

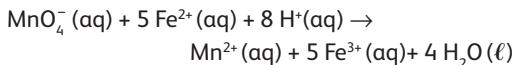
b. L'équation de la droite obtenue est :

$$A_{520} = 1,9 \times 10^3 \times c.$$

c. D'après la loi de Beer-Lambert : $c_0 = \frac{A_{520,0}}{\varepsilon_\lambda \ell}$.

$$\text{D'où : } c_0 = \frac{1,080}{1,9 \times 10^3} = 5,7 \times 10^{-4} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}.$$

17. Écrire l'équation de réaction



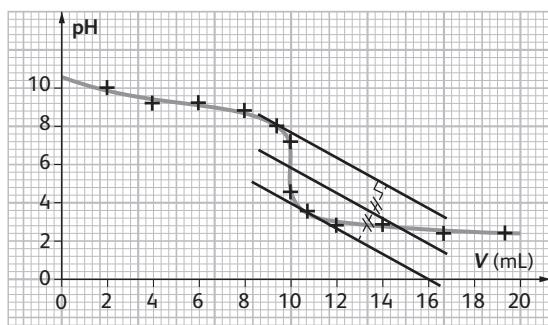
18. Interpréter un changement de pente

Avant l'équivalence, le réactif limitant est HO^- . Les ions H_3O^+ sont consommés, des ions Na^+ sont introduits et la quantité d'ions NO_3^- n'évolue pas. La conductivité diminue car la conductivité ionique molaire de H_3O^+ est beaucoup plus grande que celle de Na^+ .

Après l'équivalence, le réactif limitant est H_3O^+ . La quantité d'ions NO_3^- n'évolue pas. Des ions HO^- et Na^+ sont introduits sans être consommés, donc la conductivité augmente.

19. Déterminer une concentration

a. On trace deux tangentes à la courbe, parallèles et placées de part et d'autre du saut de pH où la courbe a une grande courbure. On trace ensuite la droite parallèle et équidistante à ces deux tangentes. Cette droite coupe la courbe de titrage au point d'abscisse $V_e = 10,0 \text{ mL}$.



b. À l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques :

$$\text{Donc : } \frac{n_{\text{NH}_3,i}}{1} = \frac{n_{\text{NO}_3^-,e}}{1}$$

$$c_s V_s = c V_e \quad \text{soit} \quad c_s = \frac{c V_e}{V_s}$$

$$\text{A. N. : } c_s = \frac{10 \times 10^{-3} \times 10,0}{10,0} = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}.$$

EXERCICES Appliquer le cours

I Dosage par étalonnage (§1 et 2 du cours)

14. Exploiter des données numériques

Les conductivités σ_1 et σ_2 des deux solutions ioniques sont données par les relations :

$$\sigma_1 = \lambda_{\text{Fe}^{2+}} [\text{Fe}^{2+}] + \lambda_{\text{SO}_4^{2-}} [\text{SO}_4^{2-}] \text{ et}$$

$$\sigma_2 = \lambda_{\text{Pb}^{2+}} [\text{Pb}^{2+}] + \lambda_{\text{SO}_4^{2-}} [\text{SO}_4^{2-}].$$

$$\text{Or: } [\text{Fe}^{2+}] = [\text{SO}_4^{2-}] = [\text{Pb}^{2+}] = [\text{SO}_4^{2-}] = c.$$

$$\text{D'où: } \sigma_1 = (\lambda_{\text{Fe}^{2+}} + \lambda_{\text{SO}_4^{2-}}) \times c \text{ et } \sigma_2 = (\lambda_{\text{Pb}^{2+}} + \lambda_{\text{SO}_4^{2-}}) \times c.$$

La conductivité σ_2 étant plus grande que la conductivité σ_1 , la conductivité ionique molaire de l'ion plomb Pb^{2+} est donc supérieure à celle de l'ion fer II Fe^{2+} .

L'ion plomb Pb^{2+} conduit plus facilement le courant électrique que l'ion fer II Fe^{2+} .

