

Correction des exercices du chapitre 1 :

Attention les corrections ne sont pas toujours rédigées correctement.

Les solutions rédigées sont faites en classe ou dans le livre avec l'exercice résolu p 22

QCM

p. 21

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

Exercices

Appliquer le cours

p. 24

2 Calculer une quantité de matière

$$n = \frac{N}{N_A} = \frac{1,7 \times 10^{19}}{6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}} = 2,8 \times 10^{-5} \text{ mol.}$$

3 Calculer un nombre de molécules

$$N = n \times N_A = 2,1 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 1,3 \times 10^{21} \text{ molécules d'eau.}$$

4 Calculer une masse molaire

1. La masse molaire moléculaire d'une espèce chimique est la masse d'une mole de molécules de cette espèce.

$$2. M(\text{C}_{10}\text{H}_{15}\text{NO}) = 10 \times M(\text{C}) + 15 \times M(\text{H}) + M(\text{N}) + M(\text{O}) = 165,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

5 Calculer une masse molaire ionique

1. La masse des électrons étant négligeables devant celle de l'atome, on peut considérer que la masse molaire d'un ion monoatomique est égale à celle de l'élément correspondant.

$$2. M(\text{HCO}_3^-) = M(\text{HCO}_3) = M(\text{H}) + M(\text{C}) + 3 \times M(\text{O}) = 61,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

6 Comparer des quantités de matière

$$n = \frac{m}{M} \text{ donc } n(\text{Cu}) = \frac{30,0}{63,5} = 4,72 \times 10^{-1} \text{ mol}$$

$$\text{et } n(\text{Fe}) = \frac{30,0}{55,8} = 5,38 \times 10^{-1} \text{ mol.}$$

Le bécher contenant la plus grande quantité de matière est donc celui contenant le fer.

7 Déterminer une masse molaire moléculaire puis une masse

$$1. M(\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_3) = 8 \times M(\text{C}) + 8 \times M(\text{H}) + 3 \times M(\text{O}) = 152,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

$$2. m = n \times M(\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_3) = 4,4 \text{ g de vanilline.}$$

8 Calculer un volume de liquide à partir d'une quantité de matière

$$1. m = n \times M \\ m = 2,00 \times 10^{-1} \text{ mol} \times 60,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 12,0 \text{ g.}$$

$$2. V = \frac{m}{\rho} = \frac{12,0 \text{ g}}{0,786 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}} = 15,3 \text{ mL.}$$

9 Calculer une quantité de matière à partir d'un volume de liquide

$$1. m = \rho \times V = 790 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \times 1,0 = 790 \text{ g}$$

$$2. n = \frac{m}{M} = \frac{790 \text{ g}}{58,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 13,6 \text{ mol.}$$

10 Calculer une quantité de matière à partir d'un volume de gaz (1)

$$1. n(\text{O}_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{1,06 \times 10^3 \text{ L}}{24,0 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 44,2 \text{ mol.}$$

2. A température et pression fixées, tous les gaz ont le même volume molaire. Donc que la bouteille contienne O_2 ou CO_2 , le volume libéré aurait été le même.

11 Calculer une quantité de matière à partir d'un volume de gaz (2)

$$1. n_{\text{tot}} = \frac{V}{V_m} = \frac{3,0 \text{ L}}{24,0 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1,3 \times 10^{-1} \text{ mol.}$$

$$2. n' = n_{\text{tot}} - n = 0,080 \text{ mol.}$$

12 Calculer une quantité de matière

$$n = C \times V_{\text{solution}} \\ n = 1,2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 200,0 \times 10^{-3} \text{ L} = 0,24 \text{ mol.}$$

13 Calculer une concentration en quantité de matière

$$1. C = \frac{n}{V_{\text{solution}}}$$

$$2. C = \frac{0,17 \text{ mol}}{0,1 \text{ L}} = 1,7 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

14 Déterminer une masse molaire

1. Concentration en quantité de matière : $C = 73,5 \text{ } \mu\text{mol/L}$.
Concentration en masse : $t = 8,3 \text{ mg/L}$.

$$2. M = \frac{t}{C} = \frac{8,3 \times 10^{-3} \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}}{73,5 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 1,1 \cdot 10^2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

15 Déterminer une concentration en masse

$$1. t = C \times M = 3,1 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 24,3 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 7,5 \times 10^{-2} \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}.$$

2. $t = 75 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$: c'est en accord avec l'étiquette ($74,5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$).

