

QCM

Choisir la ou les bonnes réponses. En cas d'erreur, revoir le paragraphe du cours associé.

QCM interactif

hatier-clic.fr/pct069

pH d'une solution aqueuse

Cours 1 p. 62

	A	B	C
11 Si $[\text{H}_3\text{O}^+] = 5,0 \times 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, le pH est égal à :	-2,30	2,30	5,00
12 Si pH = 3,20, $[\text{H}_3\text{O}^+]$ est égale à :	$6,3 \times 10^4 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$6,3 \times 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$6,3 \times 10^{-4} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$

Spectroscopie

Cours 2 p. 63

	A	B	C
13 Quelles bandes d'absorption présente cette molécule ? $\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{OH} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$	vers $3\,600 \text{ cm}^{-1}$	vers $2\,000 \text{ cm}^{-1}$	vers $1\,700 \text{ cm}^{-1}$

Conductance et conductivité

Cours 3 p. 64 et 4 p. 66

14 $2,5 \times 10^{-1} \text{ mol}\cdot\text{m}^{-3}$ est égal à :	$2,5 \times 10^{-4} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$2,5 \times 10^2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$2,5 \times 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$
--	--	---	--

Pour les exercices 15 à 17, on considère des solutions d'hydroxyde de potassium ($\text{K}^+_{(\text{aq})}$, $\text{HO}^-_{(\text{aq})}$).Données Conductivités molaires ioniques : $\lambda_{\text{HO}^-} = 19,8 \times 10^{-3} \text{ S}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mol}^{-1}$ et $\lambda_{\text{K}^+} = 7,3 \times 10^{-3} \text{ S}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mol}^{-1}$

15 On mesure une conductance $G = 9,64 \times 10^{-4} \text{ S}$ avec une cellule de constante $90,0 \text{ m}^{-1}$. La conductivité est :	$1,07 \times 10^{-5} \text{ S}\cdot\text{m}^{-1}$	$8,68 \times 10^{-2} \text{ S}\cdot\text{m}^{-1}$	$8,68 \times 10^{-5} \text{ S}\cdot\text{m}^{-1}$
16 Si la conductivité de la solution est $\sigma = 8,67 \times 10^{-2} \text{ S}\cdot\text{m}^{-1}$, sa concentration est :	$3,20 \times 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$3,20 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$3,20 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-3}$
17 La conductivité d'une solution à $c = 1,00 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ est :	$2,71 \times 10^{-4} \text{ S}\cdot\text{m}^{-1}$	$2,71 \times 10^{-1} \text{ S}\cdot\text{m}^{-1}$	$2,71 \times 10^2 \text{ S}\cdot\text{m}^{-1}$
18 Pour doser par étalonnage une solution électrolytique incolore, on peut utiliser :	l'absorbance.	la conductance.	la conductivité.

Gaz parfait et quantité de matière

Cours 5 p. 67

Pour les exercices 19 à 21, on considère un échantillon de gaz parfait de volume $V = 3,20 \text{ L}$ à une pression $P = 1,50 \times 10^5 \text{ Pa}$ et une température $\theta = 25,00 \text{ }^\circ\text{C}$.Données La constante des gaz parfaits est $R = 8,31 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$, le zéro absolu est $-273,15 \text{ }^\circ\text{C}$.

19 La température absolue est :	$T = -248,15 \text{ K}$	$T = 248,15 \text{ K}$	$T = 298,15 \text{ K}$
20 La quantité de matière de gaz parfait dans l'échantillon est :	$n = \frac{PV}{RT}$	$n = \frac{RT}{PV}$	$n = PV - RT$
21 La quantité de matière de gaz dans l'échantillon est :	$1,94 \times 10^{-1} \text{ mol}$	$1,62 \text{ mol}$	$1,94 \times 10^2 \text{ mol}$

QCM

11 B

12 C

13 A et C

14 A

15 B

16 A et C

17 B

18 B et C

19 C

20 A

21 A

Exercices

LES BONS RÉFLEXES

- 22 L'acide nitrique est un acide très utilisé dans la synthèse chimique des engrais. On considère une solution aqueuse d'acide nitrique ($\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$, $\text{NO}_3^-_{(\text{aq})}$) de concentration c . Son pH vaut 2,28 et sa conductivité $\sigma = 220 \text{ mS}\cdot\text{m}^{-1}$.

Données Conductivités molaires ioniques $\rightarrow$ Rabat IV

- En utilisant le pH, calculer la concentration en ions oxonium dans la solution.
- En déduire la concentration c de la solution.
- Retrouver cette concentration c en utilisant la valeur de la conductivité.
- La solution d'acide nitrique est diluée de sorte que $[\text{H}_3\text{O}^+]$ soit divisée par deux. Quelles sont les valeurs du pH et de la conductivité de la solution diluée ?