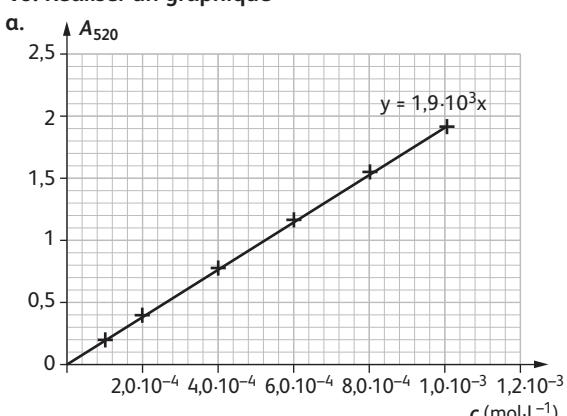
15. Exploiter une courbe d'étalonnage

a. Par lecture graphique, on trouve : $c = 3,7 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$.

b. Par lecture graphique, on trouve : $\sigma' = 79 \text{ mS}\cdot\text{m}^{-1}$.

I Dosage par titrage (§3 du cours)

16. Réaliser un graphique

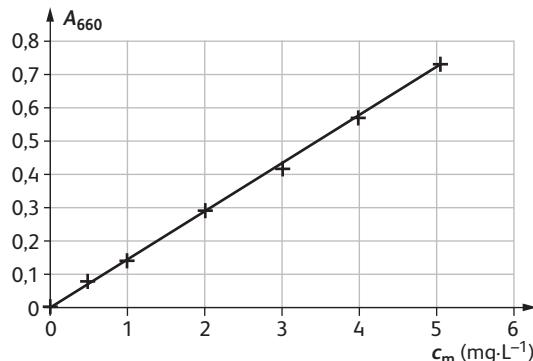


EXERCICES S'entraîner

20. Exercice résolu dans le manuel

21. Application de l'exercice résolu

1.



2. Par lecture graphique : $c_{m,S} = 4,0 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$.

3. Le collyre a été dilué 50 fois, d'où :

$$c_m = 50 \times c_{m,S} = 50 \times 4,0 = 2,0 \times 10^2 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$$

$$4. m_b = c_m \times V = 2,0 \times 10^2 \times 0,100 = 20 \text{ mg.}$$

Cette valeur correspond bien à celle indiquée sur l'étiquette du flacon.

22. Exercice résolu dans le manuel

23. Application de l'exercice résolu

1. Le changement de pente s'effectue à $V_e = 10,0 \text{ mL}$.

2. À l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques :

$$\frac{n_{\text{NH}_3,i}}{1} = \frac{n_{\text{NH}_3^{0+},e}}{1}$$

$$c_s V_s = c V_e \quad \text{soit} \quad c_s = \frac{c V_e}{V_s}$$

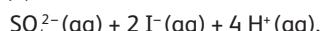
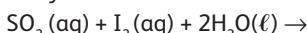
$$\text{A. N. : } c_s = \frac{20 \times 10^{-3} \times 10,0}{200} = 1,0 \times 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

24. Apprendre à rédiger

> COMPÉTENCES : Analyser, réaliser, valider.

a. Puisque l'on utilise de l'empois d'amidon, on repère l'équivalence par un indicateur de fin de réaction.

b. Le réactif titrant est le diiode I₂. Le réactif titré est le dioxyde de soufre.



c. À l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques :

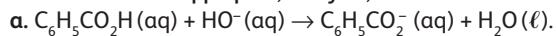
$$\frac{n_{\text{SO}_2,i}}{1} = \frac{n_{\text{I}_2,e}}{1}$$

$$\text{d. } c_s V_s = c V_e \quad \text{soit} \quad c_s = \frac{c V_e}{V_s}$$

$$\text{A. N. : } c_s = \frac{50 \times 10^{-3} \times 8 \times 10^{-3}}{10,0 \times 10^{-3}} = 4,0 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} = 40 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$$

25. ★ Conservateur alimentaire

> COMPÉTENCES : S'approprier, analyser, réaliser.