16 Elaborer un protocole de dilution

$$C_i \times V_i = C_m \times V_m \text{ donc}$$

$$V_m = \frac{C_f \times V_f}{C_m} = \frac{4,0 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 100,0 \text{ mL}}{1,6 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 25 \text{ mL.}$$

Prélever 25,0 mL de solution mère avec une pipette jaugée et la verser dans une fiole jaugée de 100,0 mL que l'on remplit à moitié d'eau distillée. Boucher et agiter. Ajuster au trait de jauge avec de l'eau distillée et agiter.

17 Réaliser une dilution

Ordre à suivre : c ; e ; d ; a ; b.

18 Compléter des relations

$$n_{\text{fille}} = n_{\text{mère}} ; C_{\text{fille}} < C_{\text{mère}} ; V_{\text{fille}} > V_{\text{mère}}$$

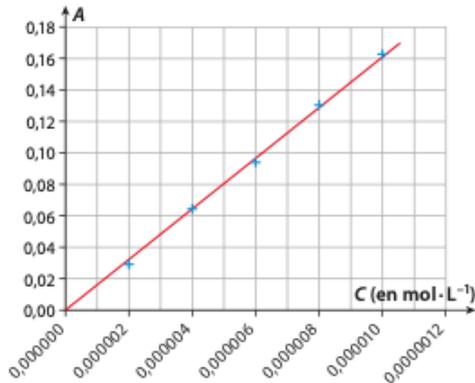
19 Calculer la concentration d'une solution fille

$$1. F = \frac{V_f}{V_m} = \frac{250,0 \text{ mL}}{10,0 \text{ mL}} = 25.$$

$$2. F = \frac{C_m}{C_f} = \frac{C}{C'} \text{ donc } C' = \frac{C}{F} = \frac{0,10}{25} = 4,0 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

20 Exploiter les résultats d'un dosage

1.



2. Pente de la droite :

$$k = \frac{0,162 - 0,030}{10 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} - 2 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 16\,500 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

L'équation de la droite est donc $A = 16500 \times C$.

$$\text{On trouve donc } C_s = \frac{A_s}{16\,500 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 7,6 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

21 Exploiter une courbe d'étalonnage

1. Loi de Beer-Lambert : pour une longueur d'onde fixée, l'absorbance A d'une solution diluée de concentration C en espèce chimique colorée est donnée par : $A = \epsilon \times \ell \times C$ où ℓ est l'épaisseur de solution traversée par la lumière et ϵ le coefficient d'absorption molaire.

2. La droite a pour équation $A = k \times C$.

On trouve la pente k grâce aux deux points fournis :

$$k = \frac{1,25 - 0,5}{5,0 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} - 2,0 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 250 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

L'équation devient donc : $A = 250 \times C$

$$3. C_{\text{inc}} = \frac{A}{250} = \frac{1,12}{250 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 4,48 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

22 Etudier une limite d'un dosage spectrophotométrique

1. La solution de diiode est jaune-orangée. La couleur complémentaire (diamétralement opposée dans le cercle) se situe donc autour de 480 nm. On choisit donc la longueur d'onde la plus proche de cette valeur : 490 nm.

2. La courbe est en accord avec la loi de Beer-Lambert entre 0 et 2,7 mmol·L⁻¹ environ car les points sont alignés.

23 Lien entre spectre d'absorption et couleur

1. Il faut se placer au plus près du maximum d'absorption, donc d'après le spectre fourni, vers 620 nm.

2. Le maximum d'absorption de la solution est vers 620 nm, ce qui correspond à la couleur orange. Sa couleur complémentaire dans le cercle est le bleu ce qui est bien la couleur de la solution.

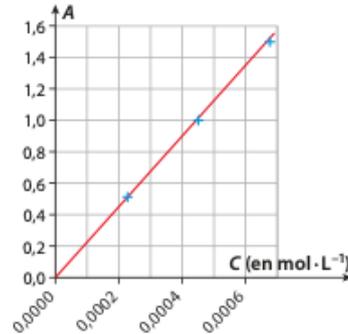
3. La loi de Beer-Lambert n'est valable qu'aux faibles concentrations. Il est donc possible que la gamme étalon entre 0,10 et 0,50 mol·L⁻¹ soit trop concentrée, et les mesures ne donnent alors plus une droite, ou bien le spectrophotomètre sature.