Les engrais permettent d'apporter aux plantes les éléments nutritifs, tels que l'azote, mais ils polluent les cours d'eau.

Analyser SES ERREURS

Cohérence

La relation utilisée n'est pas conforme à la relation du cours.

Justification (a, c et d)

On attend une justification de la réponse.

Rédaction (a, b, c et d)

Les calculs doivent être introduits par une phrase.



Un exemple de mauvaise réponse

- $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH} \cdot c} = 5,2 \times 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$
- $c = 5,2 \times 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$
- $c = \frac{220}{35,0 \times 10^{-3} + 7,1 \times 10^{-3}} = 5,2 \times 10^3 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$
- $c = 2,5 \times 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ donc $\sigma = 110 \text{ mS}\cdot\text{m}^{-1}$ et $\text{pH} = 2,58$

Littéral

Il faut donner une expression littérale avant de faire l'application numérique.

Unité

La conductivité doit être exprimée en $\text{S}\cdot\text{m}^{-1}$ et la concentration est obtenue en $\text{mol}\cdot\text{m}^{-3}$.

Acquérir LES BONS RÉFLEXES



Un exemple de bonne réponse

- D'après la définition du pH, la concentration en ions oxonium est $[\text{H}_3\text{O}^+] = c^0 10^{-\text{pH}} = 5,2 \times 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.
- La concentration de la solution est égale à la concentration des ions oxonium, donc $c = [\text{H}_3\text{O}^+] = 5,2 \times 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.
- D'après la loi de Kohlrausch, la conductivité de la solution s'écrit $\sigma = \lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} [\text{H}_3\text{O}^+] + \lambda_{\text{NO}_3^-} [\text{NO}_3^-]$.
Les concentrations des deux ions sont égales et liées à la concentration c par la relation $c = [\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{NO}_3^-]$.
La conductivité est donc $\sigma = (\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} + \lambda_{\text{NO}_3^-})c$. D'où
$$c = \frac{\sigma}{\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} + \lambda_{\text{NO}_3^-}} = \frac{220 \times 10^{-3}}{35,0 \times 10^{-3} + 7,1 \times 10^{-3}} = 5,23 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-3}$$
soit $c = 5,23 \times 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.
- La concentration est divisée par deux. Comme la conductivité de la solution est proportionnelle à sa concentration, la conductivité est aussi divisée par deux et vaut $110 \text{ mS}\cdot\text{m}^{-1}$. La concentration en ions oxonium est donc égale à $[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{c}{2} = 2,61 \times 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

$$\text{On en déduit : } \text{pH} = -\log\left(\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{c^0}\right) = 2,58$$

Rédaction

Faire le lien entre les questions. Par exemple, utiliser la question précédente lorsque l'énoncé utilise « en déduire ».

Justification

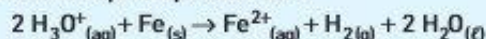
Justifier une réponse, c'est faire référence aux relations apprises dans le cours, aux données de l'énoncé ou aux résultats établis précédemment.

$\rightarrow$ Fiche 2 p. 598

23 Réaction de l'acide avec un métal

On verse un volume V_0 de solution d'acide chlorhydrique ($\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})} \cdot \text{Cl}^-_{(\text{aq})}$), de conductivité $\sigma = 55,4 \text{ mS}\cdot\text{m}^{-1}$, sur du fer métallique Fe.

L'équation de la réaction qui se produit est :



La réaction produit $V = 10,0 \text{ mL}$ de dihydrogène, considéré comme un gaz parfait, à une température de $25,0^\circ\text{C}$ et une pression $P = 1,01 \times 10^5 \text{ Pa}$.

Données

- Conductivités molaires ioniques $\rightarrow$ **Rabat IV**
- Constante des gaz parfaits : $R = 8,31 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
- $0 \text{ K} = -273,1^\circ\text{C}$

- Calculer la concentration en ions oxonium de la solution. En déduire son pH.
- Calculer la quantité de matière de dihydrogène produite par cette réaction.
- En déduire le volume minimal V_0 de solution utilisée.



Test caractéristique du dihydrogène réalisé en tube à essais.