$$\text{b. } V_e = 15,0 \text{ mL.}$$

c. À l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques :

$$\frac{n_i}{1} = \frac{n_e}{1}$$

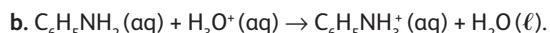
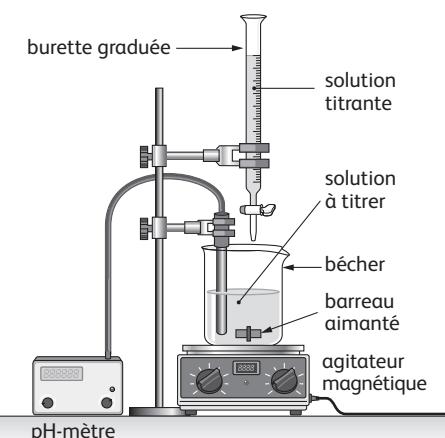
$$\text{d. } c_s V_s = c V_e \quad \text{soit} \quad c_s = \frac{c V_e}{V_s}$$

$$\text{A. N. : } c_s = \frac{50 \times 10^{-3} \times 15,0 \times 10^{-3}}{20,0 \times 10^{-3}} = 3,8 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}.$$

26. ★ Titrage d'une solution d'éthylamine

> COMPÉTENCES : S'approprier, connaître, réaliser.

a.



$$\text{c. } V_e = 8,0 \text{ mL.}$$

d. À l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques :

$$\frac{n_i}{1} = \frac{n_e}{1}$$

$$\text{e. } c_s V_s = c V_e \quad \text{soit} \quad c_s = \frac{c V_e}{V_s}$$

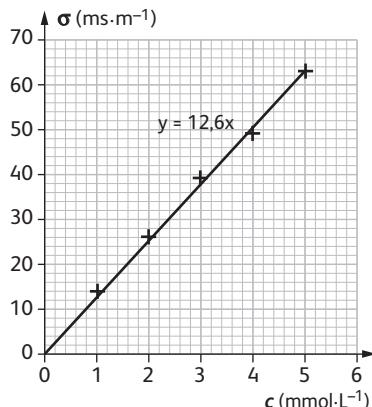
$$\text{A. N. : } c_s = \frac{1,0 \times 10^{-1} \times 8,0 \times 10^{-3}}{20,0 \times 10^{-3}} = 4,0 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

f. Le jaune d'alizarine ne convient pas car sa zone de virage n'est pas comprise dans la zone de forte variation de pH. Même raison pour la phénolphtaléine. Il faut donc choisir le rouge de chlorophénol.

27. ★ In English Please

> COMPÉTENCES : S'approprier, réaliser, valider.

a.



b. L'équation de la droite obtenue est :

$$\sigma = 12,6 \times c \quad (\sigma \text{ en } \text{mS}\cdot\text{m}^{-1} \text{ et } c \text{ en } \text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}).$$

c. Par lecture graphique, on trouve : $c_F = 3,5 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$. La concentration c_F de la solution F est également donnée par la relation :

$$c_F = \frac{\sigma}{12,6} = \frac{44}{12,6} = 3,5 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}.$$

Les résultats obtenus par lecture graphique et par le calcul sont identiques.

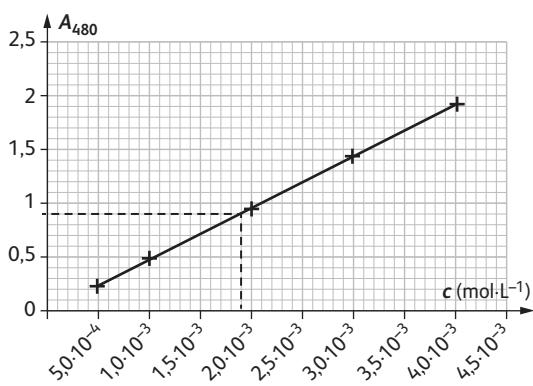
28. ★ Solution de Lugol®

> COMPÉTENCES : S'approprier, analyser, réaliser, valider.

1. a. Au cours d'une dilution, il y a conservation de la quantité de matière : $c_0 \times V_i = c_i \times V$.

b. Voir le tableau en bas de page.

c.



