

Chapitre 2 : Composition chimique des solutions

Exercices

QCM

1. Concentration d'une espèce chimique en solution

1. La concentration en quantité de matière d'une espèce chimique en solution :

C. s'exprime en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$

2. La concentration en masse s'exprime par la relation :

$$\mathbf{B.} \gamma = \frac{m}{V}.$$

3. La relation entre les concentrations en masse γ et en quantité de matière c est :

$$\mathbf{A.} c = \frac{\gamma}{M} \text{ et } \mathbf{B.} \gamma = c \cdot M.$$

2. Couleurs des solutions

1. Une solution colorée absorbe :

C. plus certaines radiations que d'autres.

2. Sur le cercle chromatique, des couleurs complémentaires :

B. sont diamétralement opposées et C. donnent de la lumière blanche si on les ajoute.

3. Une solution magenta absorbe :

A. principalement dans le vert.

3. Loi de Beer-Lambert

1. Pour une longueur d'onde donnée, l'absorbance est proportionnelle à :

A. la concentration et la largeur de la solution traversée.

2. Pour une longueur d'onde donnée, la loi de Beer-Lambert s'écrit :

$$\mathbf{B.} A_\lambda = k \cdot c$$

3. La représentation graphique de la loi de Beer-Lambert pour une espèce chimique en solution est :

C. une droite qui passe par l'origine.

4. Pour un dosage par étalonnage spectrophotométrique, il faut mesurer l'absorbance :

C. de différentes solutions de concentrations connues.

4. Jeopardy Propositions de questions :

a. De quelle couleur serait une solution qui absorbe le magenta ?

b. Pour quelle longueur d'onde une solution colorée possède-t-elle une absorbance maximale ? OU Comment appelle-t-on la longueur d'onde pour laquelle l'absorbance d'une solution colorée est maximale ?

Pour s'échauffer

5. Quantité de matière

◆ La quantité de matière en mol de sulfate de cuivre est :

$$n = c \cdot V = 0,25 \times 1,5 = 0,38 \text{ mol}$$

6. Concentration

◆ La concentration en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ de chlorure de fer (III) est :

$$c = \frac{n}{V} \text{ ou } n = \frac{m}{M} \text{ donc}$$

$$c(\text{FeCl}_3) = \frac{m(\text{FeCl}_3)}{V \cdot M(\text{FeCl}_3)} = \frac{5,7}{100 \times 10^{-3} \times 162,2} = 0,35 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

7. D'une concentration à l'autre

◆ La concentration en $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ d'hémoglobine dans le sang est :

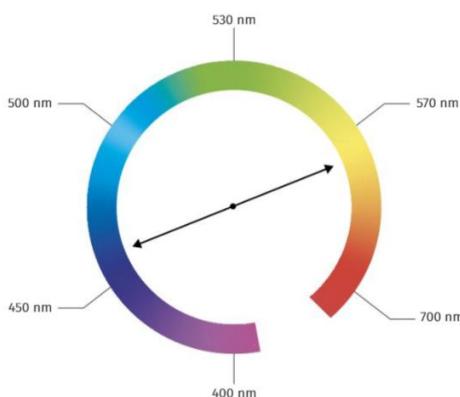
$$\gamma(\text{Hb}) = c(\text{Hb}) \cdot M(\text{Hb}) = 1,71 \times 10^{-3} \times 64,458 = 110 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

$\gamma(\text{Hb}) < 138 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$, la patiente souffre donc d'anémie.

8. Couleur d'une solution

1. On observe une forte absorption entre 400 nm et 500 nm, cet intervalle correspond aux couleurs violette et bleue.

2. D'après le cercle chromatique la solution est donc jaune-orangée.



Pour commencer

9. Notion de concentration

→ RAI/ANA : Associer les unités de mesure à leurs grandeurs

1. La concentration en quantité de matière d'éosine est :

$$c = \frac{\gamma}{M} = \frac{20,0}{694} = 2,88 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

2. La quantité de matière d'éosine contenue dans l'unidose est :

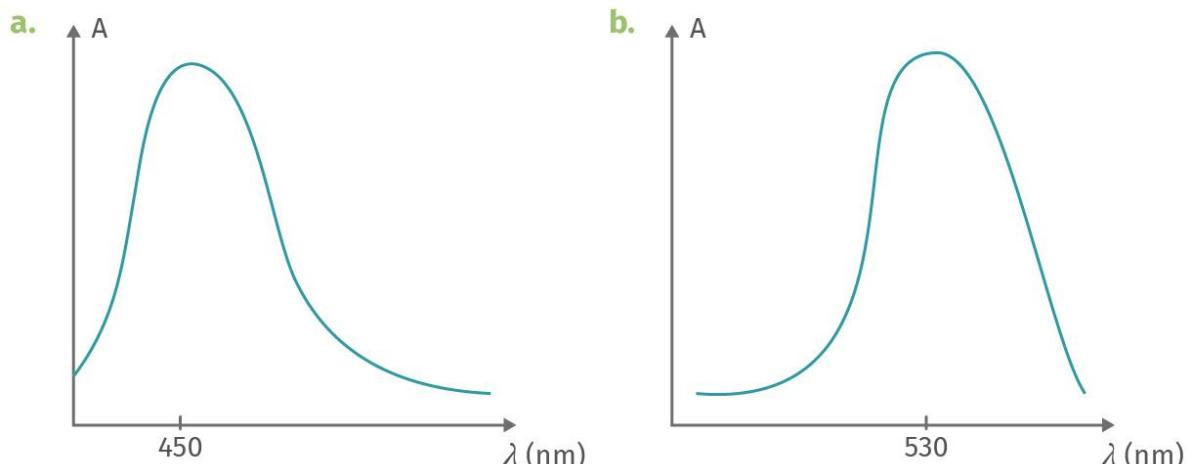
$$n = c \cdot V = 2,88 \times 10^{-2} \times 2 \times 10^{-3} = 5,76 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

10. Solvatochromisme

→ APP : Formuler une hypothèse

1. La solution est jaune pâle donc elle absorbe sa couleur complémentaire, c'est-à-dire le bleu. La solution est magenta donc elle absorbe sa complémentaire, c'est-à-dire le vert.