- a** D'après la loi de Kohlrausch, la conductivité de la solution s'écrit :

$$\sigma = \lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} [\text{H}_3\text{O}^+] + \lambda_{\text{Cl}^-} [\text{Cl}^-]$$

Les deux concentrations $[\text{H}_3\text{O}^+]$ et $[\text{Cl}^-]$ sont égales, donc :

$$\sigma = (\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} + \lambda_{\text{Cl}^-}) [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{\sigma}{\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} + \lambda_{\text{Cl}^-}} = \frac{55,4 \times 10^{-3}}{35,0 \times 10^{-3} + 7,6 \times 10^{-3}} = 1,30 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-3}$$

soit $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1,30 \times 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

Le pH de la solution d'acide chlorhydrique est donc :

$$\text{pH} = -\log\left(\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{c^0}\right) = -\log\left(\frac{1,30 \times 10^{-3}}{1}\right) = 2,89$$

- b** Le volume de gaz formé est $V = 10,0 \text{ mL}$ soit $V = 10,0 \times 10^{-6} \text{ m}^3$.

La température absolue du gaz est $T = 25,0 + 273,1 = 298,1 \text{ K}$.

D'après l'équation d'état du gaz parfait, la quantité de matière de gaz

$$\text{formé est } n = \frac{PV}{RT} = \frac{1,01 \times 10^5 \times 10,0 \times 10^{-6}}{8,31 \times 298,1} = 4,08 \times 10^{-4} \text{ mol.}$$

- c** D'après l'équation de la réaction, la quantité de matière d'ions oxonium consommée est le double de la quantité de matière de dihydrogène formée. Elle vaut donc : $n' = 2n = 8,15 \times 10^{-4} \text{ mol}$.

La concentration des ions oxonium en solution étant $c = 1,30 \times 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$,

$$\text{le volume de solution utilisée est donc } V_0 = \frac{n'}{c} = \frac{8,15 \times 10^{-4}}{1,30 \times 10^{-3}} = 6,27 \times 10^{-1} \text{ L}$$

Aide n° 1

Utiliser la loi de Kohlrausch et la relation entre les concentrations des ions et la concentration c .

$\rightarrow$ Cours 3c p. 65

Aide n° 2

Attention aux unités : dans la loi de Kohlrausch les concentrations sont en moles par mètre cube.

$\rightarrow$ Cours 3c p. 65

Aide n° 3

Utiliser la stœchiométrie de la réaction pour déterminer la relation entre les quantités de matière.

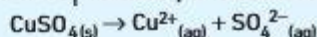
Aide n° 4

Utiliser la concentration en ions oxonium de la solution pour calculer le volume de solution utilisé.

25 Dosages d'une solution de sulfate de cuivre

On cherche à doser une solution utilisée en hydrometallurgie pour réaliser des dépôts de cuivre. Elle contient des ions cuivre (II) $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$ et des ions sulfate $\text{SO}_4^{2-}_{(\text{aq})}$.

On dispose d'une solution S_1 obtenue par dissolution dont l'équation est :



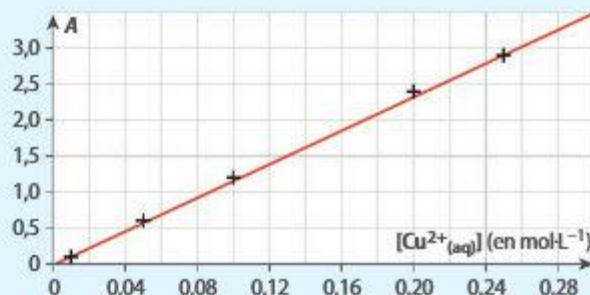
Données Conductivités molaires ioniques $\rightarrow$ [Rabat IV](#)

1 Dosage par étalonnage utilisant l'absorbance

On réalise le dosage spectrophotométrique de la solution S_1 .

Pour cela, on prépare un ensemble de solutions étalons, puis on mesure l'absorbance A de chacune des solutions avec un spectrophotomètre.

Les points expérimentaux et la droite-modèle sont présentés sur le graphique ci-dessous.



a. On prélève 10,0 mL de la solution S_1 . On l'introduit dans une fiole jaugée de 50 mL que l'on complète avec de l'eau distillée. Après homogénéisation l'absorbance de cette solution S_2 vaut $A = 1,7$.

Déterminer la concentration en ions $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$ de la solution S_2 .

b. En déduire celle de la solution S_1 .

2 Dosage par étalonnage utilisant la conductivité

On prépare de nouvelles solutions étalons plus diluées de sulfate de cuivre ($\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$, $\text{SO}_4^{2-}_{(\text{aq})}$) dont on mesure la conductivité σ .

$[\text{Cu}^{2+}]$ (en mmol.L^{-1})	5,00	2,50	2,00	1,00	0,50
Conductivité (en mS.m^{-1})	134	66,5	53,5	27,2	13,0

a. Pourquoi n'utilise-t-on pas les solutions étalons de la question 1 ?

b. Placer sur un graphique les points représentant la conductivité en fonction de la concentration en ions cuivre (II). Tracer la courbe-modèle.

c. Donner l'expression littérale de la conductivité de la solution.