2. a. Par lecture graphique, on trouve :

$$c = 1,95 \times 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}.$$

La solution de Lugol® a été diluée 20 fois ;

$$\text{d'où : } c_L = 20 \times c = 20 \times 1,95 \times 10^{-3} = 3,90 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}.$$

$$\text{b. } n_L = c_L \times V = 3,90 \times 10^{-2} \times 0,100 = 3,90 \times 10^{-3} \text{ mol.}$$

$$m_L = n_L \times M (I_2) = 3,90 \times 10^{-3} \times (2 \times 126,9) = 0,990 \text{ g.}$$

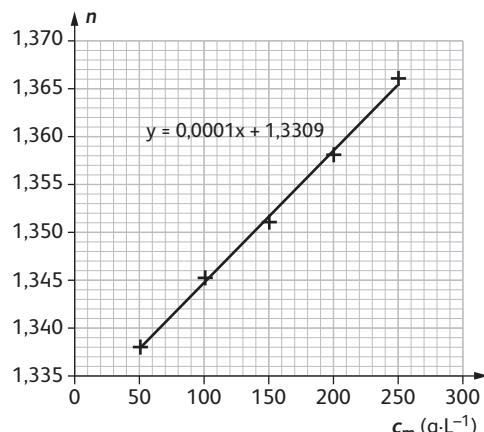
$$\text{c. Ecart relatif : } \frac{|1 - 0,99|}{1} \times 100 = 1 \text{ \%}.$$

La valeur de m_L trouvée correspond à celle écrite dans la composition de la solution de Lugol®.

29. ★ Quantité de sucre dans le raisin

> COMPÉTENCES : S'approprier, analyser, réaliser.

a.



b. L'équation de la droite passant au plus près des points est : $n = 0,0001 \times c_m + 1,3309$.

c. La concentration massique en sucre d'un jus de raisin est donnée par la relation :

$$c_m = \frac{n - 1,3309}{0,0001}$$

$$\text{Jus de raisin A : } c_{m,A} = \frac{1,347 - 1,3309}{0,0001} = 161 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}.$$

$$\text{Jus de raisin B : } c_{m,B} = \frac{1,360 - 1,3309}{0,0001} = 291 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}.$$

Le raisin A n'est pas mûr alors que le raisin B est arrivé à maturité.

d. Le raisin vendangé est le raisin B. Pour déterminer le degré d'alcool du vin obtenu, on effectue le calcul suivant :

$$\frac{291 \times 1}{16,83} = 17,3^\circ.$$

Tableau de l'exercice 28 question 1. b.:

Solution S_i	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5
Volume V_i (mL)	1,0	2,0	4,0	6,0	8,0
Concentration c_i (mol·L⁻¹)	$5,0 \times 10^{-4}$	$1,0 \times 10^{-3}$	$2,0 \times 10^{-3}$	$3,0 \times 10^{-3}$	$4,0 \times 10^{-3}$
Absorbance $A_{480,i}$	0,23	0,49	0,96	1,45	1,92

30. ★ Incertitude de la mesure

> COMPÉTENCES : S'approprier, réaliser, communiquer.

a. $V_e = 12,03 \text{ mL}$

$S_{\text{exp}} = 0,0886$

$$s = \frac{0,0886}{\sqrt{8}} = 0,0313$$

b. $k_s = 2 \times 0,0313 = 0,062$;

$\Delta V_e = 0,06 \text{ mL}$;

$V_e = (12,03 \pm 0,06) \text{ mL}$.

31. ★ Vérification de la valeur d'une concentration

> COMPÉTENCES : S'approprier, analyser, réaliser, valider.

a. Solution mère : c_0 ; V_0 :

Solution fille : $c_1 = \frac{c_0}{100}$; $V = 1,0 \text{ L}$.

Lors d'une dilution, il y a conservation de la quantité de matière : $c_0 V_0 = c_1 V$.

Donc : $V_0 = \frac{V}{100} = \frac{1,0}{100} = 1,0 \times 10^{-2} \text{ L} = 10 \text{ mL}$.

- Liste du matériel :

- pipette jaugée de 10 mL;
- fiole jaugée de 1,0 L avec bouchon;
- pissette d'eau distillée.

- Solution : la solution S_0 .

