. a. Quel est la forme galénique du médicament ?

b. Quel est son indication thérapeutique ?

c. Qu'est-ce qu'un principe actif ? Citer l'un d'eux.

d. Combien ce médicament possède-t-il d'excipients ? Les citer.

2. La formule semi-développée du méthylsilanetriol est la suivante :



Dessiner le modèle moléculaire, sachant que l'atome de silicium est modélisé par une boule gris clair.

16 1. Formules brutes :

vanilline : $C_8H_8O_3$; isovanilline : $C_8H_8O_3$; éthylvanilline : $C_9H_{10}O_3$.

2. La vanilline et l'isovanilline ont la même formule brute $C_8H_8O_3$; ce sont des espèces isomères.

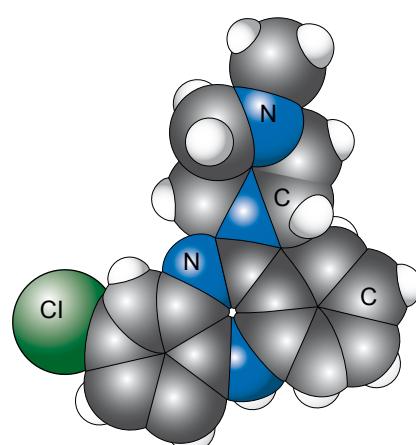
17 1. Oui.

2. Modèle de la molécule d'eau imaginé par DALTON : OH .

Modèle contemporain : H_2O .

18 1. La clozapine et l'isoclozapine sont isomères. Elles ont pour formule brute : $C_{17}H_{19}N_4Cl$.

2.



10

Quantité de matière

Savoir

QCM

1. B ; 2. B et C ; 3. C ; 4. C ; 5. B et C ; 6. A ; 7. B et C ; 8. B ; 9. B ; 10. A, B et C ; 11. B ; 12. A.

Application immédiate n° 1

À l'aide des relations du paragraphe 3.3, p. 147 du Manuel :

$$V_1 = \frac{m_1}{\rho_1} = n_1 \times \frac{M_1}{\rho_1} = 0,300 \times \frac{88,0}{0,960} = 27,5 \text{ mL} ;$$

$$V_2 = \frac{m_2}{\rho_2} = n_2 \times \frac{M_2}{\rho_2} = 0,300 \times \frac{46,0}{0,780} = 17,7 \text{ mL}.$$

Application immédiate n° 2

À l'aide des relations du paragraphe 3.3, p. 147 du Manuel :

$$1. n(\text{NaF}) = \frac{2,212 \times 10^{-3}}{42,0} = 5,27 \times 10^{-5} \text{ mol} = 52,7 \mu\text{mol}.$$

$$2. m(\text{F}^-) = \frac{5,27 \times 10^{-5}}{19,0} = 1,00 \times 10^{-5} \text{ g} = 1,00 \text{ mg}.$$

Exercices

1 1. $N = n \times N_A = 1,67 \times 10^{21}$ molécules.

2. $n = \frac{N}{N_A} = 1,62 \times 10^{-2} \text{ mol} = 16,2 \text{ mmol}.$

2 1. $N(\text{Mg}) = \frac{m_0}{M} = 2,0 \times 10^{21}$ atomes.

2. $n(\text{Mg}) = \frac{N(\text{Mg})}{N_A} = 3,4 \text{ mmol}.$

3 $M(\text{Cl}) = 0,7577 \times 35,0 + 0,2423 \times 37 = 35,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}.$

4 1. $M(\text{C}_8\text{H}_9\text{O}_2\text{N}) = 8 M(\text{C}) + 9 M(\text{H}) + M(\text{N}) + 2 M(\text{O}) = 151,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}.$

2. $M(\text{C}_9\text{H}_{10}\text{O}_3) = 9 M(\text{C}) + 10 M(\text{H}) + 3 M(\text{O}) = 166,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}.$

5 $M[\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7^3] = 6 M(\text{C}) + 5 M(\text{H}) + 7 M(\text{O}) = 189,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}.$
 $M[\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7^3]\text{Mg}_3 = 2 M[\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7^2] + 3 M[\text{Mg}^{2+}] = 450,9 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}.$

6 1. $n = \frac{m}{M[\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7]} = 2,84 \text{ mmol}.$

2. $m = n \times M(\text{KCl}) = 600 \text{ mg}.$

7 1. $n = \frac{m}{M} ; m = V \times \rho, \text{ d'où } n = \frac{V \times \rho}{M} = 4,24 \text{ mol}.$

2. $V = \frac{m}{\rho} ; m = n \times M ; \rho = d \times \rho_{\text{eau}}, \text{ d'où } V = \frac{n \times M}{d \times \rho_{\text{eau}}} = 20,8 \text{ mL}.$

8 1. Le principe actif d'un médicament est une espèce chimique présente dans ce médicament et possédant un effet thérapeutique.

2 $M[\text{C}_{20}\text{H}_6\text{Na}_2\text{O}_5\text{Br}_4] = 20 M(\text{C}) + 6 M(\text{H}) + 2 M(\text{Na}) + 5 M(\text{O}) + 4 M(\text{Br}) = 691,6 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}.$

3. $n = \frac{m}{M} = 58 \mu\text{mol}.$

9 1. $M[\text{C}_{29}\text{H}_{34}\text{N}_2\text{O}_2] = 29 M(\text{C}) + 34 M(\text{H}) + 2 M(\text{N}) + 2 M(\text{O}) = 442,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}.$

$n = \frac{m}{M} = 43,8 \mu\text{mol}.$

2. $n' = 18,0 \text{ nmol}.$

10 1. $M[\text{C}_8\text{H}_{10}\text{O}_2\text{N}_4] = 8 M(\text{C}) + 10 M(\text{H}) + 2 M(\text{O}) + 4 M(\text{N}) = 194 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}.$

2. Dans le café, $n_{\text{caféine}} = 515 \mu\text{mol} ;$
 - dans le thé, $n_{\text{caféine}} = 309 \mu\text{mol} ;$
 - dans le cacao, $n_{\text{caféine}} = 62 \mu\text{mol}.$

11 1. Glucose : $m = n \times M = 4,78 \times 10^{-3} \times 180 = 0,860 \text{ g}.$

Urée : $n = \frac{m}{M} = \frac{0,32}{60} = 5,3 \text{ mmol}.$

Créatinine : $n = \frac{m}{M} = \frac{9,00 \times 10^{-3}}{113} = 79,6 \mu\text{mol}.$

2. La valeur trouvée est entre les deux valeurs limites, le taux est donc correct.

12 1. $M[\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}] = 10 M(\text{C}) + 18 M(\text{H}) + M(\text{O}) = 154,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}.$
 $M[\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3] = 4 M(\text{C}) + 6 M(\text{H}) + 3 M(\text{O}) = 102,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}.$

2. $m[\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}] = 23,1 \text{ g} ; m[\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3] = 15,3 \text{ g}.$

3. $V[\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}] = 27 \text{ mL}$ (deux chiffres significatifs seulement pour ρ) ;
 $V[\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3] = 14,2 \text{ mL}$ (trois chiffres significatifs pour ρ').

13 Énoncé possible

L'acétone est une espèce chimique produite dans l'organisme par le foie ; c'est aussi un solvant industriel utilisé comme détachant ; sa molécule est constituée de 3 atomes de carbone, 6 atomes d'hydrogène et 1 atome d'oxygène.

1. Quelle est sa formule brute ?

2. Déterminer sa masse molaire.

3. Un litre d'acétone a une masse $m = 790$ g. Quelle quantité de matière d'acétone contient-il ?

Données : masses molaires :

$$M(H) = 1,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}; M(C) = 12,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}; M(O) = 16,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

Solution

1. La formule brute de l'acétone est C_3H_6O .

2. Sa masse molaire M vaut :

$$M = 3M(C) + 6M(H) + M(O) = 3 \times 12,0 + 6 \times 1,0 + 16,0 \\ = 58,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

3. La quantité de matière d'acétone n contenue dans un litre de ce solvant vaut :

$$n = \frac{m}{M},$$

$$\text{soit } n = \frac{790}{58,0} = 13,4 \text{ mol.}$$

14. 1. Un antiseptique, appelé aussi antibactérien, est une substance qui tue (ou prévient la formation) des bactéries et des virus sur les surfaces externes du corps.

2. Dans la molécule de peroxyde d'hydrogène, chaque atome d'oxygène est nécessairement lié à 1 atome d'oxygène et 1 atome d'hydrogène d'où sa formule développée : H – O – O – H.

3. La quantité n de peroxyde d'hydrogène dans un volume V de solution contenant une masse m de H_2O_2 vaut $n = \frac{m}{M}$ où M est la masse molaire de l'eau oxygénée.

Avec $M = 2M(H) + 2M(O)$, soit :

$$M = 2 \times 1,0 + 2 \times 16,0 = 34,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$n = \frac{7,50}{34,0} = 0,221 \text{ mol.}$$

4. Les quantités de peroxyde d'hydrogène sont proportionnelles aux volumes qui les contiennent ; d'où, en utilisant un tableau de proportionnalité :

$$n' = n \times \left(\frac{V'}{V}\right) = 0,221 \times \frac{15}{250} = 1,3 \times 10^{-2} \text{ mol.}$$

15 Énoncé

Le citral de formule $C_{10}H_{16}O$ est présent dans les écorces d'agrumes. On dispose d'un extrait d'écorces de masse $m = 380$ mg.

1. Calculer la masse molaire du citral.

2. Déterminer la quantité de citral présent dans l'extrait considéré.

16. 1. *Hématologie* : étude du sang, de la moelle osseuse et des ganglions lymphatiques.

Bactériologie-parasitologie : étude des bactéries et des parasites.

Sérologie : étude des sérum.

Biochimie : étude des constituants de la matière vivante et de leurs réactions.

3. $M = \frac{0,800}{4,44 \times 10^{-3}} = 180 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, valeur identique à :
 $6M(C) + 12M(H) + 6M(O)$.

11

Les signaux périodiques en médecine

Savoir

QCM

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

Application immédiate

1. On observe 2 périodes en 9,6 divisions, soit une durée de 1,9 s.

La période des battements de ce cœur est donc $T = 0,96$ s.

2. La fréquence est l'inverse de la période $f = 1,0$ Hz. Par minute, il y a donc 63 battements (attention aux arrondis dans les calculs).

3. Le pic correspondant à la tension maximale s'étend sur 1,8 division au-dessus de la ligne de référence, donc $U = 18$ mV.

Exercices

1 1. Un phénomène est périodique s'il se reproduit identique à lui-même au cours du temps.

2. Les signaux B et C sont périodiques.

2 1. Au repos, le cœur de Stéphane Mifsud bat 36 fois par minutes (ou : $\frac{36}{60} = 0,60$ fois par seconde).

$f_1 = 0,60$ Hz. Lors de l'apnée, le cœur peut avoir une fréquence :

$$f_2 = \frac{20}{60} \text{ Hz} = 0,33 \text{ Hz.}$$

2. Au repos, la durée séparant deux battements consécutifs est de 1,7 s. Pendant l'apnée, cette durée peut atteindre la valeur de 3,0 s.

3. Ces durées se nomment des périodes.

3 1. L'intervalle de temps séparant deux pics consécutifs correspond à une période.

2. La période T des battements de ce cœur est égale à :

$$\frac{0,40 \times 4,0}{2} = 0,80 \text{ s.}$$

3. La fréquence f est égale à $\frac{1}{T} = \frac{1}{0,80} = 1,3$ Hz.

4 1. Par ordre croissant de fréquence on trouve les phases : A, C et B.

2. Plus la fréquence cardiaque augmente, plus les pics se rapprochent.

La phase A correspond à l'enregistrement 1, la phase B à l'enregistrement 3 et la phase C à l'enregistrement 2.

5 1. Trois périodes s'étendent sur 750 ns, donc :

$$T = \frac{750}{3} = 250 \text{ ns} = 2,50 \times 10^{-7} \text{ s.}$$

2. $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2,50 \times 10^{-7}} = 4,00 \times 10^6$ Hz.

3. $f = 4,00 \times 10^6$ Hz = 4,00 MHz. La fréquence de cette onde ultrasonore est bien comprise entre 2 et 10 MHz.

6 1. Les sons ont des fréquences qui s'étendent de 20 Hz à 20 kHz.

Les fréquences des ultrasons sont supérieures à 20 kHz.

2. Les chats, les chiens, les chauves-souris et les dauphins sont des animaux sensibles aux ultrasons.

7 1. 2,5 périodes s'étendent sur 10 ms pour le son A, d'où :

$$T_A = \frac{10}{2,5} = 4,0 \text{ ms} = 4,0 \times 10^{-3} \text{ s.}$$

3 périodes s'étendent sur 750 µs pour le son B, d'où :

$$T_B = \frac{750 \times 10^{-6}}{3} = 250 \times 10^{-6} \text{ s} = 2,5 \times 10^{-4} \text{ s.}$$

$$2. f_A = \frac{1}{T_A} = \frac{1}{4,0 \times 10^{-3}} = 2,5 \times 10^2 \text{ Hz}$$

$$\text{et } f_B = \frac{1}{T_B} = \frac{1}{2,5 \times 10^{-4}} = 4,0 \times 10^3 \text{ Hz.}$$

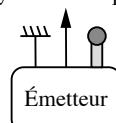
3. Le son A n'étant pas perçu, le patient a des problèmes d'audition dans les basses fréquences.

8 1. Les ultrasons sont des ondes sonores, la lumière du laser appartient aux ondes électromagnétiques.

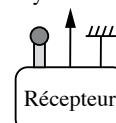
2. Les ultrasons ont des périodes comprises entre $2,2 \times 10^{-5}$ s et $4,0 \times 10^{-5}$ s. La lumière du laser a une période de 10^{-14} s.

9 1.

Vers le système d'acquisition



Vers le système d'acquisition



2. L'émission précède la réception. L'émetteur est branché sur la voie A et le récepteur sur la voie B.

3. Le décalage temporel Δt correspond à 4,0 divisions. Par conséquent :

$$\Delta t = 4,0 \times 250 \times 10^{-6} = 1,0 \times 10^{-3} \text{ s.}$$

4. La distance parcourue est donnée par la relation :

$d = v \times \Delta t$. Donc :

$$d = 350 \times 1,0 \times 10^{-3} = 0,35 \text{ m, ou } 35 \text{ cm.}$$

5. a. La vitesse de propagation des ultrasons étant plus grande dans l'eau que dans l'air, le décalage temporel Δt aurait été plus faible.

b. Les ultrasons ne se propagent pas dans le vide, il faut un milieu matériel pour qu'ils se propagent : il n'y aurait pas de signal au niveau du récepteur.

10 **1.** Pour déterminer rapidement le pouls, on peut placer les doigts sur le poignet de façon à le percevoir. Déclencher le chronomètre à la perception d'un battement, puis compter les battements suivants pendant une minute. Si le pouls est régulier, on pourra compter les battements pendant 15 secondes et multiplier par 4.

2. a. L'écart de temps entre deux battements consécutifs est de $T = \frac{60}{53} = 1,1 \text{ s}$.

$$\mathbf{b.} f = \frac{1}{T} = \frac{53}{60} = 0,88 \text{ Hz.}$$

11 **1.** Le rythme cardiaque est compris entre 60 et 75 battements par minutes.

2. L'échelle du rythme cardiaque n'étant pas linéaire, on ne peut pas préciser ce résultat.

3. Une période correspond à 4,6 divisions. La période est donc $4,6 \times 0,20 = 0,92 \text{ s}$.

$$\text{La fréquence est } f = \frac{1}{0,92} = 1,1 \text{ Hz.}$$

Le rythme cardiaque est donc de $1/0,92 \times 60 = 65$ battements par minute.

4.

Nombre de div.	1	2	3	4	5
T (en s)	0,200	0,400	0,600	0,800	1,00
f (en Hz)	5,00	2,50	1,67	1,25	1,00
Rythme (en bat.min ⁻¹)	300	150	100	75	60

12 Traduction Les rayons X

Les rayons X sont une forme d'ondes électromagnétiques, comme la lumière, les micro-ondes ou les ondes radio, et occupent une partie du spectre des ondes électromagnétiques. Les rayons X se propagent à la vitesse de la lumière. Dans nos technologies modernes, les rayons X sont utilisés pour les diagnostics médicaux.

Solution

1. Exemples d'ondes électromagnétiques : ondes radio, micro-ondes, lumière visible.

2. La vitesse des rayons X est la même que celle de la lumière : $3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

3. Les rayons X sont, par exemple, utilisés en radiologie, pour établir des diagnostics.

13 **1. a.** L'écart d'audition le plus important est celui des sons de grande fréquence.

b. Une personne de 60 ans a perdu plus de 20 dB pour des sons de fréquences supérieures à 2 000 Hz.

2. a. Trois périodes s'étalement sur 200 µs, donc :

$$T = 66,7 \mu\text{s} \text{ et } f = \frac{1}{T} = 15,0 \times 10^3 \text{ Hz, soit } 15 \text{ kHz.}$$

b. Ce son est entendu par un jeune de 20 ans, car à cette fréquence, sa perte auditive est nulle.

c. Ce son n'est en général pas entendu par une personne de 40 ans ou plus, car à cette fréquence, sa perte auditive est importante (près de 20 dB à 40 ans et encore davantage au-delà).

14 **1. a.** t_1 est la date à laquelle le premier micro reçoit le signal sonore. t_2 est la date à laquelle le second micro reçoit le signal sonore.

b. La différence $t_2 - t_1$ correspond à la durée nécessaire au son pour parcourir la distance séparant les deux micros.

c. La durée du parcours est $t_2 - t_1 = 5,6 - 2,7 = 2,9 \text{ ms}$.

2. a. Le son a parcouru la distance $d = 1,0 \text{ m}$.

b. Dans les unités du système international :

$$d = 1,0 \text{ m} ; t_2 - t_1 = 2,9 \times 10^{-3} \text{ s.}$$

$$\mathbf{c.} \text{ On en déduit la valeur de la vitesse : } v = \frac{d}{t_2 - t_1}$$

$$\mathbf{d.} \text{ Application numérique : } v = \frac{1,0}{2,9 \times 10^{-3}} = 3,4 \times 10^2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}.$$

15 **1.** $v = \frac{d}{\Delta t}$, avec d la distance parcourue (exprimée en mètre), Δt la durée mise pour parcourir cette distance (en seconde) et v la valeur de la vitesse du son (en $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$).

$$\mathbf{2.} v = \frac{18612}{54,6} = 341 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}.$$

3. a. Lors du calcul précédent, on a considéré que la propagation de la lumière était instantanée (ou suffisamment rapide pour que la durée de propagation de la lumière soit négligeable).

b. La durée de propagation de la lumière est :

$$\Delta t' = \frac{d}{c} = \frac{18612}{3,00 \times 10^8} = 6,2 \times 10^{-5} \text{ s,}$$

ce qui est très inférieur à 54,6 s.

