

Solution totale

• Pour préparer 50,0 mL de solution hydroalcoolique, il faut prélever un volume $V(\text{ol}) = 35,0$ mL de propan-2-ol (information extraite du **doc. 1**). La masse de propan-2-ol à peser est donc $m(\text{ol}) = \rho(\text{ol}) \times V(\text{ol})$ avec $\rho(\text{ol}) = d(\text{ol}) \times \rho(\text{eau})$

$$\rho(\text{ol}) = d(\text{ol}) \times \rho(\text{eau}) = 0,785 \times 1,00 = 0,785 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$$

$$m(\text{ol}) = \rho(\text{ol}) \times V(\text{ol}) = 0,785 \times 35,0 = 27,5 \text{ g.}$$

• Protocole :

- peser 27,50 g de propan-2-ol avec la balance électronique en réalisant au préalable la tare de la balance avec la fiole jaugée de 50,0 mL vide, puis en versant le volume de propan-2-ol correspondant à la masse nécessaire ;
- compléter la fiole jaugée jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée en terminant à la pipette Pasteur ;
- boucher la fiole et homogénéiser la solution hydroalcoolique préparée.

Exercices

► p. 141 à 150 du manuel

QCM

Un QCM supplémentaire interactif est disponible dans le manuel numérique enrichi (enseignant et élève).

1 1. A ; 2. B ; 3. A et C ; 4. A, B et C.

2 1. C ; 2. C.

3 1. B ; 2. C ; 3. B et C ; 4. A.

Application immédiate

Une version diaporama de l'exercice résolu est disponible dans le manuel numérique enrichi (enseignant et élève).

5 1. Le facteur de dilution vaut $F = \frac{V_f}{V_m} = \frac{500}{100} = 5,00$.

La solution antiseptique a été diluée cinq fois.

2. La concentration massique de la solution diluée en sulfate de zinc

$$\text{vaut } t_f = \frac{t_m}{F} = \frac{3,5}{5,00} = 0,70 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}.$$

Corrigés des exercices

Grille d'évaluation des compétences spécifiques du chapitre : voir www.hachette-education.com (fiche du manuel).

6 1. Le paracétamol est une espèce chimique ; c'est donc un corps pur.

2. Le médicament est constitué de plusieurs espèces chimiques ; ce n'est donc pas un corps pur.

7 1. Un corps pur est constitué d'une seule espèce chimique.

2. Un corps pur peut être décrit par une formule unique, alors qu'un mélange ne peut être décrit que par un ensemble de formules.

3. L'eau de mer est un mélange : elle contient de l'eau, du sel (chlorure de sodium), ainsi que d'autres ions (ions sulfate et ions magnésium par exemple) ou molécules (dioxyde de carbone dissous par exemple).

8 1. L'urine est une solution aqueuse, car elle est majoritairement constituée d'eau.

2. a. Les deux types de solutés présents dans l'urine sont les solutés ioniques et les solutés moléculaires.

b. Exemples de solutés ioniques : ions potassium K^+ , chlorure Cl^- , sulfate SO_4^{2-} .

Exemples de solutés moléculaires : urée, créatinine.

9 1. Le solvant de cette solution est l'eau et le soluté est le fructose.

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

10 1. La concentration massique d'une espèce chimique dissoute en solution est le quotient de la masse $m(\text{E})$ de soluté par le volume V_{solution} de la solution :

$$t(\text{E}) = m(\text{E}) / V_{\text{solution}}$$

2. $t(\text{sulfate de cuivre}) = 20 / 0,50 = 40 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$.

11 1. La concentration massique d'une espèce chimique dissoute en solution est donnée par la relation $t = \frac{m(\text{E})}{V_{\text{solution}}}$.