- Étapes :

- Prélever un échantillon de volume $V_0 = 10 \text{ mL}$ de la solution S_0 à l'aide d'une pipette jaugée de 10,0 mL.
- L'introduire dans une fiole jaugée de 1,0 L.
- Compléter avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.
- Boucher et agiter.

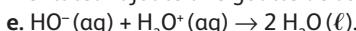
b. L'expérimentateur fait cette correction car la burette graduée lui permet de donner le résultat avec cette précision et avec cette source d'erreur.

c. L'expérimentateur titre une solution d'hydroxyde de sodium par de l'acide chlorhydrique.

Avant l'équivalence, H_3O^+ est le réactif limitant et après, HO^- est le réactif limitant.

Avant l'équivalence, la solution est bleue puis après elle est jaune.

d. Si le volume à l'équivalence a été repéré à la goutte près, la solution doit redevenir bleue lorsque l'expérimentateur ajoute une goutte de solution S_1 .



f. À l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques :

$$\frac{n_{\text{HO}^-}}{1} = \frac{n_{\text{H}_3\text{O}^+}}{1}$$

$$c_1 V_1 = c V_e \quad \text{soit} \quad c_1 = \frac{c V_e}{V_1}$$

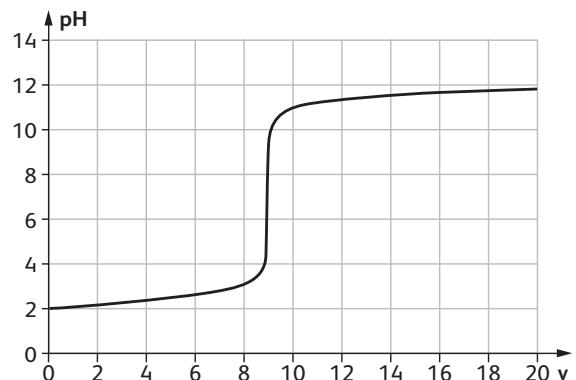
$$\text{A. N. : } c_1 = \frac{0,10 \times 6,0 \times 10^{-3}}{10,0 \times 10^{-3}} = 6,0 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

g. $c_0 = 100 c_1 = 6,0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. L'indication portée sur l'étiquette est correcte.

32. ★ Choix d'un indicateur coloré

> COMPÉTENCES : S'approprier, analyser, réaliser, valider.

a.



b. Il faut choisir le BBT.

33. ★ Réaction de précipitation

> COMPÉTENCES : S'approprier, analyser, réaliser, valider.

a. À l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques :

$$\frac{n_i}{1} = \frac{n_e}{1}$$

b. Le point d'intersection des deux segments de droite de la courbe correspond à l'équivalence :

$$V_e = 11,4 \text{ mL}$$

c. $c_s V_s = c V_e$ soit $c_s = \frac{c V_e}{V_s}$

$$\text{A. N. : } c_s = \frac{32 \times 10^{-3} \times 11,4 \times 10^{-3}}{20,0 \times 10^{-3}} = 1,8 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

On a : $c_m = c_s \times M = 1,8 \times 10^{-2} \times 35,5 = 0,65 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$.

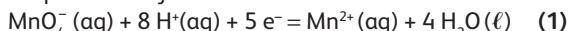
d. L'indication portée sur l'étiquette est correcte.

34. ★★ S'autoévaluer

Le réactif titrant est l'ion permanganate MnO_4^- .

Le réactif titré est le peroxyde d'hydrogène H_2O_2 .

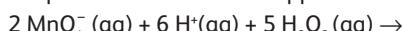
Avant d'écrire l'équation de la réaction support de titrage, il faut établir les demi-équations rédox des couples mis en jeu.



L'équation de réaction ne doit pas faire apparaître d'électrons.

On multiplie la demi-équation (1) par 2, et la demi-équation (2) par 5.