16 **1.** La lecture sur la règle indique 51 pulsations par minute.

2. Échelle : 1 div. $\Leftrightarrow 0,40 \text{ s}$. Deux pulsations sont représentées par 1,9 div. et une pulsation par $\frac{5,9}{2} = 2,95 \text{ div.}$

$$T = 2,95 \times 0,40 = 1,2 \text{ s} ; f = \frac{1}{T} = 0,85 \text{ Hz,}\\ \text{soit } 0,85 \times 60 = 51 \text{ pulsations} \cdot \text{min}^{-1}.$$

Les ondes au service du diagnostic médical

Savoir

QCM

1. B ; 2. A ; 3. B et C ; 4. B ; 5. C ; 6. B ; 7. B ; 8. B ; 9. B ; 10. A et B ; 11. C.

Application immédiate

a. Le pic ② correspond à la réception des ultrasons après réflexion sur la surface de séparation la plus éloignée de la sonde, à la distance $D = d_1 + d_2$ de la sonde. Pendant la durée de $140 \mu\text{s}$ cette distance est parcourue 2 fois (aller et retour). On a donc :

$$D = \frac{1540 \times 140 \times 10^{-6}}{2} = 0,108 \text{ m, soit } 10,8 \text{ cm.}$$

b. $d_2 = D - d_1 = 10,8 - 6,9 = 3,9 \text{ cm.}$

Exercices

1 1. t_1 est la date à laquelle une salve est émise par l'émetteur.

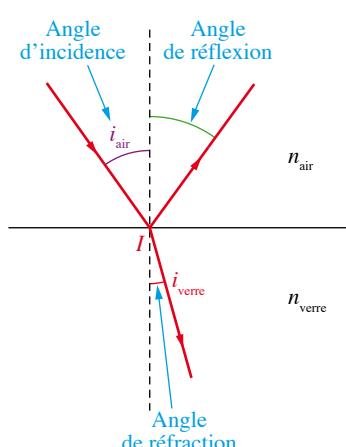
2. t_2 est la date à laquelle la salve réfléchie est captée par le récepteur.

3. La durée de propagation est $t_2 - t_1 = 3,4 \text{ ms}$.

D'après ce qui précède, on a $2d = v \times (t_2 - t_1)$, donc :

$$d = \frac{v \times (t_2 - t_1)}{2} = \frac{340 \times 0,0034}{2} = 0,58 \text{ m.}$$

2



3 1. a. Les lois relatives à la réflexion sont :

- le rayon incident, le rayon réfléchi et la normale sont contenus dans le plan d'incidence ;

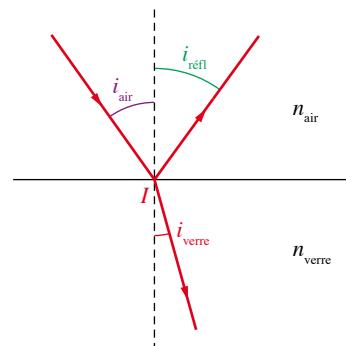
$$\bullet i_{\text{réfl}} = i_1$$

2. a. Les lois relatives à la réfraction sont :

- le rayon incident, le rayon réfracté et la normale sont contenus dans le plan d'incidence ;

$$\bullet n_1 \cdot \sin i_1 = n_2 \cdot \sin i_2$$

1. b. et 2. b

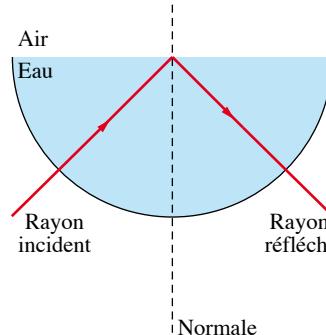


4 Lors d'une réflexion, les rayons incident et réfléchi sont situés dans le même milieu, de part et d'autre de la normale. De plus, les angles d'incidence et de réflexion sont égaux. Les schémas b et c sont incorrects.

Lors d'une réfraction, les rayons incident et réfracté sont situés de part et d'autre de la normale. Le schéma d est donc incorrect.

Le schéma a est donc le seul correct.

5 1.



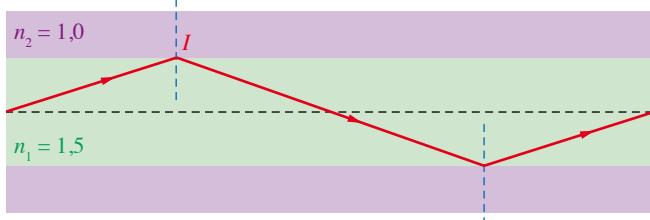
2. Si l'on diminue l'angle d'incidence, on n'observera plus le phénomène de réflexion totale.

6 1. La loi de Snell-Descartes sur la réfraction permet de calculer la valeur de l'angle i_{limite} :

$$\sin i_{\text{limite}} = \frac{n_2 \times \sin(90^\circ)}{n_1} = \frac{n_2}{n_1}.$$

On obtient $i_{\text{limite}} = 42^\circ$.

2.



7 1. La fibre optique doit être fine et souple.

2. La lumière blanche permet d'éclairer l'organe à explorer.
3. La fibre optique fonctionne sur le principe de la réflexion totale de la lumière. La lumière est réfléchie sur les parois, elle ne peut quitter la fibre.
4. La fibroscopie permet d'observer l'intérieur du corps humain sans être obligé de pratiquer une intervention chirurgicale.

8 1. Les fréquences des ondes ultrasonores sont supérieures à 20 kHz. Les fréquences utilisées étant comprises entre 3 et 10 MHz, ce sont bien des fréquences ultrasonores.

2. L'échographie fonctionne sur le principe de la réflexion des ondes ultrasonores sur la paroi des organes.

3. L'appareil mesure la durée séparant la salve émise de la salve réfléchie par l'organe à observer.

Il faut connaître la vitesse v des ultrasons dans les milieux traversés. La distance d séparant l'organe de la sonde est donnée par la relation $d = \frac{v \times \Delta t}{2}$.

Δt est la durée séparant la salve émise et la salve reçue.

4. L'écho est un phénomène que l'on peut entendre en montagne. Un cri est réfléchi par la paroi de la montagne et « revient » vers la personne qui l'a émis. Dans une échographie, le récepteur capte l'écho des ultrasons.

5. Une échographie permet d'observer des organes. Les ultrasons ne modifient pas les cellules du corps humain ; ils ne présentent pas de danger pour les organes.

9 1. Le signal rouge correspond à la réflexion sur l'objet dans un premier temps, puis sur l'écran dans un second temps.

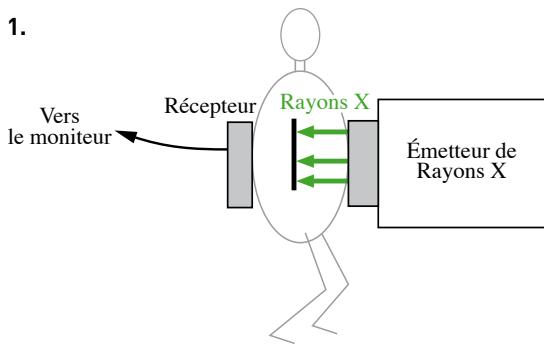
2. La durée Δt_1 correspond à la durée mise par la salve ultrasonore pour parcourir 2 fois la distance séparant l'objet du module émetteur-récepteur.

La durée Δt_2 correspond à la durée mise par la salve ultrasonore pour parcourir 2 fois la distance séparant l'écran du module émetteur-récepteur.

3. L'intervalle de temps Δt_1 est la durée nécessaire pour que la salve d'ultrasons parcourt deux fois la distance d entre le module émetteur-récepteur et l'objet.

On a donc $2d = v \times \Delta t_1$, soit $d = \frac{v \times \Delta t_1}{2} = \frac{340 \times 1,80 \times 10^{-3}}{2} = 0,313 \text{ m}$.

10 1.



2. Les fréquences des rayons X utilisés en radiographies sont voisines de 10^{18} Hz .

3. Partie ① : alvéoles pulmonaires ; partie ② : colonne vertébrale.

11 1. $\sin i_{\text{limite}} = \frac{n_3}{n_2} = \frac{1,15}{1,56}$, donc $i_{\text{limite}} = 47,5^\circ$.

2. a. Le triangle ABC est rectangle en C, donc i_3 et i_2 sont complémentaires : $i_2 + i_3 = 90^\circ$.

b. Quand $i_3 = i_{\text{limite}}$ alors $i_2 = 90 - 47,5 = 42,5^\circ$.

3. Lors de la réfraction en A, $n_1 \cdot \sin i_1 = n_2 \cdot \sin i_2$, $\sin i_1 = \frac{1,56 \times \sin(42,5)}{1,33}$, donc $i_1 = 52,4^\circ$.

4. Pour qu'il y ait réflexion totale il faut que $i_3 > 47,5^\circ$. Cela correspond à $i_2 < 42,5^\circ$ et donc à $i_1 < 52,4^\circ$. Un rayon lumineux se propagera dans la fibre si $i_1 < 52,4^\circ$.

12 1. La distance est donnée par $d = v \times \Delta t$.

$v = 1500 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; $\Delta t = 1,0 \times 10^{-3} \text{ s}$, donc :

$$d = 1500 \times 1,0 \times 10^{-3} = 1,5 \text{ m}.$$

Une onde ultrasonore parcourt 1,5 m dans un corps humain en 1,0 ms.

2. Lorsqu'elle est détectée, une salve a parcouru un aller-retour qui représente, au total, une distance de 1,5 m.

La distance maximale entre la peau et la surface de réflexion est donc de $\frac{1,5}{2} = 0,75 \text{ m}$.

3. Deux salves successives sont séparées d'une milliseconde. Une salve, après réflexion, est détectée moins d'une milliseconde après son émission, si elle s'est réfléchie sur une surface à moins de 0,75 m de la peau. Les tissus et organes examinés lors d'une échographie sont à des distances très inférieures à 0,75 m. Une salve est donc détectée avant que la salve suivante soit émise.

13 1. La tomographie est une technique d'imagerie qui permet d'obtenir des clichés de coupes minces d'un organe.

2. Les rayons X traversent le corps et sont absorbés différemment selon la densité des organes.

3. a. L'enveloppe blanche correspond aux os du crâne qui absorbent les rayons.

b. Les zones grisées correspondent à la matière cervicale.

4. Le scanner permet d'obtenir une image en trois dimensions de l'organe observé, alors que la radiographie classique ne fournit que des images en deux dimensions.

- 14**
1. Un rayonnement ionisant est un rayonnement qui produit des ions dans la matière qu'il traverse. Ces rayonnements ionisants sont potentiellement dangereux pour les organismes vivants, car mortels en cas de dose élevée.
 2. Le scanner et la radiographie utilisent des rayons X ionisants et sont donc des techniques qu'il ne faut pas utiliser fréquemment.
 3. Le corps humain contient une grande quantité d'eau (environ 65 % en masse). Or, la formule de la molécule d'eau est H_2O . Le corps humain contient donc beaucoup d'atomes d'hydrogène.
 4. On observe une coupe du cerveau.
 5. Dans de nombreuses situations, l'IRM permet d'obtenir plus de détails que le scanner.

15 Traduction La naissance des fibres optiques

En 1870, John TYNDALL démontre que la lumière utilise la réflexion totale pour suivre un itinéraire précis. Alors que l'eau s'écoulait d'un premier récipient, TYNDALL dirigea un rayon de Soleil dans l'eau. La lumière suivit un trajet en zigzag à l'intérieur de la courbure de l'eau. Cette expérience simple, illustrée par le schéma, fut le début de la transmission guidée de la lumière.

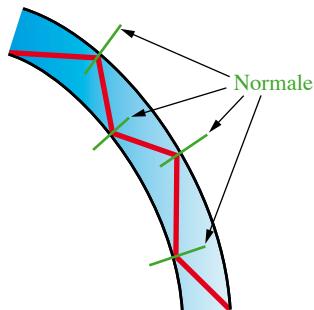
Solution

1. John TYNDALL a percé la paroi d'un récipient contenant de l'eau pour obtenir un filet d'eau courbe. Il a ensuite orienté le récipient pour que lumière du Soleil éclaire le trou et a observé que cette lumière se propageait dans le filet d'eau.

2. $\sin i_{\text{limite}} = \frac{n_2 \times \sin(90)}{n_1} = \frac{1,00 \times \sin(90)}{n_1}$.

On obtient $i_{\text{limite}} = 48,8^\circ$.

3.



4. Le phénomène de réflexion totale mis en jeu dans cette expérience est celui utilisé dans les fibres optiques.

16

1. La lecture de l'échelle colorée indique que la couleur bleue correspond à un déplacement négatif, c'est-à-dire que le sang s'éloigne de la sonde, et la couleur rouge à un déplacement du sang vers la sonde.
2. La vitesse de déplacement du sang est repérée par l'intensité de la couleur.
3. La vitesse des automobiles est mesurée par effet Doppler. Le radar émet des ondes ultrasonores qui sont réfléchies par l'automobile en mouvement avec une fréquence différente. Connaissez la différence des fréquences émise et reçue, le radar calcule la vitesse de l'automobile.

13

Les solutions

Savoir

QCM

1. B et C ; 2. B ; 3. A ; 4. B ; 5. A ; 6. A et C ; 7. B ; 8. B ; 9. C ; 10. A et C.

Application immédiate

La masse de paracétamol dans le comprimé est $m_{\text{para}} = 500 \text{ mg} = 0,500 \text{ g}$.

La quantité de paracétamol dans le comprimé est $n_{\text{para}} = \frac{m_{\text{para}}}{M_{\text{para}}} = \frac{0,500}{151} = 3,31 \times 10^{-3} \text{ mol}$.

Le volume de la solution est $V_{\text{sol}} = 200 \text{ mL}$, soit $0,200 \text{ L}$.

La concentration massique en paracétamol est $t_{\text{para}} = \frac{m_{\text{para}}}{V_{\text{sol}}} = \frac{0,500}{0,200} = 2,50 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$.

La concentration molaire en paracétamol est $C_{\text{para}} = \frac{n_{\text{para}}}{V_{\text{sol}}} = \frac{3,31 \times 10^{-3}}{0,200} = 1,66 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Exercices

1 Le soluté est le chlorure de sodium, le solvant est l'eau.

2 Il s'agit d'une solution aqueuse, car le solvant est l'eau.

2 La solution est saturée, car même après une longue agitation, il reste du sulfat de cuivre non dissous.

3 La concentration massique en chlorure de sodium dans le sérum physiologique est :

$$t(\text{NaCl}) = \frac{m}{V_{\text{sol}}} = \frac{45 \times 10^{-3}}{5,0 \times 10^{-3}} = 9,0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

4 La concentration massique en saccharose (noté S) du café est :

$$t(S) = \frac{m(S)}{V_{\text{sol}}} = \frac{5,6}{50 \times 10^{-3}} = 1,1 \times 10^2 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

5 La concentration molaire en glucose (noté G) dans la perfusion est :

$$C(G) = \frac{n(G)}{V_{\text{sol}}} = \frac{417 \times 10^{-3}}{1,5} = 0,28 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

6 La concentration molaire des ions calcium est :

$$C(\text{Ca}^{2+}) = \frac{t(\text{Ca}^{2+})}{M(\text{Ca})} = \frac{468 \times 10^{-3}}{40,1} = 1,17 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

7

Nom	Fiole jaugée	Burette graduée	Pipette graduée	Pipette jaugée
Schéma	A schéma montrant une fiole jaugée remplie d'un liquide bleu. La fiole a une base arrondie et un col étroit avec une échelle de graduation.	A schéma montrant une burette graduée remplie d'un liquide bleu. La burette a une forme en U inversé avec une échelle de graduation sur le côté.	A schéma montrant une pipette graduée remplie d'un liquide bleu. La pipette a une forme en U inversé avec une échelle de graduation sur le côté.	A schéma montrant une pipette jaugée remplie d'un liquide bleu. La pipette a une forme en U inversé avec une échelle de graduation sur le côté.

8

1 La quantité de permanganate de potassium à peser est :

$$n_{\text{perm}} = C \times V_{\text{sol}} = 2,0 \times 10^{-3} \times 2,0 = 4,0 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

La masse de permanganate de potassium à peser est :

$$m_{\text{perm}} = n_{\text{perm}} \times M = 4,0 \times 10^{-3} \times 158 = 0,63 \text{ g}$$

2 Le technicien place une capsule de pesée sur une balance électronique précise à 0,01 g, puis il tare la balance. Il pèse une masse $m = 0,63 \text{ g}$ de permanganate de potassium.

Ce prélèvement est versé dans une fiole jaugée de volume $V_{\text{sol}} = 2,0 \text{ L}$ à l'aide d'un entonnoir qu'il rince à l'eau distillée en récupérant l'eau de rinçage dans la fiole. Il remplit la fiole aux trois quarts avec de l'eau distillée, la bouche et agite pour bien dissoudre le solide. Il complète ensuite la fiole avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge et agite de nouveau pour homogénéiser la solution.