2. La solution *a*, jaune,吸ue principalement dans le bleu, et son maximum d'absorption se situe aux alentours de 450 nm. La solution *b*, magenta,吸ue principalement dans le vert, et son maximum d'absorption se situe aux alentours de 530 nm.



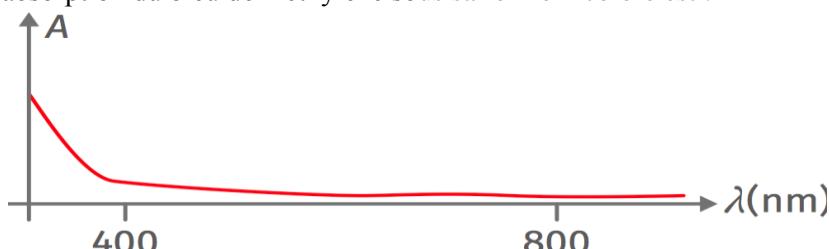
11. La bouteille bleue

→ RAI/ANA : Utiliser des documents pour répondre à une problématique

1. On observe un pic d'absorbance entre 600 et 700 nm (environ 660 nm) dans le rouge et une absorption quasi nulle entre 350 et 450 nm. D'après la complémentarité des couleurs, la solution est donc de coloration bleue.

2. Il faut régler le spectromètre à la longueur d'onde correspondant à l'absorbance maximale soit 670 nm afin d'avoir les plus grande valeurs possibles d'absorbance et la meilleure précision.

3. L'allure du spectre d'absorption du bleu de méthylène sous sa forme incolore est :



Différenciation

Savoir-faire : Connaître et savoir utiliser la loi de Beer-Lambert

12. La tartrazine

→ MATH : Effectuer des calculs numériques

◆ La concentration en mol·L⁻¹ est :

$$c = \frac{A}{\epsilon \cdot l} = \frac{0,05}{2,3 \times 10^4 \times 1,0} = 2,2 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

La concentration en g·L⁻¹ se déduit donc :

$$\gamma = c \cdot M = 2,2 \times 10^{-6} \times 534 = 1,2 \times 10^{-3} \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

13. Indicateurs colorés

→ MATH : Effectuer des calculs numériques

1. La courbe correspondant à la solution acide est la courbe 3 car elle possède un pic d'absorbance vers 400 nm ce qui correspond au bleu. La couleur complémentaire du bleu est le jaune, couleur du BBT en solution acide. Celle correspondant à la solution basique est la courbe 1 car elle possède un pic d'absorbance à 610 nm ce qui correspond au jaune-orange. La couleur complémentaire du jaune-orange est le bleu, couleur du BBT en solution basique.

2. Le coefficient d'extinction molaire est :

$$\epsilon = \frac{A}{l \cdot c} = \frac{1}{1,0 \times 3,0 \times 10^{-6}} = 3 \times 10^5 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$$

14. Mélanges de colorants

→ MATH : Effectuer des calculs numériques

1. L'absorbance d'une espèce colorée dépend de la concentration de cette espèce chimique en solution. En mélangeant les mêmes volume des solutions S_1 et S_2 leur concentration respective est divisée par deux. De plus, en utilisant

$$\text{l'additivité de l'absorbance, il vient : } A_3 = \frac{A_1}{2} + \frac{A_2}{2} = 0,6 + 0,2 = 0,8$$

2. En suivant le même raisonnement, la concentration de la solution S_1 est divisée par 1,5 alors que la concentration de la solution S_2 est divisée par trois. Il vient pour l'absorbance du mélange A_4 :

$$A_4 = \frac{A_1}{1,5} + \frac{A_2}{3} = \frac{1,2}{1,5} + \frac{0,4}{3} = 0,9$$

