

**Terminale Spécialité G - Physique-Chimie**  
**Devoir en classe n°3 - Durée : 2h**  
**Proposition de correction**

**EXERCICE I : pH D'UN MÉLANGE – 10 POINTS**

**1. Étude de deux solutions**

**1.1.** Équation de la réaction de l'acide nitreux sur l'eau :  $\text{HNO}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\ell) \rightleftharpoons \text{NO}_2^-(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$

$$\text{Constante d'équilibre : } K_{A_1} = \frac{[\text{NO}_2^-]_{\text{éq}} \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}}{[\text{HNO}_2]_{\text{éq}}}$$

**1.2.** Équation de la réaction de l'ion méthanoate sur l'eau :  $\text{HCOO}^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\ell) \rightleftharpoons \text{HCOOH}(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq})$

$$\text{Constante d'acidité du couple concerné : } K_{A_2} = \frac{[\text{HCOO}^-]_{\text{éq}} \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}}{[\text{HCOOH}]_{\text{éq}}}$$

**1.3.** Diagramme de prédominance du couple  $\text{HNO}_2(\text{aq})/\text{NO}_2^-(\text{aq})$  :

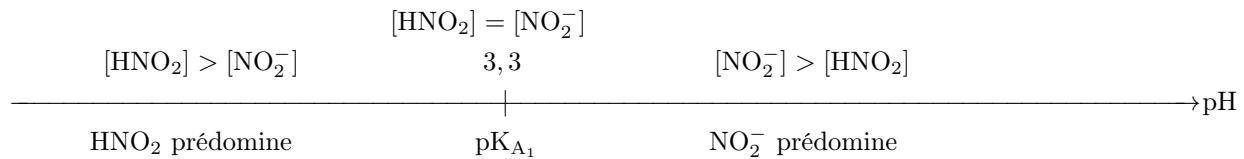
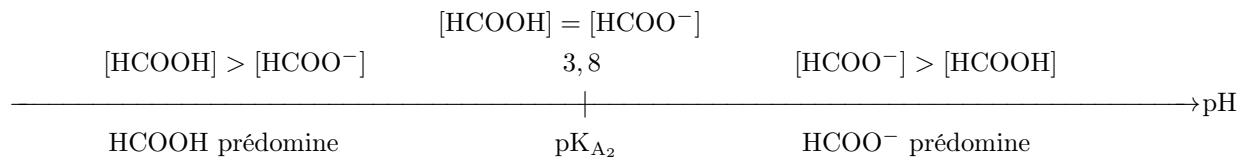


Diagramme de prédominance du couple  $\text{HCOOH}(\text{aq})/\text{HCOO}^-(\text{aq})$  :



**1.4.** Dans la solution 1,  $\text{pH}_1 = 1,3 < \text{pK}_{A_1}$  donc l'espèce prédominante est  $\text{HNO}_2$ .

Dans la solution 2,  $\text{pH}_2 = 8,7 > \text{pK}_{A_2}$  donc l'espèce prédominante est  $\text{HCOO}^-$ .

**2. Étude d'un mélange de ces solutions**

**2.1.** Quantité de matière d'acide nitreux :  $n_1 = C_1 \cdot V = 0,20 \times 200 \cdot 10^{-3} = 4,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$   
Quantité de matière de méthanoate de sodium :  $n_2 = C_2 \cdot V = 0,40 \times 200 \cdot 10^{-3} = 8,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$

**2.2.** Équation de la réaction :  $\text{HNO}_2(\text{aq}) + \text{HCOO}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{NO}_2^-(\text{aq}) + \text{HCOOH}(\text{aq})$

**2.3.** Tableau d'évolution du système chimique au cours de la transformation :

(en mol)	$\text{HNO}_2(\text{aq})$	$+ \text{HCOO}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{NO}_2^-(\text{aq}) + \text{HCOOH}(\text{aq})$		
État initial	$n_1$	$n_2$	0	0
État intermédiaire	$n_1 - x$	$n_2 - x$	x	x
État d'équilibre	$n_1 - x_f$	$n_2 - x_f$	$x_f$	$x_f$

**2.4.** D'après le tableau d'avancement :

$$[\text{NO}_2^-]_{\text{éq}} = [\text{HCOOH}]_{\text{éq}} = \frac{x_f}{2 \cdot V} = \frac{3,3 \cdot 10^{-2}}{2 \times 200 \cdot 10^{-3}} = 8,3 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$[\text{HNO}_2]_{\text{éq}} = \frac{n_1 - x_f}{2 \cdot V} = \frac{4,0 \cdot 10^{-2} - 3,3 \cdot 10^{-2}}{2 \times 200 \cdot 10^{-3}} = 1,8 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$[\text{HCOO}^-]_{\text{éq}} = \frac{n_2 - x_f}{2 \cdot V} = \frac{8,0 \cdot 10^{-2} - 3,3 \cdot 10^{-2}}{2 \times 200 \cdot 10^{-3}} = 1,2 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

