

Vérifier l'essentiel

EN AUTONOMIE

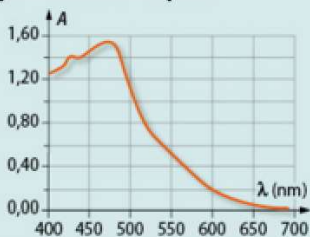
Pour chaque question, choisir la ou les bonnes réponses. ➔ SOLUTIONS EN PAGE 593



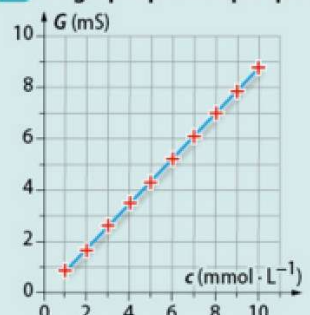
1 pH d'une solution

	A	B	C
1 Le pH d'une solution de concentration en ions oxonium $[H_3O^+]$ égale à $2,5 \times 10^{-9} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ est :	2,5	12,2	8,6
2 La concentration en ions oxonium d'une solution de pH = 3,2 vaut :	$1,2 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	$6,3 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	$10^{-3,2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

2 Identification par spectroscopie

	A	B	C
3 Ce spectre du diiode permet de dire que : 	la solution de diiode absorbe dans le visible.	la solution de diiode est caractérisée par $\lambda_{\text{max}} = 470 \text{ nm}$.	la solution de diiode est caractérisée par les valeurs de son absorbance.
4 La spectroscopie infrarouge IR permet :	de connaître la formule brute d'une molécule.	de déterminer la pureté d'une espèce.	d'identifier des groupes d'atomes.
5 En abscisse d'un spectre IR, on trouve :	la longueur d'onde.	le nombre d'onde.	la fréquence.

3 Mesures physiques en solution

	A	B	C
6 La loi de Beer-Lambert :	établit que l'absorbance dépend de la longueur d'onde.	caractérise la nature d'une solution.	établit une proportionnalité entre absorbance et concentration.
7 Ce graphique indique que : 	la loi de Kohlrausch est vérifiée.	la conductance est proportionnelle à la concentration.	la conductance dépend de la tension utilisée.
8 La conductance d'une solution de même nature que celle de la question précédente vaut 7 mS.	Sa concentration est de $8 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$.	On ne peut pas en déduire sa concentration.	Sa concentration est de $0,006 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Acquérir les bases

1 pH d'une solution

EN AUTONOMIE

Ce qu'on attend de moi le jour du BAC

- Savoir calculer le pH d'une solution connaissant la concentration d'ions oxonium $[H_3O^+]$ et réciproquement.

➔ Acquérir les bases : 10 12 ➔ S'entraîner : 30

9 Préparation d'une solution diluée

Une solution d'acide chlorhydrique de concentration en quantité de matière d'ions oxonium :

$[H_3O^+] = 1,5 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ est diluée d'un facteur 100.

- Quel est le pH de la solution initiale ?
- Quel est le pH de la solution diluée ?
- Quelle est la solution la plus acide des deux ?

10 Qualité de l'eau d'une piscine

Le pH de l'eau d'une piscine doit se situer autour de 7,4.

- Quelle est la concentration en quantité de matière d'ions oxonium de l'eau de cette piscine ?
- On mesure un pH à 7,6. Peut-on revenir à une valeur correcte de pH à l'aide d'acide chlorhydrique (H_3O^+ (aq), Cl^- (aq)) ?

11 pH de quelques solutions

Recopier et compléter le tableau suivant.

pH	$[H_3O^+]$ (en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)	Solution acide ou basique ?
12,3		
	$1,0 \times 10^{-7}$	
	$3,2 \times 10^{-9}$	
4,2		

12 Boissons au cola

Des dosages permettent de mesurer les concentrations en quantité de matière d'ions oxonium $[H_3O^+]$ de différentes boissons au cola. On trouve :

$$6,3 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} < [H_3O^+] < 3,2 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

- Quel est le pH correspondant à chacune des valeurs extrêmes mesurées ?
- En déduire un encadrement du pH des boissons au cola dosées.
- Ces boissons sont-elles acides ou basiques ?

13 Préparation d'une solution-mère

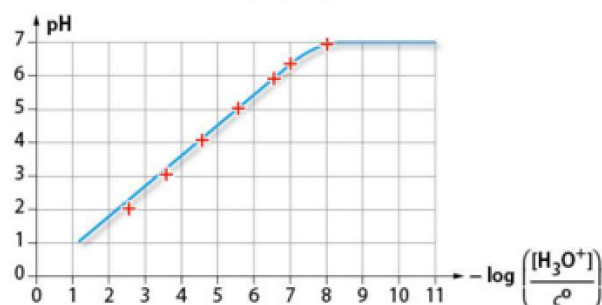
CALCUL MENTAL

L'addition de $2,0 \times 10^{-4} \text{ mol}$ de chlorure d'hydrogène gazeux HCl (g) à 200 mL d'eau donne de l'acide chlorhydrique (H_3O^+ (aq), Cl^- (aq)).

- Quelle est la concentration en quantité de matière d'ions oxonium $[H_3O^+]$ apportés ?
- En déduire le pH de la solution obtenue.

14 pH et dilutions

Des élèves de terminale ont réalisé en TP une série de mesures conduisant au graphique suivant.



- Pour quelle gamme de concentrations la relation permettant de calculer le pH est-elle valable ?
- Expliquer la forme de la courbe pour les solutions dont les valeurs en abscisse sont supérieures à 8.
- Quel est le facteur de dilution lorsque l'on passe d'une solution de pH = 2 à une solution de pH = 5 ?

2 Identification par spectroscopie

EN AUTONOMIE

Ce qu'on attend de moi le jour du BAC

Spectroscopie UV-visible

- Exploiter un spectre UV-visible pour identifier une espèce chimique.

➔ Acquérir les bases : 15 16

Spectroscopie infrarouge

- Exploiter un spectre infrarouge pour identifier un groupe caractéristique.

➔ Acquérir les bases : 19 ➔ S'entraîner : 25 26 33

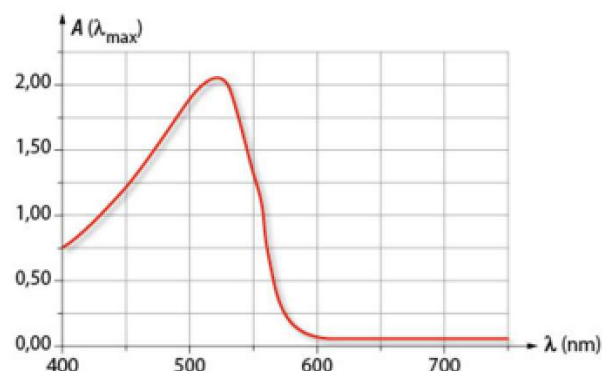
DONNÉES

Table des bandes IR : en rabat v de couverture.

15 Colorant rouge

On dispose au laboratoire d'une solution rouge-orangée d'un colorant dont l'étiquette est effacée.