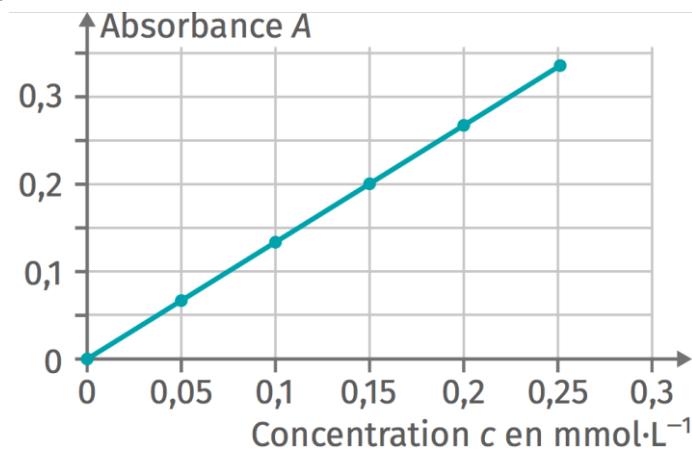
Pour s'entraîner

15. Mise en application

→ APP : Extraire l'information utile sur supports variés

→ VAL : Analyser un résultat numérique

1. La droite d'étalonnage est :



2. La concentration de la solution est $c_{\text{inc}} = 0,16 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$.

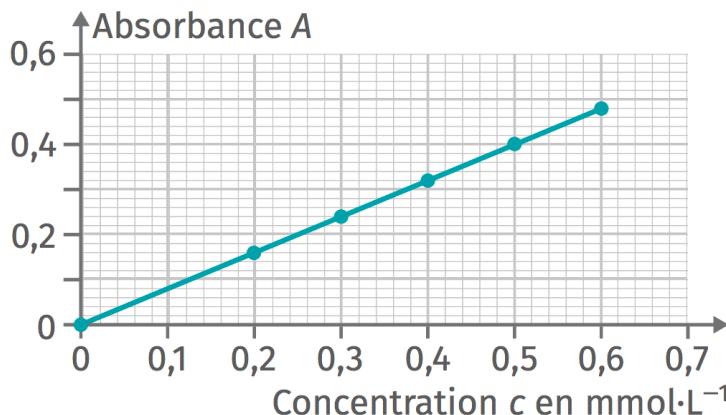
3. Le coefficient d'extinction molaire est :

$$\epsilon_{540} = \frac{A}{l \cdot c} = \frac{0,21}{1,0 \times 0,16 \times 10^{-3}} = 1,3 \times 10^3 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$$

16. Dosage par étalonnage

→ VAL : Exploiter un ensemble de mesures

1. La droite d'étalonnage est :



2. La concentration en quantité de matière de la solution est $c_{\text{inc}} = 0,39 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$.

3. Le coefficient d'extinction molaire est :

$$\varepsilon_{540} = \frac{A}{l \cdot c} = \frac{0,31}{1,0 \times 0,39 \times 10^{-3}} = 7,9 \times 10^2 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$$

17. Validité de la loi de Beer-Lambert

- VAL : Identifier des sources d'erreur
- RAI/ANA : Élaborer un protocole

1. Rayan n'a pas choisi une longueur d'onde qui correspond à un maximum d'absorption pour la solution contenant des ions permanganate. De ce fait, les valeurs d'absorbance mesurées sont petites et l'imprécision est importante. La Loi de Beer-Lambert est difficilement vérifiable.

2. Il est possible qu'il y ait eu une transformation chimique entre les ions permanganate et les ions fer (II), ce qui a fait disparaître la coloration de la solution.

3. Il faut mesurer l'absorbance de solutions colorées qui ne réagiront pas ensemble, séparément puis mélangées. Ou encore, mesurer l'absorbance de solutions de concentrations différentes mais qui contiennent la même espèce chimique colorée.

18. Copie d'élève à commenter

$$\gamma_{\text{glucose}} = \frac{m_{\text{glucose}}}{V_{\text{sang}}}$$

1. La concentration en masse de glucose est donnée par la relation :

$$\gamma_1 = \frac{m_1}{V_{\text{sang}}} = \frac{9,0}{5} = 1,8 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

donc

$$\text{et } \gamma_2 = \frac{m_2}{V_{\text{sang}}} = \frac{8,6}{5} = 1,7 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

2. Pour calculer la concentration en quantité de matière de glucose, j'ai besoin de la masse molaire du glucose :

$$M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 6M(\text{C}) + 12M(\text{H}) + 6M(\text{O}) = 6 \times 12,0 + 12 \times 1,0 + 6 \times 16,0 = 180,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

La concentration en quantité de matière de glucose est obtenue en divisant par la masse molaire car $n = \frac{m}{M}$ donc

$$c = \frac{n}{V} = \frac{m}{V \cdot M} = \frac{\gamma}{M}$$

$$c_1 = \frac{\gamma_1}{M(C_6H_{12}O_6)} = \frac{1,8}{180} = 0,010 \text{ mol} \cdot L^{-1} = 10 \text{ mmol} \cdot L^{-1}$$

$$c_2 = \frac{\gamma_2}{M(C_6H_{12}O_6)} = \frac{1,7}{180} = 0,0094 \text{ mol} \cdot L^{-1} = 9,4 \text{ mmol} \cdot L^{-1}$$

3. Les 2 concentrations dépassent la valeur seuil de $7 \text{ mmol} \cdot L^{-1}$, le patient est bien diabétique.

19. Comprendre les attendus Dopage au salbutamol

→ RAI/ANA : Utiliser des mesures pour répondre à une problématique

1. La masse molaire du salbutamol est :

$$M(C_{13}H_{21}NO_3) = 13M(C) + 21M(H) + M(N) + 3M(O) = 13 \times 12,0 + 21 \times 1,0 + 14,0 + 3 \times 16,0 = 239,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

2. La concentration en masse de salbutamol dans l'analyse d'urine est :

$$\begin{aligned}\gamma(C_{13}H_{21}NO_3) &= c(C_{13}H_{21}NO_3) \cdot M(C_{13}H_{21}NO_3) = 3,35 \times 10^{-6} \times 239,0 \\ &= 8,01 \times 10^{-4} \text{ g} \cdot L^{-1} = 0,801 \text{ mg} \cdot L^{-1}\end{aligned}$$

3. $\gamma(C_{13}H_{21}NO_3) < 1,0 \text{ mg} \cdot L^{-1}$, Christopher Froome ne risque donc pas de sanction.