**2.5.** D'après la relation de Henderson-Hasselbach appliquée au couple de l'acide nitreux :

$$\text{pH}_3 = \text{pK}_{\text{A}_1} + \log \frac{[\text{NO}_2^-]_{\text{éq}}}{[\text{HNO}_2]_{\text{éq}}} = 3,3 + \log \left( \frac{8,3 \cdot 10^{-2}}{1,8 \cdot 10^{-2}} \right) = 4,0$$

D'après la relation de Henderson-Hasselbach appliquée au couple de l'acide méthanoïque :

$$\text{pH}_3 = \text{pK}_{\text{A}_2} + \log \frac{[\text{HCOO}^-]_{\text{éq}}}{[\text{HCOOH}]_{\text{éq}}} = 3,8 + \log \left( \frac{1,2 \cdot 10^{-1}}{8,3 \cdot 10^{-2}} \right) = 4,0$$

On retrouve bien entendu le même pH quel que soit le couple utilisé car il y a unicité du pH d'une solution. Chaque couple peut être utilisé dans la mesure où les quatre espèces chimiques cohabitent au sein du mélange.

### EXERCICE II : UNE LAMPE SECOUÉE – 10 points

#### 1. Le dipôle RC

**CON**

- 1.1.** Relation entre l'intensité  $i$  du courant et la charge  $q$  :  $i = \frac{dq}{dt}$

Relation entre la charge  $q$  et la tension  $u_C$  :  $q = C \times u_C$

**RÉA**

- 1.2.** D'après la loi d'Ohm  $u_R = R \times i$  et d'après ce qui précède, on obtient donc

$$u_R = R \times i = R \times \frac{dq}{dt} = R \times \frac{d(C \times u_C)}{dt} = R \times C \times \frac{du_C}{dt}$$

**RÉA**

- 1.3.** D'après la loi des mailles appliquée au circuit schématisé dans l'énoncé, on a  $u_R + u_C = 0$  d'où  $R \times C \times \frac{du_C}{dt} + u_C = 0$  et en divisant par  $R \times C$ , on arrive à  $\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{RC} \times u_C = 0$  ce qui est bien de la forme  $\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{\tau} \times u_C = 0$  où  $\tau = R \times C$ .

**RÉA**

- 1.4.** D'après la loi d'Ohm, nous savons que  $u_R = R \times i$  d'où  $[u_R] = [R] \times [i]$ . On a donc  $[R] = \frac{U}{I}$

Par ailleurs, nous savons que  $i = \frac{dq}{dt}$  d'où  $[i] = \frac{[q]}{[t]}$ . On a donc  $I = \frac{[q]}{T}$  ou encore  $[q] = I \times T$

Nous savons aussi que  $q = C \times u_C$  d'où  $[q] = [C] \times [u_C]$  soit  $[q] = [C] \times U$  ou encore  $[C] = \frac{[q]}{U}$

D'après ce qui précède, nous avons donc  $[C] = \frac{I \times T}{U}$

Enfin, il vient  $[RC] = \frac{\mathcal{I}}{\mathcal{X}} \times \frac{\mathcal{X} \times T}{\mathcal{U}} = T$ . La constante de temps  $\tau$  est donc homogène à une durée.

**RÉA**

- 1.5.** Pour une durée  $\Delta t = 20 \text{ min} = 1200 \text{ s}$  on a  $5 \times \tau = \Delta t$  ou encore  $5 \times R \times C = \Delta t$  d'où la valeur de la résistance :  $R = \frac{\Delta t}{5 \times C} = \frac{1200}{5 \times 1,0} = 240 \Omega$

#### 2. Énergie emmagasinée dans le condensateur

**ANA**

- 2.1.** Lors du « secouement » de la lampe, il y a conversion d'énergie mécanique en énergie électrique.

**APP**

- 2.2.** L'énergie maximale stockée dans le condensateur est atteinte pour une tension maximale à ses bornes, à savoir 3,6 V (tension avant que la décharge ne commence) d'où la valeur de cette énergie maximale :  $E_{\text{max}} = \frac{1}{2} \times C \times U_0^2 = \frac{1}{2} \times 1,0 \times 3,6^2 = 6,5 \text{ J} < 12 \text{ J}$ . Cette valeur ne dépasse donc pas les performances annoncées.

**ANA**

- 2.3.** Le condensateur perd 8 mJ par heure lorsque la lampe n'est pas en fonctionnement. On peut donc calculer la durée au bout de laquelle la lampe sera déchargée :  $\Delta t = \frac{E_{\text{max}}}{8 \times 10^{-3}} = \frac{6,5}{8 \times 10^{-3}} = 810 \text{ h}$ . Il faudra donc secouer à nouveau la lampe au bout d'environ 5 semaines, conformément aux indications du document.