

Terminale – spécialité Physique/Chimie – devoir surveillé n°5 – durée : environ 2h

Une réponse non justifiée entraînera la perte d'une partie des points qui lui sont attribués.

CHIMIE 1 : étude d'une réaction lente – 10 points

On étudie la réaction de $m = 0,40$ g de copeaux de magnésium pur (Mg , $M = 24,3$ g/mol) avec un volume $V_A = 20,0$ mL d'acide chlorhydrique (H^+_{aq} ; Cl^-) de concentration $c_A = 0,10$ mol/L.

Il se forme du dihydrogène gazeux que l'on recueille par déplacement d'eau.

On note V_G le volume de dihydrogène recueilli à la date t si $t = 0$ coïncide avec le début de la réaction.

Dans les conditions de l'expérience, le volume molaire des gaz vaut $V_M = 24,0$ L/mol

Couples rédox : Mg^{2+}/Mg et $\text{H}^+_{\text{aq}}/\text{H}_2$

Propriétés du logarithme népérien

$\ln e^a = a$	$\ln (ab) = \ln a + \ln b$	$\ln (a/b) = \ln a - \ln b$
---------------	----------------------------	-----------------------------

- 1/ Établir l'équation bilan de la réaction entre Mg et les ions H^+_{aq}
- 2/ Calculer les quantités de matière initiales des réactifs (Mg et H^+_{aq}).
- 3/ Déterminer le réactif limitant et l'avancement maximal de la réaction.
- 4/ Donner le lien entre l'avancement de la réaction, x , et le volume V_G
- 5/ En déduire le volume maximal de gaz que l'on peut recueillir.
- 6/ Donner l'expression de la vitesse volumique de disparition de H^+_{aq}

- 7/ Montrer que la concentration en H^+_{aq} (en mol/L) à la date t s'écrit :

$$[\text{H}^+_{\text{aq}}] = 0,10 - 100x$$

avec x : avancement de la réaction, en mol

Ainsi grâce à la mesure de V_G et à la question 4/, on peut suivre l'évolution de $[\text{H}^+_{\text{aq}}]$ au cours du temps et tracer la courbe $[\text{H}^+_{\text{aq}}] = f(t)$.

On obtient la figure 1.

- 8/ Utiliser cette courbe pour déterminer la vitesse volumique de disparition de H^+_{aq} à la date $t = 200$ s. Détailler les étapes de votre raisonnement.

On trace le graphique $\ln([\text{H}^+_{\text{aq}}]) = f(t)$ et on obtient une droite dont l'équation est la suivante :

$$\ln([\text{H}^+_{\text{aq}}]) = -2,3 - 6,2 \cdot 10^{-3}t \quad ; \text{ avec } t \text{ en s et } [\text{H}^+_{\text{aq}}] \text{ en mol/L}$$

- 9/ Un tel résultat permet d'écrire $[\text{H}^+_{\text{aq}}]$ sous la forme $[\text{H}^+_{\text{aq}}] = a \times e^{-kt}$. Déterminer alors les valeurs de a et k avec des unités correctes.
- 10/ En utilisant le résultat précédent, vérifier que la vitesse volumique de disparition de H^+_{aq} est proportionnelle à la concentration de H^+_{aq}
- 11/ Comment qualifie-t-on la réaction étudiée d'après la question qui précède ?
- 12/ Définir le temps de demi-réaction.
- 13/ Déterminer sa valeur en expliquant la méthode utilisée.
- 14/ Sur la figure 1, ajouter l'allure de la courbe que l'on obtiendrait si la température était maintenue à 10°C au lieu des 20°C habituels de la salle de TP

CHIMIE 2 : étude d'une pile – 7 points

On considère une pile zinc/aluminium, formée à partir des couples suivants : Zn^{2+}/Zn et Al^{3+}/Al .
On fabrique cette pile en utilisant :

- 100 mL d'une solution de sulfate de zinc telle que $[\text{Zn}^{2+}] = 0,30 \text{ mol/L}$
- 100 mL d'une solution de sulfate d'aluminium telle que $[\text{Al}^{3+}] = 0,10 \text{ mol/L}$
- une lame de zinc de masse $m_1 = 3,0 \text{ g}$
- une lame d'aluminium de masse $m_2 = 3,0 \text{ g}$
- un pont salin de nitrate de potassium ($\text{K}^+ ; \text{NO}_3^-$) gélifié

Quand on fait débiter cette pile dans un résistor, un courant électrique I circule de l'électrode de zinc vers l'électrode d'aluminium.