20. La qualité de l'air en QCM

→ MATH : Effectuer des calculs numériques

1. La concentration en $\square \text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ de dioxyde d'azote est :

$$\begin{aligned}\gamma(NO_2) &= \frac{m(NO_2)}{V_{\text{air}}} = \frac{n(NO_2) \cdot M(NO_2)}{V_{\text{air}}} = \frac{0,760 \times 10^{-6} \times (14,0 + 2 \times 16,0)}{0,300} \\ &= 1,17 \times 10^{-7} \text{ g} \cdot \text{m}^{-3} = 117 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}\end{aligned}$$

La bonne réponse est la réponse **c**.

2. Non, on ne peut pas affirmer que la norme est dépassée car la norme précédente donne une valeur moyenne sur l'année, cela nécessite donc d'autres mesures.

La bonne réponse est la réponse **b**.

21. Hyperuricémie

→ MATH : Effectuer des calculs numériques

1. La masse molaire de l'acide urique est :

$$M(C_5H_4N_4O_3) = 5M(C) + 4M(H) + 4M(N) + 3M(O) = 5 \times 12,0 + 4 \times 1,0 + 4 \times 14,0 + 3 \times 16,0 = 168,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

2. La concentration minimale en $\text{mg} \cdot L^{-1}$ d'acide urique est :

$$\gamma_{\min}(C_5H_4N_4O_3) = c_{\min}(C_5H_4N_4O_3) = 206 \times 10^{-6} \times 168,0 = 3,46 \times 10^{-2} \text{ g} \cdot L^{-1} = 34,6 \text{ mg} \cdot L^{-1}$$

La concentration maximale en $\text{mg} \cdot L^{-1}$ d'acide urique est :

$$\gamma_{\max}(C_5H_4N_4O_3) = c_{\max}(C_5H_4N_4O_3) \cdot M(C_5H_4N_4O_3) = 441 \times 10^{-6} \times 168,0 = 7,41 \times 10^{-2} \text{ g} \cdot L^{-1} = 74,1 \text{ mg} \cdot L^{-1}$$

3. $\gamma_{\text{patient}}(C_5H_4N_4O_3) = 82,7 \text{ mg} \cdot L^{-1} > \gamma_{\max}(C_5H_4N_4O_3)$, donc le patient souffre d'hyperuricémie ce qui peut confirmer la présence de calculs rénaux.

22. L'axolotl

→ MATH : Effectuer des calculs numériques

1. La concentration en quantité de matière du chlorure de sodium dans le bain est :

$$c(\text{NaCl}) = \frac{\gamma(\text{NaCl})}{M(\text{NaCl})} = \frac{21,6}{(23,0 + 35,5)} = 0,369 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

2. La quantité de matière totale de chlorure de sodium pour les 3 jours de traitement est :

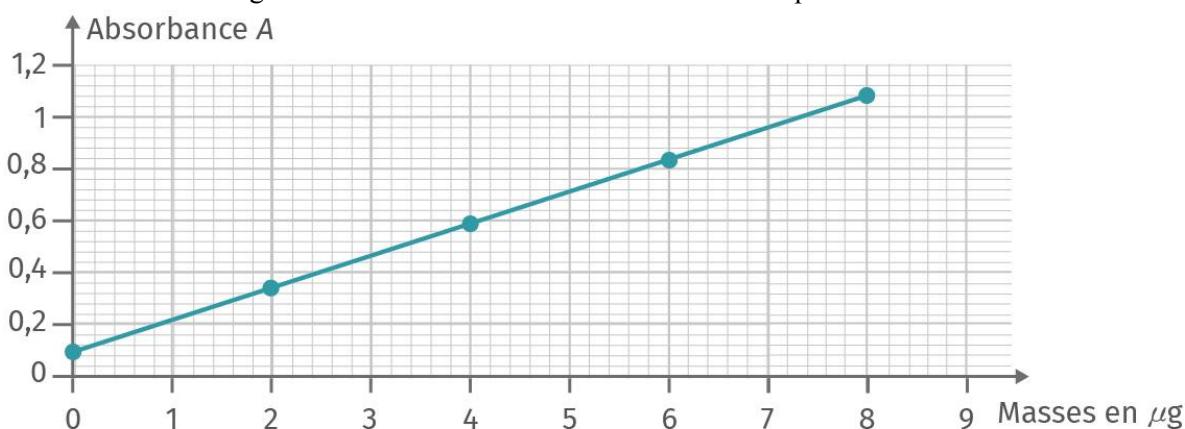
$$n(\text{NaCl}) = c(\text{NaCl}) \cdot V_{\text{total}} = 0,369 \times 8,5 \times 3 = 9,4 \text{ mol}$$

23. Dosage de protéines particulier

→ VAL : Exploiter un ensemble de mesures

Remarque : La méthode de Bradford repose sur une relation affine entre l'absorbance et la **masse** d'une espèce chimique colorée en solution, et ce pour un intervalle de valeurs. C'est pourquoi dans cette méthode spécifique, la droite modélisée ne passe pas par l'origine.