- 9** 1. Le facteur de dilution est :
 $F = \frac{C_0}{C_f} = \frac{6,20 \times 10^{-3}}{3,10 \times 10^{-4}} = 20,0.$
2. Le volume V_0 de solution mère S_0 à prélever est donc :
 $V_0 = \frac{V_f}{F} = \frac{200}{20,0} = 10,0 \text{ mL.}$
3. On prélève un volume $V_0 = 10,0 \text{ mL}$ de la solution mère avec une pipette jaugée de $10,0 \text{ mL}$ que l'on verse dans une fiole jaugée de volume égal à $V_f = 200 \text{ mL}$. On la remplit aux trois quarts avec de l'eau distillée. On bouché la fiole et on agite pour homogénéiser la solution. On complète ensuite la fiole avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge. On agite de nouveau pour homogénéiser.
- 10** 1. Le soluté est le chlorure de sodium, le solvant est l'eau.
2. La concentration massique en ion chlorure est :
 $t(\text{Cl}^-) = C(\text{Cl}^-) \times M(\text{Cl}) = 1,52 \times 35,5 = 54,0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}.$
3. Cette eau est favorable au développement des Artémia salina, car $t(\text{Cl}^-) > 30 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$.
- 11** 1. La masse m_{sol} de 100 mL de solution d'éosine est :
 $m_{\text{sol}} = \rho_{\text{sol}} \times V_{\text{sol}} = 1,0 \times 100 = 1,0 \times 10^2 \text{ g.}$
La masse volumique est donnée en $\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$, le volume utilisé pour le calcul doit donc être en mL .
2. Un volume de 100 mL de solution ayant une masse de $1,0 \times 10^2 \text{ g}$, la masse d'éosine qu'elle contient est $m_{\text{eos}} = 2,0 \text{ g}$.
3. La quantité d'éosine dans 100 mL de solution est :
 $n_{\text{eos}} = \frac{m_{\text{eos}}}{M_{\text{eos}}} = \frac{2,0}{691,6} = 2,9 \times 10^{-3} \text{ mol.}$
4. La concentration molaire en éosine est :
 $C_{\text{eos}} = \frac{n_{\text{eos}}}{V_{\text{sol}}} = \frac{2,9 \cdot 10^{-3}}{100 \times 10^{-3}} = 2,9 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$
- 12** La masse de la solution est :
 $m_{\text{sol}} = \rho_{\text{sol}} \times V_{\text{sol}} = 1,0 \times 360 = 360 \text{ g.}$
La masse de peroxyde d'hydrogène présente dans la solution est :
 $m(\text{H}_2\text{O}_2) = \frac{360 \times 3,0}{100} = 10,8 \text{ g.}$
La concentration massique en peroxyde d'hydrogène est :
 $t(\text{H}_2\text{O}_2) = \frac{m(\text{H}_2\text{O}_2)}{V_{\text{sol}}} = \frac{10,8}{360 \times 10^{-3}} = 30 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}.$
La concentration molaire en peroxyde d'hydrogène est :
 $C(\text{H}_2\text{O}_2) = \frac{t(\text{H}_2\text{O}_2)}{M(\text{H}_2\text{O}_2)} = \frac{30}{34,0} = 8,8 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$
- 13** 1. La masse volumique de l'éthanol est :
 $\rho(\text{ol}) = d(\text{ol}) \times \rho(\text{eau}) = 0,79 \times 1,0 = 0,79 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}.$
2. Le volume d'éthanol pur dans la bouteille de vin est :

Volume vin	Volume éthanol
100 mL	\Leftrightarrow
750 mL	\Leftrightarrow
$V(\text{ol}) = \frac{750 \times 14}{100} = 105 \text{ mL} \approx 1,1 \times 10^2 \text{ mL.}$	$V(\text{ol})$

3. La quantité d'éthanol dans la bouteille de vin est :

$$\begin{aligned} n(\text{ol}) &= \frac{m(\text{ol})}{M(\text{ol})} = \frac{\rho(\text{ol}) \times V(\text{ol})}{M(\text{ol})} \\ &= \frac{0,79 \times 105}{46,0} \\ &= 1,8 \text{ mol.} \end{aligned}$$

4. La concentration molaire en éthanol dans la bouteille de vin est :
 $C(\text{ol}) = \frac{n(\text{ol})}{V_{\text{sol}}} = \frac{1,8}{750 \times 10^{-3}} = 2,4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$
5. La masse d'éthanol ingérée est :

$$\begin{aligned} m(\text{ol}) &= n(\text{ol}) \times M(\text{ol}) = C(\text{ol}) \times V_{\text{bu}} \times M(\text{ol}) \\ &= 2,4 \times 0,450 \times 46,0 = 50 \text{ g.} \end{aligned}$$
- 6** Au bout d'une demi-heure 13 % de la masse d'éthanol est passée dans le sang donc :
 $m'(\text{ol}) = \frac{50 \times 13}{100} = 6,5 \text{ g.}$
7. L'alcoolémie de la personne est alors $\frac{6,5}{6,0} = 1,1 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$.
L'alcoolémie maximale autorisée étant de $0,5 \text{ g}$ d'éthanol par litre de sang, la personne est en infraction si elle conduit son véhicule.
- 14** 1. La concentration massique en acide lactique est :
 $t_A = C_A \times M_A.$
La formule brute de la molécule étant $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$, la masse molaire moléculaire est :
 $M_A = 3 \times 12,0 + 6 \times 1,0 + 3 \times 16,0 = 90,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
 $t_A = 1,5 \times 10^{-2} \times 90,0 = 1,4 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}.$
2. Degré Dornic Masse acide lactique

1°D	\Leftrightarrow	$0,10 \text{ g}$
$x^\circ \text{D}$	\Leftrightarrow	$1,4 \text{ g}$
donc		$x = \frac{1,4 \times 1}{0,10} = 14^\circ \text{D.}$

3. Comme $14^\circ \text{D} < 18^\circ \text{D}$, le lait étudié est frais.
- 15** 1. Le facteur de dilution est $F = \frac{V_f}{V_0} = \frac{1,0}{0,250} = 4,0$.
2. La concentration massique en chlore actif de l'eau de Javel diluée est :
 $t_f = \frac{t_0}{F} = \frac{152}{4,0} = 38 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}.$
3. Le facteur de dilution est maintenant $F' = 10$, donc le volume V'_0 de solution d'eau de javel diluée à prélever est :
 $V'_0 = \frac{V_s}{F'} = \frac{50,0}{10} = 5,0 \text{ mL.}$
On prélève $V'_0 = 5,0 \text{ mL}$ de la solution d'eau de Javel diluée avec une pipette jaugée de volume $5,0 \text{ mL}$, que l'on verse dans une fiole jaugée de volume $50,0 \text{ mL}$. On ajoute de l'eau distillée aux trois quarts de la fiole et on agite pour homogénéiser. Puis on complète la fiole avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge et on agite de nouveau pour homogénéiser.
4. L'eau de Javel étant une solution irritante, on utilise des gants et des lunettes de protection.
5. L'eau de Javel réagit avec un « produit » acide tel qu'un détartrant en formant du gaz dichlore qui est un gaz toxique qu'il faut absolument éviter de respirer.
- 16** 1. La concentration molaire en saccharose notée $C(S)$ de la boisson sucrée est :
 $C(S) = \frac{t(S)}{M(S)}$ avec $t(S) = \frac{m(S)}{V_{\text{sol}}} = \frac{5,6 \times 6,0}{750 \cdot 10^{-3}} = 45 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$
et $M(S) = 12 \times 12,0 + 22 \times 1,0 + 11 \times 16,0 = 342 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
donc : $C(S) = \frac{45}{342} = 0,13 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$
2. Le coureur ayant bu les deux tiers du volume de la solution, il reste un tiers du volume initial soit $\frac{750}{3} = 250 \text{ mL}$.
Quand il remplit son bidon avec de l'eau, la solution d'eau sucrée est diluée et le facteur de dilution est :
 $F = \frac{V_{\text{filte}}}{V_{\text{mère}}} = \frac{750}{250} = 3.$
La concentration en saccharose C_{filte} après dilution est :
 $C_{\text{filte}} = \frac{C_{\text{mère}}}{F} = \frac{0,13}{3} = 4,3 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$
- 17** 1. « L'homéopathie ou *homœopathie* (du grec *hómaios*, « similaire » et *páthos*, « souffrance ou maladie ») est une médecine non conventionnelle, définie pour la première fois par Samuel HAHNEMANN en 1796. Elle consiste à administrer au malade des doses faibles ou infinitésimales obtenues par

dilution et agitation (la dynamisation) d'une substance choisie en fonction de l'état physique et psychique du patient et selon le principe dit « de similitude ». » *Source Wikipédia*.

« La dilution d'un volume de teinture mère dans 99 volumes de solvant est une dilution d'une Centésimale Hahnemannienne d'où les lettres CH. » *Source Wikipédia*.

2. $F_{1\text{CH}} = 10^2 = 100$, car dilution au centième.

3. $F_{50\text{CH}} = (10^2)^5 = 10^{10}$, soit dilution au dixième de milliardième.

4. Pour ces valeurs de dilution, les doses de médicament administrées au patient sont infinitésimales d'où les termes de médicaments homéopathiques.

18 Traduction Colorants alimentaires

Les colorants alimentaires sont des substances ajoutées à un aliment ou à une boisson pour intensifier la couleur ou rétablir la couleur d'origine. Par exemple, le sirop de menthe contient deux colorants alimentaires : E102 Tartrazine et E131 Bleu patenté. Mais les colorants alimentaires ne sont pas inoffensifs.

Par exemple, la tartrazine peut causer des allergies alimentaires. Elle est interdite en Norvège, Autriche et Finlande.

De la même façon, le bleu patenté peut causer des déman-geaisons et de l'urticaire, des nausées ainsi qu'une baisse de tension. Il est interdit en Australie, Norvège, Japon, Nouvelle-Zélande et USA.

Pour la tartrazine, la dose journalière admise (DJA) est de 7,5 mg par kilogramme de poids du consommateur.

La concentration de la tartrazine dans un sirop de menthe est égale à $3,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ et la masse molaire moléculaire de la tartrazine est égale à $534 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

1. Quelle est la masse de tartrazine présente dans un litre de sirop de menthe ?

2. Un consommateur pèse 50 kg. Quelle masse de tartrazine est-il autorisé à consommer en une journée ?

3. Combien de bouteilles de sirop peut-il boire dans une journée sans dépasser la DJA ?

4. Le sirop doit être dilué 8 fois avec de l'eau. Quel est le volume de boisson correspondant ?

Solution

1. La concentration massique est $t = C \times M = 0,19 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$.

La masse de tartrazine dans 1,0 L de sirop est donc de 0,19 g.

2. La DJA est donnée pour 1,0 kg de poids (masse) du consommateur. Le consommateur ne devra donc pas dépasser $7,5 \times 10^{-3} \times 50 = 0,38 \text{ g}$ de tartrazine dans la journée.

3. Il peut donc boire 2 litres (2 bouteilles) de sirop.

4. Le volume de boisson (sirop dilué) est donc de 16 L !

19 1. Au cours d'une dilution la quantité de soluté est conservée, donc $C_0 \times V_0 = C_f \times V_f$.

La concentration C_f de la solution fille S_f est alors :

$$C_f = \frac{C_0 \times V_0}{V_f} = \frac{2,0 \times 10^{-4} \times V_0}{10} = 2,0 \times 10^{-5} \times V_0$$

en laissant V_0 en mL. D'où les valeurs des concentrations C_f dans le tableau ci-dessous :

Solution fille S_f	1	2	3	4	5
V_0 (mL)	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
C_f ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)	$2,0 \times 10^{-5}$	$4,0 \times 10^{-5}$	$6,0 \times 10^{-5}$	$8,0 \times 10^{-5}$	$10,0 \times 10^{-5}$

2. Les volumes V_0 sont mesurés avec une pipette graduée de 10,0 mL ou une burette graduée.

3. La teinte de la solution étant comprise entre celles des solutions S_3 et S_4 on en déduit :

$$C_3 < C(\text{Dakin}) < C_4,$$

soit : $6,0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} < C(\text{Dakin}) < 8,0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

4. Un volume de 100 mL d'une solution S' d'eau de Dakin contient 1,0 mg de permanganate de potassium donc :

$$C'(\text{Dakin}) = \frac{t'(\text{Dakin})}{M(\text{KMnO}_4)}$$

$$\text{Or } t'(\text{Dakin}) = \frac{1,0 \times 10^{-3}}{100 \times 10^{-3}} = 1,0 \times 10^{-2} \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$\text{et } M(\text{KMnO}_4) = 39,1 + 54,9 + 4 \times 16,0 = 158 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\text{Donc } C'(\text{Dakin}) = \frac{1,0 \times 10^{-2}}{158} = 6,3 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

5. La valeur de la concentration molaire calculée $C'(\text{Dakin})$ est cohérente avec celle estimée à partir de l'échelle de teinte, car $6,3 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ est effectivement compris entre $6,0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ et $8,0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

20 1. « g/L » : unité associée à la concentration massique ; « mmol/L » : unité associée à la concentration molaire.

2. Il s'agit d'une analyse qui détermine la concentration du glucose dans le sang, le matin, sans avoir mangé.

$$3. M(\text{glucose}) = \frac{t(\text{glucose})}{C(\text{glucose})}$$

$$= \frac{0,72}{4,00 \times 10^{-3}} = 180 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

4. « Le cholestérol est un lipide de la famille des stérols qui joue un rôle central dans de nombreux processus bio-chimiques. Le cholestérol tire son nom du grec ancien *chole*- « bile » et de *stereos* « solide », car il fut découvert sous forme solide dans les calculs biliaires en 1758 par François POULETIER DE LA SALLE. Mais ce n'est qu'en 1814 que le chimiste français Eugène CHEVREUL lui donna le nom de cholestérine. Le mot « cholestérol » désigne une molécule et ne doit pas être confondu avec les termes de « bon » et « mauvais cholestérol » faisant référence aux HDL et LDL, les transporteurs du cholestérol dans le sang. » *Source Wikipédia*.

5. La masse molaire du cholestérol peut être calculée à partir des valeurs indiquées sur l'analyse médicale :

$$M(\text{cholestérol}) = \frac{t(\text{cholestérol})}{C(\text{cholestérol})}$$

$$= \frac{1,70}{4,39 \times 10^{-3}} = 387 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

La concentration molaire en cholestérol correspondant à la limite à ne pas dépasser est donc :

$$C(\text{cholestérol}) = \frac{t'(\text{cholestérol})}{M(\text{cholestérol})}$$

$$= \frac{2,20}{387} = 5,68 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

6 et 7. « Les triglycérides sont les principaux constituants des huiles végétales et des graisses animales.

L'**hypertriglycéridémie** désigne l'élévation du taux de triglycérides dans le sang.

L'hypertriglycéridémie peut être due à :

- une anomalie héréditaire ;
- une consommation excessive d'alcool, de graisses alimentaires ou d'aliments sucrés ;
- la séentarité, le diabète et les maladies rénales.

Elle est souvent associée à d'autres facteurs de risque comme l'obésité abdominale, l'hypertension, un haut taux de glucose sanguin et un taux de « bon cholestérol » (HDL) trop bas. L'hypertriglycéridémie favorise le dépôt d'athérome sur les parois des principaux axes artériels et dans les vaisseaux coronariens (vaisseaux qui oxygènent le cœur), réduisant ainsi leur fonctionnement et augmentant le risque de maladie cardio-vasculaire. » *Source Wikipédia*

14

Les espèces chimiques naturelles ou synthétiques

Savoir

QCM

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

Application immédiate

1. Le bonbon A contient le seul colorant E104 ; le bonbon B contient les colorants E122 et E124.

$$2. R_f(E104) = \frac{1,8}{2,5} = 0,72.$$

Exercices

1. Espèces naturelles : fructose et sorbitol.

Espèces synthétiques : sorbitol et aspartame.

Espèce artificielle : aspartame.

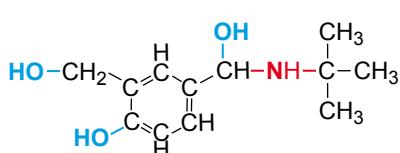
2. Synthétiser du sorbitol permet de ne pas épuiser les réserves naturelles, d'assurer un apport suffisant aux besoins de l'industrie et de diminuer les coûts.

3. La synthèse de l'aspartame permet de disposer d'un nouvel édulcorant aux propriétés particulières.

2. 1. La formule du menthol de synthèse est identique à celle du menthol naturel

2. Pour ne pas épuiser les réserves naturelles, assurer un apport suffisant aux besoins de l'industrie et diminuer les coûts.

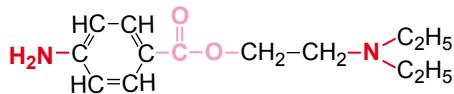
3



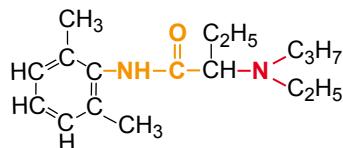
groupe hydroxyle OH groupe amine

4. Groupes caractéristiques : amine, hydroxyle, ester et amide.

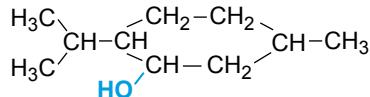
1. Procaïne



2. Étidocaine



3. Menthol



5. 1. La solution est saturée. La solubilité de l'acide benzoïque dans l'eau pure est inférieure à $\frac{m}{V} = 4,0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$.

2. La solution n'est pas saturée.

3. La solubilité de l'acide benzoïque dans l'acétate d'éthyle est supérieure à la solubilité de l'acide benzoïque dans l'eau pure.

6. 1. On peut identifier ces solides en mesurant leur température de fusion.

2. Par définition de la solubilité, à 25 °C :

$$s(\text{AA}) = \frac{m(\text{AA})}{V_{\text{sol}}}, \text{ soit } m(\text{AA}) = s(\text{AA}) \times V_{\text{sol}} = 4,6 \text{ g}.$$

3. Si l'on rajoute de l'acide acétylsalicylique à la solution obtenue en 2, il ne se dissout plus : la solution est saturée.

4. $\frac{m(\text{AB})}{V_{\text{sol}}} = 3,5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ ce qui est supérieur à la solubilité de l'acide benzoïque à 25 °C.

Le solide n'est pas totalement dissous : la solution est saturée.

7. **Montage (II)** : Un des côtés de la plaque touche la paroi du bêcher, l'élution ne peut se faire correctement : il faut centrer la plaque.

Les dépôts ont été faits de façon trop resserrée, il faut espacer les dépôts et ne pas en faire trop près des bords de la plaque.

Montage (III) : La ligne de dépôt n'a pas été tracée horizontalement : on ne pourra pas comparer les déplacements de chacune des substances déposées.

Le bêcher n'est pas fermé.

Montage (III) : La ligne de dépôt est immergée : il faut recommencer en utilisant moins d'éluant.

8 Chromatogramme (I) : Impossible, car le mélange *M* contient les trois substances et doit présenter une tache au niveau de *S*, une au niveau de *B* et une au niveau de *A*, ce qui n'est pas le cas.

Chromatogramme (III) : Convient, car le mélange *M* présente trois taches, l'une au niveau de *S*, l'autre au niveau de *B* et la dernière au niveau de *A*.

Chromatogramme (III) : Impossible, car il y a deux taches pour l'espèce *B* pure et le mélange *M* constitué des trois espèces ne présente que deux taches.

9 1. Le principe actif de ce médicament est le naproxène : c'est une espèce synthétique artificielle. C'est un dérivé de l'acide arylacétique apparu en 1976.

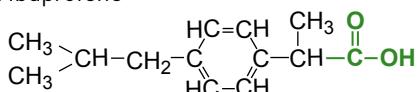
2. a. Le mannitol est une espèce naturelle que l'on trouve dans certaines algues, dans les cafiers, dans les frênes, dans les oliviers, dans les céleris...

3. Le poly vinyl pyrrolidone est une espèce synthétique artificielle : polymère organique de synthèse.

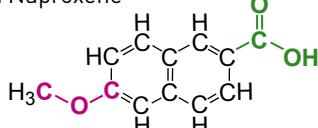
Le saccharose est un sucre naturel que l'on trouve dans la canne à sucre et la betterave,

10 Groupes carboxyle, étheroxyde et amine.

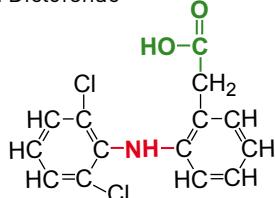
1. Ibuprofène®



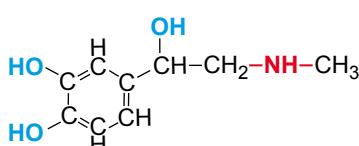
2. Naproxène®



3. Diclofénac®



11



1. Groupe hydroxyle, groupe amine.

2. Le choc anaphylactique est une importante réaction allergique de l'organisme, d'apparition brutale, consécutive à un contact avec un agent allergisant ou allergène vis-à-vis duquel l'organisme était déjà sensibilisé. Il peut s'agir d'un aliment, d'un médicament, d'une piqûre d'insecte... Il se traduit par une insuffisance circulatoire, des signes cutanés, respiratoires, digestifs et peut entraîner un état de choc.