L'équation de la réaction support de titrage est :



À l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques :

$$\frac{n_{\text{H}_2\text{O}_2}}{5} = \frac{n_{\text{MnO}_4^-}}{2}$$

$$\frac{c'V'}{5} = \frac{cV_e}{2}$$

$$c' = \frac{5}{2} \times \frac{cV_e}{V'}$$

$$c' = \frac{5}{2} \times \frac{0,025 \times 14,8}{10,0}$$

$$c' = 9,3 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

c' est la concentration de la solution fille, obtenue par dilution (d'un facteur 10) de la solution commerciale.
Donc : $c_0 = 10 \times c' = 9,3 \times 10^{-1} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

35. Conductimétrie et aquariophilie

> COMPÉTENCES : S'approprier, analyser, communiquer.

En aquariophilie, la survie d'une espèce (comme le *Paracheirodon innesi*) exige que l'eau dans laquelle elle évolue respecte des critères bien définis : température, pH, dureté, etc.

La dureté d'une eau correspond à la quantité de sels de calcium et de magnésium dissous dans cette eau. La dureté peut être exprimée en degrés français (°TH) ou degrés allemand (°gH ou °dH). Dans le cas du Paracheirodon innesi, la dureté de l'eau doit être comprise entre 3°dH et 10°dH, ce qui correspond à une eau douce.

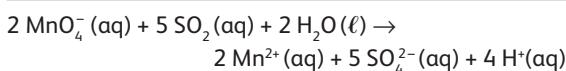
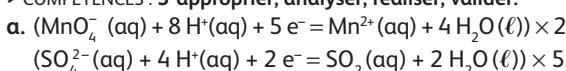
Pour connaître la dureté d'une eau, il faut donc déterminer la quantité de sels de calcium et de magnésium dissous, ce qui revient à déterminer la quantité d'ions calcium et magnésium présents dans cette eau.

La présence d'ions dans l'eau lui assure un caractère de conducteur électrique. Une mesure de conductivité permet ainsi de déterminer la quantité d'ions présents dans une eau, et donc de savoir si cette eau est douce ou dure. Plus la conductivité électrique d'une eau est élevée, plus sa concentration en ions est grande, et plus elle est dure.

Les appareils utilisés en aquariophilie peuvent mesurer la conductivité de l'eau de l'aquarium. En atteste la notice jointe, dans laquelle apparaît l'indication « µS/cm », qui correspond à l'unité de la conductivité. Ainsi, une simple mesure de conductivité de l'eau d'un aquarium permet de savoir très rapidement si cette eau constitue un milieu propice aux poissons qui y vivent.

36. ★★ Dioxyde de soufre

> COMPÉTENCES : S'approprier, analyser, réaliser, valider.



b. À l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques.

c. $\frac{n_1}{5} = \frac{n_e}{2}$

d. $\frac{c_1 V_1}{5} = \frac{cV_e}{2}$ soit $c_1 = \frac{5}{2} \frac{cV_e}{V_1}$

A. N. : $c_1 = \frac{5}{2} \times \frac{1,0 \times 10^{-2} \times 8,0}{10,0} = 2,0 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

e. $m_1 = n_1 \times M = c_1 \times V_0 \times M = 2,0 \times 10^{-2} \times 1,00 \times 64 = 1,3 \text{ g}$ présent dans $1,00 \times 10^4 \text{ m}^3$ d'air.

f. $m_2 = \frac{m_1}{10^4} = 1,3 \times 10^{-4} \text{ g}$ présent dans 1 m^3 d'air.

g. $m_2 = 1,3 \times 10^2 \mu\text{g} < 500 \mu\text{g}$ donc le seuil d'alerte n'est pas dépassé.

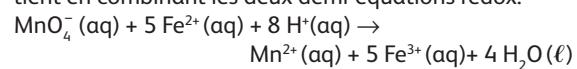
EXERCICES Objectif BAC

Les fiches-guides permettant d'évaluer ces exercices par compétences sont disponibles sur le site : sirius.nathan.fr/sirius2017

37. L'eau de Dakin

> COMPÉTENCES : S'approprier, analyser, réaliser, valider.

1. a. L'équation de la réaction support de titrage s'obtient en combinant les deux demi-équations rédox.



b. Avant l'équivalence, l'ion MnO_4^- est le réactif limitant et après, l'ion Fe^{2+} est le réactif limitant.