1. Courbe d'étalonnage de l'absorbance en fonction de la masse de protéines :



2. Par lecture graphique et compte tenu de la précision du graphique, on en déduit que la masse correspondant à une absorbance de 0,63 est d'environ $m = 4,5 \mu\text{g}$. En utilisant l'équation de la droite, on trouve une masse de $m = 4,4 \mu\text{g}$.

3. La concentration en masse de protéines est :

$$\gamma = \frac{m}{V} = \frac{4,5 \times 10^{-6}}{10,0 \times 10^{-6}} = 0,45 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

24. L'acide chlorhydrique : un puissant décapant

→ REA : Mettre en œuvre les différentes étapes d'une démarche



1. : SGH 07 : irritant et



: SGH 09 : dangereux pour l'environnement

2. Pour manipuler une solution d'acide chlorhydrique, il faut porter une blouse, des gants et des lunettes de protection.

3. La masse de chlorure d'hydrogène gazeux dissous dans l'eau est :

$$m_{\text{solution}} = \rho \cdot V \text{ et } m(\text{HCl}) = 0,23m_{\text{solution}} = 0,23\rho \cdot V$$

$$m(\text{HCl}) = 0,23 \times 1,15 \times 10^3 \times 1,0 = 2,6 \times 10^2 \text{ g}$$

$$m_{\text{solution}} = \rho \cdot V = 1,15 \times 10^3 \times 1,0 = 1,2 \times 10^3 \text{ g}$$

$$m(\text{HCl}) = 23 \% \times 1,2 \times 10^3 = 2,6 \times 10^2 \text{ g}$$

4. La concentration en masse d'acide chlorhydrique dans la solution du commerce est :

$$\gamma = \frac{m}{V} = \frac{2,6 \times 10^2}{1,0} = 2,6 \times 10^2 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

5. La masse molaire moléculaire du chlorure d'hydrogène est :

$$M(\text{HCl}) = M(\text{H}) + M(\text{Cl}) = 1,0 + 35,5 = 36,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

6. La concentration en quantité de matière d'acide chlorhydrique dans la solution du commerce est :

$$c_{\text{commerce}} = \frac{\gamma}{M(\text{HCl})} = \frac{2,6 \times 10^2}{36,5} = 7,2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

7. La dilution réalisée est dans un rapport de 30/100 (soit un facteur de dilution de 3,33). Le volume de solution du commerce à prélever est :

$$V_{\text{com. prelevé}} = \frac{30}{100} \times V_{\text{solution diluée}} = 0,30 \times 500 = 150 \text{ mL}$$

8. La quantité de matière d'acide chlorhydrique dans la solution fille est :

$$n_{\text{fille}} = c_{\text{mère}} \cdot V_{\text{fille}} = 7,2 \times 150 \times 10^{-3} = 1,1 \text{ mol}$$

9. La concentration en quantité de matière d'acide chlorhydrique dans la solution fille est

$$c_{\text{fille}} = \frac{n_{\text{fille}}}{V_{\text{fille}}} = \frac{1,1}{500 \times 10^{-3}} = 2,2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

25. Échelle de teintes

→ VAL : Effectuer une analyse comparative

1. La concentration en quantité de matière de diiode dans les 4 premiers tubes est :

$$n = c_{\text{mère}} \cdot V_{\text{prelevé}} = c_{\text{fille}} \cdot V_{\text{fille}} \text{ donc } c_{\text{fille}} = \frac{c_{\text{mère}} \cdot V_{\text{prelevé}}}{V_{\text{fille}}}$$

$$c_{\text{mère}} = 2,00 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$V_{\text{fille}} = 20,0 \text{ mL}$$

| | Tube 1 | Tube 2 | Tube 3 | Tube 4 |
|---|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| $V_{\text{prélevé}} (\text{mL})$ | 2,0 | 4,0 | 6,0 | 8,0 |
| $c_{\text{fille}} (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$ | $2,0 \times 10^{-3}$ | $4,0 \times 10^{-3}$ | $6,0 \times 10^{-3}$ | $8,0 \times 10^{-3}$ |

2. Par comparaison des couleurs, la concentration de diiode dans le 5^e tube est comprise entre $c_2 = 4,0 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ et $c_3 = 6,0 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

3. La concentration en diiode dans la solution de départ est comprise entre :

$$c_{\text{inc, min}} = \frac{c_2 \cdot V_{\text{dilue}}}{V_{\text{concentré}}} = \frac{4,0 \times 10^{-3} \times 25,0 \times 10^{-3}}{10 \times 10^{-3}} = 10 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$c_{\text{inc, max}} = \frac{c_3 \cdot V_{\text{dilue}}}{V_{\text{concentré}}} = \frac{6,0 \times 10^{-3} \times 25,0 \times 10^{-3}}{10 \times 10^{-3}} = 15 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

donc :

$$10 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} < c_{\text{inconnue}} < 15 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

Pour aller plus loin

26. Casse ferrique du vin

→ APP : Formuler le résultat attendu

1. La concentration en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ de l'ion fer (III) dans le vin correspondant à une absorbance $A = 0,90$ est :
 $c = [\text{Fe}^{3+}] = 0,16 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} = 0,16 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

2. La concentration en masse de l'ion fer (III) dans le vin est :

$$\gamma(\text{Fe}^{3+}) = [\text{Fe}^{3+}] \cdot M(\text{Fe}^{3+}) = 0,16 \times 10^{-3} \times 55,9 = 8,4 \times 10^{-3} \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} = 8,4 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$$

3. $\gamma(\text{Fe}^{3+}) = 8,4 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} < 10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, il n'y a pas de risque de casse ferrique du vin pour le moment.