À l'aide d'un spectrophotomètre, on enregistre son spectre d'absorption UV-visible, voici le graphique obtenu :



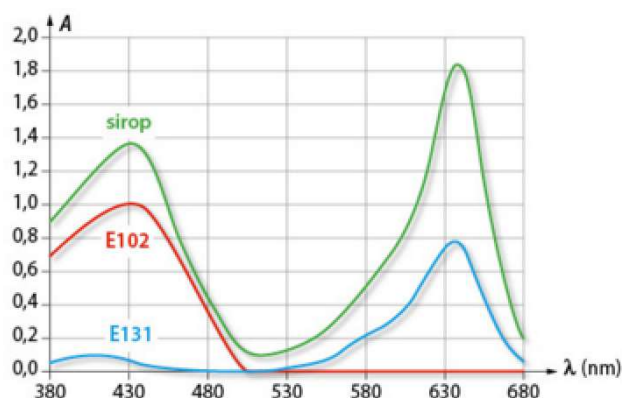
Données : longueurs d'onde $\lambda_{\max}$ au maximum d'absorption.

Colorant	rouge ponceau	rouge cochenille	rouge Allura
$\lambda_{\max}$ (en nm)	505	525	515

- Quelle est la longueur d'onde au maximum d'absorption du colorant trouvé au laboratoire ?
- De quel colorant s'agit-il ?

16 Sirop de menthe

On réalise à l'aide d'un spectrophotomètre les spectres d'absorption UV-visible d'un sirop de menthe et de deux colorants alimentaires, les graphiques obtenus sont présentés ci-dessous.



- Déterminer la (ou les) longueur(s) d'onde au maximum d'absorption de chacun des échantillons dosés.
- En déduire l'origine de la couleur du sirop de menthe.

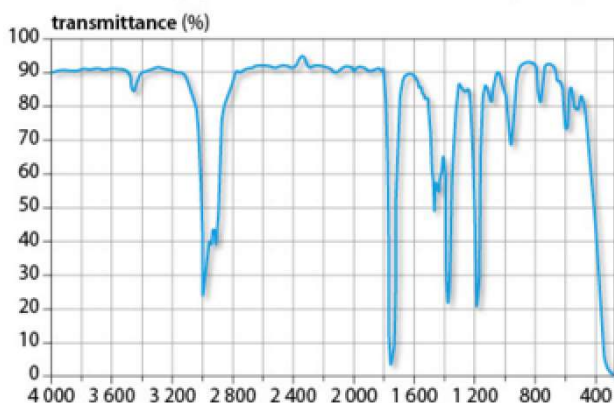
17 Bande caractéristique

On considère la bande d'absorption de nombre d'onde $\nu = 3\,500\text{ cm}^{-1}$ dans un spectre infrarouge.

- À quelle famille chimique cette bande est-elle associée ?
- Calculer la longueur d'onde correspondante. Cette radiation serait-elle visible à l'œil nu ?

18 Un solvant

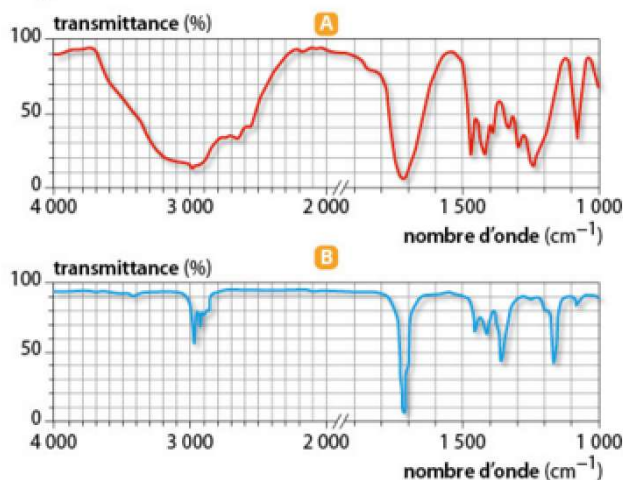
On dispose du spectre infrarouge suivant d'un solvant de formule brute $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$, utilisé dans l'industrie du plastique.



- Préciser la grandeur et l'unité « représentées » en abscisse du spectre fourni.
- Attribuer les bandes d'absorption du spectre infrarouge à des groupes caractéristiques d'atomes.
- En déduire la formule semi-développée et le nom du solvant étudié.

19 Association

On donne ci-dessous les spectres infrarouge de l'acide butanoïque et du butanal.



- Écrire les formules semi-développées de chaque molécule.
- Rechercher les nombres d'onde ν des bandes caractéristiques pour ces molécules.
- Identifier le spectre des molécules étudiées.

3 Mesures physiques en solution

EN AUTONOMIE

Ce qu'on attend de moi le jour du BAC

Absorbance ; loi de Beer-Lambert

- Exploiter la loi de Beer-Lambert pour déterminer une concentration ou une quantité de matière.
- Citer son domaine de validité.

➡ Acquérir les bases : 21 ➡ S'entraîner : 34

Conductance, conductivité ; loi de Kohlrausch

- Exploiter la loi de Kohlrausch pour déterminer une concentration ou une quantité de matière.
- Citer son domaine de validité.

➡ Acquérir les bases : 24 ➡ S'entraîner : 27 28 35

20 Gamme étalon

On cherche à préparer une gamme étalon à partir d'une solution-mère de concentration $5 \times 10^{-2}\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

On réalise pour cela une série de dilutions.

- Quel est le protocole pour réaliser une dilution ?
- Quelle grandeur se conserve lors d'une dilution ?
- Recopier et compléter le tableau suivant.

Volume V_m (en mL) de solution-mère prélevé	Volume V_f (en mL) de solution-fille	Concentration c_f (en $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$) de solution-fille
10	50	
20	50	
30	50	
40	50	

- Cette gamme de solutions peut-elle être utilisée pour vérifier la loi de Beer-Lambert ? Justifier la réponse.

21 Dosage spectrophotométrique

On veut réaliser le dosage d'une solution de β -carotène. Un spectrophotomètre, réglé sur une longueur d'onde $\lambda = 450 \text{ nm}$, a permis de mesurer l'absorbance A de solutions de différentes concentrations c (en $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$).

Ces mesures sont regroupées dans le tableau suivant.

c	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
A	0,25	0,60	0,90	1,15	1,45	1,75

- Comment la longueur d'onde de réglage du spectrophotomètre a-t-elle été choisie ?
- Tracer le graphique $A = f(c)$.
- Commenter la courbe tracée en citant la loi vérifiée.
- On mesure l'absorbance A_s d'une solution S de β -carotène de concentration inconnue. On trouve : $A_s = 1,25$. Quelle est la concentration en quantité de matière c_s de cette solution ?

22 Conductance G et conductivité σ

On mesure la conductance d'une solution d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+ (\text{aq})$, $\text{OH}^- (\text{aq})$) à l'aide d'électrodes de surface $S = 1 \text{ cm}^2$ et espacées de $\ell = 9 \text{ mm}$, on obtient : $G = 1,60 \text{ mS}$.