24 Côté maths

Le coin des maths

1. Pour $A = 0$, $C = 0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$;

$$\text{Pour } A = 1,5, C = \frac{1,5}{2200} = 6,8 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$



$$2. \text{Antécédent de } A = 0,68 : C_s = \frac{A_s}{2200} = \frac{0,68}{2200} = 3,1 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

La concentration molaire de la solution vaut donc $C_s = 3,1 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

25 Capsules de caféine

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

$$2. n = \frac{m}{M(\text{C}_8\text{H}_{10}\text{N}_4\text{O}_2)} = \frac{380 \times 10^{-3} \text{ g}}{194 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1,96 \times 10^{-3} \text{ mol de caféine.}$$

3. Une tasse de café contient $0,4 \times 10^{-3} \text{ mol}$ de caféine donc le nombre de tasse est $\frac{1,96 \times 10^{-3} \text{ mol}}{0,4 \times 10^{-3} \text{ mol}} = 4,9$ soit environ 5 tasses.

Exercices

S'entraîner

p. 28

26 À chacun son rythme

Un médicament contre les douleurs musculaires et articulaires

Énoncé détaillé

1. $m(\text{levomenthol}) = 0,2600 \text{ g}$.

2. $M(\text{C}_{10}\text{H}_{20}\text{O}) = 10 \times M(\text{C}) + 20 \times M(\text{H}) + 1 \times M(\text{O}) = 156,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

$$3. n = \frac{m}{M} = \frac{0,2600 \text{ g}}{156,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1,667 \times 10^{-3} \text{ mol}.$$

4. a. $V = 450 \text{ mL}$.

$$4. b. C = \frac{n}{V} = \frac{1,667 \times 10^{-3} \text{ mol}}{450 \times 10^{-3} \text{ L}} = 3,70 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

27 Glycémie à jeun

1. $M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 6 \times M(\text{C}) + 12 \times M(\text{H}) + 6 \times M(\text{O}) = 180,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

$$2. C = \frac{t}{M} = \frac{0,96 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}}{180 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 5,3 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} < 7 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} ;$$

le patient n'est donc pas diabétique.

28 Synthèse de l'éthanoate de vanilline

1. $n = C \times V = 2,5 \times 25 \times 10^{-3} = 6,3 \times 10^{-2} \text{ mol}$.

2. Quantité de matière de vanilline :

$$n_{\text{vani}} = \frac{m_{\text{vani}}}{M_{\text{vani}}} = \frac{1,5 \text{ g}}{(8 \times 12,0 + 8 \times 1,0 + 3 \times 16,0) \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 9,9 \times 10^{-3} \text{ mol}.$$

Quantité de matière d'anhydride éthanoïque :

$$n_{\text{anh}} = \frac{m_{\text{anh}}}{M_{\text{anh}}} = \frac{\rho_{\text{anh}} \times V}{M_{\text{anh}}}$$

$$M_{\text{anh}} = 4 \times 12 + 6 \times 1 + 3 \times 16 = 102 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$n_{\text{vani}} = n_{\text{anh}} = \frac{\rho_{\text{anh}} \times V}{M_{\text{anh}}} \text{ donc}$$

$$V = \frac{n_{\text{vani}} \times M_{\text{anh}}}{\rho_{\text{anh}}} = \frac{9,9 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 102 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{1,08 \text{ g} \cdot \text{ml}^{-1}} = 0,94 \text{ mL}$$

29 Le dioxyde de carbone dans les boissons

$$1. n_1 = \frac{V}{V_m} = \frac{0,600 \text{ L}}{24,0 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}}$$

$$n_1 = 2,5 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$2. n_2 = \frac{m}{M(\text{CO}_2)} = \frac{425 \text{ g}}{44,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 9,66 \text{ mol}$$

3. La recharge contient autant de CO_2 car la pression est très élevée à l'intérieur.

4. Quand on aura utilisé tout le CO_2 contenu dans la recharge, celle-ci ne contiendra plus que 600 mL de CO_2 à pression atmosphérique.

30 Solution commerciale d'éosine

$$1. F = \frac{C_0}{C_s} = 4 = \frac{V_s}{V_0} \text{ donc } V_0 = \frac{V_s}{4} = \frac{100,0 \text{ mL}}{4} = 25,0 \text{ mL}$$

2. Prélever 25,0 mL de solution mère S_0 avec une pipette jaugée et la verser dans une fiole jaugée de 100,0 mL que l'on remplit à moitié d'eau distillé. Boucher et agiter. Ajuster au trait de jauge avec de l'eau distillée puis agiter.

31 Dilution d'un berlingot d'eau de Javel

$$1. F = \frac{V_f}{V_m} = \frac{1000}{250} = 4 = \frac{C_m}{C_f} \text{ donc}$$

$$C_f = \frac{C_m}{4} = \frac{0,46 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{4} = 0,12 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

2. La concentration obtenue à partir du berlingot dilué ($0,12 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$) est quasiment égale à celle d'une bouteille commerciale ($0,11 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$).