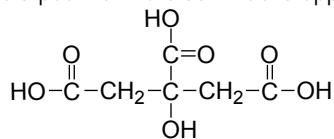
3. Mia, l'héroïne, représentée sur l'affiche, va trouver par hasard un sachet d'héroïne et croyant que c'est de la cocaïne va en consommer un peu. En état de choc, elle se voit administrer une piqûre d'adrénaline en plein cœur et reprend conscience.

12 Le cyclohexane est identifié à l'aide d'un réfractomètre par mesure de son indice de réfraction.

Le butanal et la butanone seront identifiés par mesure de leur température d'ébullition, car leurs masses volumiques et leurs indices de réfraction sont trop proches.

13 Énoncé

L'acide citrique a pour formule semi-développée :



Sa solubilité dans l'eau est $s = 592 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ à 20 °C.

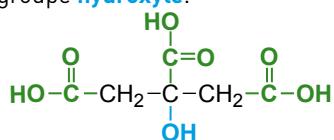
1. À l'aide du tableau du paragraphe 2, p. 199 du Manuel, repérer les groupes caractéristiques présents dans la formule semi-développée de l'acide citrique.

2. Quelle masse d'acide citrique peut-on dissoudre au maximum dans de l'eau pour obtenir un volume $V = 100 \text{ mL}$ de solution ?

3. On introduit une masse $m = 6,0 \text{ g}$ d'acide citrique dans de l'eau distillée et on obtient une solution de volume $V' = 20,0 \text{ mL}$. Cette solution est-elle saturée ?

Corrigé

1. Les groupes caractéristiques présents sont : le groupe **carboxyle**, le groupe **hydroxyle**.



$$2. m = s \times V_{\text{sol}} = 592 \times 0,100 = 59,2 \text{ g.}$$

$$3. t = \frac{m}{V_{\text{sol}}} = \frac{6,0}{0,0200} = 3,0 \times 10^2 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}; \\ t < s : \text{la solution n'est pas saturée.}$$

14 1. Sur le chromatogramme, on observe une tache pour l'Eludril® au même niveau que la tache correspondant au colorant E124. Le colorant E124 est utilisé pour colorer ce bain de bouche.

$$2. R_f(\text{E124}) = \frac{h}{H} = \frac{0,7}{2,5} = 0,28.$$

3. a. Les autres constituants de ce bain de bouche ne sont pas visibles sur la plaque : ils doivent être incolores.

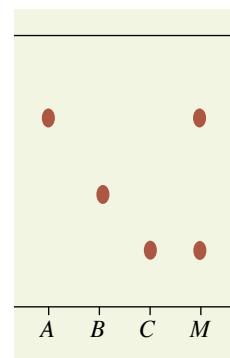
b. Révélation sous UV après utilisation d'une plaque chromatographique contenant un indicateur fluorescent ou révélation au diiode ou au permanganate de potassium

c. Il faudrait changer d'éluant.

15

On réalise une chromatographie sur couche mince en déposant une goutte de solution : en *A* d'acide acétylsalicylique, en *B* de paracétamol, en *C* de caféine et en *M* d'une substance *M* que l'on cherche à identifier.

Après élution et révélation, on obtient le chromatogramme représenté ci-contre.



1. La substance *M* est-elle un corps pur ? Justifier.

2. Quelle peut être la composition de cette substance ?

16 1. L'huile essentielle présente deux taches après élution : ce n'est pas un corps pur.

2. Les constituants de l'huile essentielle qui ont pu être identifiés par la chromatographie sont l'eugénol et l'acétyleugénol.

$$3. R_f(\text{eugénol}) = \frac{h}{H} = \frac{2,3}{3,9} = 0,59.$$

17

Traduction Analyse de médicaments contrefaçons
Lire ce résumé qui a été publié dans l'*Encyclopédie de la chromatographie*, le 15 avril 2008.

« Les méthodes de chromatographie sur couche mince (CCM), outil économique et sûr pour le dépistage rapide des médicaments contrefaçons pouvant être utilisé par des analystes en laboratoire ou par des inspecteurs sur le terrain grâce à des analyses limitées utilisant des kits, avec des comprimés de référence standard pour éliminer les opérations de pesée, sont décrites. Les séparations sont réalisées sur des couches de gel de silice contenant un indicateur fluorescent ; les taches séparées sont détectées sous des lampes UV et par révélation au diiode. La révélation et la détection à l'iode sont réalisées dans des sacs en polyéthylène, bocaux en verre ou des cuves à chromatographie. Les taches correspondant aux échantillons sont comparées avec celles des produits de référence, élusés sur le même support de façon à identifier leurs ingrédients et déterminer si leur teneur est dans la plage spécifiée. »

1. Pourquoi la chromatographie sur couche mince permet-elle le dépistage rapide de médicaments de contrefaçon ?
2. Pourquoi les couches de gel de silice contiennent-elles un indicateur fluorescent ?
3. Pourquoi la détection à l'iode est-elle nécessaire ?
4. Traduire et commenter la dernière phrase.
5. Les médicaments contrefaçons sont souvent des antipaludéens tels que la primaquine, la chloroquine, l'artésunate... Ils causent de grands dommages et doivent être détectés.
 - a. Qu'est-ce qu'un médicament contre le paludisme ?
 - b. Le médicament, qui est testé dans la chromatographie ci-contre, est-il à base de chloroquine ?

Solution

1. La chromatographie sur couche mince est une manipulation simple et rapide permettant la recherche et l'identification des principes actifs des médicaments.

2. L'indicateur fluorescent permet la détection des espèces incolores qui absorbent dans l'ultraviolet.

3. Le diiode permet la détection des espèces incolores qui n'absorbent pas dans l'ultraviolet.

4. « Les taches correspondant aux échantillons sont comparées avec celles des produits de référence, élusés sur le même support de façon à identifier leurs ingrédients et déterminer si leur teneur est dans la plage spécifiée ».

On identifie les principes actifs par comparaison avec les produits de référence.

5. a. Les médicaments antipaludéens permettent de traiter le paludisme, parasitose transmise par certains moustiques et responsable du décès de millions de malades chaque année.

b. Le médicament testé ne présente pas de tache au même niveau que la substance de référence chloroquine, ou même d'amodiquine : il ne contient aucun de ces deux principes actifs.

18 1. L'acide salicylique présente le groupe hydroxyle et le groupe carboxyle.

L'acide acétylsalicylique présente le groupe carboxyle et le groupe ester.

La salicine présente le groupe hydroxyle et le groupe étheroxyde.

2. *Salicine* : lutte contre la fièvre ou antipyrrétique et analgésique.

Acide acétylsalicylique : antipyrrétique, analgésique, anti-inflammatoire et antiagrégant plaquettaire.

3. La salicine est naturelle ; l'acide salicylique est naturel ou synthétique et l'aspirine est synthétique artificielle.

4. La chimie de synthèse a permis de synthétiser l'acide acétylsalicylique qui a des propriétés encore plus performantes que l'acide salicylique : il a un goût moins amer et une meilleure tolérance.

15

L'extraction d'espèces chimiques

Savoir

QCM

1. A ; 2. A ; 3. B ; 4. A et C ; 5. B ; 6. C ; 7. A ; 8. A et B ; 9. B et C ; 10. A et C

Application immédiate n° 1

1. Antioxydant : molécule qui diminue ou empêche l'oxydation d'autres espèces chimiques.

Liposoluble : soluble dans les graisses.

Hydrosoluble : soluble dans l'eau.

2. Il n'est pas soluble dans l'eau.

3. a. Filtrer le jus pour se débarrasser des peaux et de la pulpe éventuellement présentes.

Introduire le filtrat dans une ampoule à décanter ; verser quelques mL de dichlorométhane ; agiter et laisser décanter ; récupérer la phase organique inférieure.

b. Voir le document 2, p. 216 du Manuel pour le schéma, mais dans ce cas, la solution aqueuse constitue la phase supérieure et la solution de lycopène dans le dichlorométhane la phase inférieure.

Application immédiate n° 2

Introduire l'hydrodistillat dans une ampoule à décanter.

Laver avec quelques mL d'eau salée.

Verser quelques mL de dichlorométhane ; agiter et laisser décanter ; récupérer la phase organique inférieure ($d = 1,33$).

Exercices

1 *Pressage* : les olives sont écrasées et pressées. Le malaxage qui suit conduit à une pâte d'olives. C'est la technique d'*expression*.

Décantation de l'huile et de l'eau : on laisse reposer le mélange eau-huile ; l'huile surnage au-dessus de l'eau, car elle est moins dense que l'eau.

Filtration : on laisse passer le mélange au travers d'un dispositif poreux afin de séparer les phases liquide et solide du mélange.

*Traitemen*t au solvant : les grignons d'olive sont mélangés à l'heptane qui extrait l'huile.

2 1. L'acide salicylique est soluble dans l'eau chaude.

2. On l'utilise en infusion, car la décoction « élimine » l'acide salicylique.

3 Laisser infuser la fleur d'arnica dans l'eau bouillante. Filtrer et récupérer l'infusion.

4 1. La poudre est soluble dans l'éthanol : il peut être utilisé comme solvant d'extraction.

2. « Laisser l'urucum au contact de l'huile végétale pendant 5 jours » : *extraction par solvant*.

« Filtrer » : *filtration*.

« On peut aussi laisser se faire naturellement la séparation » : *décantation*.

5 1. Les deux techniques d'extraction citées sont : *l'expression (extraite par pression à froid des graines de la plante)* et *l'extraction par solvant*.

2. Les graines de jojoba sont broyées : la cire est extraite par *pressage*. Dans l'autre procédé, les graines sont broyées dans un solvant d'extraction.

3. Le procédé par pression à froid n'utilise pas de solvant.

6 1. Le dichlorométhane et le chloroforme. Ils sont non miscibles à l'eau. Cependant, on préférera le dichlorométhane au chloroforme, car l'eugénol y est plus soluble.

2. L'huile essentielle est insoluble dans une solution aqueuse de chlorure de sodium (eau salée) : elle passe en phase organique.

7 ① Ballon ; ② Chauffe-ballon ; ③ Thermomètre ; ④ Réfrigérant à eau ; ⑤ Erlenmeyer contenant l'hydrodistillat ; ⑥ Support élévateur.

L'huile essentielle constitue la phase supérieure dans l'rlenmeyer.

- 8**
- Le benzoate de benzyle est solide à 20 °C et liquide à 25 °C.
 - L'éthanol solubilise l'Ascabiol®.
 - Les applications fréquentes de cet excipient peuvent provoquer des irritations et une sécheresse de la peau ou du cuir chevelu. Pour les enfants en bas âge, il pourrait passer à travers le cuir chevelu et provoquer des troubles.

- 9**
- On peut utiliser le cyclohexane et le dichlorométhane, car ils sont non miscibles à l'eau et l'estragol y est soluble.
 - Le dichlorométhane est cancérogène : il doit être évité.
 - Introduire l'hydrodistillat dans une ampoule à décanter. Laver avec quelques mL d'eau salée. Verser quelques mL de cyclohexane ; agiter et laisser décanter ; récupérer la phase organique.
 - Voir le document 2, p. 216 du Manuel ; l'huile essentielle est située dans le cyclohexane, c'est-à-dire dans la phase supérieure.
 - L'extrait contient de l'estragol : deux taches sont à la même hauteur.

- 10**
- Le trichlorométhane est liquide à 25 °C.
 - La caféine est soluble dans le trichlorométhane puisqu'on l'a extraite avec ce solvant.
 - Le trichlorométhane est susceptible de provoquer le cancer (H351).
 - Du dichlorométhane est ajouté à la solution aqueuse de caféine dans une ampoule à décanter (voir les étapes de l'extraction au document 2, p. 216 du Manuel). La solution de caféine dans du dichlorométhane, plus dense que l'eau, constitue la phase inférieure dans l'ampoule à décanter.

11 Traduction Une crème épicee

Des gels chauffants, conçus pour les sportifs pratiquant en extérieur par temps froid, sont vendus dans les magasins de sport. Ils contiennent de la capsaïcine, espèce principale du piment rouge. Cet alcaloïde active les récepteurs de chaleurs de la peau : l'irritation provoque une sensation de brûlure sans qu'il y ait une réelle augmentation de température. La capsaïcine est faiblement soluble dans l'eau, soluble dans l'éthanol, l'acétone et l'éther diéthylique.

	Éther diéthylique	Acétone	Éthanol	Eau
Pictogrammes de sécurité				-
Phrases de risques	12, 19, 22, 66, 67	11, 36, 66, 67	11	-
Pictogrammes harmonisés				-
Dangers	H224, H302, H336	H225, H319, H336	H225	-

- Élaborer un protocole d'extraction en précisant les consignes de sécurité à respecter pour manipuler le solvant sans danger. Pour les différentes étapes, faire des schémas légendés.
- En fin d'extraction, comment éliminer le solvant afin de recueillir l'extrait ?

Solution

- Avec un pilon, broyer quelques piments dans un mortier ; introduire le broyat obtenu dans un erlenmeyer ; verser

quelques mL d'acétone (moins dangereux que l'éther) ; ajouter un barreau aimanté, boucher l'erlenmeyer et le placer sur un agitateur magnétique ; agiter plusieurs minutes ; faire couler le mélange dans un entonnoir muni d'un papier-filtre ; récupérer le filtrat.

- Le solvant est éliminé par évaporation.

- 12**
- L'éther diéthylique peut être utilisé : l'aspirine y est très soluble et ce solvant n'est pas miscible à l'eau contrairement à l'éthanol.
 - Ne pas respirer les vapeurs et travailler sous hotte. Ne pas manipuler à proximité d'une source de chaleur.
 - Introduire la solution aqueuse d'aspirine dans une ampoule à décanter. Ajouter quelques mL d'eau salée. Verser quelques mL d'éther diéthylique ; agiter et laisser décanter ; récupérer la phase organique.
 - La solution d'aspirine dans l'éther constitue la phase supérieure.

- 13**
- « Les fleurs sont déposées sur de la graisse inodore » : *extraction par solvant* (la graisse).
 - « Les pommades parfumées obtenues peuvent être... traitées à l'éthanol » : *extraction par solvant* (l'éthanol).
 - Filtration*.
 - Évaporation*.
 - Les espèces aromatiques sont plus solubles dans l'éthanol puisqu'on utilise ce solvant pour les extraire des graisses.
 - Après évaporation, on obtient une sorte de cire : *la concrète*. En la mélangeant à de l'alcool, chauffée puis refroidie, la partie huileuse de la concrète est éliminée pour obtenir *l'absolue*.

- 14**
- Ce procédé d'extraction est la *macération*.
 - L'eau est le solvant.
 - Cette technique est l'*expression*.
 - Avec un pilon, broyer quelques graines de carthame dans un mortier. Séparer l'huile du broyat.
Le process industriel est le suivant :
 - Triage-Nettoyage ;
 - Pressage [vis sans fin] ;
 - Filtration sur toile ;
 - Décantation ;
 - Filtration sur papier buvard ;
 - Conditionnement.
 - Une espèce antiprurigineuse traite les démangeaisons.
 - Voir le montage du document 3, p. 216 du Manuel.
 - L'huile essentielle se trouve dans la phase supérieure.

- 15**
- Voir le montage du document 3, p. 216 du Manuel.
 - L'éluant entraîne les espèces chimiques en les solubilisant.
 - Le front de solvant est le trait supérieur ; la ligne de dépôt est le trait du bas.
 - La menthe poivrée contient du menthol et de l'eucalyptol.

- 16**
- Le test de la souris consiste à injecter des extraits d'huîtres à des souris pour déceler la présence éventuelle de micro-algues toxiques pour l'homme. Si deux souris sur trois meurent dans les 24 heures, les coquillages sont interdits à la vente.
 - « [...] broyé la chair des huîtres, on y ajoute un solvant (le méthanol) » : *extraction par solvant*.
 - Le liquide obtenu est ensuite filtré » : *filtration*.
 - « L'analyse chromatographique [...] » : *identification par chromatographie*.
 - Les toxines peuvent être extraites du broyat par le méthanol si elles sont solubles dans ce solvant.
 - La chair est broyée avant d'ajouter du méthanol pour améliorer le contact entre la chair et le méthanol.

1. Quelques définitions :

Effet de serre : l'atmosphère laisse passer une partie du rayonnement du Soleil qui vient frapper le sol. Réchauffé, celui-ci émet un rayonnement infrarouge qui est en partie ou totalement piégé par l'atmosphère rendue « imperméable » par la présence de gaz dont principalement la vapeur d'eau sur Terre. L'effet de serre est un phénomène naturel important pour la survie de la planète. Il permet d'avoir une température moyenne sur Terre de 15 °C contre -18 °C si cet effet n'existe pas.

Endémique : qui est originaire d'une région donnée.

Égrappage : opération qui consiste à séparer les fruits de la tige (partie ligneuse).

Écopée à la calebasse : prélevée avec une calebasse (courge vidée et séchée qui sert à contenir des liquides).

2. Biscuits apéritifs, chips, galettes, plats surgelés type poêlées de légumes, gressins, galettes de tofu, biscuits, gâteaux, etc.

3. Les plantations de palmiers à huile entraînent une déforestation intensive. L'huile de palme est composée d'acides gras trans dont la consommation est nuisible pour la santé.

4. « Malaxage » : *expression*.

« De l'eau bouillante est apportée » : *extraction*.

« L'huile, qui flotte au-dessus de l'eau [...] » : *décantation*.

« L'addition de sel facilite le processus » : *relargage*.

« L'huile est écopée à la calebasse » : *séparation*.

« [...] et filtrée au travers d'un tamis » : *filtration*.

5. L'huile pouvant être écopée surnage, sa densité est donc inférieure à celle de l'eau.

6. L'extraction de l'huile est facilitée par ajout de sel, car l'huile est encore moins soluble dans l'eau salée que dans l'eau pure.

7. a. À 25 °C, l'huile de palme est solide.

b. L'extraction se fait à chaud pour liquéfier l'huile.