Données : $\sigma = \frac{\ell}{S} \cdot G$.

• Conductivités molaires ioniques : $\lambda_{\text{Na}^+} = 5,01 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$;
 $\lambda_{\text{HO}^-} = 19,9 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$.

- Réaliser un schéma du dispositif expérimental ayant permis la mesure.
- Calculer la valeur de la conductivité de la solution.
- En déduire la concentration en quantité de matière de soluté dans la solution.

23 Mesure électrique

On réalise le montage ci-après avec différentes solutions de chlorure de potassium ($\text{K}^+ (\text{aq})$, $\text{Cl}^- (\text{aq})$).

Le générateur impose une tension de 5 V . Les résultats des mesures se trouvent dans le tableau fourni.



- Recopier et compléter la troisième ligne du tableau.

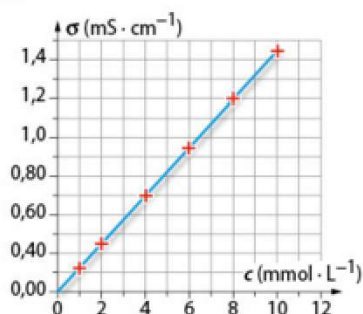
Concentration c (en $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$)	10	20	30	40	50
Intensité I (en mA)	8	16,5	23,5	32	41
Conductance G (en mS)					

- Tracer le graphique $G = f(c)$.
- Commenter la courbe tracée en citant la loi vérifiée.
- On mesure avec le même montage l'intensité du courant I_s traversant une solution S de concentration inconnue. On trouve : $I_s = 28 \text{ mA}$. Quelle est la concentration en quantité de matière de soluté c_s de cette solution ?

24 Dosage conductimétrique

On dose par étalonnage une solution de chlorure de calcium. Les mesures réalisées avec un conductimètre permettent de tracer ce graphique.

- Commenter la courbe tracée en citant la loi vérifiée. On mesure la conductivité σ d'une solution S de concentration inconnue diluée 1 000 fois. On trouve :
 $\sigma_s = 1,4 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$.



- Pourquoi la solution est-elle diluée avant la mesure ?
- Quelle est la concentration en quantité de matière de soluté c_s de la solution inconnue ?

Faire le point avant d'aller plus loin

Pour vérifier ses connaissances, répondre aux questions suivantes (sans regarder le cours !)

PRÉPA
BAC

Écrire la relation entre le pH et la concentration en quantité de matière d'ions oxonium, et expliciter chaque grandeur et son unité.

Décrire le protocole expérimental permettant de réaliser une dilution d'un facteur 10 en nommant la verrerie utilisée.

Décrire une méthode spectroscopique d'identification d'espèces chimiques en insistant sur les grandeurs importantes.

Expliciter les grandeurs et unités des axes d'un spectre infrarouge.

Décrire la méthode d'exploitation d'un spectre infrarouge.

Énoncer la loi de Beer-Lambert et préciser pourquoi elle peut être utile pour déterminer une concentration.

Décrire le montage expérimental permettant la mesure d'une conductance.

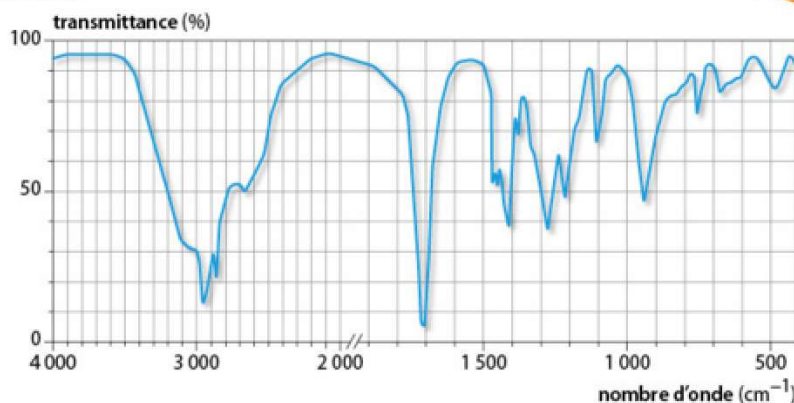
Écrire la loi de Kohlrausch appliquée à l'acide chlorhydrique ($\text{H}_3\text{O}^+ (\text{aq})$, $\text{Cl}^- (\text{aq})$) de concentration c en quantité de matière de soluté apporté.

Retrouver ces questions en version numérique

bordas
Flash
PAGE cartes
mémos

Exercice résolu **EN AUTONOMIE****25** Identification de groupes caractéristiques

On a enregistré ce spectre infrarouge d'une molécule linéaire de formule brute $C_5H_{10}O_2$.



Données : table des bandes IR, en rabat v de couverture.

1. **Expliquer** la signification des grandeurs qui apparaissent en abscisse et en ordonnée du spectre, et donner leur unité.
2. **Déterminer** les groupes caractéristiques présents dans la molécule étudiée.
3. **En déduire** la (ou les) formule(s) développée(s) possible(s) de cette molécule et la (ou les) nommer.

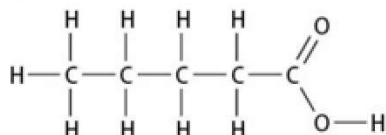
EXEMPLE DE RÉDACTION

1. En ordonnée, la grandeur correspond à la transmittance, sans unité mais exprimée en pourcentage. Elle traduit la capacité d'un échantillon à transmettre la lumière. On trouve en abscisse le nombre d'onde exprimé en cm^{-1} , c'est l'inverse de la longueur d'onde.

2. On repère une bande fine et forte vers 1740 cm^{-1} qui permet, en consultant la table des bandes IR, d'identifier **une liaison $C=O$** . Ce groupe est commun à plusieurs familles de molécules.

La bande large forte vers 2980 cm^{-1} caractérise le **groupe $O-H$** d'un acide carboxylique.

3. La molécule étant linéaire, il n'y a ici qu'une formule développée possible, celle de l'**acide pentanoïque** :

**LES CLÉS DE L'ÉNONCÉ**

► La **formule brute** étant insuffisante pour décrire une molécule, une étude en spectroscopie infrarouge est nécessaire.

LES VERBES D'ACTION

- **Expliquer** : donner une justification à une observation ou à une affirmation.
- **Déterminer** : mettre en œuvre une stratégie pour trouver un résultat.
- **En déduire** : intégrer le résultat précédent pour répondre.

QUELQUES CONSEILS

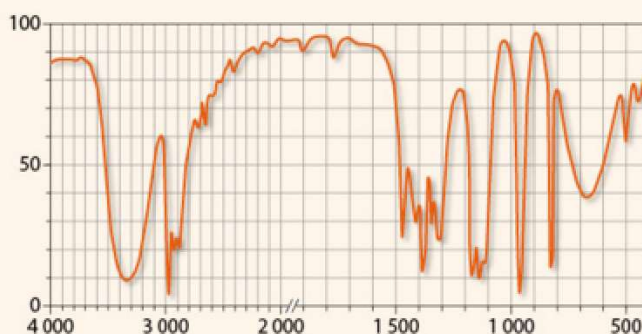
2. La formule brute renseigne sur le nombre d'atomes d'oxygène, donc sur le nombre de bandes contenant de l'oxygène, à rechercher.
3. Une même formule brute peut correspondre à plusieurs formules développées.