2. On en déduit :

$$m(\text{chlorure de sodium}) = t(\text{chlorure de sodium}) \times V_{\text{solution}}$$

$$m(\text{chlorure de sodium}) = 18,0 \times 2,00 = 36,0 \text{ g}$$

12

Solution	1	2	3
Masse de soluté dissous	10 g	8,0 g	0,15 g
Volume de la solution	0,50 L	2,0 L	0,020 L
Concentration massique en soluté	$20 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$	$4,0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$	$7,5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$

13 • Pour le cholestérol : $2\,500 \text{ mg/L} = 2,500 \text{ g/L}$.

Cette concentration massique est supérieure à la valeur maximale de référence.

• Pour le glucose : $7,9 \text{ dg/L} = 7,9 \times 10^{-1} \text{ g/L} = 0,79 \text{ g/L}$.

Cette concentration massique appartient à l'intervalle des valeurs de référence.

14 • Dans le premier cas, de l'eau a été ajoutée à une solution aqueuse de glucose, donc sa concentration en glucose a diminué : on a réalisé une dilution.

• Dans le second cas, un solide a été dissous dans de l'eau : on a réalisé une dissolution.

**15**

Nom	Fliale jaugée	Burette graduée	Pipette graduée	Pipette jaugée à deux traits de jauge
Schéma				

16 1. On note m la masse de permanganate de potassium à utiliser et t la concentration en permanganate de potassium de la solution :

$$m = t \times V_{\text{solution}} = 0,50 \times 0,10 = 0,050 \text{ g}$$

2. Voir fiche Préparation d'une solution, paragraphe A, p. 331 du manuel.

17 Voir fiche Préparation d'une solution, paragraphe A, p. 331 du manuel.

18 Voir fiche Préparation d'une solution, paragraphe B, p. 331 du manuel.

19 1. La relation entre les concentrations massiques et les volumes des solutions mère et fille est :

$$t_m \times V_m = t_f \times V_f$$

2. On en déduit :

$$V_m = \frac{t_f \times V_f}{t_m} = \frac{0,10 \times 0,200}{0,25} = 0,080 \text{ L} = 80 \text{ L}$$

20 1. $\rho(E) = \frac{m(E)}{V(E)}$

$$2. m = \rho \times V = 1,33 \times 10^3 \times 0,75$$

$$m = 998 \text{ g} \approx 1,0 \times 10^3 \text{ g}$$

21 1. La masse volumique d'un corps pur est définie par

$$\rho(E) = \frac{m(E)}{V(E)}$$

$$2. \rho(\text{acétone}) = \frac{m(\text{acétone})}{V(\text{acétone})} = \frac{1,58 \times 10^3}{2,00} = 780 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

22 Il s'agit de la densité, car la densité n'a pas d'unité.

23 1. La densité du cyclohexane est définie par :

$$d(E) = \frac{\rho(E)}{\rho(\text{eau})}$$

$$2. d(\text{cyclohexane}) = \frac{\rho(\text{cyclohexane})}{\rho(\text{eau})} = \frac{779}{1000} = 0,779$$

24 1. La concentration massique d'une espèce chimique dissoute en solution est définie par :

$$t = \frac{m(E)}{V_{\text{solution}}}$$

$$2. t(\text{lopéramide}) = \frac{m(\text{lopéramide})}{V_{\text{solution}}} = \frac{20,0 \times 10^{-3}}{150 \times 10^{-3}}$$

$$t(\text{lopéramide}) = 0,133 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

25 1. La concentration massique en pholcodine s'écrit

$$t(\text{pholcodine}) = \frac{m(\text{pholcodine})}{V_{\text{solution}}} = \frac{85 \times 10^{-3}}{100 \times 10^{-3}}$$

$$t(\text{pholcodine}) = 0,85 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

2. La masse de pholcodine dans une cuillère-mesure de volume $V = 5,0 \text{ mL}$ s'obtient à partir de l'expression de la concentration massique, soit :

$$m(\text{pholcodine}) = t(\text{pholcodine}) \times V$$

$$m(\text{pholcodine}) = 0,85 \times 5,0 \times 10^{-3}$$

$$m(\text{pholcodine}) = 4,25 \times 10^{-3} \text{ g} = 4,25 \text{ mg}$$

3. Le nombre de cuillère-mesures est :

$$\frac{\text{volume maximal}}{\text{volume d'une cuillère-mesure}} = \frac{1,0 \times 21}{5,0} = 4,2$$

On choisit le nombre entier immédiatement inférieur. On ne peut donc donner à cet enfant que 4 cuillères-mesures de sirop par jour.