3. $F = 20 = \frac{V_s}{V_b}$ donc volume à prélever de la bouteille :

$$V_b = \frac{V_s}{20} = 2,5 \text{ mL}$$

Prélever 2,5 mL de solution mère d'eau de Javel avec une pipette graduée de 5,0 mL et la verser dans une fiole jaugée de 50,0 mL que l'on remplit à moitié d'eau distillée. Boucher et agiter. Ajuster au trait de jauge avec de l'eau distillée puis agiter.

32 Dilution of solutions

1. $C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$ donc

$$V_1 = \frac{C_2 \times V_2}{C_1} = \frac{5,00 \times 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 500 \text{ mL}}{10,0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 25 \text{ mL}$$

Il faut donc prélever 25 mL de la solution mère pour faire la dilution demandée.

2. Prélever 25,0 mL de solution mère S_1 avec une pipette jaugée et la verser dans une fiole jaugée de 500 mL que l'on remplit à moitié d'eau distillée. Boucher et agiter. Ajuster au trait de jauge avec de l'eau distillée puis agiter.

33 Comparaison entre un volume de liquide et un volume de gaz

$$1. n_{\text{eau}} = \frac{m}{M_{\text{eau}}} = \frac{\rho_{\text{eau}} \times V(\text{eau})}{M(\text{eau})}$$

$$= \frac{1,0 \times 10^3 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \times 1,15 \text{ L}}{18,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 64 \text{ mol}$$

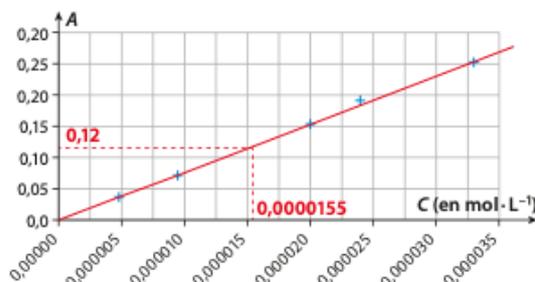
$$2. n_{\text{air}} = \frac{V(\text{air})}{V_m} = n_{\text{eau}}$$

$$\text{donc } V(\text{air}) = n_{\text{eau}} \times V_m = 64 \text{ mol} \times 24,0 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 1,5 \cdot 10^3 \text{ L}$$

Ce volume est bien plus important. Ceci est propre au gaz, état pour lequel la matière est très dispersée.

34 Connaître les critères de réussite L'aluminium dans l'eau potable

1.



2. D'après la lecture graphique, $C_s = 1,55 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

3. $C_s > 7,4 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ donc l'eau n'est pas potable.

35 Résolution de problème

Traitement d'un bassin

Des pistes de résolutions peuvent être fournies par le professeur :

S'approprier

- Comprendre les rôles du vert de malachite et du charbon actif.
- Identifier l'espèce chimique colorée.
- Identifier la proportion de charbon actif nécessaire pour traiter le vert de malachite.
- Repérer les dimensions du bassin.
- Relever les valeurs des absorbances des solutions étalons et de l'eau du bassin.

Analyser

- La masse de vert de malachite versée est calculée à partir de la concentration en vert de malachite de l'eau du bassin.
- La concentration en vert de malachite est déterminée à partir du dosage par étalonnage de l'eau du bassin.

Réaliser

- Les concentrations des solutions étalons peuvent être calculées par la relation :

$$C_{\text{étalon}} = \frac{C_0}{F} = \frac{2,2 \times 10^{-5}}{F}$$

- La concentration en quantité de matière de vert de malachite est déterminée à partir du graphique $A = f(C)$ obtenu grâce aux solutions étalons. Cette détermination est soit graphique soit calculée à partir de l'équation de la droite $A = f(C)$.
- L'équation de la droite obtenue est : $A = 81600 \times C$.
- Le volume du bassin est : $V = h \times \ell \times L = 12 \text{ m}^3$.
- La concentration en vert de malachite de l'eau du bassin est :

$$C_{\text{eau}} = \frac{0,67}{81600} = 8,2 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

• La masse de vert de la malachite est :

$$m_{\text{vert}} = C_{\text{vert}} \times V \times M_{\text{vert}} = 8,2 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 12\,000 \text{ L} \times 329 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 32 \text{ g de vert de malachite}$$

• Le nombre de sacs de charbon actif à utiliser est :

$$\frac{3,2 \times 10^3}{500} = 6,4 \text{ sacs}$$

Valider

- Juger la cohérence du résultat : ce nombre de sac est-il vraisemblable ?