AUTOUR DE LA SANTÉ

- 1** **a.** Le titre de l'article s'explique par le fait que les rayons T permettent de « voir » à travers la matière, donc les vêtements ou les cloisons.
- b.** Les rayons T ont des fréquences qui s'étendent de : $0,3 \times 10^{12} \text{ Hz} = 3 \times 10^{11} \text{ Hz}$ à $10 \times 10^{12} \text{ Hz} = 1 \times 10^{13} \text{ Hz}$.
- 2.** La durée de pénétration des rayons T dans un millimètre de tissu biologique est $\Delta t = \frac{d}{v} = \frac{1 \times 10^{-3}}{2 \times 10^8} = 5 \times 10^{-12} \text{ s}$.
- 3.** Les rayons T ont des fréquences plus grandes que les ondes radios et plus faibles que les infrarouges.
- 4.** Un ion est constitué à partir d'un atome, ou d'un assemblage d'atomes, qui a gagné ou perdu un ou plusieurs électrons. Le terme « ionisant » désigne l'onde capable de transformer un atome ou une molécule en ion.
- 5.** Lors d'une radiographie, les molécules du corps peuvent être ionisées. Cela peut nuire à la santé de la personne qui subit cette ionisation.
- 6.** Les rayons ne sont pas ionisants, ils sont donc moins dangereux que les rayons X.
- 7.** Les rayons T ont des applications en médecine (radiographie), mais aussi dans la sécurité (aéroport...) ou dans l'industrie.

- 2** **a.** Les germes pathogènes sont des bactéries ou des virus qui entraînent une maladie ou des troubles chez un hôte. Les germes pathogènes ont un pouvoir invasif (capacité à se répandre dans les tissus et à y établir des foyers infectieux), et toxicogène (capacité à produire des toxines).

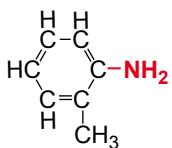
b. Les chloramines sont des composés chimiques caractérisés par le groupement $\geq N - Cl$. On peut citer la monochloramine (NH_2Cl), la dichloramine ($NHCl_2$) et la trichloramine (NCl_3).

Dans les piscines, des chloramines sont produites par l'action du chlore sur les matières azotées laissées par les baigneurs, et notamment l'urée (N_2H_4CO) contenue dans la sueur... et l'urine. Les chloramines provoquent l'irritation des yeux et des voies respiratoires supérieures.

c. Les expressions « granulés de chlore » et « chlore solide » sont incorrectes, car les granulés ne contiennent pas de chlore à l'état solide. Ils contiennent en fait des substances solides qui, mises en solution, libèrent des ions hypochlorite ClO^- .

2. a. Formule brute de l'ortho-toluidine : C_7H_9N .

b. On reconnaît le groupe amine (en rouge) :



3. a. Facteur de dilution de la solution fille S_i : $F_i = \frac{t_0}{t_i}$.

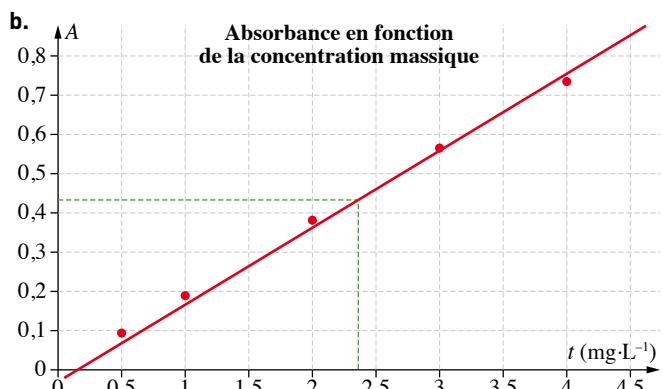
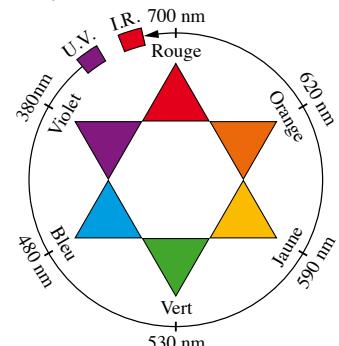
Donc $t_i = \frac{t_0}{F_i}$ avec $t_0 = 5,0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$.

Solution fille	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5
Facteur de dilution	1,25	1,67	2,50	5,00	10,00
$t_i (\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	4,0	3,0	2,0	1,0	0,5

- b.** La teinte de l'eau piscine est comprise entre celles des solutions S_2 et S_3 . On en déduit :

$$2,0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} < t_p < 3,0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$$

- 4. a.** La radiation de longueur d'onde 480 nm correspond à la couleur bleue du spectre de la lumière blanche.



Le graphe est une droite passant par l'origine : l'absorbance A est donc proportionnelle à la concentration massique t .

L'eau de piscine testée à une absorbance $A_p = 0,43$. À partir du graphe, on déduit que la concentration est $t_p = 2,3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$. Cette valeur est bien comprise entre celles des solutions S_2 et S_3 .

On obtient une concentration en composés chlorés légèrement supérieure à la valeur maximale recommandée indiquée dans l'énoncé.

- 3** **1.** Le rythme cardiaque d'un adulte en bonne santé et au repos est d'environ 70 battements par minutes. Cela correspond à une fréquence de $\frac{70}{60} = 1,2 \text{ Hz}$.

- 2. a.** Lorsque le médecin fait prononcer des sons graves, il écoute l'air circuler dans les poumons.

- b.** Cet examen concerne les poumons.

- 3.** Lors d'une auscultation les vibrations se propagent successivement dans :

- le cœur,
- les tissus autour du cœur,
- la membrane du stéthoscope,
- l'air contenu dans le pavillon puis dans la tubulure du stéthoscope,
- l'air contenu dans les oreilles, les tympans du médecin.

- 4.** Un stéthoscope est un appareil qui permet d'écouter les bruits internes du corps. Il fait partie des outils que le médecin utilise pour établir son diagnostic.

- 4** 1. L'electrocardiogramme présente une contraction préma-turée, le signal n'est donc pas périodique.



2. a Pour un cœur sain et au repos, on observe environ 60 battements par minute.
b. En l'absence d'extrasystole, la période des battements correspond à environ 4,4 divisions et vaut donc :

$$T = 4,3 \times 0,20 = 0,86 \text{ s.}$$

- c. La fréquence des battements vaut $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,86} = 1,2 \text{ Hz}$, soit environ 68 battements par minute.

3. Le principe actif de la flécaïne est l'acétate de flécaïnide.

4. Les formes galéniques se lisent sur les notices : Flécaïne LI : comprimé et Flécaïne LP : gélule.

5. La vitesse de libération du médicament dans l'organisme est contrôlée par la présence de certaines espèces chimiques présentes dans les excipients.

6. Les micro-granules sont enveloppées dans un enrobage plus ou moins épais ce qui explique que leur délitement est échelonné dans le temps.

7. Le premier groupe de micro-granules est non enrobé afin que le principe actif soit libéré dès l'ingestion du médicament.

8. En supposant que le temps de délitement est proportionnel à l'épaisseur de l'enrobage on aura :

- pour une épaisseur d'enrobage égale à $\frac{x}{3}$, un temps de déli-tement de $\frac{9}{3} = 3 \text{ h}$;

- pour une épaisseur d'enrobage égale à $\frac{2x}{3}$, un temps de délitement de $\frac{2 \times 9}{3} = 6 \text{ h}$.

- 5** 1. a. Le numéro atomique de l'iode est $Z = 53$. L'atome d'iode 131 est composé de 53 protons, 53 électrons et $131 - 53 = 78$ neutrons.

Le numéro atomique du fluor est $Z = 9$. L'atome de fluor 18 est composé de 9 protons, 9 électrons et $18 - 9 = 9$ neutrons.

b. Des isotopes sont des atomes ou des ions monoatomiques qui ont le même numéro atomique (même nombre de protons) mais qui ont des nombres de neutrons différents.

c. L'iode 127 est l'isotope de l'iode 131 le plus abondant. Il en existe d'autres : iode 124 ; iode 125 ; iode 129...

Le fluor 19 est l'isotope du fluor 18 le plus abondant. Il en existe d'autres : fluor 17 ; fluor 20 ; fluor 21...

2. a. L'iode 131 émet des rayonnements gamma (γ). Ce sont des ondes électromagnétiques dont les fréquences sont grandes (voir le document 1 p. 227 du Manuel).

b. Le fluor 18 émet des positons.

3. a. et b. Les techniques de diagnostic médical citées dans le texte sont :

- la radiographie, qui emploie des rayons X ;
- la scintigraphie, qui emploie des rayons gamma (γ) ;
- le scanner X, qui emploie des rayons X ;
- l'échographie, qui emploie des ultrasons ;
- la résonance magnétique nucléaire (RMN) ou IRM, qui emploie des ondes électromagnétiques de faible énergie ;
- la tomographie par émission de positons (TEP), qui emploie des rayons gamma (γ).

c. Ces techniques n'utilisent pas toutes des ondes électromagnétiques, car l'échographie utilise des ultrasons.

4. La tomographie permet d'observer le fonctionnement d'un organe et le scanner permet d'en observer la morphologie (la forme). L'association des deux techniques permet d'obtenir davantage de renseignements.

16

La relativité du mouvement dans le sport

Savoir

QCM

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

Application immédiate

1. Distance parcourue : $d = 11,4 \times 10^3 \text{ m}$; durée du parcours : $\Delta t = 40 \times 60 + 14 = 2414 \text{ s}$.

$$v = \frac{d}{\Delta t} = \frac{11,4 \times 10^3}{2\,414} = 4,72 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}.$$

2. La précision du chronométrage est la seconde.

Exercices

- 1** 1. Le ballon est le système étudié.
 2. Référentiel gardien, référentiel joueur au maillot bleu et noir, référentiel cage, référentiel pelouse.
 3. Les référentiels pelouse et cage sont des référentiels terrestres.
- 2** 1. La photo 1 est prise depuis le trottoir, car les spectateurs sont nets et les coureurs sont flous. Les spectateurs sont donc immobiles par rapport au photographe et les coureurs sont en mouvement par rapport au photographe.
 La photo 2 est prise depuis une voiture, car les coureurs sont nets alors que les spectateurs sont flous.
 2. La photo 1 a été prise avec un appareil photo immobile par rapport à la Terre. Dans cette situation, l'appareil photo constitue un référentiel terrestre.
- 3** 1. a. Un point du buste de Naïma est immobile par rapport au sol, sa trajectoire est un point, sa vitesse est nulle.
 b. Par rapport au tapis, un point du buste de Naïma a une trajectoire rectiligne et une valeur de vitesse constante. Son mouvement est rectiligne uniforme.
 2. Un point visible du tapis a un mouvement rectiligne uniforme par rapport au sol. Sur les extrémités, le mouvement devient curviligne uniforme, puis lorsqu'il n'est plus visible, ce point a un mouvement rectiligne uniforme jusqu'à l'autre extrémité.
- 4** 1. Course à pied : $v_1 = \frac{d}{\Delta t} = \frac{17,0 \times 10^3}{67 \times 60 + 9} = \frac{17,0 \times 10^3}{4\,029} = 4,22 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
 Vélo : $v_2 = \frac{d}{t} = \frac{35,0 \times 10^3}{85 \times 60 + 26} = \frac{35,0 \times 10^3}{5\,126} = 6,83 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
 Ski de randonnée : $v_3 = \frac{d}{\Delta t} = \frac{6,0 \times 10^3}{40 \times 60 + 23} = \frac{6,0 \times 10^3}{2\,423} = 2,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. (2 chiffres significatifs ici, comme dans $6,0 \times 10^3$).
- 5** 1. Le pilote est immobile dans un référentiel lié au bobsleigh.
 2. Le pilote avance dans un référentiel terrestre.
 3. Le pilote se déplace sur la gauche, par exemple, pour son coéquipier situé à droite sur la photographie lorsque ce dernier monte dans le bobsleigh.
- 6** 1. $\Delta t = 3 \text{ min } 53,314 \text{ s} = 3 \times 60 + 53,314 = 233,314 \text{ s}$.
 2. La précision du chronométrage est le $1/1\,000^\text{e}$ de seconde.
 3. $v = \frac{d}{\Delta t} = \frac{4\,000,0}{233,314} = 17,144 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, soit $61,719 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$.
- 7** 1. Vitesse moyenne d'Usain Bolt : $v = \frac{d}{\Delta t} = \frac{100}{9,58} = 10,4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
 Vitesse moyenne de Jesse Owens : $v = \frac{d}{\Delta t} = \frac{100}{10,3} = 9,71 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
 $v = 10,4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 37,6 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ et $v = 9,71 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 35,0 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$.
 2. Sur une durée de $10,3 \text{ s}$, Usain Bolt aurait parcouru une distance :

$$d = v \cdot \Delta t = \frac{100}{9,58} \times 10,3 = 108 \text{ m}$$
.
 3. Distance parcourue par Jesse Owens en $9,58 \text{ s}$:

$$d = v \cdot \Delta t = \frac{100}{10,3} \times 9,58 = 93,0 \text{ m}$$
.
 Jesse Owens aurait été à $7,0 \text{ m}$ de l'arrivée lorsque Usain Bolt terminait sa course.
 4. Du temps de Jesse Owens, la précision du chronométrage se faisait au dixième de seconde. De nos jours, elle est au centième de seconde.

8 1. La vitesse du skieur augmente lors de la prise d'élan. La piste inclinée vers le bas (élan), le bas de la piste est incurvé vers le haut (saut). Un point du casque du sauteur a un mouvement curviligne accéléré.

$$2. v = \frac{d}{\Delta t} = \frac{100}{5,0} = 20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 72 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}.$$

3. Cette vitesse est inférieure à $92 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, car elle représente la vitesse moyenne du skieur lors de sa course d'élan. $92 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ est la vitesse maximale que le sauteur atteint au bout de la piste d'élan.

9 1. La précision est au $1/1000^{\text{e}}$ de seconde.

2. 305,256 km signifie 305 km et 256 mètres. La précision est le mètre.

3. Le temps de Button est de 1 h 46 min 42,163 s soit 6 402,163 s. Sa vitesse est donc $v_{\text{Button}} = 47,6801 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, soit $171,648 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$.

10 Dans la première phase, la valeur de la vitesse du parachutiste augmente, il a un mouvement accéléré.

Son mouvement est uniforme dans la deuxième et la quatrième phase, car la valeur de sa vitesse est constante.

Le parachutiste a un mouvement décéléré lorsque la valeur de sa vitesse diminue dans la troisième phase du saut.

11 1. a. $d = 42195 \text{ m}$.

b. $\Delta t = 7439 \text{ s}$.

$$c. v = \frac{d}{\Delta t} = \frac{42195}{7439} = 5,672 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}.$$

2. a. La précision est la seconde.

b. En 1 s, le coureur a parcouru en moyenne 5,672 m.

c. Deux coureurs séparés de 3 m pourront avoir le même temps affiché, car en 1 s, ils parcourent plus de 5 m.

12 1. a. Le temps officiel du vainqueur est 9,69 s.

b. La précision du chronométrage est de $1/100^{\text{e}}$ de seconde.

c. Cette précision est utilisée, car avec une précision au $1/10^{\text{e}}$ de nombreux concurrents seraient classés dans le même temps officiel.

d. Le temps est arrondi au $1/100^{\text{e}}$ de seconde supérieur.

2. a. On pourrait avoir une précision au $1/1000^{\text{e}}$ de seconde.

b. Ils seront départagés par la photofinish s'ils sont séparés de plus de $1/1000^{\text{e}}$ de seconde.

$$3. v = \frac{d}{\Delta t} = \frac{100}{9,69} = 10,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}.$$

$$4. v = \frac{d}{\Delta t} = \frac{100}{9,89} = 10,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}.$$

$$5. d = v \cdot \Delta t = \frac{100}{9,89} \times 9,69 = 98,0 \text{ m}.$$

Il se trouvait donc à $100 - 98,0 = 2,0 \text{ m}$ de Usain Bolt.

$$6. d = v \cdot \Delta t = \frac{100}{10,03} \times 9,69 = 96,6 \text{ m}.$$

Il se trouvait donc à $100 - 96,6 = 3,4 \text{ m}$ de Usain Bolt.

$$13. 1. \Delta t = \frac{d}{v} = \frac{8,5}{340} = 2,5 \times 10^{-2} \text{ s}.$$

2. Le coureur situé sur la ligne 1 est avantagé, car il entend le coup de pistolet avant les autres.

3. Le haut-parleur placé derrière chaque athlète permet à tous les athlètes d'entendre le son du départ au même instant.

4. Sans tenir compte du temps de réaction, Burrell a couru le 100 m en $9,90 - \frac{117}{1000} = 9,78 \text{ s}$ et Lewis l'a couru en $9,93 - \frac{166}{1000} = 9,77 \text{ s}$, soit plus rapidement que Burrell de 0,01 s.

14 1. a. Dans un référentiel terrestre, un point du buste du premier relayeur a un mouvement rectiligne uniforme jusqu'à la position n° 8 puis un mouvement rectiligne décéléré.

b. Dans un référentiel terrestre, le mouvement d'un point du buste du deuxième relayeur est rectiligne accéléré.

$$2. a. \Delta t = \frac{d}{v} = \frac{10,0}{9,1} = 1,1 \text{ s}.$$

b. Deux points consécutifs sont séparés de 5,0 m environ, ce qui correspond à une durée de 0,50 s.

3. b. Dans un référentiel lié au deuxième relayeur, le mouvement d'un point du buste du premier relayeur est rectiligne décéléré.

15 1. La précision de mesure de la vitesse du vent est au $1/100 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

2. La valeur de la vitesse du vent est affichée avec un signe « + », donc le vent est favorable aux coureurs.

3. La vitesse du vent sera arrondie à $+ 2,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

4. Le vent est orienté dans le sens de la course (vitesse positive) et sa valeur est supérieure à $2,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Cette vitesse du vent est trop importante, le record ne peut pas être homologué.

16 **Traduction** Natation, les plaquettes de touche apportent la solution

Aux jeux Olympiques de Mexico en 1968, l'entreprise suisse Omega inaugura la plaquette de touche et le chronométrage automatique. Quand les nageurs touchent le mur de la piscine, cela enclenche un signal de départ et d'arrivée. De ce jour, il est devenu possible de déterminer le moment où le nageur touche le mur avec une précision d'un millième de seconde, ce qui était jusque-là inconcevable. Le temps réel de la course peut être déterminé au millième de seconde, mais, même en cas d'égalité, le système pourrait déterminer le vainqueur avec une autre décimale, voire plus.

Cependant, le règlement officiel ne permet que l'enregistrement au millième de seconde parce que les différences de dimensions entre les piscines pourraient fausser des résultats donnés avec plus de précision.

Solution

1. Il s'agit d'un pavé tactile qui permet de donner le temps du nageur au tour et à l'arrivée par simple contact de la main du nageur.