26 Il faut calculer la concentration massique de chaque sirop, puis effectuer le classement par comparaison de ces valeurs.

Sirop	Teneur	Concentration massique
1	18,84 g pour 100 mL	188,4 g · L ⁻¹
2	5 g pour 15 mL	300 g · L ⁻¹
3	3,5 g pour 5 mL	700 g · L ⁻¹
4	896 mg pour 1 mL	896 g · L ⁻¹

Le classement des sirops du moins sucré au plus sucré est : 1 ; 2 ; 3 ; 4.

27 1. La masse volumique d'une espèce chimique est définie par

$$\rho(E) = \frac{m(E)}{V(E)}$$

2. La masse volumique de l'acétate de linalyle vaut :

$$\rho(\text{acétate de linalyle}) = \frac{m(\text{acétate de linalyle})}{V(\text{acétate de linalyle})}$$

$$\rho(\text{acétate de linalyle}) = \frac{10,74}{12,0 \times 10^{-3}} = 895 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

3. Sa densité vaut donc :

$$d(\text{acétate de linalyle}) = \frac{\rho(\text{acétate de linalyle})}{\rho(\text{eau})}$$

$$d(\text{acétate de linalyle}) = \frac{895}{1000} = 0,895$$

28 1. On détermine tout d'abord la masse de glycérine en faisant la soustraction de la masse de la fiole pleine à celle de la fiole vide. Ensuite on applique la relation permettant de calculer la masse volumique car le volume de la fiole est connu.

2. La masse volumique de la glycérine est :

$$\rho(\text{glycérine}) = \frac{m(\text{glycérine})}{V(\text{glycérine})} = \frac{(78,97 - 15,95)}{50,0 \times 10^{-3}}$$

$$\rho(\text{glycérine}) = 1,26 \times 10^3 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

3. La densité de la glycérine est :

$$d(\text{glycérine}) = \frac{\rho(\text{glycérine})}{\rho(\text{eau})} = \frac{1,26 \times 10^3}{1000} = 1,26$$

29 1. La relation entre les concentrations massiques et les volumes des solutions mère et fille est :

$$t_m \times V_m = t_f \times V_f$$

2. On en déduit :

$$t_f = \frac{t_m \times V_m}{V_f} = \frac{20 \times 2,0 \times 10^{-3}}{50,0 \times 10^{-3}} = 0,80 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

30 1. La relation entre les concentrations massiques et les volumes des solutions mère et fille est :

$$t_m \times V_m = t_f \times V_f$$

2.

Solution fille	S _{f1}	S _{f2}	S _{f3}	S _{f4}	S _{f5}
Volume V _m (mL)	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
Concentration massique t _f (mg·L ⁻¹)	3,2	6,4	9,6	13	16

3. Le volume V_m peut être mesuré avec une pipette graduée.

4. La solution de Dakin a donc une concentration massique t comprise entre celles des solutions S_{f3} et S_{f4}, soit :

$$9,6 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} < t < 13 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$5. t_{\text{Dakin}} = \frac{m(\text{permanganate de potassium})}{V_{\text{solution}}} = \frac{1,0}{100 \times 10^{-3}}$$

$$t_{\text{Dakin}} = 10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$$

6. La valeur calculée est bien comprise entre 9,6 et 13. Le résultat est donc cohérent avec la concentration trouvée à l'aide de l'échelle de teintes.