Une démarche attendue de résolution par l'élève peut être la suivante :

1^{ère} étape : Bien comprendre la question posée

1. Comment utilise-t-on le vert de malachite ?
2. A quoi sert le charbon actif ?
3. Comment déterminer la quantité de vert de malachite versé ?

2^{ème} étape : Lire et comprendre les documents

1. Le vert de malachite permet d'éradiquer la maladie qui atteint les poissons.
2. On ne connaît pas la quantité de vert de malachite versé.
3. Le charbon actif permet d'éliminer le vert de malachite après traitement.
4. 1 g de charbon actif permet de retenir 10 mg de vert de malachite.
5. Le dosage spectrophotométrique permet de doser le vert de malachite, seule espèce colorée.

3^{ème} étape : Dégager la problématique

Déterminer la masse de charbon actif nécessaire pour éliminer le vert de malachite.

4^{ème} étape : Construire la réponse

- Calculer la concentration en vert de malachite dans les solutions étalons.
- Tracer le graphique $A = f(C)$.
- Etablir l'équation de la droite $A = f(C)$.
- En déduire la concentration en vert de malachite dans l'eau du bassin.
- Calculer le volume du bassin et en déduire la masse de vert de malachite présent.
- En déduire la masse de charbon actif à verser.

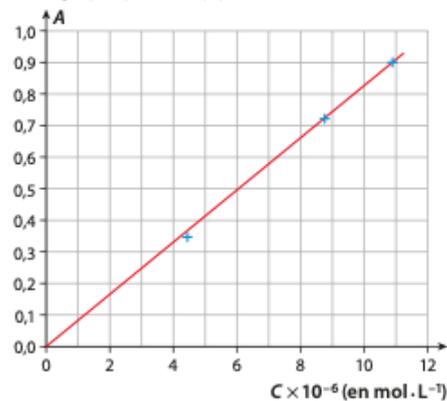
5^{ème} étape : Rédiger la réponse en trois paragraphes

- Présenter le contexte et introduire la problématique.
Pour connaître la quantité de charbon actif à verser, il est nécessaire de déterminer la concentration en vert de malachite de l'eau du bassin grâce au dosage spectrophotométrique.
- Mettre en forme la réponse.
• Calculer les concentrations en vert de malachite dans les solutions étalons :

$$C_{\text{étalon}} = \frac{C_0}{F} = \frac{2,2 \times 10^{-5}}{F}$$

Solution	S ₁	S ₂	S ₃
Facteur de dilution	5	2,5	2
Concentration (mol · L ⁻¹)	4,4 × 10 ⁻⁶	8,8 × 10 ⁻⁶	1,1 × 10 ⁻⁵

- Tracer le graphique $A = f(C)$.



- Déterminer la concentration C_{eau} en vert de malachite de l'eau du bassin :

Pente de la droite : 81600

Equation : $A = 81600 \times C$

$$A_{\text{eau}} = 0,67 \text{ donc } C_{\text{eau}} = \frac{0,67}{81600} = 8,2 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

- Calculer le volume du bassin et en déduire la masse de vert de malachite versé :

$$V = h \times \ell \times L = 12 \text{ m}^3$$

$$n_{\text{vert}} = \frac{m_{\text{vert}}}{M_{\text{vert}}} = C_{\text{vert}} \times V$$

$$\text{donc } m_{\text{vert}} = C_{\text{vert}} \times V \times M_{\text{vert}} = 8,2 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 12 \text{ 000 L} \times 329 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 32 \text{ g de vert de malachite.}$$

- Déterminer le nombre de sacs :

1 g de charbon peut retenir 10 mg de vert de malachite. Il faut donc $3,2 \times 10^3$ g de charbon actif ce qui correspond à $\frac{3,2 \times 10^3}{500} = 6,4$ sacs.

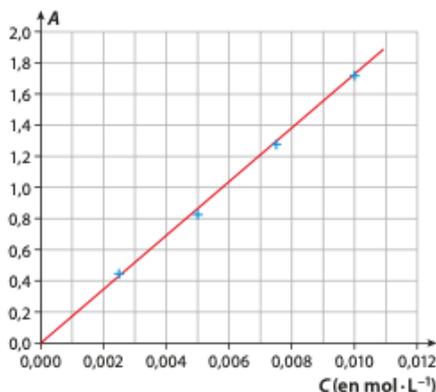
- Conclure et introduire, quand c'est possible, une part d'esprit critique.

Pour éliminer le vert de malachite présent dans l'eau de bassin, il faudra verser 6,4 sacs de charbon actif, ce qui semble une valeur plausible.