Avant l'équivalence, la solution est verte pâle puis après elle est violette.

c. En milieu acide, les ions permanganate MnO_4^- et les ions manganèse Mn^{2+} réagissent entre eux pour former un précipité brun. Si le permanganate de potassium est dans l'rlenmeyer, alors un précipité brun va se former dès que l'on va verser la solution de sulfate de fer. En effet, les ions Mn^{2+} obtenus vont réagir avec les ions MnO_4^- encore présents dans l'échantillon titré.

La quantité d'ions MnO_4^- titrée est ainsi faussée et l'équivalence est difficilement repérable.

2. a. À l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques :

$$\frac{n_1}{5} = \frac{n_D}{1}$$

b. $\frac{c'V'}{5} = \frac{cV_e}{1}$ soit $c = \frac{1}{5} \frac{c'V'}{V_e}$

A. N. : $c = \frac{1}{5} \times \frac{1,0 \times 10^{-3} \times 5,0}{15,9} = 6,3 \times 10^{-5} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

c. Soit n_1 la quantité de permanganate de potassium présent dans 100 mL d'eau de Dakin.

$$n_1 = c \times V = 6,3 \times 10^{-5} \times 0,100 = 6,3 \times 10^{-6} \text{ mol}$$

$$m_1 = n_1 \times M(\text{KMnO}_4) = 6,3 \times 10^{-6} \times (39,1 + 54,9 + 4 \times 16,0) = 9,9 \times 10^{-4} \text{ g}$$

3. Écart relatif : $\frac{|0,0010 - 0,00099|}{0,0010} \times 100 = 1 \%$

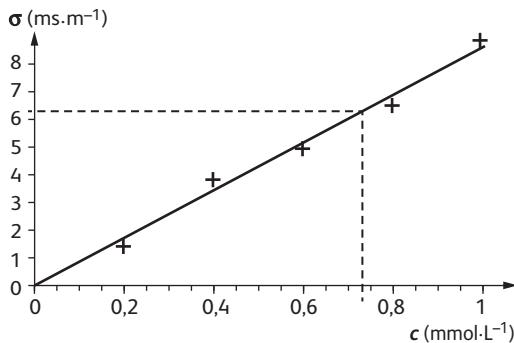
La valeur de m_1 trouvée correspond à celle écrite dans la composition de l'eau de Dakin.

38. RÉSOLUTION DE PROBLÈME

Les Sucrettes[®] : à consommer sans fin ?

> COMPÉTENCES : S'approprier, analyser, réaliser, valider, communiquer.

On exploite les données du document 4 en traçant une droite d'étalonnage.



Par lecture graphique, on détermine la concentration en saccharine sodique dans la solution de Sucrette[®]. On obtient :

$$c_s = 7,3 \times 10^{-4} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

La concentration massique en saccharine sodique dans la solution est :

$$c_m = c_s \times M = 7,3 \times 10^{-4} \times 205,19 = 0,15 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$$

Cette solution est obtenue en dissolvant trois comprimés de Sucrette[®] dans 500 mL d'eau.

La masse de saccharine sodique dans un comprimé de Sucrette[®] est :

$$m_{\text{comp.}} = c_m \times \frac{V}{3} = 0,15 \times \frac{0,500}{3} = 0,025 \text{ g} = 25 \text{ mg.}$$

Une personne diabétique de 65 kg ne doit pas dépasser $65 \times 5 = 325 \text{ mg}$ de saccharine sodique par jour.

Cette masse de saccharine sodique est atteinte avec 13 comprimés ($325/25$) de Sucrette[®].

Il est peu probable qu'une personne consomme autant de comprimés par jour.

39. ÉVALUATION DES COMPÉTENCES EXPÉRIMENTALES

Dosage d'un colorant dans un sirop

Pour cette évaluation, se reporter à la fiche-guide disponible sur le site :

sirius.nathan.fr/sirius2017

40. ÉVALUATION DES COMPÉTENCES EXPÉRIMENTALES

Titrage de l'acide citrique dans un citron

Pour cette évaluation, se reporter à la fiche-guide disponible sur le site :

sirius.nathan.fr/sirius2017