31 1. a. La concentration en sucre des boissons isotoniques est

$$t = \frac{m(\text{sucre})}{V_{\text{solution}}} = \frac{6}{100 \times 10^{-3}} = 60 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

Le sportif dispose d'une gourde de volume 1,5 L ; il doit donc peser

$$m'(\text{sucre}) = t \times V_{\text{gourde}} = 60 \times 1,5 = 90 \text{ g}$$

Chaque morceau de sucre pèse 5,7 g. Il doit donc utiliser

$$N = \frac{90}{5,7} = 16 \text{ morceaux de sucre}$$

b. Le sportif utilise du sucre en morceaux qu'il dissout dans l'eau ; il réalise donc une dissolution.

2. a. Ici, le sportif ajoute de l'eau à la solution aqueuse sucrée ; il réalise donc une dilution.

b. Il ne lui reste plus que 0,5 L de boisson sucrée (V_{mère}). Il complète sa gourde à 1,5 L (V_{fille}). Donc :

$$t_f = \frac{t_m \times V_m}{V_f} = \frac{60 \times 0,5}{1,5} = 20 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

32 1. a. Le constituant principal de l'amalgame dentaire est le mercure, qui en constitue près de 50 % de la masse.

b. Le mercure est toxique pour les reins et le système nerveux.

c. Lors du retrait de l'amalgame, le risque est de vaporiser du mercure et que le patient ou/et le dentiste l'inhalent.

d. Si le mercure d'un amalgame (environ 1 g) était libéré intégralement sous forme gazeuse et si on suppose qu'il serait intégralement inhalé et passerait intégralement dans le sang (volume d'environ 5 L), la concentration en mercure dans le sang serait :

$$t = \frac{m(\text{mercure})}{V_{\text{sang}}} = \frac{1}{5} = 0,2 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} = 200 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$$

2. Cette concentration est 1 000 fois supérieure à celle pour laquelle les premiers signes neurologiques d'intoxication apparaissent. Il est donc indispensable que le mercure libéré lors du retrait de l'amalgame soit aspiré afin qu'il ne soit inhalé ni par le patient ni par le dentiste.

33 1. Dans une canette de boisson light, il y a une masse d'aspartame qui vaut :

$$m(\text{aspartame}) = t \times V_{\text{canette}} = 0,6 \times 330 \times 10^{-3} = 0,2 \text{ g}$$

2. Un individu de 60 kg peut consommer une masse maximale d'aspartame qui vaut :

$$m_{\text{max}} = 40 \times 10^{-3} \times 60 = 2,4 \text{ g}$$

3. Le nombre de canettes qu'un individu de 60 kg peut ingérer quotidiennement est :

$$N = \frac{m_{\text{max}}}{m(\text{aspartame})} = \frac{2,4}{0,2} = 12$$

L'individu doit consommer 12 canettes (soit près de 4 L de boisson) pour atteindre le seuil maximal admissible.

34 1. Pour cette solution, le solvant est l'alcool, car c'est le composé majoritaire (70 %). Les solutés sont le camphre, le colorant E102 et l'eau purifiée.

$$2. V_{\text{éthanol}} = 0,70 \times 200 = 140 \text{ mL}$$

$$V_{\text{éthanol}} = 0,140 \text{ L}$$

$$3. m_{\text{éthanol}} = \rho_{\text{éthanol}} \times V_{\text{éthanol}} = 790 \times 0,140$$

$$m_{\text{éthanol}} = 110 \text{ g}$$

35 Traduction : Homéopathie et dilutions

L'homéopathie est une médecine alternative créée en 1796 par Samuel Hahnemann. Il pensait qu'une substance qui crée les symptômes d'une maladie chez une personne en bonne santé peut guérir les mêmes symptômes chez une personne malade. Les médicaments sont préparés par dilutions répétées d'une solution mère dans l'alcool ou dans l'eau distillée, suivies par une agitation énergique. Hahnemann créa le « centésimal » ou « échelle C » diluant une substance d'un facteur 100 à chaque étape. Une dilution à 2 CH nécessite une substance diluée de un dans 100 et ensuite une partie de cette solution est diluée d'un facteur 100 supplémentaire. Cela donne une partie de la solution initiale dans 10 000* parties de la solution.

*Remarque : en anglais, la virgule est utilisée comme un séparateur de millier. « 10,000 » signifie donc dix mille (noté 10 000 en français).