Données

$$c^0 = 1,0 \text{ mol/L}$$

$$N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$M(\text{Al}) = 27 \text{ g/mol}$$

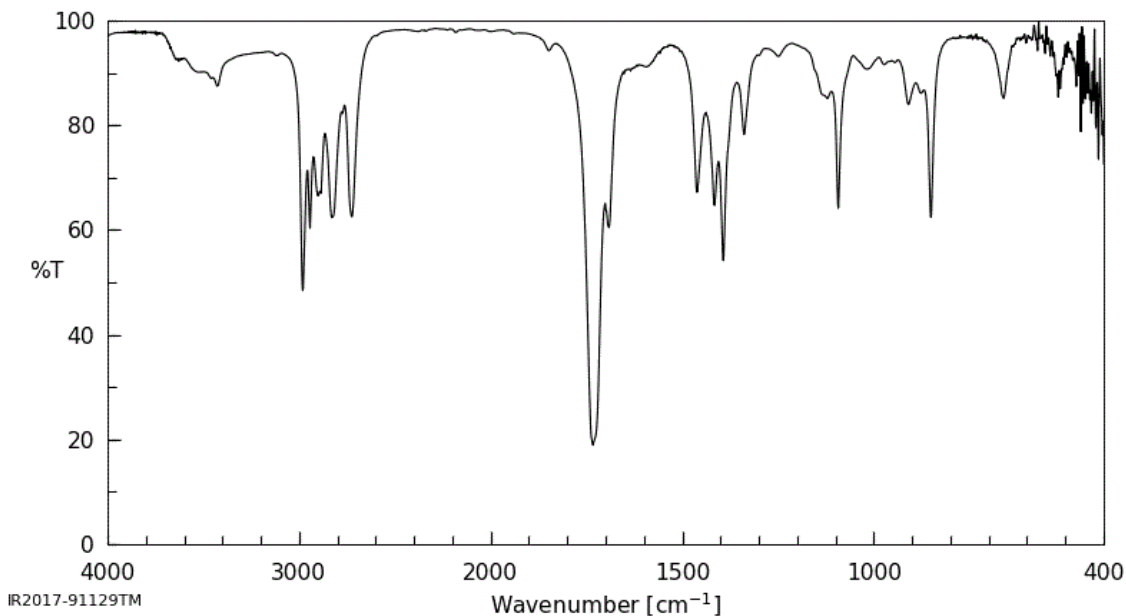
- 1/ Faire un schéma légendé de la pile quand elle est reliée au résistor.
- 2/ Indiquer le sens du courant et des électrons à l'extérieur de la pile.
- 3/ En déduire le pôle + et le pôle – de la pile.
- 4/ En déduire également les réactions effectives qui se produisent à chaque électrode.
- 5/ Écrire alors l'équation de la réaction quand la pile fonctionne.
- 6/ Écrire l'expression du quotient de réaction associé à cette réaction.
- 7/ Calculer sa valeur initiale.
- 8/ Comparer (sans calcul) cette valeur à la constante d'équilibre de la réaction, K , quand la pile fonctionne.

Le réactif limitant de cette pile est Zn^{2+}

- 9/ Calculer la quantité initiale d'ions Zn^{2+}
- 10/ En déduire la quantité de matière d'électrons échangés pendant toute la durée de fonctionnement de la pile.
- 11/ Calculer la quantité d'électricité, Q , correspondante.
- 12/ En déduire la durée de fonctionnement de la pile si le courant qu'elle débite a pour intensité $I = 50 \text{ mA}$.
- 13/ Calculer aussi la masse d'aluminium consommé à la fin du fonctionnement de la pile.

CHIMIE 3 – 3 points

On considère une espèce chimique de formule brute C_3H_6O dont le spectre infrarouge est donné ci-dessous :



Wavenumber signifie « nombre d'onde » : $\sigma = \frac{1}{\lambda}$

1/ Identifier la famille chimique à laquelle appartient cette espèce (en justifiant bien sûr).

On observe une raie d'absorption de nombre d'onde égal à 900 cm^{-1} .