27. le Ramet Dalibour

→ RÉA : Effectuer des calculs numériques

1. La masse molaire du sulfate de cuivre est :

$$M(\text{CuSO}_4) = M(\text{Cu}) + M(\text{S}) + 4M(\text{O}) = 65,4 + 32,1 + 4 \times 16,0 = 159,6 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

La masse molaire du sulfate de zinc est :

$$M(\text{ZnSO}_4) = M(\text{Zn}) + M(\text{S}) + 4M(\text{O}) = 65,4 + 32,1 + 4 \times 16,0 = 161,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

La concentration en quantité de matière de sulfate de cuivre est :

$$c(\text{CuSO}_4) = \frac{\gamma(\text{CuSO}_4)}{M(\text{CuSO}_4)} = \frac{m(\text{CuSO}_4)}{V_{\text{solution}} \cdot M(\text{CuSO}_4)} = \frac{0,100}{100 \times 10^{-3} \times 159,6} = 6,27 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

La concentration en quantité de matière de sulfate de zinc est :

$$c(\text{ZnSO}_4) = \frac{\gamma(\text{ZnSO}_4)}{M(\text{ZnSO}_4)} = \frac{m(\text{ZnSO}_4)}{V_{\text{solution}} \cdot M(\text{ZnSO}_4)} = \frac{0,350}{100 \times 10^{-3} \times 161,5} = 2,17 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

2. Pour réaliser avec précision 20,0 mL de solution diluée de Ramet Dalibour :

- on prélève 10,0 mL de solution à l'aide d'une pipette jaugée ;
- on verse le contenu de la fiole jaugée dans une fiole jaugée de 20,0 mL ;
- on complète d'eau distillée jusqu'au trait de jauge ;

3. Une dilution par deux étant conseillée pour certains usages, on en déduit les nouvelles concentrations de la solution ainsi diluée :

$$c'(\text{CuSO}_4) = \frac{c(\text{CuSO}_4)}{2} = \frac{6,27 \times 10^{-3}}{2} = 3,14 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$c'(\text{ZnSO}_4) = \frac{c(\text{ZnSO}_4)}{2} = \frac{2,17 \times 10^{-2}}{2} = 1,09 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

28. Thé ou café ?

→ RAI/MOD : La quantité de matière

1. La masse molaire de la caféine est :

$$M(C_8H_{10}N_4O_2) = 8M(C) + 10(H) + 4(N) + 2(O) = 8 \times 12,0 + 10 \times 1,0 + 4 \times 14,0 + 2 \times 16,0 = 194,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

2. La quantité de caféine dans une boisson s'obtient par la relation $n = \frac{m}{M}$

| Boisson | Masse en (g) | Quantité de matière n (mol) |
|---------------------|---------------------|-----------------------------|
| Expresso | 63×10^{-3} | $3,2 \times 10^{-4}$ |
| Thé | 58×10^{-3} | $3,0 \times 10^{-4}$ |
| Cola | 40×10^{-3} | $2,1 \times 10^{-4}$ |
| Boisson énergisante | 80×10^{-3} | $4,1 \times 10^{-4}$ |

3. La concentration en quantité de matière s'obtient par la relation $c = \frac{n}{V} = \frac{m}{M \cdot V}$.

| Boisson | Quantité de matière n (mol) | Volume V (L) | Concentration (mol·L ⁻¹) |
|---------------------|-----------------------------|----------------------|--------------------------------------|
| Expresso | $3,2 \times 10^{-4}$ | 50×10^{-3} | $6,4 \times 10^{-3}$ |
| Thé | $3,0 \times 10^{-4}$ | 200×10^{-3} | $1,5 \times 10^{-3}$ |
| Cola | $2,1 \times 10^{-4}$ | 330×10^{-3} | $6,4 \times 10^{-4}$ |
| Boisson énergisante | $4,1 \times 10^{-4}$ | 250×10^{-3} | $1,6 \times 10^{-3}$ |

4. La DJA en mg/kg de caféine est :

$$\text{DJA}_{\max}(C_8H_{10}N_4O_2) = n_{\max}(C_8H_{10}N_4O_2) \cdot M(C_8H_{10}N_4O_2) = 1,55 \times 10^{-5} \times 194,0 = 3,01 \times 10^{-3} \text{ g/kg} = 3,01 \text{ mg/kg}$$

5. La DJA de Marlène est :

$$\text{DJA}_{\max}(\text{Marlene}) = m_{\text{Marlene}} \cdot \text{DJA}_{\max}(C_8H_{10}N_4O_2) = 50 \times 3,01 \times 10^{-3} = 0,150 \text{ g} = 150 \text{ mg}$$

La masse de caféine ingérée par Marlène tous les jours est :

$$\text{DJA}(\text{Marlene}) = 58 + 2 \times 40 + 80 = 218 \text{ mg} > \text{DJA}_{\max}(\text{Marlene})$$

Marlène prend un risque pour sa santé car elle ingère trop de caféine quotidiennement.