En déduire que l'on peut écrire $\sigma = (\lambda_{\text{Cu}^{2+}} + \lambda_{\text{SO}_4^{2-}})[\text{Cu}^{2+}]$.

Justifier l'allure de la courbe obtenue à la question b.

d. On mesure la conductivité d'une solution diluée 500 fois à partir de la solution S_1 : $\sigma = 43 \text{ mS.m}^{-1}$.

Déterminer la concentration en ions $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$ de cette solution.

En déduire celle de la solution S_1 .

3 Validité des dosages

La solution S_1 est préparée par dissolution d'une masse $m = 96,5 \text{ g}$ sulfate de cuivre, de masse molaire $M = 249,6 \text{ g.mol}^{-1}$, dans l'eau distillée pour obtenir $V = 500 \text{ mL}$ de solution.

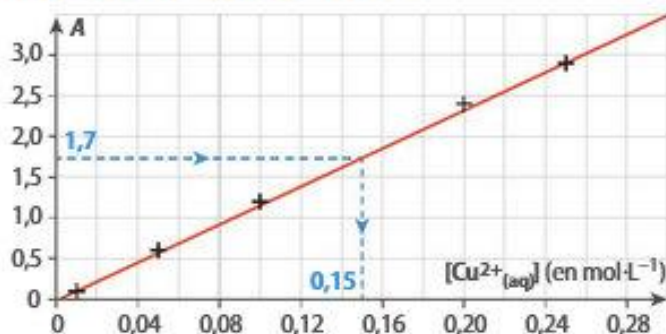
a. Déterminer la concentration en ions cuivre (II) de la solution S_1 .

b. Les dosages effectués vous paraissent-ils donner des résultats conformes à cette valeur ? Que faudrait-il savoir pour conclure ?



1 Dosage par étalonnage utilisant l'absorbance

a. On détermine graphiquement que la concentration en ions cuivre de la solution S_2 est $[Cu^{2+}] = 1,5 \times 10^{-1} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.



Aide n° 1

Utiliser la droite d'étalonnage pour déterminer la concentration de la solution inconnue.

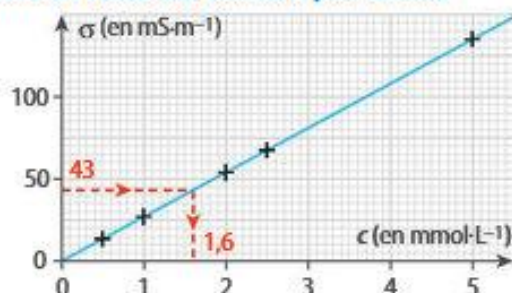
➔ Cours 4 p. 66

b. La solution a été diluée cinq fois donc la concentration des ions cuivre (II) dans la solution S_1 est $[Cu^{2+}] = 7,5 \times 10^{-1} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

2 Dosage par étalonnage utilisant la conductivité

a. La loi de Kohlrausch est vérifiée pour des concentrations inférieures à $10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, donc on utilise des solutions plus diluées.

b.



Aide n° 2

La solution dosée a été obtenue par dilution de la solution dont on cherche la concentration.

Aide n° 3

Utiliser l'équation de dissolution pour trouver une relation entre les concentrations de chacun des ions et la concentration de la solution.

c. D'après la loi de Kohlrausch, la conductivité de la solution s'écrit :

$$\sigma = \lambda_{Cu^{2+}} [Cu^{2+}] + \lambda_{SO_4^{2-}} [SO_4^{2-}]$$

Comme $[Cu^{2+}] = [SO_4^{2-}]$, on a $\sigma = (\lambda_{Cu^{2+}} + \lambda_{SO_4^{2-}}) [Cu^{2+}]$.

La courbe est donc une droite qui passe par l'origine.

d. Graphiquement, on obtient $[Cu^{2+}] = 1,6 \times 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ pour la solution diluée. Comme la solution a été diluée 500 fois, la concentration d'ions cuivre (II) dans la solution S_1 est donc 500 fois supérieure, soit $[Cu^{2+}] = 8,0 \times 10^{-1} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

Aide n° 4

Une situation de proportionnalité est représentée par une droite qui passe par l'origine.

3 Validité des dosages

a. La concentration est $c = \frac{m}{MV} = \frac{96,5}{249,6 \times 500 \times 10^{-3}} = 7,73 \times 10^{-1} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

b. Les deux méthodes donnent des valeurs proches du résultat attendu. Mais pour pouvoir juger de la validité des deux techniques employées, il faudrait avoir les incertitudes-types associées aux mesures.