EXERCICE SIMILAIRE**26** Des isomères

On a enregistré le spectre infrarouge ci-contre d'une molécule organique de formule brute C_3H_8O .

Données : table des bandes IR, en rabat v de couverture.

1. Préciser à quoi correspondent les grandeurs et unités qui ne figurent pas ici sur les axes du spectre fourni.
2. Sur ce spectre, identifier la bande caractéristique et l'associer à un groupe d'atomes.
3. En déduire la (ou les) formule(s) semi-développée(s) possible(s) de la molécule étudiée et la (ou les) nommer.



Exercice résolu EN AUTONOMIE

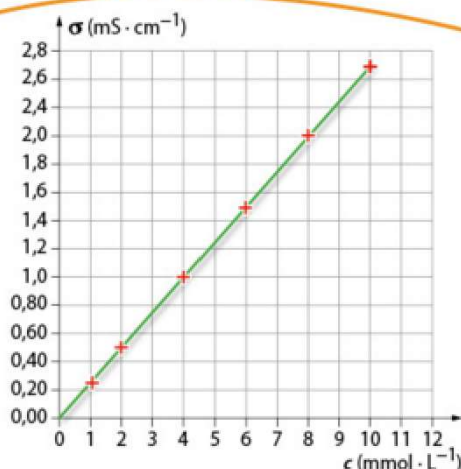
27 Dosage conductimétrique

On souhaite doser par étalonnage une solution obtenue par dissolution de chlorure de calcium $\text{CaCl}_2(\text{s})$ dans l'eau.

À partir d'une gamme étalon, on trace le graphique ci-contre $\sigma = f(c)$. Puis, on mesure la conductivité d'une solution de concentration inconnue c' diluée 10 fois, on trouve :

$$\sigma = 1,7 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$$

1. Écrire l'équation de dissolution du chlorure de calcium dans l'eau.
2. Déterminer la concentration en quantité de matière de soluté apporté de la solution inconnue.
3. En déduire les concentrations en quantité de matière des ions présents dans la solution inconnue.



LES CLÉS DE L'ÉNONCÉ

► Le graphique traduit la proportionnalité entre conductivité et concentration (loi de Kohlrausch).

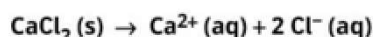
LES VERBES D'ACTION

► Déterminer : mettre en œuvre une stratégie pour trouver un résultat.

► En déduire : intégrer le résultat précédent pour répondre.

EXEMPLE DE RÉDACTION

1. L'équation de dissolution du soluté (chlorure de calcium dans l'eau) s'écrit :



2. La courbe d'étalonnage fournie permet par lecture graphique de déterminer la concentration en quantité de matière de soluté de la solution diluée : $c = 6,8 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$.

La solution initiale étant 10 fois plus concentrée, la concentration c' vaut : $c' = 10 \times c$

$$c' = 10 \times 6,8 \times 10^{-3}$$

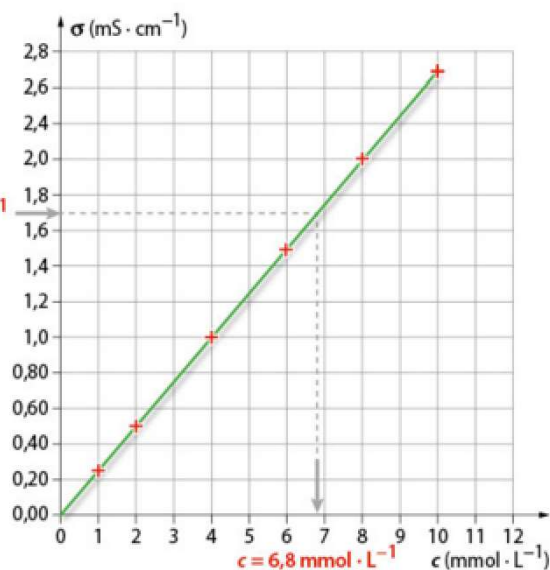
$$c' = 0,068 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

3. On en déduit :

- $[\text{Ca}^{2+}(\text{aq})] = c'$ donc $[\text{Ca}^{2+}(\text{aq})] = 0,068 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$;
- $[\text{Cl}^{-}(\text{aq})] = 2 \times c' = 2 \times 0,068$ donc $[\text{Cl}^{-}(\text{aq})] = 0,136 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

QUELQUES CONSEILS

1. Tenir compte de l'électroneutralité de la solution.
3. La stœchiométrie de l'équation de dissolution indique les proportions entre la concentration en quantité de matière de soluté et celle de chaque ion en solution.

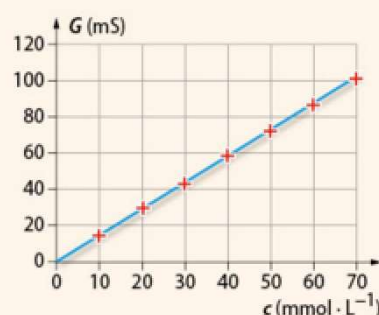


EXERCICE SIMILAIRE

28 Médicament antique

Le sulfate de magnésium de formule chimique $\text{MgSO}_4(\text{s})$ est utilisé en solution aqueuse comme un puissant laxatif.

1. Quelles sont les espèces chimiques présentes dans une telle solution ?
2. À partir de la courbe d'étalonnage ci-contre, déterminer la concentration en quantité de matière de soluté apporté d'une solution S dont la conductance est $G_S = 70 \text{ mS}$.
3. En déduire les concentrations en quantité de matière des ions présents dans la solution S.



S'entraîner pour maîtriser

SAVOIR RÉDIGER

29 Proposer une correction de la solution donnée par un élève à l'énoncé.

Énoncé

Quel est l'avenir de l'automobile ?

Si beaucoup d'industriels misent sur les batteries électriques, une autre possibilité semble émerger : la pile à hydrogène. Particulièrement peu polluante, cette technique nécessite la production industrielle de dihydrogène H_2 par électrolyse. Cette méthode de production convertit l'énergie électrique en énergie chimique : deux électrodes immergées dans une solution permettent à un courant électrique de circuler.

Les réactions électrochimiques qui ont lieu aux électrodes sont d'autant plus efficaces que l'intensité circulant dans le circuit est importante.

Données : conductivités molaires ioniques λ

$$\lambda_{Na^+} = 5,0 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}; \lambda_{H_3O^+} = 35,0 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1};$$

$$\lambda_{Cl^-} = 7,6 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}.$$

1. Quel est l'avantage de choisir une solution d'acide chlorhydrique (H_3O^+ , Cl^-) plutôt qu'une solution de chlorure de sodium (Na^+ , Cl^-) pour optimiser une électrolyse ?