36 L'eau oxygénée

1. La couleur du diode est rouge-brun. La couleur complémentaire de jaune-brun est le bleu. On choisit donc la longueur d'onde 440 nm.

2.



3. Equation de la droite d'étalonnage :

$$A = k \times C \text{ avec}$$

$$k = \frac{1,72 - 0,45}{10,0 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} - 2,5 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 169 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Donc l'équation de la droite est : $A = k \times C$

$$C'(I_2) = \frac{A_{S'}}{k} = \frac{0,67}{169 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 4,0 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$C(I_2) = 100 \times C'(I_2) = 100 \times 4,0 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 4,0 \times 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$4. C(\text{H}_2\text{O}_2) = 5 \times C(I_2) = 5 \times 4,0 \times 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 2,0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

5. Dans la bouteille de 1 L, il y a donc $n(\text{H}_2\text{O}_2) = 2,0 \text{ mol}$ donc

$$n(\text{O}_2) = \frac{n(\text{H}_2\text{O}_2)}{2} = \frac{2,0 \text{ mol}}{2} = 1,0 \text{ mol}$$

$$V(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \times V_m = 1,0 \text{ mol} \times 22,4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 22,4 \text{ L}$$

L'eau oxygénée de la bouteille est donc à 22 volumes.

Vers l'épreuve écrite

p. 31

37 L'eau de Dakin (50 min)

Partie 1

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

$$2. m(\text{KMnO}_4) = n(\text{KMnO}_4) \times M(\text{KMnO}_4) = C_0 \times V_0 \times M = 0,010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 500,0 \times 10^{-3} \text{ L} \times 158 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0,79 \text{ g}$$

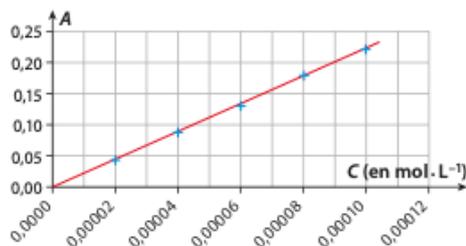
3.a. Le spectre d'absorption de la solution de permanganate de potassium présente une absorbance maximale vers 540 nm. C'est à cette longueur d'onde qu'il faut réaliser le dosage.

3.b. La solution de permanganate de potassium absorbe intensément vers 540 nm. D'après le cercle chromatique, la couleur complémentaire associée est le violet.

$$4. F = \frac{C_0}{C_1} = 100 \text{ donc } V_0 = \frac{V_1}{F} = \frac{100,0}{100} = 1,0 \text{ mL}$$

Placer dans un bécher la solution mère S_0 ; utiliser une pipette jaugée pour prélever 1,0 mL de la solution S_0 ; verser la solution dans une fiole jaugée de 100,0 mL ; compléter à moitié avec de l'eau distillée ; boucher la fiole et agiter pour homogénéiser ; ajuster au trait de jauge avec de l'eau distillée et agiter.

5.



Equation de la droite $A = k \times C$

$$\text{avec } k = \frac{0,221 - 0,044}{0,10 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} - 0,020 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}$$

$$= 2\,212 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$k = 2\,212 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$6.a. A = 0,140 \text{ donc } C_{\text{inc}} = \frac{A}{2\,212 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = \frac{0,140}{2\,212 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 6,33 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$6.b. r = \frac{6,33 \times 10^{-5} - 6,3 \times 10^{-5}}{6,3 \times 10^{-5}} = 4,8 \times 10^{-3} = 0,48 \% < 10 \% : \text{contrôle qualité satisfaisant.}$$

Partie 2

7. Donc pour 1 L de Dakin, la masse de dichlore libéré est :

$$m(\text{Cl}_2) = 0,500 \text{ g} \times 10 = 5,00 \text{ g}$$

$$V(\text{Cl}_2) = n(\text{Cl}_2) \times V_m = \frac{m(\text{Cl}_2)}{M(\text{Cl}_2)} \times V_m$$

$$V(\text{Cl}_2) = \frac{5,00 \text{ g}}{2 \times 35,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 24,0 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 1,69 \text{ L}$$

Le degré chlorométrique de l'eau de Dakin est donc de $1,69 < 5$: c'est bien un antiseptique.

Vers l'oral

p. 32

38 Application

Voir corrigé de l'activité 2 p. 7 du livre du professeur.

Je m'exprime à l'oral sur

Les dosages par étalonnage

• Justifier le choix de la longueur d'onde :

La longueur d'onde choisie est celle pour laquelle l'espèce chimique colorée présente un maximum d'absorption. Un spectre d'absorption permet d'identifier ce maximum.