- 2/ Calculer la longueur d'onde associée et vérifier qu'elle appartient bien au domaine infra-rouge.
3/ Proposer une formule développée ou semi-développée de cette espèce de façon qu'elle appartienne bien à la famille trouvée en question 1/.

On fait réagir un échantillon de C_3H_6O avec les ions periodate IO_4^- .

4/ En utilisant les couples redox fournis dans les données, écrire l'équation de la réaction.

Données

IO_4^-/I^-

$C_3H_6O_2/C_3H_6O$

BONUS : Citer le nom des 4 bases azotées qui composent l'ADN. Comment s'appelle le quatrième état de la matière (les 3 premiers sont solide, liquide et gaz) ? Un télescope vient d'être récemment mis en orbite à 4 fois la distance Terre-Lune de la Terre. Comment s'appelle-t-il ? La fonte est un alliage : quels sont les 2 éléments qui composent cet alliage ? Comment s'appelait la machine utilisée par les allemands pour chiffrer leurs messages pendant la seconde guerre mondiale ?

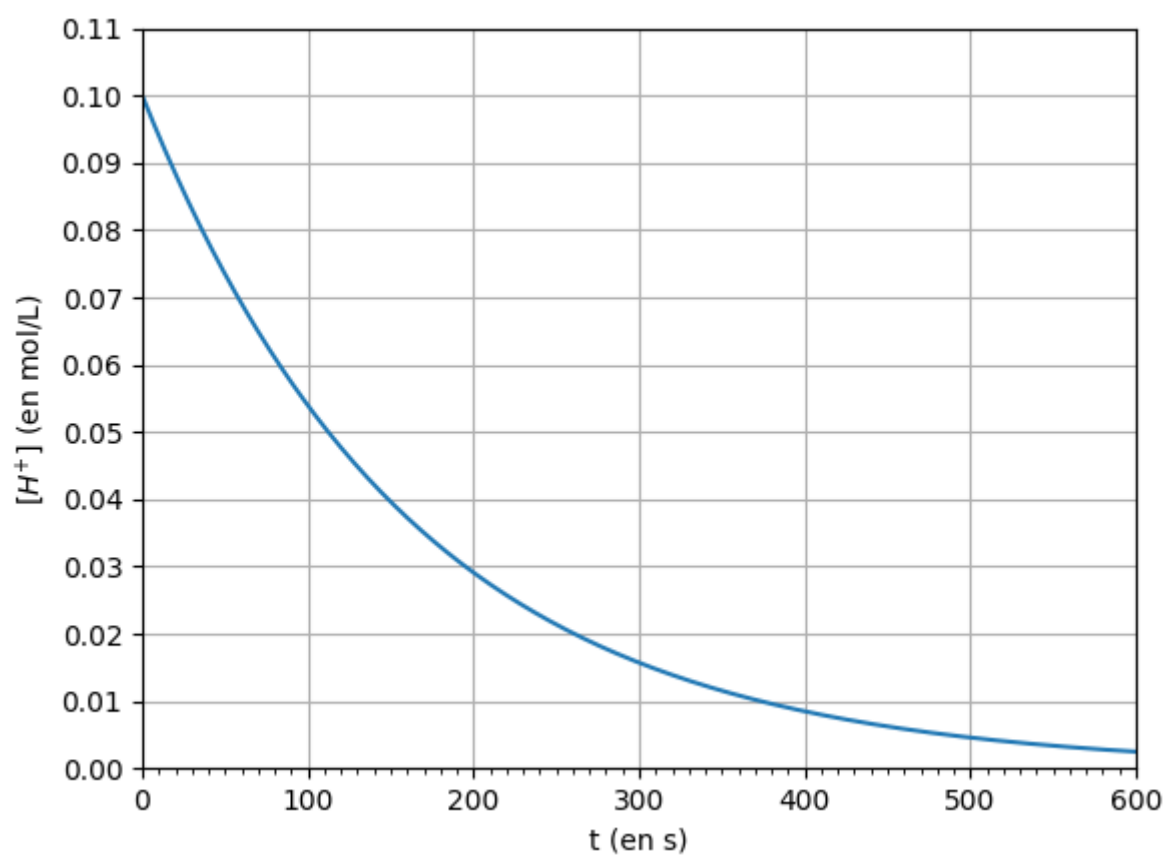


Figure 1