2. Calculer la conductivité d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration en quantité de matière de soluté apporté $c = 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

3. Proposer une solution expérimentale permettant de multiplier par 10 l'intensité sans changer la valeur de la tension imposée aux bornes des électrodes.

Solution proposée par un élève

1. Comme $\lambda_{H_3O^+} > \lambda_{Na^+}$, l'intensité dans le circuit sera plus importante et le dégagement de H_2 plus efficace.

$$2. \sigma = \lambda_{H_3O^+} \cdot [H_3O^+] + \lambda_{Cl^-} \cdot [Cl^-] = (\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{Cl^-}) \cdot c$$

$$\sigma = (35,0 \times 10^{-3} + 7,6 \times 10^{-3}) \times 10^{-2} = 4,26 \times 10^{-2} \text{ S} \cdot \text{m}^{-1} \quad \text{Vérifier l'unité de la concentration}$$

3. Pour multiplier l'intensité par 10, il est possible de multiplier la conductance par 10. Donner une solution expérimentale

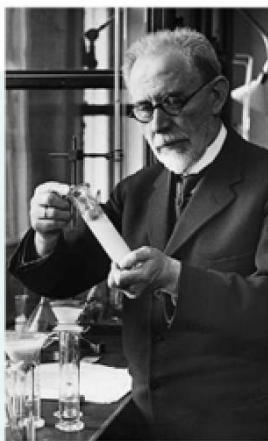
30 Le pH HISTOIRE DES SCIENCES

Le terme pH a été employé et défini pour la première fois en 1909 par le biologiste danois Sørensen (photo).

S'appuyant sur les travaux du chimiste suédois Arrhenius sur l'acidité et la basicité, il comprend que ce n'est pas l'acidité totale, mais la concentration « en ions hydrogène » qui influence la cinétique enzymatique des processus biologiques.

Assez rapidement, une relation mathématique, toujours utilisée aujourd'hui, entre pH et concentration en quantité de matière d'ions hydrogène est posée.

Chimistes et biologistes apprécient ce moyen simple de quantifier le caractère acido-basique d'une solution.



1. D'après le texte, quel est l'ion responsable de l'acidité d'une solution ?
2. Quel nom lui donne-t-on aujourd'hui ? Quelle est sa formule chimique ?
3. a. Rappeler la relation mathématique conduisant au calcul du pH.
b. Appliquer cette relation à une solution d'acide chlorhydrique de concentration en quantité de matière de soluté apporté $c = 0,10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.
4. Ce calcul est-il valide ? Expliquer pourquoi.

31 Blood sugar monitoring

Diabetes is a disease concerning the assimilation and storage of sugar in the body. A healthy person on an empty stomach has a blood sugar (glucose) level between 3.5 and 6.1 mmol/L⁻¹. In the laboratory, a standard range of glucose solutions is prepared and measured for absorbance:

Solution no.	1	2	3	4	5
Mass concentration (in g/L ⁻¹)	0.20	0.40	0.60	0.80	1.0
Absorbance	0.090	0.17	0.25	0.34	0.42

The analysis of a blood sample from a patient leads to a measurement of absorbance $A = 0.39$.

Data: molar mass of glucose $M = 180 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

1. Describe the protocol for preparing 100 mL of solution no. 1 from solution no. 5.
2. Determine the mass concentration of glucose in this patient's blood.
3. What are the conclusions of the analysis?

32 De l'eau pure



TABLEUR-GRAPHEUR

Seules les solutions ioniques conduisent l'électricité. Pourtant, l'eau purifiée de toutes espèces minérales a une conductivité non nulle ! Cette apparente « anomalie » s'explique par son caractère amphotère.

On effectue au laboratoire une série de mesures de la valeur de la conductivité σ (en $\mu\text{S} \cdot \text{m}^{-1}$) de l'eau pure à l'aide d'un conductimètre à 25 °C.

Voici les résultats :

n°	1	2	3	4	5	6	7
σ	5,4	5,6	5,5	5,3	5,3	5,5	5,4

n°	8	9	10	11	12	13	14
σ	5,7	5,4	5,6	5,7	5,5	5,5	5,5

n°	15	16	17	18	19	20
σ	5,3	5,5	5,6	5,7	5,5	5,5

Données : conductivités molaires ioniques λ

$$\lambda_{\text{HO}^-} = 19,8 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1} ; \lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} = 35,0 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}.$$

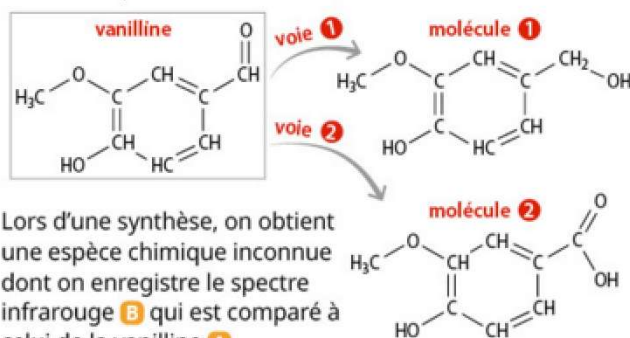
- a. Rappeler les deux couples acide-base de l'eau.
b. Établir l'équation de la réaction expliquant la présence d'ions dans l'eau.
c. En déduire que les concentrations en quantité de matière des ions oxonium et hydroxyde sont égales.
- Calculer à l'aide d'un tableur la moyenne et l'écart-type de cette série de mesures.
- Déterminer la concentration en quantité de matière des ions oxonium dans l'eau.
- Ce résultat est-il en accord avec la valeur du pH de l'eau ?

JE VÉRIFIE QUE J'AI...

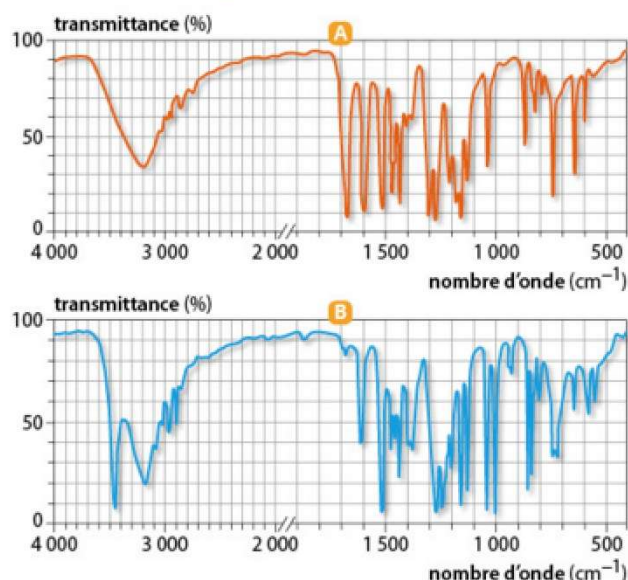
- utilisé correctement les outils statistiques de la calculatrice ou du tableur ;
- respecté les unités pour le calcul de la concentration.

