

Terminale Spécialité G - Physique-Chimie
Devoir en classe n°3 - Durée : 2h
Mardi 30 novembre 2021

EXERCICE I : pH D'UN MÉLANGE – 10 POINTS

On se propose de calculer la valeur du pH d'un mélange de deux solutions dont les valeurs du pH sont connues.

Données :

$$pK_{A_1} (\text{HNO}_2/\text{NO}_2^-) = 3,3$$

$$pK_{A_2} (\text{HCOOH}/\text{HCOO}^-) = 3,8$$

1. Étude de deux solutions

Le pH d'une solution aqueuse d'acide nitreux $\text{HNO}_2(\text{aq})$, de concentration en soluté apporté $C_1 = 0,20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, a pour valeur $pH_1 = 1,3$. Celui d'une solution aqueuse de méthanoate de sodium ($\text{HCOO}^-(\text{aq}) + \text{Na}^+(\text{aq})$), de concentration en soluté apporté $C_2 = 0,40 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, a pour valeur $pH_2 = 8,7$.

- CON** **1.1.** Écrire l'équation de la réaction entre l'acide nitreux et l'eau. Donner l'expression de la constante d'acidité associée à cette réaction.
- CON** **1.2.** Écrire l'équation de la réaction entre l'ion méthanoate et l'eau. Donner l'expression de la constante d'acidité du couple $\text{HCOOH}/\text{HCOO}^-$.
- RÉA** **1.3.** Pour chaque couple acide/base mis en jeu, tracer le diagramme de prédominance.
- RÉA** **1.4.** Pour chacune des deux solutions étudiées, préciser l'espèce prédominante présente dans la solution.

2. Étude d'un mélange de ces solutions

On mélange un même volume $V = 200 \text{ mL}$ de chacune des deux solutions précédentes.

- RÉA** **2.1.** Déterminer la quantité de matière n_1 d'acide nitreux introduite dans le mélange ainsi que la quantité de matière n_2 de méthanoate de sodium introduite dans le mélange.
- RÉA** **2.2.** Écrire l'équation de la réaction qui se produit lors du mélange entre l'acide nitreux et l'ion méthanoate.
- RÉA** **2.3.** Dresser le tableau d'évolution du système chimique au cours de la transformation.
- RÉA** **2.4.** La valeur de l'avancement final, dans l'état d'équilibre, est déterminé par conductimétrie et a pour valeur $x_f = 3,3 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$. Calculer les concentrations des différentes espèces chimiques présentes à l'équilibre.
- CON** **2.5.** En utilisant, pour chaque couple, la relation entre le pH et le pK_A , encore appelée relation de Henderson-Hasselbach, calculer la valeur du pH du mélange notée pH_3 . Les résultats sont-ils cohérents ?
- RÉA**
- VAL**

EXERCICE II : UNE LAMPE SECOUÉE – 10 points

De nouvelles lampes, dites écologiques, ont fait leur apparition sur le marché il y a quelques années. On se propose, dans cet exercice, d'étudier leur dispositif de stockage de l'énergie électrique.

Nous avons cherché longtemps une solution à l'éternel problème de la lampe de secours (voiture, bateau, maison, camping, avion, etc) qui, bien sûr, ne marche jamais quand on en a besoin. Au mieux, les piles sont « mortes », au pire elle ont coulé ou l'ampoule est grillée quand ce ne sont pas les contacts qui sont corrodés. [...]

Aux USA, un petit fabricant a mis à profit l'arrivée des DEL pour réaliser l'un de ses rêves, la « lampe sans pile ».

Fonctionnement :

En secouant (un peu comme une bombe de peinture mais plus doucement) la lampe 30 secondes, de l'énergie électrique est produite et stockée dans un condensateur. Vous obtenez alors environ 20 minutes d'une lumière produite par une DEL.

Si vous n'utilisez pas toute l'énergie produite, elle restera stockée dans le condensateur pendant plusieurs semaines pour être immédiatement disponible sur simple pression du bouton.

Information sur les composants :

le condensateur a une capacité d'un farad et peut stocker au maximum une énergie de 12 joules. Il perd 8 mJ d'énergie par heure.

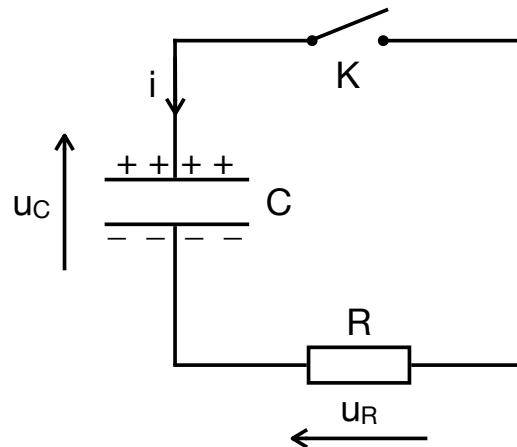
D'après <http://www.lampesdepoche.com>

On considère qu'en secouant la lampe durant 30 secondes, le condensateur est chargé et la tension à ses bornes vaut alors $U_0 = 3,6 \text{ V}$

1. Le dipôle RC

On étudie la décharge du condensateur de capacité $C = 1,0 \text{ F}$ à travers un conducteur ohmique de résistance R .

À la date $t_0 = 0 \text{ s}$, on ferme l'interrupteur K et la décharge débute.



CON

- 1.1. Donner la relation entre l'intensité i du courant dans le circuit et la charge q portée par l'armature positive du condensateur ainsi que la relation entre la charge q et la tension u_C aux bornes du condensateur.

RÉA

- 1.2. En déduire l'expression de la tension u_R aux bornes de la résistance en fonction de la tension u_C aux bornes du condensateur.

RÉA

- 1.3. En appliquant la loi des mailles, établir l'équation différentielle vérifiée par $u_C(t)$ durant la décharge et montrer qu'elle peut s'écrire sous la forme $\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{\tau} \times u_C = 0$ où $\tau = R \times C$ est la constante de temps du circuit.

RÉA

- 1.4. Vérifier par analyse dimensionnelle que la constante de temps τ est bien homogène à une durée.

RÉA

- 1.5. On considère que la décharge du condensateur est complète après une durée égale à $5 \times \tau$. Si l'on considère que cette durée est égale à 20 minutes, déterminer la valeur de la résistance R du conducteur ohmique qu'il faut associer au condensateur de capacité $C = 1,0 \text{ F}$.

2. Énergie emmagasinée dans le condensateur

ANA

2.1. Lors du « secouement » de la lampe, il y a conversion d'énergie. Choisir parmi les propositions suivantes celle qui décrit le mieux la situation :

- a) conversion d'énergie électrique en énergie mécanique ;
- b) conversion d'énergie chimique en énergie électrique ;
- c) conversion d'énergie mécanique en énergie électrique ;
- d) conversion d'énergie mécanique en énergie chimique.

APP

2.2. L'énergie E emmagasinée dans le condensateur de capacité C lorsqu'il est chargé sous la tension u_C est donnée par la relation $E = \frac{1}{2} \times C \times u_C^2$. Calculer la valeur E_{\max} de l'énergie électrique maximale stockée dans le condensateur et vérifier qu'elle ne dépasse pas les performances annoncées.

ANA

2.3. À l'aide d'un calcul, déterminer au bout de combien de temps il faudra secouer la lampe pour qu'elle éclaire à nouveau.