29. Mélange de solutions

→ RAI/ANA : Proposer une stratégie de résolution

◆ La quantité d'hydroxyde de sodium dans la solution mère est :

$$n_{\text{mère}} = c_{\text{mère}} \cdot V_{\text{mère}} = 1,00 \times 200 \times 10^{-3} = 2,00 \times 10^{-1} \text{ mol}$$

La quantité d'hydroxyde de sodium dans la solution fille est :

$$n_{\text{fille}} = c_{\text{fille}} \cdot V_{\text{fille}} = 1,00 \times 10^{-1} \times 500 \times 10^{-3} = 5,00 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

La quantité d'hydroxyde de sodium voulue dans la nouvelle solution est :

$$n_{\text{voulue}} = c_{\text{voulue}} \cdot V_{\text{voulue}} = 1,00 \times 1,00 = 1,00 \text{ mol}$$

La quantité de matière manquante dans la solution est :

$$n_{\text{manquante}} = n_{\text{voulue}} - n_{\text{mère}} - n_{\text{fille}} = 1,00 - 2,00 \times 10^{-1} - 5,00 \times 10^{-2} = 7,50 \times 10^{-1} \text{ mol}$$

La masse de pastilles de soude à ajouter dans la solution est :

$$m_{\text{manquante}} = n_{\text{manquante}} \cdot M(\text{NaOH}) = n_{\text{manquante}} \cdot (M(\text{Na}) + M(\text{O}) + M(\text{H})) = 7,50 \times 10^{-1} \times (23,0 + 16,0 + 1,0) = 30,0 \text{ g}$$

Il faut donc placer le mélange des solutions dans une fiole jaugée de 1,00 L, ajouter 30,0 g de pastilles de soude, agiter pour dissoudre les pastilles puis compléter avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge et de nouveau agiter la solution.

Problème et tâches complexes

30. Alcoolémie

→ RAI/ANA : Construire un raisonnement

1. La masse molaire de l'éthanol est :

$$M(C_2H_6O) = 2M(C) + 6M(H) + M(O) = 2 \times 12,0 + 6 \times 1,0 + 16,0 = 46,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

La concentration en masse d'éthanol est :

$$\gamma(C_2H_6O) = c(C_2H_6O) \cdot M(C_2H_6O) = 3,0 \times 10^{-2} \times 46,0 = 1,38 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

2. En affirmant n'avoir bu que 2 verres de vin, l'alcoolémie serait :

$$A = \frac{0,80 \cdot V \cdot d}{K \cdot m} = \frac{0,80 \times 2 \times 100 \times 0,08}{0,7 \times 75} = 0,24 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

3. Même en ayant bu seulement ce qu'il prétend, cet automobiliste est tout de même en infraction, car il s'agit d'un permis probatoire donc l'alcoolémie ne doit pas excéder $0,2 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$. Il risque donc une suspension de son permis de conduire.

31. Mildiou et bouillie bordelaise

→ RAI/ANA : Construire un raisonnement

◆ La masse molaire du sulfate de cuivre pentahydraté est :

$$M(CuSO_4 \cdot 5H_2O) = M(Cu) + M(S) + 9M(O) + 10M(H) = 63,5 + 32,1 + 9 \times 16,0 + 10 \times 1,0 = 249,6 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

La masse molaire de la chaux éteinte est :

$$M(Ca(OH)_2) = M(Ca) + 2M(O) + 2M(H) = 40,1 + 2 \times 16,0 + 2 \times 1,0 = 74,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

La concentration maximale en masse de sulfate de cuivre pentahydraté est :

$$\gamma(CuSO_4 \cdot 5H_2O) = c(CuSO_4 \cdot 5H_2O) \cdot M(CuSO_4 \cdot 5H_2O) = 80,0 \times 10^{-3} \times 249,6 = 20,0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

La concentration maximale de chaux éteinte est :

$$\gamma(Ca(OH)_2) = c(Ca(OH)_2) \cdot M(Ca(OH)_2) = 0,405 \times 74,1 = 30,0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

Le volume de solution de bouillie bordelaise pour l'exploitation est :

| | |
|-----------------------|---|
| 115 mL = 0,115 L | 1 m ² |
| V _{solution} | 50,0 ha = 50,0 × 10 ⁴ m ² |

$$V_{\text{solution}} = \frac{50,0 \times 10^4 \times 0,115}{1} = 5,75 \times 10^4 \text{ L}$$

La masse de sulfate de cuivre pentahydraté nécessaire est :

$$m(CuSO_4 \cdot 5H_2O) = \gamma(CuSO_4 \cdot 5H_2O) \cdot V_{\text{solution}} = 20,0 \times 5,75 \times 10^4 = 1,15 \times 10^6 \text{ g} = 1,15 \times 10^3 \text{ kg}$$

La masse de chaux éteinte nécessaire est :

$$m(\text{Ca(OH)}_2) = \gamma(\text{Ca(OH)}_2) \cdot V_{\text{solution}} = 30,0 \times 5,75 \times 10^4 = 1,73 \times 10^6 \text{ g} = 1,73 \times 10^3 \text{ kg}$$

Le coût P_{sulfate} du sulfate de cuivre pentahydraté est :

| | |
|-------------------------------|----------------------|
| 10 kg | 45 € |
| $1,15 \times 10^3 \text{ kg}$ | P_{sulfate} |

$$P_{\text{sulfate}} = \frac{45 \times 1,15 \times 10^{-3}}{10} = 5\ 175 \text{ €}$$