33 La vanille

La gousse de vanille doit essentiellement son parfum et son arôme à la vanilline. Plusieurs molécules peuvent être synthétisées à partir de la vanilline, en voici deux :



Lors d'une synthèse, on obtient une espèce chimique inconnue dont on enregistre le spectre infrarouge **B** qui est comparé à celui de la vanilline **A**.



Données : table des bandes IR, en rabat v de couverture.

- a. Pour chaque voie de synthèse, nommer le groupe caractéristique se substituant au groupe carbonyle de la vanilline.
b. À quelles familles ces groupes correspondent-ils ?
- Quelle est l'espèce chimique obtenue lors de cette synthèse ?

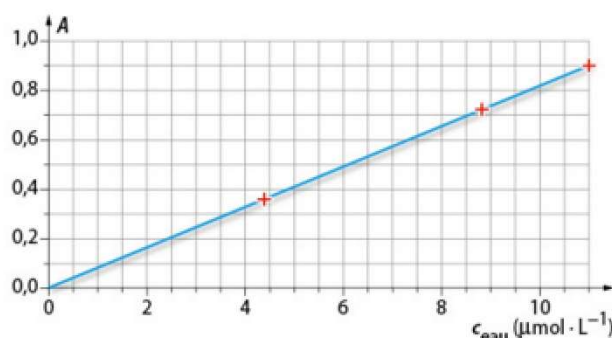
34 « Maladie » des aquariums DÉMARCHES DIFFÉRENCIÉES

L'apparition de points blancs sur des poissons est un signe de mauvaise santé. L'eau doit alors être traitée avec du vert de malachite. Une fois le traitement terminé, il faut éliminer le vert de malachite afin de ne pas exposer les poissons à cette substance trop longtemps. Cette maladie est apparue dans un grand bassin de 8,0 m de longueur, 3,0 m de largeur et 50 cm de profondeur.

Le premier traitement fini, on mesure l'absorbance de l'eau du bassin avant l'ajout du charbon actif : $A = 0,67$.

Données :

- 1 g de charbon actif permet d'éliminer 10 mg de vert de malachite.
- Masse molaire du vert de malachite $M = 329 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.
- Courbe d'étalonnage $A = f(c)$ du vert de malachite :



DÉMARCHE EXPERTE

Quelle masse de charbon actif faut-il verser dans le bassin afin d'éliminer le surplus de vert de malachite ?

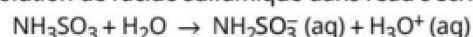
DÉMARCHE AVANCÉE

- Déterminer, à partir de la courbe d'étalonnage, la concentration en quantité de matière de vert de malachite de l'eau du bassin.
- En déduire la masse de vert de malachite restant dans l'eau.
- Quelle est la masse de charbon actif nécessaire à l'élimination de ce reste de vert de malachite ?

35 Détartrant

Un détartrant pour cafetières se présente sous forme d'un solide blanc : l'acide sulfamique $\text{NH}_2\text{SO}_3\text{H}$, de masse molaire $M = 97,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

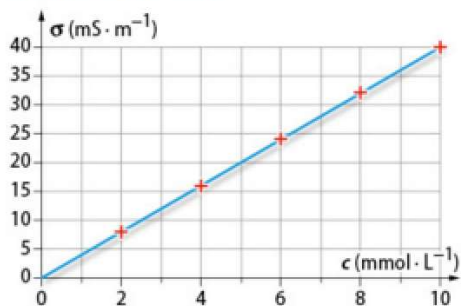
La dissolution de l'acide sulfamique dans l'eau s'écrit :



On souhaite vérifier la pureté d'un échantillon acheté dans le commerce en s'appuyant sur un dosage conductimétrique par étalonnage.

On donne ci-après le protocole expérimental suivi.

- Dissoudre totalement dans de l'eau distillée 1,00 g de poudre détartrante dans une fiole jaugée de 200 mL. La solution obtenue est notée S.
- Prélever à l'aide d'une pipette jaugée 10 mL de solution S et la diluer dans une fiole jaugée de 100 mL avec de l'eau distillée. La solution obtenue est notée S_1 .
- Réaliser une gamme étalon à partir d'une solution-mère d'acide sulfamique de concentration $c = 10 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$.
- Mesurer la conductivité de chaque solution de la gamme et tracer la courbe d'étalonnage. Celle-ci est donnée ci-dessous :



- Mesurer la conductivité de la solution S_1 , on trouve : $\sigma = 15,4 \text{ mS} \cdot \text{m}^{-1}$.

1. Pourquoi la solution obtenue est-elle conductrice d'électricité ?
2. Quelle est la concentration en quantité de matière de la solution S ?
3. Pourquoi cette solution est-elle diluée avant d'effectuer les mesures ?
4. En déduire la masse d'acide sulfamique présent dans 1 g de détartrant commercial.
5. Calculer la proportion en masse d'acide sulfamique dans ce détartrant.

Coups de pouce

- Convertir toutes les unités dans le Système international avant d'effectuer les calculs.
- Tenir compte dans les calculs de la dilution de la solution S pour obtenir S_1 .

36 Un peu d'ordre !

Lors de l'inventaire des produits chimiques présents sur son lieu de travail, un laborantin s'aperçoit que les étiquettes de certains flacons se sont décollées. Il découvre trois flacons A, B et C dépourvus d'indications, et trois étiquettes tombées sur l'étagère :

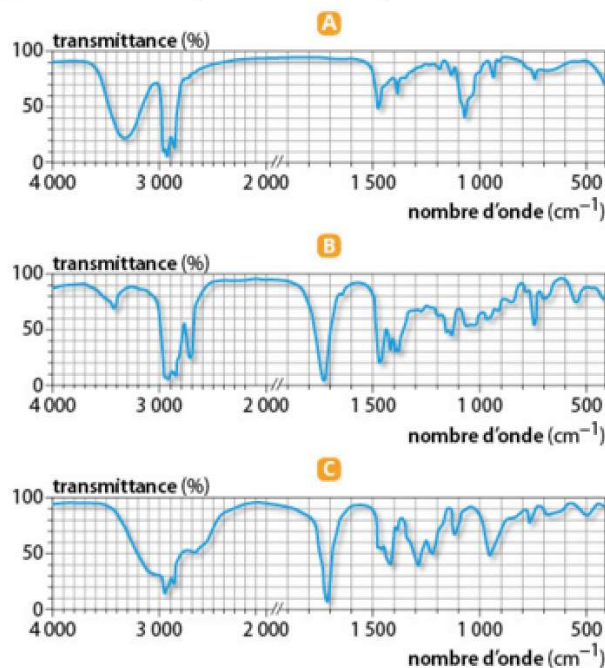


Il décide alors de réaliser les spectres infrarouge A, B et C des trois produits contenus dans les flacons.

Données : table des bandes IR, en rabat v de couverture.

1. Montrer par le calcul que la grandeur figurant en abscisse des spectres correspond bien au domaine infrarouge.
2. Écrire les formules semi-développées des molécules désignées sur chacune des étiquettes.