• Quelles sont les limites associées à un dosage par étalonnage ? La concentration de la solution en espèce colorée ne doit pas être trop élevée afin de :

– rester dans le domaine de validité de la loi de Beer Lambert. La loi cesse d'être linéaire pour des concentrations trop élevées.
– ne pas saturer le spectrophotomètre. Celui-ci sature si les absorbances sont trop fortes, de l'ordre de 2,5 à 3 selon les modèles de spectrophotomètre.

• Expliciter les précautions à prendre lors de la mesure d'absorbance.

– Utiliser des solutions de faible concentration en l'espèce colorée à doser.

– Choisir la longueur d'onde de mesure pour laquelle l'espèce colorée présente un maximum d'absorption de la lumière.

– Réaliser le blanc avec une cuve et de l'eau distillée à la longueur d'onde fixée pour la mesure.

– Utiliser la même cuve pour l'ensemble des mesures en s'assurant de sa propreté.

38 Doser la salive

ÉNONCÉ

L'absorbance des solutions S_i d'une gamme étalon contenant l'ion thiocyanatofer (III) $[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$ est donnée dans le tableau ci-dessous. Les mesures ont été effectuées à la longueur d'onde $\lambda = 490 \text{ nm}$ dans une cuve de largeur $\ell = 1,00 \text{ cm}$.

c (en $10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$)	0,40	0,60	1,2	1,6	2,0
$A_{490,i}$	0,12	0,34	0,46	0,62	0,80

Un échantillon de salive humaine de volume $V = 250 \mu\text{L}$ est ajouté dans une solution d'ion fer(III) afin d'obtenir une solution S de volume $V' = 10,0 \text{ mL}$. Dans ces conditions, la totalité de l'ion thiocyanate SCN^- contenu dans la salive réagit avec l'ion fer (III) pour former l'ion $[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$. La solution S a une absorbance $A'_{490} = 0,65$.

- Déterminer la valeur du coefficient d'absorption molaire ϵ_{490} de l'ion thiocyanatofer (III). S'aider éventuellement d'un tableur-grapheur.
- Déterminer de deux façons différentes la concentration en quantité c' d'ion thiocyanatofer (III) de la solution S , puis la concentration en quantité c_{salive} d'ion thiocyanate dans la salive.

UNE SOLUTION

1. Les points expérimentaux sont au voisinage d'une droite passant par l'origine : il y a proportionnalité entre c et A ; ainsi cette espèce suit la loi de Beer-Lambert : $A_{490} = \epsilon_{490} \times \ell \times c$. Le coefficient directeur de la droite est donc

$$a = \epsilon_{490} \times \ell, \text{ soit } \epsilon_{490} = \frac{a}{\ell}$$

La modélisation donne $a = 0,39 \times 10^4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$.

$$\text{A.N. : } \epsilon_{490} = \frac{a}{\ell} = \frac{0,39 \times 10^4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}}{1,00 \text{ cm}} = 3,9 \times 10^3 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$$

2. La concentration en quantité inconnue c' peut être déterminée par lecture graphique : l'antécédent (par la droite) de l'absorbance $A'_{490} = 0,65$ est : $c' = 1,65 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. On peut également utiliser le coefficient d'absorption molaire et la loi de Beer-Lambert :

$$c' = \frac{A'_{490}}{\epsilon_{490} \times \ell} = \frac{0,65}{3,9 \times 10^3 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1} \times 1,00 \text{ cm}} = 1,65 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

La solution S a été obtenue par dilution de la salive :

$$c_{\text{salive}} = \frac{V' \times c'}{V_{\text{salive}}} = \frac{10,0 \text{ mL} \times 1,65 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{250 \mu\text{L}} = \frac{10,0 \times 10^3 \mu\text{L} \times 1,65 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{250 \mu\text{L}} = 6,6 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$



La teneur en ion thiocyanate dans la salive renseigne sur l'exposition d'une personne au tabagisme.

RÉALISER

- Ne pas oublier de placer l'origine du graphique, les grandeurs portées sur les axes ainsi que leur unité.
- La détermination du coefficient directeur a de la droite peut se faire soit avec les fonctionnalités d'un tableur-grapheur, soit en choisissant deux points de la droite $A(x_A; y_A)$ et $B(x_B; y_B)$: $a = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A}$.

ANALYSER-RAISONNER

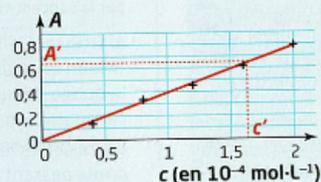
Le coefficient directeur est le quotient d'une valeur en ordonnée par une valeur en abscisse. Il a donc l'unité de l'ordonnée (ici sans unité, représentée par 1) divisée par l'unité de l'abscisse (ici $10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$).