2. La précision était au $1/100^{\text{e}}$ de seconde, elle est à présent au $1/1000^{\text{e}}$ de seconde

$$3. \text{En } 1/100^{\text{e}} \text{ de seconde : } d = v \cdot \Delta t \approx \frac{100}{50} \times \frac{1}{100} = 0,02 \text{ m} = 2 \text{ cm}.$$

$$\text{En } 1/1000^{\text{e}} \text{ de seconde : } d = v \cdot \Delta t \approx \frac{100}{50} \times \frac{1}{1000} = 0,002 \text{ m} = 2 \text{ mm}.$$

4. Une précision de 2 mm d'écart de longueur sur une distance de 50 m est difficile à réaliser pour une piscine, donc on ne peut officiellement retenir la précision de $1/1000^{\text{e}}$ seconde.

17 1. Le référentiel d'étude est la caméra.

2. La caméra est fixe dans le référentiel terrestre, donc elle est bien un référentiel terrestre.

3. La trajectoire de la pointe des pieds de la gymnaste est curviligne.

4. La gymnaste peut observer les angles entre son buste et ses jambes. Elle peut également observer la position de ses bras ou de ses pieds pour chaque position. Cela lui permet d'améliorer ses performances.

Force et mouvement dans le sport

Savoir

QCM

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

Application immédiate

- Après l'ouverture du parachute, le parachutiste, équipé de son parachute, est soumis à son poids et à l'action de l'air.
- Lors de la quatrième phase, le mouvement est rectiligne uniforme, donc les forces exercées sur le parachutiste équipé de son parachute se compensent. Le poids est vertical orienté vers le bas. L'action de l'air est verticale et orientée vers le haut. Ces deux forces ont la même valeur, elles sont donc représentées par des segments fléchés (vecteurs) de même longueur.

Comme $P = F = 70 \times 10 = 700 \text{ N}$, ces vecteurs ont une longueur de $\frac{700}{400} = 1,75 \text{ cm}$ avec l'échelle p. 254 du Manuel.

Exercices

1 Le ballon, lorsqu'il est en l'air, est soumis à l'attraction de la Terre et la force exercée par l'air.

2 1. Le schéma ① représente l'action exercée par la corde sur la flèche.
2. Le schéma ② représente l'action exercée par la main sur la corde.

3 1. Le système étudié est le « poids ». L'étude se fait dans un référentiel terrestre.

2. La chronophotographie montre que la valeur de la vitesse est variable et que la trajectoire n'est pas une portion de droite.

Le mouvement *n'est pas uniforme* et *n'est pas rectiligne*, donc le système est soumis à des forces qui ne se compensent pas.

4 1. Voir le cours p. 250-251.
2. Le système étudié est le skateur.
3. Le mouvement est étudié par rapport au lampadaire d'une rue.

Ce lampadaire est immobile par rapport au sol. Le référentiel « lampadaire » est donc un référentiel terrestre.

4. Le mouvement du skateur étant rectiligne uniforme, d'après le principe d'inertie, les forces exercées sur le skateur se compensent.

5 1. En A, en B et en C, la balle est soumise à son poids (action de la Terre) et à l'action de la table. Le poids est constant. En A, en B et en C, le mouvement est rectiligne uniforme, donc les forces exercées sur la boule se compensent. Comme le poids est le même, la force modélisant l'action de la table est donc elle aussi constante. C'est la même en A, en B et en C.

2. Entre les deux portions rectilignes, la trajectoire de la balle a été modifiée par la force exercée par le bord du billard.

6 1. La force exercée par les joueurs a une direction horizontale, elle est orientée vers le joug (de gauche à droite sur la photo).

2. Le joug exerce une force sur les joueurs (de droite à gauche sur la photo).

3. Une masse plus importante permet d'augmenter la valeur de la force que doivent exercer les joueurs afin de déplacer le joug.

7 1. Le mouvement est étudié dans un référentiel terrestre.

$$2. v = \frac{d}{\Delta t} \times \frac{100}{10,73} = 9,32 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

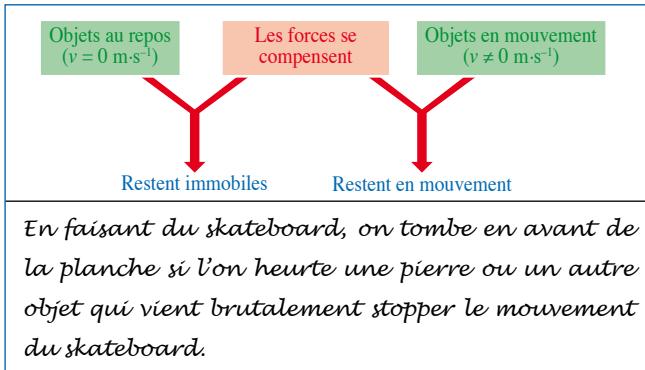
3. Initialement, la vitesse de la coureuse est nulle, donc son mouvement ne peut pas être rectiligne uniforme.

4. Le vent exercerait une force trop importante dans le sens du mouvement sur la coureuse. Sa performance serait améliorée.

8 1. Dans le référentiel terrestre, le mouvement du patineur n'est pas rectiligne uniforme, donc les forces auxquelles il est soumis ne se compensent pas.

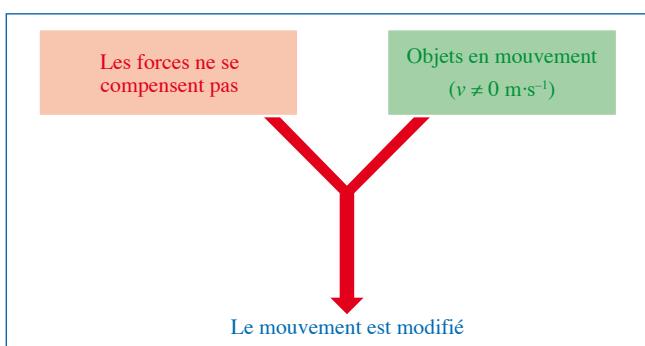
2. Le patineur est soumis à son poids, à la force exercée par le sol (quand il le touche) et à la force exercée par l'air.

9 Traduction



Solution

- Le schéma illustre le principe d'inertie.
- Le texte décrit une situation au cours de laquelle les forces ne se compensent pas. Le mouvement est alors modifié.



- 10** **1. a.** Lors de la préparation, la boule d'acier est soumise à son poids, à la force exercée par le câble et à la force exercée par l'air.
b. Lors du vol, la boule est soumise à son poids et à la force exercée par l'air.
c. Lorsque le marteau est au sol, la boule est soumise à son poids et à l'action du sol.
2. Les deux forces sont opposées (elles se compensent, car le marteau est immobile).
 Le poids est vertical et orienté vers le bas, la force exercée par le sol est verticale et orientée vers le haut. Ces deux forces sont représentées par des segments fléchés de même longueur.

- 11** **1.** Le système étudié est le parachutiste équipé. L'étude se fait dans le référentiel terrestre.
2. Le parachutiste est soumis à son poids et à la force exercée par l'air.
3. La valeur du poids est donnée par :
 $P = m \times g = 80 \times 10 = 800 \text{ N}$.
 Le poids est vertical et dirigé vers le bas.
 Avec l'échelle indiquée il est représenté par un segment fléché de 1 cm de longueur.
 D'après le principe d'inertie, la force de l'air est opposée au poids.

- 12** **1.** Le système étudié est le surf, le référentiel utilisé est le sol (référentiel terrestre).
2. Le mouvement est rectiligne uniforme.
3. Les forces exercées sur le système se compensent, car le mouvement est rectiligne uniforme.

- 4.** En utilisant l'échelle indiquée, on calcule que le surf parcourt une distance $d = 13 \text{ m}$ entre le premier et le dernier point repéré. Entre ces deux points, il y a 8 intervalles, la durée correspondante est donc :

$$\Delta t = 8 \times 0,40 = 3,20 \text{ s.}$$

$$\text{D'où } v = \frac{d}{\Delta t} = \frac{13}{3,20} = 4,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}, \text{ soit } 14,6 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}.$$

- 13** **1. a.** Le temps de pose est de $1/30^{\text{e}}$ de seconde soit $0,033 \text{ s}$.
b. On observe une traînée, car la balle se déplace pendant la durée d'ouverture de l'objectif (temps de pose non nul).
c. L'étendue du flou correspond au déplacement de la balle durant la prise de vue (durant le temps de pose).
d. Entre la première et la seconde photo, l'étendue du flou a augmenté donc la vitesse de la balle a augmenté.
2. a. Le mouvement est rectiligne accéléré.
b. D'après le principe d'inertie, les forces exercées sur la balle ne se compensent pas.
3. Le réglage « sport » permet d'obtenir des photographies nettes d'un objet qui se déplace rapidement. Pour obtenir une image nette, il faut un temps de pose court.

- 14** **1.** Le référentiel est le sol, donc un référentiel terrestre.
2. Dans ce référentiel, le mouvement de la boule est rectiligne uniforme.
3. La boule est soumise à son poids et à la réaction du sol. Ces deux forces se compensent (principe d'inertie).
4. Le parcours proposé n'étant pas rectiligne, il est impossible pour la boule de le suivre avec des forces qui se compensent.
5. Si les forces qui s'exercent sur la voiture se compensent, la voiture ira tout droit et ratera le virage.

- 15** **1.** Les forces exercées sur la boule se compensent, elles sont représentées par des vecteurs de $2,1 \text{ cm}$, car :
 $P = m \cdot g = 63 \text{ N}$.
2. Le mouvement est rectiligne uniforme.
3. $\Delta t = \frac{d}{v} = \frac{18,2}{4,3} = 4,2 \text{ s.}$
4. Les points sont équidistants, ils sont alignés sur une droite. Dans ce cas, sur la chronophotographie, on observe une seule boule, qui paraît de plus en plus grosse au fur et à mesure qu'elle s'approche des quilles.



- 16** **1.** La durée entre deux images est de $1/15^{\text{e}}$ de seconde soit 67 ms .
2. a. Le système étudié est la balle, le référentiel est un référentiel terrestre, car la caméra est posée sur une table.
b. Lorsque la balle est encore dans la main, les forces qui s'exercent sur la balle sont le poids, la force exercée par la main et la force exercée par l'air.
c. Lorsque la balle a quitté la main, il n'y a plus que le poids qui s'exerce sur la balle.
3. a. Pendant des durées égales (67 ms), la balle parcourt horizontalement des distances égales, donc la vitesse horizontale n'est pas modifiée, il n'y a pas de force horizontale.
b. Pendant des durées égales (67 ms), la balle parcourt verticalement des distances différentes, donc la vitesse verticale est modifiée, il y a une force verticale.
c. Seule la vitesse verticale est modifiée, donc la balle n'est soumise qu'à une force verticale. Ceci est en accord avec le résultat de la question **2. c.**, car lorsque la balle a quitté la main il n'y a que le poids qui s'exerce sur la balle et le poids est vertical.

- 17**
1. Lors de la première phase, le sauteur est soumis à son poids.
 2. Lors de la deuxième phase, le sauteur est soumis à son poids (vers le bas) et à la force (vers le haut) exercée par l'élastique.
 3. Les longueurs relatives des vecteurs dépendent de l'instant correspondant à la représentation. La valeur de \vec{P} est fixe mais celle de \vec{T} augmente entre l'instant où l'élastique commence à se tendre (on a alors $P > T$) et l'instant où le sauteur est en bas (on a alors $T > P$).
 4. a. La valeur de la vitesse est nulle au point le plus bas de la trajectoire (le sauteur arrête de descendre et il va remonter).



- b. La date correspondante est d'environ 1 250 ms.
5. La valeur de la vitesse n'est pas constante, la balle est donc soumise à des forces qui ne se compensent pas.

- 18**
1. La vitesse et la trajectoire du volant sont modifiées par l'action de la raquette.
 2. Le mouvement du volant n'est pas rectiligne uniforme, donc les forces exercées sur le volant ne se compensent pas.
 3. Soit Δt , la durée nécessaire pour parcourir le terrain :
$$\Delta t = \frac{d}{v} \times \frac{13,4}{85} = 0,16 \text{ s.}$$
 4. La vitesse du volant diminue, car l'air freine le volant.

18

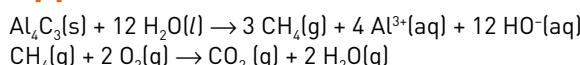
La réaction chimique

Savoir

QCM

1. A et C ; 2. B ; 3. B et C ; 4. B et C ; 5. A et C ; 6. A et B ; 7. B ; 8. C ; 9. B et C ; 10. A, B et C.

Application immédiate



Exercices

1 Transformations physiques : **a** ; **d** ; **e** ; **f** ; **h**.
Transformations chimiques : **b** ; **c** et **g**.

2 État du système : $P = 1,0$ bar, $T = 25^\circ\text{C}$, glucose $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{aq})$, fructose $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{aq})$, saccharose $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}(\text{aq})$, ion chlorure $\text{Cl}^-(\text{aq})$ et ion sodium $\text{Na}^+(\text{aq})$.

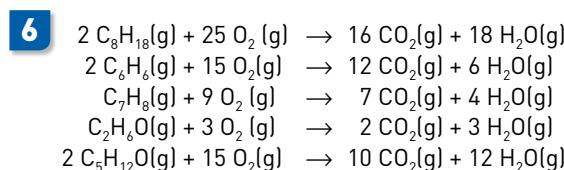
3 1. État initial : glucose $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s})$ et dioxygène $\text{O}_2(\text{g})$.
État final : dioxyde de carbone $\text{CO}_2(\text{g})$, eau $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ et dioxygène $\text{O}_2(\text{g})$ introduit en excès.

2. État initial : P_i ; T_i ; $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s})$; $\text{O}_2(\text{g})$.
État final : P_f ; T_f ; $\text{CO}_2(\text{g})$; $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$; $\text{O}_2(\text{g})$.

- 4**
- a. $\text{CH}_4(\text{g}) + 2 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
 - b. $2 \text{CH}_4(\text{g}) + 3 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{CO}(\text{g}) + 4 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
 - c. $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{C}(\text{s}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$

5 1. Réactifs : dioxyde de carbone $\text{CO}_2(\text{g})$, ions calcium $\text{Ca}^{2+}(\text{aq})$ et ions hydroxyde $\text{HO}^-(\text{aq})$.

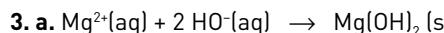
Produits : carbonate de calcium $\text{CaCO}_3(\text{s})$ et eau $\text{H}_2\text{O}(\ell)$.
 $\text{2. CO}_2(\text{g}) + \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{HO}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\ell)$.



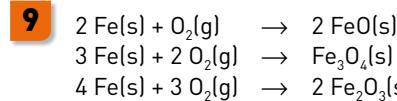
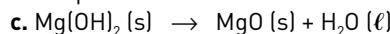
7 a. Lors de l'agitation, le liquide à l'intérieur de la bombe aérosol se vaporise ce qui absorbe de la chaleur ; la paroi qui fournit cette chaleur se refroidit.
b. La vaporisation de l'éther au contact de la peau absorbe de la chaleur ; la peau qui fournit cette chaleur se refroidit.

- 8**
- 1. $\text{MgCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{MgO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$
 - 2. a. $2 \text{Mg}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{MgO}(\text{s})$

9 b. Cette réaction était utilisée dans les flashes photographiques.



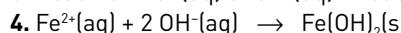
b. Une déshydratation est une perte d'eau par une espèce chimique.



1. C'est l'ion fer(II) $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ qui est mis en évidence.



3. Réactifs : $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ et $\text{OH}^-(\text{aq})$. Produit : Fe(OH)_2 .



5. Les ion $\text{Na}^+(\text{aq})$ et $\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$, bien que présents dans le milieu, ne réagissent pas.

11 Un particulier pense que sa piscine contient des ions cuivre(II) et des ions chlorure.

1. Quel test peut-on lui proposer de réaliser pour vérifier que sa piscine contient effectivement des ions cuivre(II) ? Écrire l'équation de la réaction associée à ce test.

2. Mêmes questions pour les ions chlorure.

3. Si la présence de ces ions est due à la dissolution d'un composé ionique solide, quel peut être ce composé ? Quelle est sa formule ?

12 Énoncé possible

Le propane, de formule C_3H_8 , est une des deux espèces présentes dans le gaz de pétrole liquéfié ou GPL utilisé aujourd'hui comme combustible dans certains véhicules automobiles. Lors de son utilisation, il participe à une combustion complète avec le dioxygène de l'air ; nous admettrons que, dans cette réaction, les réactifs et les produits sont tous à l'état gazeux.

1. Donner le nom et la formule des réactifs et produits de cette réaction chimique.

2. Quels tests permettraient de mettre en évidence les produits de cette combustion ?

3. Écrire l'équation chimique de cette réaction. Les nombres stœchiométriques utilisés seront des entiers les plus petits possibles.

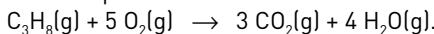
Solution

1. Le propane C_3H_8 et le dioxygène O_2 sont les réactifs de cette réaction. Comme la combustion est complète, le dioxyde de carbone CO_2 et l'eau H_2O en sont nécessairement les produits.

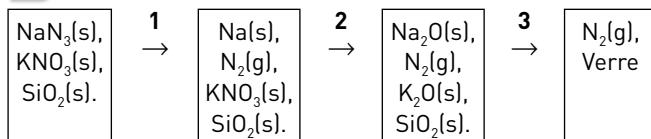
2. Le dioxyde de carbone peut être mis en évidence en le faisant barboter dans de l'eau de chaux qui va alors se troubler par formation de carbonate de calcium $CaCO_3(s)$.

L'eau, une fois condensée à l'état liquide, peut réagir avec du sulfate de cuivre anhydre $CuSO_4(s)$ blanc pour donner du sulfate de cuivre hydraté $CuSO_4 \cdot 5 H_2O(s)$ bleu.

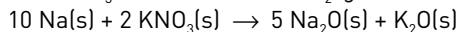
3. L'équation chimique de la réaction s'écrit :



13

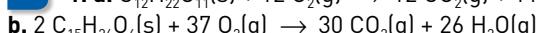


2. $2 NaN_3(s) \rightarrow 2 Na(s) + 3 N_2(g)$



3. Les airbags anti-avalanches sont des gilets de sauvetages gonflés par détente d'un gaz (généralement le diazote) contenu dans une « bombe » ; le déclenchement se fait manuellement par le skieur au moment de l'avalanche.

14 1. a. $C_{12}H_{22}O_{11}(s) + 12 O_2(g) \rightarrow 12 CO_2(g) + 11 H_2O(g)$

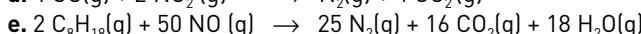
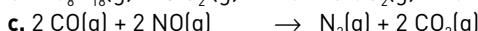
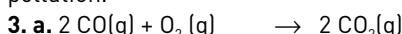


2 a. $m(\text{glucide}) = 235 \text{ g}$ soit environ l'équivalent de 42 morceaux de sucre.

b. $m(\text{lipide}) = 105 \text{ g}$.