3. Attribuer à chaque flacon son étiquette.



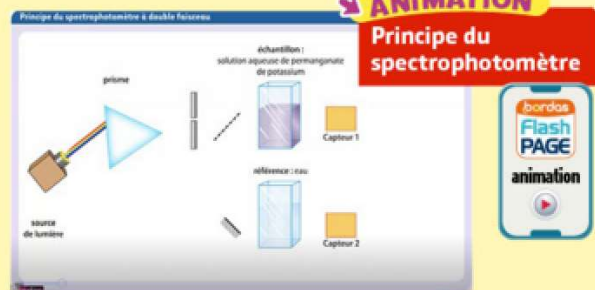
À L'ORAL

37 Spectroscopie UV-visible

Préparer un exposé oral permettant d'expliquer l'animation suivante.

ANIMATION

Principe du spectrophotomètre



Les mots-clés à utiliser

- faisceau incident
- lumière absorbée
- monochromateur
- lumière transmise
- étalonnage

Ce court exposé devra pouvoir être réalisé sans note écrite.

38 RETOUR SUR LA PAGE D'OUVERTURE

Pour mieux appréhender les différents systèmes chimiques étudiés, les scientifiques disposent de plusieurs méthodes d'analyse s'appuyant sur des principes physiques simples.



Préparer un exposé oral expliquant en quoi ces méthodes sont spécifiques et parfois complémentaires pour obtenir des informations sur la matière.

Développer ses compétences

39 Dosage de la fluorescéine RÉSOLUTION DE PROBLÈME

(AN/RAI) Proposer une stratégie de résolution

Les propriétés de la fluorescéine sont exploitées dans la recherche de sources de cours d'eau, la détection de fuites et l'utilisation médicale.

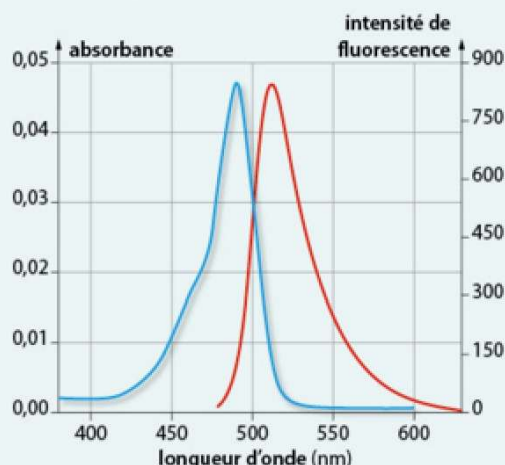
Aujourd'hui, l'étude d'une méduse bioluminescente élargit encore le champ des applications de ces « molécules lumineuses » en biologie.



DOC 1 Spectres d'absorption et d'émission

Pour fluorescer, une molécule doit absorber un maximum de lumière qu'elle restitue ensuite avec une longueur d'onde plus élevée.

Les spectres d'émission et d'absorption ci-dessous de la fluorescéine ont été réalisés au laboratoire à l'aide d'un spectrophotomètre.

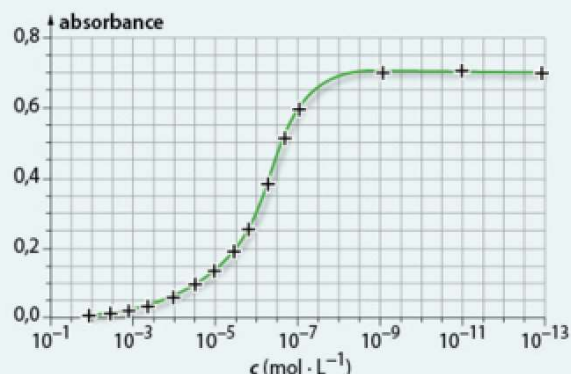


DOC 2 Influence du pH

La fluorescéine existe sous différentes formes dans trois couples acide-base différents.

L'absorbance d'une solution de cette molécule dépend donc fortement du pH. Par ajout de solutions acides ou basiques, il est possible de contrôler la concentration en quantité de matière d'ions oxonium présents dans la solution.

On a mesuré l'absorbance des solutions de fluorescéine pour différentes concentrations c en ions oxonium, voici le graphique obtenu :



DOC 3 Contrôle au laboratoire

Lorsqu'elle est utilisée en solution injectable, la fluorescéine peut impliquer des effets indésirables graves, parfois mortels. Mais il faut que la teneur en fluorescéine soit suffisante pour maintenir de bonnes conditions d'observation. Ainsi, il est nécessaire de contrôler rigoureusement la concentration d'une telle solution.

La concentration en masse optimale c_m vaut $20 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$.

À partir d'une solution-mère, une série de dilutions est réalisée. L'absorbance des solutions obtenues S_1 à S_5 est alors mesurée. Les valeurs obtenues sont dans le tableau ci-dessus.

La mesure de l'absorbance d'une solution injectable préalablement diluée 4 000 fois donne $A = 0,85$.

Solution	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5
Concentration (en $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)	27,0	20,0	13,0	7,00	3,00
Absorbance	1,5	1,2	0,80	0,45	0,20

QUESTIONS PRÉLIMINAIRES

Donnée : masse molaire de la fluorescéine $M = 330 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

- Quelle courbe (doc. 1) correspond au spectre d'absorption de la fluorescéine ?
- Pour quelles concentrations en quantité de matière d'ions oxonium l'absorbance de la fluorescéine est-elle maximale ?
- Les mesures réalisées sont-elles en accord avec la loi de Beer-Lambert ?

LE PROBLÈME À RÉSOUDRE

Dans quelles conditions (pH, longueur d'onde) les mesures doivent-elles être effectuées ? La solution injectable étudiée est-elle optimale ?

Il est attendu une prise d'initiatives et une présentation de la démarche suivie même si elle n'a pas abouti, et de justifier toute réponse.

40 Solution de lessive RÉSOLUTION DE PROBLÈME



AN/RAI Planifier des tâches

Les solutions de lessive ont de nombreuses applications domestiques.

Les ingrédients sont toujours les mêmes : de la lessive et de l'eau !

Dans la réserve de produits d'entretien d'une usine, on trouve une préparation étiquetée « Saint Marc ».

DOC 1 Le paquet de lessive

La lessive Saint Marc est essentiellement constituée de carbonate de sodium hydraté, de formule chimique ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$), et de résine de pins pour ses propriétés olfactives.



Quelques conseils d'utilisation de la lessive :

- Remise à neuf de peintures : $5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$
- Lessivage avant peinture : $50 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$
- Nettoyage des murs et du sol : $20 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$
- Nettoyage surface grasse : $10 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$
- Nettoyage jouets, brosses : $30 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$

DOC 2 Le carbonate de sodium

Le carbonate de sodium Na_2CO_3 est une espèce chimique utilisée depuis l'Égypte antique comme détergent. On le trouve, sous forme d'une poudre blanche, à l'état naturel, dans de nombreuses réserves géologiques.