Le coût P_{chaux} de la chaux éteinte est :

| | |
|-------------------------------|--------------------|
| 15 kg | 10 € |
| $1,73 \times 10^3 \text{ kg}$ | P_{chaux} |

$$P_{\text{chaux}} = \frac{10 \times 1,73 \times 10^3}{15} = 1\ 150 \text{ €}$$

Le coût P_{eau} de l'eau est :

| | |
|--|------------------|
| $1 \text{ m}^3 = 1\ 000 \text{ L}$ | 4 € |
| $V_{\text{solution}} = 5,75 \times 10^4 \text{ L}$ | P_{eau} |

$$P_{\text{eau}} = \frac{4 \times 5,75 \times 10^4}{1\ 000} = 230 \text{ €}$$

Le coût total P_{total} de la fabrication de la solution de bouillie bordelaise est :

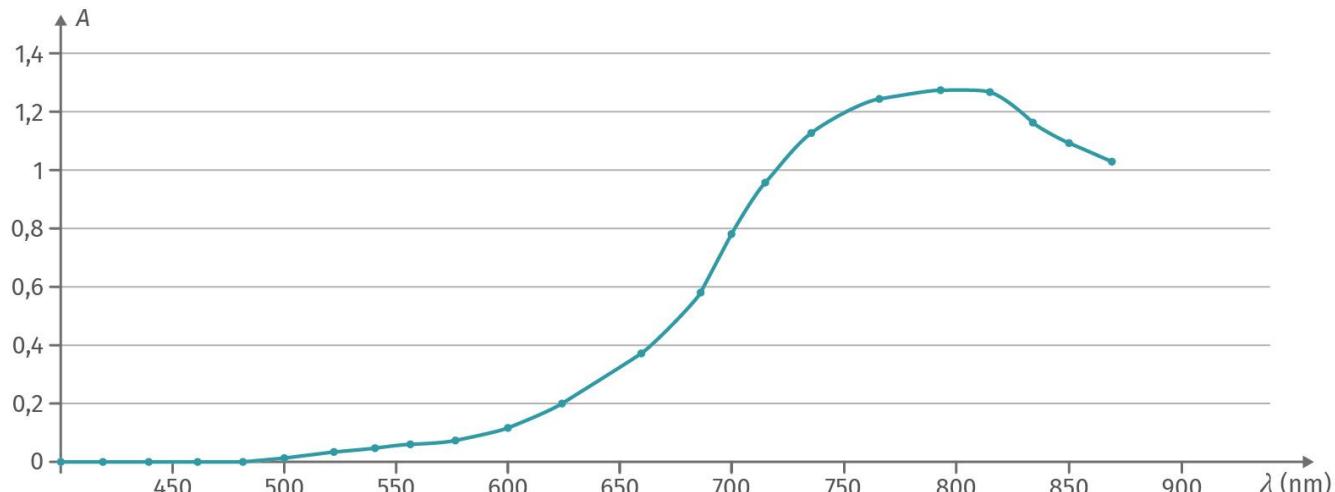
$$P_{\text{total}} = P_{\text{sulfate}} + P_{\text{chaux}} = 5\ 175 + 1\ 150 + 230 = 6\ 555 \text{ €}$$

Retour sur l'ouverture du chapitre

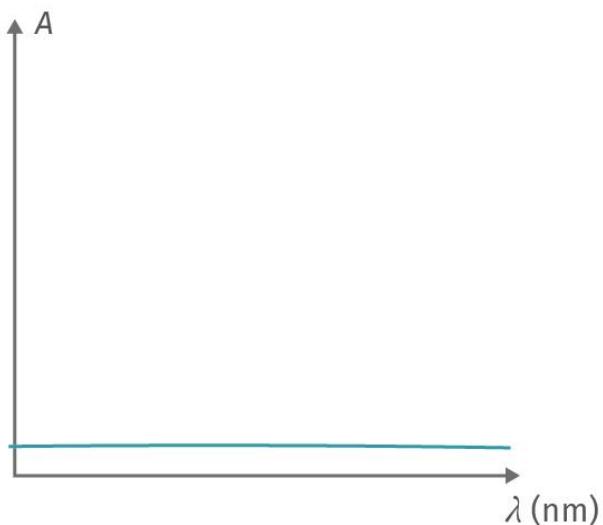
32. Le stylo effaçable par friction

→ RAI/ANA : Construire un raisonnement

1. L'allure du spectre d'absorption pour l'encre bleue est :



2. Quand on utilise le stylo, l'encre est visible et la température est proche de 20 °C. Cela correspond à un point sur la partie supérieure de la courbe du document dont l'abscisse est 20 °C. En chauffant, le point se déplace le long de la courbe vers la droite au fur et à mesure que la température augmente. Quand la température approche les 60 °C, la courbe décroît et on passe dans la zone d'invisibilité. Lorsque l'on arrête de frotter la température décroît, le point se déplace sur la partie inférieure de la courbe vers la gauche : l'encre reste invisible à température ambiante. L'allure du spectre d'absorption pour cette même encre chauffée est :



3. On peut faire réapparaître l'encre du stylo en baissant de nouveau la température de l'encre, en mettant dans un congélateur la feuille par exemple. En effet, quand la température baisse le point sur la courbe se déplace vers la gauche. On remarque que pour une température inférieure à -10 °C, la courbe croît, et repasse dans la zone de visibilité. On peut recommencer un cycle.

Remarque : Il est préférable d'utiliser un congélateur de type (***) pour de meilleurs résultats. Les congélateur de types (*) et (**) ont des température respective de -10 °C et -12 °C contrairement aux types (***) qui descendant jusqu'à -18 °C.