15 1. Un pot catalytique est un pot d'échappement qui contient des métaux (platine, palladium, rhodium) qui catalysent les réactions d'élimination de CO , $CxHy$, NO et NO_2 .

2. Le dioxyde de carbone n'est pas toxique à faible dose. En revanche, sa présence dans l'atmosphère accroît l'effet de serre... Il peut donc être considéré comme une source de pollution.

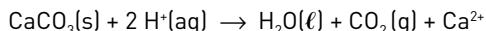


16 1. Faire réagir le contenu d'un des flacons avec de l'acide chlorhydrique et tester le gaz en le faisant barboter dans de l'eau de chaux ; si celle-ci se trouble, le flacon testé contient du carbonate de calcium. Si elle ne se trouble pas, vérifier que ce gaz brûle avec éventuellement une petite détonation, le flacon testé contient alors du fer.

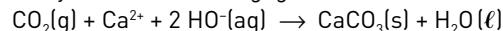
Une fois la réaction terminée, tester la présence d'ions Fe^{2+} avec une solution d'hydroxyde de sodium, un précipité vert se forme.

On peut aussi envisager d'enflammer le contenu de l'un des flacons, seul celui contenant du charbon brûle facilement ; on peut alors mettre en évidence la formation de dioxyde de carbone.

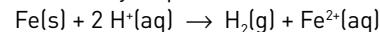
2. Action de l'acide chlorhydrique avec le carbonate de calcium :



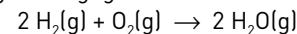
Test du dioxyde de carbone dégagé :



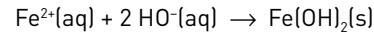
Action de l'acide chlorhydrique avec le fer :



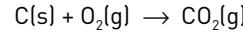
Test du dihydrogène dégagé :



Test de la présence des ions fer(II) :



Combustion du charbon (carbone) :



3. La poudre de fer peut être attirée par un aimant.

17 Traduction

« Nous mangeons et respirons afin de disposer de l'énergie nécessaire pour effectuer nos activités quotidiennes. Le glucose $C_6H_{12}O_6$ présent dans nos aliments réagit avec le dioxygène de l'air pour produire du dioxyde de carbone, de l'eau et de l'énergie. Cette réaction, connue comme réaction aérobie, se produit continuellement dans presque toutes les cellules de notre corps pour fournir l'énergie pour tous nos besoins, tels que la marche, la respiration, la régulation de la température de notre corps... »

Il n'est pas possible de faire des réserves de dioxygène, il doit être pris à chaque respiration. Quand la quantité de dioxygène absorbé ne permet plus de satisfaire les besoins en énergie, les cellules du muscle sont le siège d'une réaction complètement différente. Elle est connue comme une réaction anaérobie et elle implique que le glucose soit coupé en deux moitiés pour former deux molécules d'acide lactique $C_3H_6O_3$. Cet acide lactique ne peut être éliminé des cellules aussi rapidement que l'eau et le dioxyde de carbone. Ainsi, il s'accumule dans les muscles ; ceux-ci semblent devenir lourds, éprouvés et même être le siège de crampes. C'est ce qui crée la fatigue des muscles. »

1. Expliquer la différence entre une réaction aérobie et une réaction anaérobie.

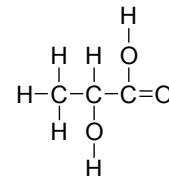
2. Donner la formule brute et la formule développée de l'acide lactique. Dessiner la molécule d'un isomère de cet acide.

3. Écrire les équations des deux réactions citées dans le texte.

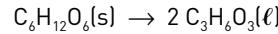
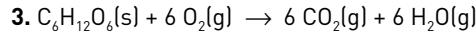
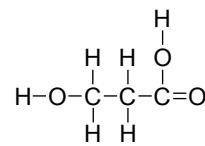
Solution

1. Une réaction aérobie se fait en présence d'air, donc de dioxygène, alors qu'une réaction anaérobie se fait à l'abri de l'air donc sans dioxygène.

2. Formule brute : $C_3H_6O_3$; formule développée :



Dessin de la molécule d'un isomère de l'acide lactique :



19

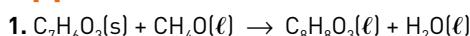
Synthèse d'une espèce chimique

Savoir

QCM

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

Application immédiate



2. Voir le document p. 280 du Manuel.

3. • L'acide salicylique a pour formule $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_3$. Sa masse molaire moléculaire M_1 vaut :

$$M_1 = 7 \times 12,0 + 6 \times 1,00 + 3 \times 16,0 = 138,0 \text{ g.mol}^{-1}$$

La masse m_1 d'acide salicylique à prélever s'en déduit :

$$m_1 = n_1 \times M_1,$$

soit : $m_1 = 0,200 \times 138,0 = 27,6$ g prélevés avec une balance de précision.

• Le méthanol a pour formule CH_4O . Sa masse molaire moléculaire M_2 vaut :

$$M_2 = 1 \times 12,0 + 4 \times 1,00 + 1 \times 16,0 = 32,0 \text{ g.mol}^{-1}$$

La masse m_2 de méthanol à prélever s'en déduit :

$$m_2 = n_2 \times M_2,$$

soit : $m_2 = 0,500 \times 32,0 = 16,0$ g.

Le volume V_2 est $V_2 = \frac{m_2}{\rho_2}$,

soit : $V_2 = \frac{16,0}{0,800} = 20,0$ mL prélevés avec une pipette jaugée de 20,0 mL.

Exercices

- 1** 1. Le caoutchouc vulcanisé est une espèce de synthèse.
2. Le caoutchouc naturel et le caoutchouc vulcanisé sont élastiques, mais le caoutchouc vulcanisé est plus solide et plus élastique, il résiste mieux aux variations de température.

- 2** 1. Le Taxol® est naturel et le Taxotère® est synthétique.
2. Le Taxotère® s'est avéré plus efficace contre certains cancers et plus facile à produire.

Note : en fait, le Taxotère® est produit par hémisynthèse.

Paclitaxel	Docétaxel
Taxus brevifolia	Taxus baccata
Écorce (1 g pour 10 kg d'écorces sèches).	Aiguilles (1 g pour 5 kg d'aiguilles)
Source non renouvelable	Source renouvelable
Activité anticancéreuse <i>in vitro</i> +	Activité anticancéreuse <i>in vitro</i> +++

- 3** 1. Un chauffage à reflux permet d'accélérer une réaction chimique sans perte d'espèces chimiques qui refluent dans le mélange réactionnel.
2. Le reflux est assuré (le plus souvent) par un réfrigérant à air ou à eau.

3. Montage I avec réfrigérant à air :

- (a) : Réfrigérant à air
- (b) : Erlenmeyer
- (c) : Mélange réactionnel
- (d) : Bain-marie
- (e) : Cristallisoir
- (f) : Barreau aimanté
- (g) : Support magnétique chauffant

Montage II avec réfrigérant à eau :

- (h) : Réfrigérant à eau
- (i) : Ballon à fond rond
- (j) : Chauffe-ballon
- (k) : Mélange réactionnel
- (l) : Grains de pierre ponce
- (m) : Support élévateur

- 4. De l'eau circule dans le réfrigérateur (II). On utilise de l'air à température ambiante dans le réfrigérant (I).**

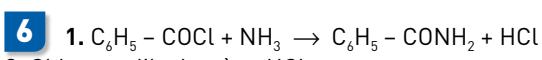
- 4** L'eau doit rentrer par le bas du réfrigérant, il faut donc brancher le tuyau du bas au robinet.
Il ne doit pas y avoir de thermomètre au sommet du réfrigérant, celui-ci doit être à l'air libre.
Le ballon doit être tenu par une pince fixée sur le support.
Le chauffe-ballon doit être posé sur un élévateur à croisillons.
La prise du chauffe-ballon doit être branchée.

5 1. a. L'étape de synthèse : « L'aspirine est obtenue en chauffant à reflux de l'acide salicylique (solide) et de l'anhydride acétique (liquide). Il se forme également de l'acide acétique. »

b. L'étape de séparation : « Après réaction, l'addition d'eau dans le mélange réactionnel transforme l'excès d'anhydride acétique en acide acétique (très soluble dans l'eau) et entraîne la formation de cristaux blancs que l'on récupère. »

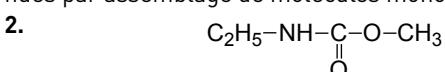
c. L'étape d'identification : « Pour vérifier que ces cristaux contiennent bien de l'aspirine, on réalise une chromatographie sur couche mince avec un éluant adapté. »

2. Il aurait fallu faire une purification avant l'identification.

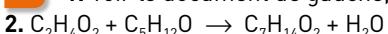


7 1. Déperlant : un tissu est déperlant lorsque les gouttelettes d'eau coulent dessus sans le pénétrer.

Polymère : ensemble de macromolécules (elles-mêmes obtenues par assemblage de molécules monomères).



8 1. Voir le document de gauche, p. 280 du Manuel.



3. a. L'acide acétique a pour formule $C_2H_4O_2$. Sa masse molaire moléculaire M_1 vaut :

$$M_1 = 2 \times 12,0 + 4 \times 1,00 + 2 \times 16,0 = 60,0 \text{ g.mol}^{-1}$$

L'alcool isoamyle a pour formule $C_5H_{12}O$. Sa masse molaire moléculaire M_2 vaut :

$$M_2 = 5 \times 12,0 + 12 \times 1,00 + 1 \times 16,0 = 88,0 \text{ g.mol}^{-1}$$

b. La masse m_1 d'acide acétique à prélever s'en déduit :

$$m_1 = n_1 \times M_1,$$

$$\text{soit : } m_1 = 0,350 \times 60,0 = 21,0 \text{ g.}$$

La masse m_2 d'alcool isoamyle à prélever s'en déduit :

$$m_2 = n_1 \times M_1,$$

$$\text{soit : } m_2 = 0,200 \times 88,0 = 17,6 \text{ g.}$$

c. Le volume V_1 est : $V_1 = \frac{m_1}{\rho_1}$,

$$\text{soit : } V_1 = \frac{21,0}{1,05} = 20,0 \text{ mL.}$$

Le volume V_2 est : $V_2 = \frac{m_2}{\rho_2}$,

$$\text{soit : } V_2 = \frac{17,6}{0,800} = 22,0 \text{ mL.}$$

4. a. On verse de l'eau salée pour diminuer la solubilité de l'ester dans la phase aqueuse.

b. L'acétate d'isoamyle, moins dense que l'eau salée, constitue la phase supérieure (a).



2. a. Voir le schéma de droite, p. 280 du Manuel.

b. Un chauffage à reflux permet d'accélérer une transformation chimique sans perte d'espèces chimiques qui refluent dans le mélange réactionnel.

3. a. Cette étape extrait de la phase aqueuse le benzoate de benzyle dissous dans l'eau, car celui-ci est encore moins soluble dans l'eau salée que dans l'eau pure.

b. Verser le mélange réactionnel dans une ampoule à décanter contenant de l'eau salée. Retourner l'ampoule et ouvrir le robinet. Agiter. Fermer le robinet puis laisser décanter.

c. Le benzoate d'éthyle constitue la phase inférieure vu sa densité.

4. a. La tache ronde visible pour *B*, *C* et *D* est celle du benzoate de benzyle.

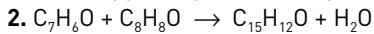
b. Le dépôt *C* donne deux taches après élution : *C* n'est pas pur.

c. *C* contient du benzoate de benzyle et de l'alcool benzyllique

d. La résine de myroxolon contient, entre autres, du benzoate de benzyle et de l'alcool benzyllique.

10 1. Antimitotique : qui empêche la mitose (multiplication des cellules).

Catalyseur : un catalyseur est une espèce qui accélère une transformation chimique ; il se retrouve intact en fin de réaction. Il n'apparaît pas dans l'équation de la réaction.



Il se forme de l'eau.

3. Voir le schéma de droite, p. 280 du Manuel.

4. Lorsque la cristallisation semble terminée, filtrer le solide sur Büchner, le rincer à l'eau glacée, puis récupérer les cristaux de chalcone dans un petit erlenmeyer.

5. Le concept de chimie verte est défini en 1998. Il prévoit l'utilisation de principes visant à réduire puis à éliminer l'utilisation de substances néfastes pour l'environnement, par de nouveaux procédés et des voies de synthèses respectueuses de l'environnement.

6. Les réactions sans solvant sont privilégiées, car elles sont moins polluantes.

11 **Traduction** Chauffage à reflux

La benzocaïne est un anesthésique local utilisé dans de nombreuses pommades. Elle peut être préparée à partir d'acide para-aminobenzoïque ($M_1 = 137 \text{ g.mol}^{-1}$) et d'éthanol ($\rho_2 = 0,79 \text{ g.mL}^{-1}$).

La première étape de la synthèse est décrite ci-après :

- dans un ballon à fond rond, ajouter 1,30 g d'acide para-aminobenzoïque, 17,5 mL d'éthanol et quelques mL d'acide sulfurique utilisé comme catalyseur ;

- chauffer à reflux pendant une heure environ.

1. Déterminer les quantités de matière, n_1 et n_2 , d'acide para-aminobenzoïque et d'éthanol.

2. Faire le schéma du montage.

3. Quel est l'intérêt de ce montage ?

Solution

1. • $n_1 = \frac{m_1}{M_1}$, soit :

$$n_1 = \frac{1,30}{137} = 9,49 \times 10^{-3} \text{ mol.}$$

• $n_2 = \frac{m_2}{M_2}$ et $V_2 = \frac{m_2}{\rho_2}$, donc :

$$n_2 = \frac{\rho_2 \times V_2}{M_2} = \frac{0,79 \times 17,5}{2 \times 12,0 + 6 \times 1,00 + 1 \times 16,0} = 3,0 \times 10^{-1} \text{ mol.}$$

2. Voir le schéma de droite, p. 280 du Manuel.

3. Un chauffage à reflux permet d'accélérer une transformation chimique sans perte d'espèces chimiques qui refluent dans le mélange réactionnel.

12 1. Dans le domaine des sports et loisirs, il entre dans la composition de textiles, notamment la viscose ou de matériaux plastiques (l'acétate de cellulose est très utilisé dans les montures de lunettes).

L'acétate de cellulose est fabriqué à partir de cellulose et d'acide éthanoïque

2. Un catalyseur est une espèce qui accélère une transformation chimique ; il se retrouve intact en fin de réaction. Il n'apparaît pas dans l'équation de la réaction.

3. Réactifs : anhydride acétique et coton (contenant de la cellulose).

Produit : acétate de cellulose.

4. Un chauffage à reflux permet d'accélérer une transformation chimique sans perte d'espèces chimiques qui refluent dans le mélange réactionnel. Voir le schéma de droite, p. 280 du Manuel.

5. a. L'étape utilisant un filtre Büchner est la filtration.

b. On filtre sous vide le mélange : le solide et la phase liquide sont séparés plus facilement que lors d'une filtration sur filtre plissé à la pression atmosphérique.

6. Le lavage permet de dissoudre les impuretés solubles dans l'eau.

13 **1.** *Texticaments* : néologisme résultant de la contraction des mots *textile* et *médicaments*.

2. Le principe actif est libéré par frottement.

3. On parle de *microcapsule*, car leur taille est de l'ordre du micromètre.

4. La paroi de la capsule est en Nylon®.

5. Les réactifs de la synthèse de la microcapsule sont l'hexane -1,6-diamine et le chlorure de sébacyle.

14 **1.** Le monomère présente un groupe carboxyle $-CO_2H$ et un groupe amine $-NH_2$.

2. Un monomère est une espèce utilisée dans la synthèse des polymères au cours d'une réaction de polymérisation. Lorsqu'un monomère contient deux groupes caractéristiques amine et carboxyle susceptibles de participer à une réaction de polymérisation, le polymère obtenu est un polyamide, car il présente un très grand nombre de fois le groupe amide $-CO-NH-$

3. Le monomère contient 11 atomes de carbone.

20

La pression

Savoir

QCM

1. C ; 2. A ; 3. A ; 4. B ; 5. B et C ; 6. A ; 7. B ; 8. A ; 9. B ; 10. B.

Application immédiate

1. Soit P la pression à 20 m de profondeur.

$$P = P_{\text{atm}} + \rho_{\text{eau}} \cdot g \cdot z = 1,020 \times 10^5 + 1010 \times 9,8 \times 20 = 3,0 \times 10^5 \text{ Pa.}$$

À 20 m de profondeur, la pression est de $3,0 \times 10^5 \text{ Pa}$.

2. On suppose que la quantité d'air et sa température ne varient pas.

D'après la loi de Boyle-Mariotte, $P \cdot V = P_{\text{atm}} \cdot V_0$, avec V_0 le volume occupé par l'air des poumons sous pression atmosphérique.

$$V_0 = \frac{P \cdot V}{P_{\text{atm}}} = \frac{3,0 \times 10^5 \times 2,3}{1,020 \times 10^5} = 6,8 \text{ L.}$$

3. Lors de la remontée, la pression diminue. La solubilité du diazote dans le sang diminue également.

Exercices

1 1. Le mouvement des molécules dans la bouteille est continu et désordonné.

2. L'agitation des molécules diminue avec la température.

3. Puisque l'agitation diminue, les chocs des particules sont moins nombreux. La force pressante diminue.

4. La force pressante sur une surface donnée diminue.

D'après la formule $P = \frac{F}{S}$, il en est de même pour la pression.

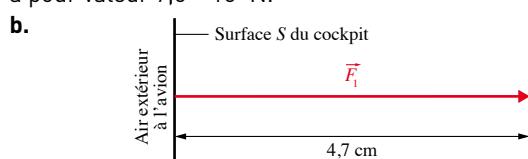
2 1. $P = \frac{F}{S}$ avec F la force pressante exprimée en newton sur une surface S exprimée en m^2 .

$$2. F = P \cdot S = 1,013 \times 10^5 \times 0,26 = 2,6 \times 10^4 \text{ N.}$$

La force pressante exercée sur une surface de $0,26 \text{ m}^2$ du dos du plongeur est de $2,6 \times 10^3 \text{ N}$.

3 1. a. $F_1 = P_1 \cdot S$, avec $S = 20 \times 35 = 7,0 \times 10^2 \text{ cm}^2 = 7,0 \times 10^{-2} \text{ m}^2$
 $F_1 = 1000 \times 10^2 \times 7,0 \times 10^{-2} = 7,0 \times 10^3 \text{ N}$.

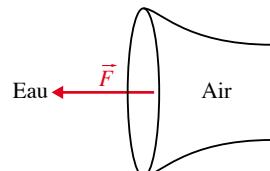
La force pressante exercée par l'air sur la surface S du cockpit a pour valeur $7,0 \times 10^3 \text{ N}$.



$$2. P_2 = \frac{F_2}{S} = \frac{6,3 \times 10^3}{7,0 \times 10^{-2}} = 9,0 \times 10^4 \text{ Pa.}$$

La pression de l'air à une altitude de 1 000 m est de $9,0 \times 10^4 \text{ Pa}$.