L'équation de dissolution d'un solide ionique, de formule $\text{A}_a\text{B}_b(\text{s})$, constitué de cations A^{b+} et d'anions B^{a-} , s'écrit :



Si la concentration en quantité de matière de soluté apporté est c (en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$), les concentrations ioniques en quantité de matière (en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$) sont alors :

$$[\text{A}^{b+}] = a \cdot c$$

$$[\text{B}^{a-}] = b \cdot c$$

Donnée :

- Masse molaire de Na_2CO_3 $M = 286 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

QUESTIONS PRÉLIMINAIRES

1. Écrire l'équation de dissolution du carbonate de sodium dans l'eau.
2. Quelles sont les concentrations ioniques en quantité de matière des ions en solution si la concentration en quantité de matière du carbonate de sodium apporté est c ?
3. Calculer à l'aide d'un tableur ou de la calculatrice la moyenne et l'écart-type de la série de mesures (doc. 3).

LE PROBLÈME À RÉSOUDRE

À quelle fin peut-on utiliser la solution trouvée dans la réserve des produits d'entretien de l'usine ?

Il est attendu une prise d'initiatives et une présentation de la démarche suivie même si elle n'a pas abouti, et de justifier toute réponse.

DOC 3 Analyse de la préparation

On réalise au laboratoire à 25°C une série de mesures de la conductivité σ (en $\text{mS} \cdot \text{m}^{-1}$) de la préparation trouvée dans la réserve de produits d'entretien, diluée 10 fois. L'étalonnage du conductimètre a préalablement été effectué à l'aide d'une solution étalon de chlorure de potassium.



Les résultats des mesures sont rassemblés dans les tableaux suivants.

n°	1	2	3	4	5	6	7
σ	183	194	180	191	172	168	160

n°	8	9	10	11	12	13	14
σ	180	190	199	180	177	196	170

n°	15	16	17	18	19	20
σ	178	190	195	175	172	160

Données :

- Conductivités molaires ioniques :

$$\lambda_{\text{CO}_3^{2-}} = 13,9 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}; \lambda_{\text{Na}^+} = 5,0 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}.$$

41 Synthèse d'un médicament TÂCHE COMPLEXE



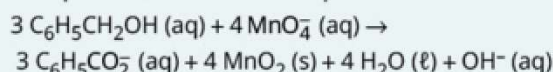
(APP) Rechercher et organiser l'information

L'acide benzoïque est un conservateur alimentaire également connu pour ses propriétés antiseptiques. Il peut être aisément synthétisé au laboratoire.

DOC 1 Étapes de la synthèse

La synthèse a lieu en deux étapes.

Dans un premier temps, des ions benzoate $\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2^-$ sont synthétisés par oxydation de l'alcool benzylique $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH}$ par les ions MnO_4^- en milieu basique selon la réaction d'équation :



L'acide benzoïque est ensuite obtenu par une réaction acide-base mettant en jeu les ions benzoate.

Afin de vérifier la qualité de l'expérimentation, on réalise le spectre infrarouge du produit brut obtenu en fin de synthèse.

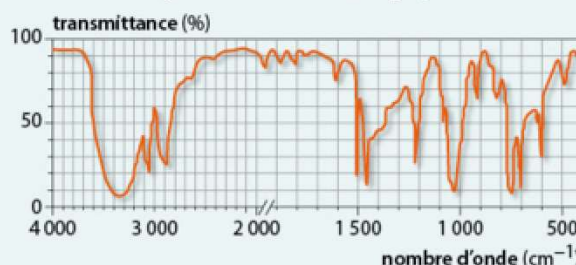
LE PROBLÈME À RÉSOUDRE

Quelles conclusions peut-on tirer quant à la qualité de la synthèse ?

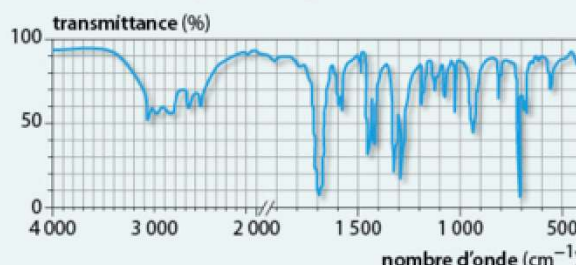
Il est attendu une prise d'initiatives et une présentation de la démarche suivie même si elle n'a pas abouti, et de justifier toute réponse.

DOC 2 Spectres infrarouge

Spectre IR de l'alcool benzylique



Spectre IR du produit brut

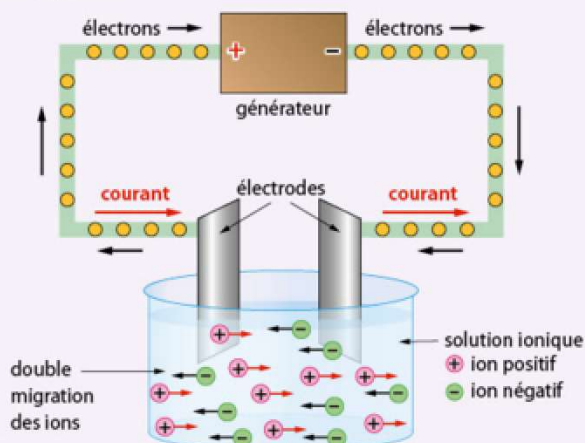


VERS LE SUP'

42 Mouvement des ions

Un électrolyte est une solution permettant le passage du courant par une conductivité de type ionique.

L'étude expérimentale se fait à l'aide de deux plaques de platine planes et parallèles constituant les électrodes. Il se crée alors entre les électrodes un champ électrique E qui dépend de la tension à leurs bornes et de la distance les séparant.



Chaque ion, soumis à l'action du champ électrique E , est mis en mouvement et atteint une vitesse limite définie par $v = \mu \cdot E$ où μ est la mobilité d'un ion, qui est fonction de sa taille et de la température.

La mobilité est positive pour les cations et négative pour les anions qui se déplacent en sens inverse.

Tous les ions présents en solution contribuent, par leur mouvement, au passage du courant dans le même sens. La conductivité molaire ionique λ_i d'un ion est le facteur de proportionnalité entre sa conductivité σ_i et sa concentration c_i en quantité de matière.

À ce mouvement se superpose l'agitation thermique, c'est-à-dire le mouvement incessant dont sont animés les atomes, molécules ou ions qui constituent la matière. L'agitation thermique est d'autant plus énergétique que la température est élevée car elle est directement liée à l'énergie cinétique microscopique des particules.

Donnée : $\lambda_i = \frac{\sigma_i}{c_i} = \mu_i \cdot z_i \cdot F$,

z_i est la charge de l'ion i et F une constante égale à la charge d'une mole d'électrons.

- a. Quelle est l'influence d'une augmentation de la température sur la mobilité d'un ion ?
b. Comment sa conductivité molaire ionique varie-t-elle ?
- Comment expliquer que « tous les ions contribuent au passage du courant dans le même sens » ?
- La charge d'un ion joue-t-elle un rôle dans la conductivité de la solution ?
- a. Résumer les différents facteurs influençant la valeur de la conductivité molaire ionique
b. Donner un sens à cette grandeur.