RÉALISER

Écrire les unités dans les étapes intermédiaires peut être utile mais ce n'est pas du tout obligatoire. L'unité est en revanche indispensable dans l'écriture finale du résultat.

S'APPROPRIER

Il faut identifier la solution mère, ici la salive et la solution fille, ici appelée S .



36 Nettoyage d'une pièce métallique

ÉNONCÉ

Traiter des pièces métalliques avec de l'acide chlorhydrique permet de les décaper. Pour illustrer cette technique, de la poudre de fer de masse $m_{\text{Fe}} = 5,58 \text{ g}$ est introduite dans une solution d'acide chlorhydrique de concentration en quantité d'ion $\text{H}^+(\text{aq})$ $c = 1,0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. Il se forme l'ion $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ et du dihydrogène gazeux. La masse du système diminue de $0,20 \text{ g}$.

1. Écrire l'équation de réaction modélisant cette transformation.
2. Exprimer puis calculer la quantité de fer introduite.
3. Exprimer puis calculer le volume minimal V_{min} de la solution d'acide chlorhydrique à utiliser pour consommer tout le fer solide.
4. Déterminer la quantité de matière du gaz formé, puis le volume de gaz qui se dégage dans les conditions de l'expérience (volume molaire $V_m = 24,0 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$).



UNE SOLUTION

1. Selon l'énoncé, les réactifs sont $\text{Fe}(\text{s})$ et $\text{H}^+(\text{aq})$; les produits sont $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ et $\text{H}_2(\text{g})$. L'équation de réaction s'écrit : $\text{Fe}(\text{s}) + 2 \text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$.

2. L'expression qui relie masse et quantité de matière est : $n_{\text{Fe}} = \frac{m_{\text{Fe}}}{M_{\text{Fe}}}$ avec M_{Fe} la masse molaire de l'élément fer; d'après le tableau périodique, $M_{\text{Fe}} = 55,8 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

A.N. : $n_{\text{Fe}} = \frac{5,58 \text{ g}}{55,8 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,100 \text{ mol}$.

3. Le fer doit être le réactif limitant, donc $\frac{n_{\text{H}^+}}{n_{\text{Fe}}} > \frac{2}{1}$.

La quantité minimale d'ion H^+ à introduire est donc telle que $\frac{n_{\text{H}^+, \text{min}}}{n_{\text{Fe}}} = \frac{2}{1}$, c'est-à-dire $n_{\text{H}^+, \text{min}} = 2 \times n_{\text{Fe}}$.

L'expression qui relie la quantité de matière à la concentration en quantité de matière est : $c_{\text{H}^+} = \frac{n_{\text{H}^+}}{V}$ soit $V = \frac{n_{\text{H}^+}}{c_{\text{H}^+}}$. Ainsi $V_{\text{min}} = \frac{n_{\text{H}^+, \text{min}}}{c} = \frac{2 \times n_{\text{Fe}}}{c}$.

A.N. : $V_{\text{min}} = \frac{2 \times 0,100 \text{ mol}}{1,0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 0,20 \text{ L}$.

4. L'expression qui relie la quantité de matière au volume molaire se déduit de :

$n_{\text{H}_2} = \frac{m_{\text{H}_2}}{M_{\text{H}_2}}$ avec M_{H_2} la masse molaire du dihydrogène; d'après le tableau périodique, $M_{\text{H}_2} = 2 \times 1,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

A.N. : $n_{\text{H}_2} = \frac{0,20 \text{ g}}{2 \times 1,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,10 \text{ mol}$.

$V_{\text{H}_2} = n_{\text{H}_2} \times V_m$.

A.N. : $V_{\text{H}_2} = 0,10 \text{ mol} \times 24,0 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 2,4 \text{ L}$.

RÉALISER

Écrire les unités dans les étapes intermédiaires peut être utile mais ce n'est pas du tout obligatoire. L'unité est en revanche indispensable dans l'écriture finale du résultat.

ANALYSER-RAISONNER

Le volume minimal d'acide chlorhydrique est le plus petit volume à utiliser tel que le fer soit le réactif limitant.

S'APPROPRIER

Il faut identifier que l'origine de la diminution de la masse correspond au dégagement du gaz formé, donc au dihydrogène.

ANALYSER-RAISONNER

Pour relier la masse donnée dans l'énoncé et le volume attendu, il y a deux étapes de raisonnement faisant intervenir la quantité de matière.