4 1.



$$2. P = \frac{F}{S} = \frac{2,4 \times 10^3}{8,0 \times 10^{-3}} = 3,0 \times 10^5 \text{ Pa.}$$

3. 3,0 bar = $3,0 \times 10^5 \text{ Pa}$. Les deux pressions sont égales.

5 1. La pression à la surface de l'eau est la pression atmosphérique égale à 1 013 hPa.

$$2. P = P_{\text{atm}} + \rho_{\text{eau}} \cdot g \cdot z = 1,013 \times 10^5 + 1030 \times 9,8 \times 10 = 2,0 \times 10^5 \text{ Pa.}$$

$$3. z = \frac{P - P_{\text{atm}}}{\rho_{\text{eau}} \cdot g} = \frac{4,0 \times 10^5 - 1,013 \times 10^5}{1030 \times 9,8} = 30 \text{ m.}$$

La pression est de $4,0 \times 10^5 \text{ Pa}$ à une profondeur de 30 m.

6 1. L'air est toujours contenu dans la bouteille. Il occupe un volume de 15,0 L.

2. Le produit de la pression d'un gaz par le volume qu'il occupe est constant, $P \cdot V = \text{Cste}$.

3. On ne peut pas appliquer la loi de Boyle-Mariotte, car la quantité d'air varie, elle diminue. Cette loi est valable si la température et la quantité de gaz ne varient pas.

7 1. a. $P = P_{\text{atm}} + \rho \cdot g \cdot z = 1,004 \times 10^5 + 1000 \times 9,8 \times 5,0 = 1,5 \times 10^5 \text{ Pa.}$

La pression de l'eau à 5,0 m de profondeur est de $1,5 \times 10^5$ Pa.

b. La pression de l'air injecté dans le parachute de palier est égale à la pression ambiante, c'est-à-dire $1,5 \times 10^5$ Pa.

2. On considère que la quantité d'air contenu dans le parachute est constante et que sa température ne varie pas.

D'après la loi de Boyle-Mariotte, $P \cdot V = P_{\text{atm}} \cdot V_{\text{atm}}$.

$$V_{\text{atm}} = \frac{P \cdot V}{P_{\text{atm}}} = \frac{1,5 \times 10^5 \times 4,2}{1,004 \times 10^5} = 6,3 \text{ L.}$$

L'air injecté dans le parachute occupe un volume de 6,3 L à la surface.

8 **1.** La quantité de dioxygène diminue dans le sang, car la pression de l'air ambiant diminue avec l'altitude.

2. La solubilité d'un gaz dans un liquide est d'autant plus grande que la pression dans le liquide est importante.

9 **1.** La masse de la boisson diminue, car du dioxyde de carbone qu'elle contenait est parti.

2. Sous la cloche à vide, on diminue la pression de l'air ; il en est de même pour la pression dans la boisson. Le dioxyde de carbone ainsi que le dioxygène dissous s'échappent de l'eau. La solubilité d'un gaz dans une solution diminue lorsque la pression baisse.

10 **1.** $P = P_{\text{atm}} + \rho_{\text{eau}} \cdot g \cdot z = 0,997 \times 10^5 + 1000 \times 9,8 \times 5,0 = 1,5 \times 10^5$ Pa.

La pression de l'eau à 5,0 m de profondeur est de $1,5 \times 10^5$ Pa.

2. La pression de l'air respiré par le plongeur à 5,0 m de profondeur est la même que la pression ambiante, c'est-à-dire de $1,5 \times 10^5$ Pa.

3. Si le plongeur bloque sa respiration, il arrive à la surface avec une pression à l'intérieur des poumons supérieure de : $0,5 \times 10^5$ Pa = 5×10^4 Pa à celle de l'air ambiant. Il risque donc des problèmes de déchirement des alvéoles pulmonaires.

11 **1.** La pression atmosphérique diminue avec l'altitude.

2. Si on suppose que la quantité de gaz emprisonné dans le sachet ainsi que sa température ne varient pas, le produit de la pression P de ce gaz par le volume V qu'il occupe est constant (loi de Boyle-Mariotte).

En montant, la pression diminue, donc le volume augmente. Le sachet hermétique gonfle.

3. L'expérience de PASCAL illustre la loi de Boyle-Mariotte, la situation est identique à l'observation du trekkeur.

12 **1. a.** $P = 3,0 \text{ bar} = 3,0 \times 10^5$ Pa.

b. $S = \frac{F}{P} = \frac{4000}{3,0 \times 10^5} = 1,3 \times 10^{-2} \text{ m}^2$.

La surface de contact du pneu avec la route est de $1,3 \times 10^{-2} \text{ m}^2$.

2. a. Pour une même force pressante, si P diminue alors S augmente et inversement.

b. Sur terrain glissant, il faut augmenter la surface de contact du pneu avec le sol.

c. Sur terrain glissant, afin d'augmenter la surface de contact avec le sol, il faut diminuer la pression des pneus.

13 **1.** Une tension artérielle de 13 correspond à une pression $T_{\text{max}} = 13 \times 1333 = 1,7 \times 10^4$ Pa.

Une tension artérielle de 8 correspond à une pression $T_{\text{min}} = 8 \times 1333 = 1,1 \times 10^4$ Pa.

2. $P_{\text{sangmax}} = T_{\text{max}} + P_{\text{atm}} = 1,7 \times 10^4 + 1,013 \times 10^5 = 1,18 \times 10^5$ Pa.

De même :

$$P_{\text{sangmin}} = T_{\text{min}} + P_{\text{atm}} = 1,1 \times 10^4 + 1,013 \times 10^5 = 1,12 \times 10^5$$
 Pa.

14 **1.** $P_{\text{snow}} = M \cdot g = 70 \times 9,8 = 6,9 \times 10^2$ N.

2. La force pressante exercée par le surf sur la neige est égale au poids du surfeur et de son équipement.

3. $S = \frac{F}{P} = \frac{6,9 \times 10^2}{2\,000} = 0,35 \text{ m}^2$.

4. La longueur minimale de la surface de contact du surf avec la neige est $L = \frac{S}{\ell} = \frac{0,35}{0,26} = 1,3 \text{ m}$.

15 **1.** $P = \frac{F}{S}$, avec P en pascal, F en newton et S en m^2 .

2. $S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \times (3 \times 10^{-2})^2}{4} = 7,1 \times 10^{-4} \text{ m}^2$.

3. $F = P \cdot S = 3,2 \times 10^5 \times 7,1 \times 10^{-4} = 2,3 \times 10^2$ N.

Au début du gonflage, la force que Joris doit exercer sur l'extrémité de la pompe doit avoir une valeur minimale de $2,3 \times 10^2$ N.

4. Au cours du gonflage, la pression de l'air à l'intérieur du pneu augmente. Il en est de même pour la valeur de la force exercée sur la pompe.

16 **1.** Lors d'une plongée, Claire respire de l'air sous pression ambiante. Lors de la remontée, la pression de l'air dans la bouche diminue, la force pressante extérieure exercée sur les dents diminue. Si l'air est emprisonné dans la dent, la force pressante à l'intérieur ne change pas, mais devient de plus en plus grande par rapport à la force pressante extérieure. La dent peut se fissurer, voire éclater.

2. La dent doit être soignée. À l'endroit de la carie, le dentiste place un amalgame qui empêche l'air de s'infiltrer dans la dent.

17 **1. a.** $F = P \cdot S = 76 \times 10^3 \times 0,5 \times 10^{-4} = 3,8$ N.

b. Il y a égalité de pression entre l'oreille externe et l'oreille moyenne. La surface de séparation entre ces deux espaces est la même, c'est la surface du tympan. Il y a égalité entre les forces pressantes.

2. a. La force pressante extérieure est supérieure à la force pressante intérieure, car $P_{\text{ext}} > P_{\text{int}}$ et la surface d'application de ces forces est la même de part et d'autre.

b. Par cette méthode, on force les trompes d'Eustache à s'ouvrir et à laisser entrer de l'air dans l'oreille moyenne. Cette méthode porte le nom de *Valsalva*.

18 **1.** On applique la loi de Boyle-Mariotte.

$$P_1 \cdot V_r = P_{\text{atm}} \cdot V_t, \text{ d'où } P_1 = \frac{P_{\text{atm}} \cdot V_t}{V_r} = \frac{1,0 \times 6,0}{1,5} = 4,0 \text{ bar.}$$

2. $P_1 = P_{\text{atm}} + \rho_{\text{eau}} \cdot g \cdot z$, donc :

$$z = \frac{P_1 - P_{\text{atm}}}{\rho_{\text{eau}} \cdot g} = \frac{4,0 \times 10^5 - 1,0 \times 10^5}{1\,000 \times 9,8} = 31 \text{ m.}$$

L'apnéiste est soumis à une pression de 4,0 bars à une profondeur de 31 m.

3. $P_{214} = P_{\text{atm}} + \rho_{\text{eau}} \cdot g \cdot z = 1,0 \times 10^5 + 1\,000 \times 9,8 \times 214 = 2,2 \times 10^6$ Pa = 22 bar.

D'après la loi de Boyle-Mariotte :

$$V_{214} = \frac{P_{\text{atm}} \cdot V}{P_{214}} = \frac{1,0 \times 6,0}{22} = 0,27 \text{ L.}$$

À 214 m de profondeur, l'air occuperait un volume de 0,27 L.

4. Il y a un afflux de sang vers les poumons pour éviter que leur volume ne passe en dessous de 1,5 L.

19 **1.** $P_1 = P_{\text{atm}} + \rho_{\text{eau}} \cdot g \cdot z = 1,013 \times 10^5 + 1\,000 \times 9,8 \times 20 = 3,0 \times 10^5$ Pa = 3,0 bar.

La pression à 20 m de profondeur est de $3,0 \times 10^5$ Pa. Le plongeur inspire de l'air à pression ambiante, c'est-à-dire $3,0 \times 10^5$ Pa.

2. On applique la loi de Boyle-Mariotte :

$$V_1 = \frac{P_b \cdot V_b}{P_1} = \frac{150 \times 12}{3,0} = 6,0 \times 10^2 \text{ L.}$$

L'air contenu dans la bouteille occuperait un volume $V_1 = 6,0 \times 10^2 \text{ L}$ s'il était soumis à une pression $P_1 = 3,0 \text{ bar}$.

3. À 20 m de profondeur, le plongeur peut rester :

$$\frac{6,0 \times 10^2}{20} = 30 \text{ min.}$$

4. $P_2 = P_{\text{atm}} + \rho_{\text{eau}} \cdot g \cdot z = 1,013 \times 10^5 + 1\,000 \times 9,8 \times 30$
 $= 4,0 \times 10^5 \text{ Pa} = 4,0 \text{ bar.}$

La pression à 30 m de profondeur est de $4,0 \times 10^5 \text{ Pa}$ ou 4,0 bar.

On applique la loi de Boyle-Mariotte :

$$V_2 = \frac{P_b \cdot V_b}{P_2} = \frac{150 \times 12}{4,0} = 4,5 \times 10^2 \text{ L.}$$

L'air contenu dans la bouteille occuperait un volume $V_2 = 4,5 \times 10^2 \text{ L}$ s'il était soumis à une pression $P_2 = 4,0 \text{ bar}$.

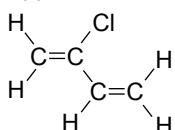
À 30 m de profondeur, le plongeur peut rester :

$$\frac{4,5 \times 10^2}{20} = 23 \text{ min.}$$

5. Pour une même quantité d'air stocké dans une bouteille, la durée de la plongée diminue quand la profondeur augmente.

AUTOUR DU SPORT

1. Formule développée :



2. Le polymère est un mélange de macromolécules (elles-mêmes obtenues par assemblage de molécules monomères).

3. Risques associés à l'utilisation du chloroprène :

H225 : liquide et vapeurs très inflammables ;

H350 : peut provoquer le cancer ;

H332 : nocif par inhalation ;

H302 : nocif en cas d'ingestion ;

H373 : risque présumé d'effets graves pour les organes ;

H319 : provoque une sévère irritation des yeux ;

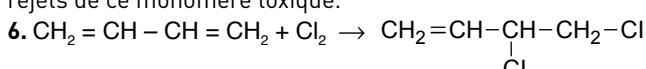
H335 : peut irriter les voies respiratoires ;

H315 : provoque une irritation cutanée.

4. Masse de chloroprène rejeté dans la nature chaque année : $m = (500 \times 10^{-6}) \times (10^6 \times 10^3) = 5,00 \times 10^5 \text{ kg}$

= 500 000 kilogrammes soit 500 tonnes.

5. En triant les déchets à base de chloroprène et en les amenant en décharge afin qu'ils soient recyclés, on limite les rejets de ce monomère toxique.



7. A est du chlorure d'hydrogène de formule HCl .

8. En supposant la température de l'eau sensiblement constante, la loi de Boyle-Mariotte s'écrit $P \times V = \text{Cste}$. Comme, lors de la plongée, la pression varie, le volume occupé par les gaz varie et l'épaisseur de la combinaison aussi.

9. a En fait, en descendant la pression augmente, le volume des gaz diminue et l'épaisseur de la combinaison diminue également.

b. La combinaison protège plus du froid en surface qu'en profondeur, car elle est plus épaisse en surface, donc plus isolante.

2. 1. Lorsqu'un ballon a été frappé sans aucun effet par un joueur, sa trajectoire est contenue dans un plan vertical, elle n'est pas déviée vers la droite ou vers la gauche. Avec de l'effet, la trajectoire du ballon peut être déviée vers la droite ou vers la gauche.

2. La phrase soulignée fait référence au principe d'inertie.

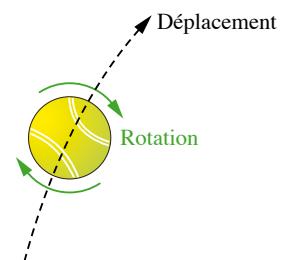
3. Benjamin ROBINS (1707-1751) est un mathématicien et ingénieur britannique. Ses principaux travaux concernent la balistique (étude du mouvement des projectiles). Il a été le premier à mesurer la vitesse d'une balle de fusil.

Heinrich Gustav MAGNUS (1802-1870) est un physicien et chimiste allemand. Ses principaux travaux concernent les gaz (expansion, absorption par le sang, pression de vapeur d'eau, conduction de chaleur), la déflexion de projectiles d'armes à feu. C'est ce dernier point, l'effet Magnus (1852), qui permet d'expliquer le mouvement dévié d'un ballon.

4. En vue de dessus, le joueur qui tire le coup franc sur le document 1 a frappé sur le côté droit du ballon pour le faire tourner dans le sens inverse des aiguilles d'une montre (document 3, p. 306 du Manuel). Ainsi le ballon est dévié vers la gauche (photo du document 1 et schéma du document 2, p. 306 du Manuel).

5. Le lift consiste à faire tourner la balle sur elle-même, vers l'avant du mouvement. Le lob consiste à faire passer la balle au-dessus de l'adversaire.

Lors d'un lob lifté le joueur doit donc frapper la balle de bas en haut (pour la faire monter et passer au-dessus de l'adversaire) tout en faisant glisser la raquette sur la balle pour la faire tourner dans le bon sens afin de la lifter.



3. 1. Le « stade » est une mesure grecque de 600 pieds grecs, soit un peu moins de 200 m.

Le « stade » n'est pas une mesure fixe : elle varie de quelques mètres en fonction des régions de Grèce. Le stade d'Olympie faisait 192 m, le stade de Delphes 177 m et celui de Pergame 210 m.

2. En prenant une distance moyenne de 200 m, on trouve la longueur des deux courses :

$$7 \text{ stades} = 1400 \text{ m} \text{ et } 24 \text{ stades} = 4800 \text{ m.}$$

Ces distances sont à rapprocher des 1500 m et 5000 m courues aujourd'hui.

3. La devise olympique *Citius, Altius, Fortius* se traduit par : « plus vite, plus haut, plus fort ».

Cette devise a été proposée par le baron Pierre de COUBERTIN à la création du Comité international olympique (CIO) en 1894 à la Sorbonne lors de la rénovation des jeux Olympiques.

4. Les appareils de mesure (chronométrage) n'avaient pas la même précision.

5. Pour Donald Lippincott :

$$v_1 = \frac{d_1}{t_1} = \frac{100}{10,6} = 9,43 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 34,0 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$$

en remarquant que $1,00 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 3,60 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$.

Pour Usain Bolt :

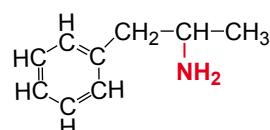
$$v_2 = \frac{d_2}{t_2} = \frac{100}{9,58} = 10,4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 37,6 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$$

6. Le Tartan® n'existant pas dans la nature, c'est un matériau synthétique.

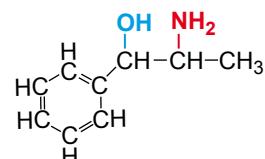
7. Un polymère est un mélange de macromolécules (elles-mêmes obtenues par assemblage de molécules monomères).

8. L'inhalation de vapeurs de mercure provoque une intoxication (atteinte pulmonaire et cérébrale).

9. a.



Amphétamine



Cathine

b. En bleu : groupe hydroxyle et en rouge : groupes amines.

c. La cathine est une espèce naturelle, car extraite du qat.

d. C'est une extraction : le solvant est la salive.

4. 1. L'objectif du dispositif décrit dans le texte et de respirer sous l'eau en utilisant les gaz dissous dans l'eau à la place de gaz contenus dans des bouteilles. Les poissons vivent dans l'eau en utilisant ces gaz dissous.

2. Un plongeur à 10 m de profondeur consomme 11 g de O₂ par minute.

La quantité de matière correspondante est donc :

$$n(O_2) = \frac{m(O_2)}{M(O_2)} = \frac{11}{2 \times 16,0} = 0,34 \text{ mol de O}_2 \text{ par minute.}$$

3. D'après le document 2, p. 307 du Manuel, la concentration de O₂ à 10 m de profondeur est de l'ordre de 195 µmol·L⁻¹.

4. Entre la surface et environ 30 m de profondeur, cette concentration augmente. Entre 30 m et 140 m de profondeur, elle diminue.

5. $V = \frac{n(O_2)}{c(O_2)} = \frac{0,34}{195 \times 10^{-6}} = 1,8 \times 10^3 \text{ L.}$

Le dispositif du plongeur doit donc traiter environ 1 800 L d'eau chaque minute. C'est une valeur minimale qui correspond à une extraction de tout le dioxygène dissous. Si le dispositif ne permet pas de récupérer tout le dioxygène dissous, alors la quantité d'eau à traiter est plus grande.