1. Le facteur de dilution correspondant au passage d'une solution de 1 CH à une solution de 2 CH est un facteur 100.

2. Si on dilue une solution 100 fois, puis encore 100 fois, le facteur de dilution est :

$$F = 100 \times 100 = 10\,000$$

3. Si la solution mère a une concentration t_m = 5,0 g·L⁻¹, la solution fille de 11 CH a une concentration égale à :

$$\frac{t_m}{100^{11}} = \frac{5,0}{100^{11}} = 5 \times 10^{-22} \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

4. a. Une molécule d'hélnaline a une masse de 4,36 × 10⁻²² g. Or, la concentration massique d'une solution à 11 CH n'est que de 5 × 10⁻²² g·L⁻¹. On peut donc en déduire qu'elle ne contient plus qu'une seule molécule.

b. Une solution à 12 CH serait 100 fois moins concentrée que la solution à 11 CH, il n'y aurait donc aucune chance d'y trouver ne serait-ce qu'une seule molécule d'hélnaline.

36 Réponses aux pistes de résolution (p. 335)

1. Le médicament disponible est sous forme de solution buvable.

2. L'enfant doit absorber une masse de principe actif égale à 2,0 mg.

3. La masse de principe actif contenue dans la solution buvable équivalente à un comprimé est mesurée par l'intermédiaire d'une pipette et d'un nombre de gouttes.

4. Les parents doivent donner 160 gouttes (voir démarche détaillée ci-après).

Une réponse possible

• **Introduction présentant la problématique :**

Pour soigner leur enfant, les parents doivent lui donner une masse d'espèce active précise, habituellement contenue dans un comprimé. N'ayant pas de comprimé à disposition, ils doivent déterminer le nombre de gouttes d'un autre médicament, contenant le même principe actif, qui apportera la même masse d'espèce active.

À quel volume de solution buvable, exprimé en nombre de gouttes, correspond la masse de principe actif nécessaire ?

• **Mise en forme de la réponse :**

Un flacon de 30 mL de Célestène a une concentration massique en espèce active t(E) = 0,5 mg/mL.



La masse d'espèce active qu'il contient est :

$$m_{\text{totale}} = t(E) \times V_{\text{flacon}} = 0,5 \times 30 = 15 \text{ mg}$$

Le contenu du flacon correspond à 1 200 gouttes, donc une goutte contient $\frac{m_{\text{totale}}}{1200} = \frac{15}{1200} = 0,0125 \text{ mg}$.

Il faut donc donner à l'enfant un nombre de gouttes N tel que $N = \frac{2,0}{0,125} = 160$ gouttes.

Les parents devront donc mettre dans un verre d'eau ou faire ingérer directement à leur enfant le contenu de 4 compte-gouttes remplis jusqu'à la graduation correspondant à 40 gouttes.

• **Conclusion revenant sur la problématique :**

Ainsi, 160 gouttes de solution buvable contiennent la même masse de principe actif qu'un comprimé.

Grille d'évaluation pour le professeur : voir p. 68.

37 1. a. Le premier anesthésiant utilisé en chirurgie est l'éthoxyéthane.

b. Il a été utilisé la première fois en 1840.

2. a. La formule brute de l'éthoxyéthane est C_2H_6O et sa formule semi-développée est CH_3-O-CH_3 .

b. Le groupe caractéristique étheroxyde est présent dans cette molécule.

3. L'éthoxyéthane a été abandonné comme anesthésiant à cause de sa grande inflammabilité, sa toxicité et des risques de dépendance qu'il entraîne chez le patient à qui il a été administré.

4. a. Le flacon a un volume de 10 mL et a une concentration massique en kétamine telle que $t(K) = 100 \text{ mg/mL}$.

Il contient donc une masse :

$$m(K) = t(K) \times V_{\text{flacon}} = 100 \times 10 = 1\,000 \text{ mg} = 1,0 \text{ g}$$

b. Un adulte de 75 kg doit recevoir une masse de kétamine $m'(K) = 2 \times 75 = 150 \text{ mg}$. Le flacon est donc suffisant pour induire l'anesthésie. Le reste du flacon est alors utilisé pour maintenir l'anesthésie.

c. La poche de perfusion est dosée à 500 mg pour 500 mL, ce qui correspond à une concentration massique de 1 mg/mL. Le facteur de dilution qui permet d'obtenir la poche à perfusion à partir du flacon est donc égal à 100.

38 1. Le patient doit recevoir une masse totale m de darbépoutine α telle que $m = 0,45 \times 67 = 30 \text{ } \mu\text{g}$.

Le troisième conditionnement proposé, la seringue de 0,3 mL dosée à $100 \text{ } \mu\text{g/mL}$, est le plus adapté car la seringue contient une masse de darbépoutine $m_{\text{darbé}} = 0,3 \times 100 = 30 \text{ } \mu\text{g}$.

2. L'EPO est considérée comme une substance dopante, car elle permet de stimuler artificiellement la production de globules rouges et ainsi d'augmenter l'hématocrite, ce qui améliore l'oxygénation des muscles du sportif et lui permet d'améliorer ses performances.

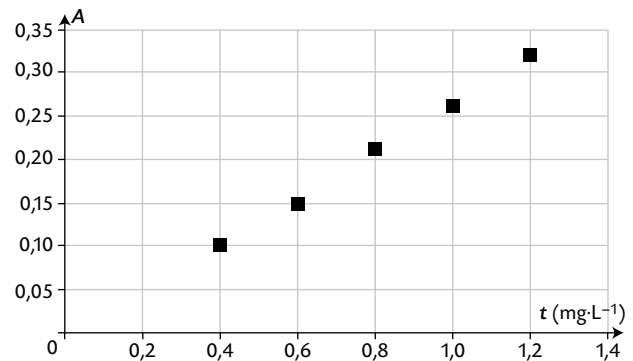
3. a. $H = \frac{V(\text{globules rouges})}{V(\text{sang})}$

b. Pour éviter d'être contrôlé positif, un sportif dopé à l'EPO est tenté de boire un grand volume d'eau avant le contrôle afin d'augmenter son volume sanguin et ainsi de diminuer son hématocrite.

39 1. Les volumes V_m et V_{eau} ont été prélevés à l'aide soit d'une pipette graduée soit d'une burette graduée.

2. Voir tableau ci-dessous.

3. Le graphique ci-dessous présente l'évolution de l'absorbance en fonction de la concentration massique :



4. On trace la droite horizontale qui correspond à la valeur d'absorbance $A = 0,175$. Cette droite coupe la courbe d'étalonnage en un point dont l'abscisse correspond à la concentration massique en bleu patenté de la solution d'Alodont : $t_{\text{Alodont}} \approx 0,66 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$.

40 1. La glycémie du patient qui a utilisé la bandelette est voisine de $1,0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$.

2. La glycémie du patient est normale, car elle est comprise entre les valeurs normales de référence $0,72 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ et $1,08 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$.

3. Il manque à ce patient une masse de glucose :

$$m = (1,00 - 0,36) \times 5,5 = 3,5 \text{ g}$$

4. Un comprimé suffit à ce patient pour retrouver une glycémie normale, car un comprimé apporte une masse de glucose supérieure à ce qui lui manque.

Tableau de l'exercice 39, question 2 :

Solution fille	S_{f1}	S_{f2}	S_{f3}	S_{f4}	S_{f5}
Volume V_m (mL)	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
Volume V_{eau} (mL)	8,0	7,0	6,0	5,0	4,0
Volume V_f (mL)	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Facteur de dilution F	5	3,3	2,5	2	1,7
Concentration massique t_f ($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)	$4,0 \times 10^{-4}$	$6,0 \times 10^{-4}$	$8,0 \times 10^{-4}$	$1,0 \times 10^{-3}$	$1,2 \times 10^{-3}$
Absorbance	0,105	0,153	0,211	0,259	0,319