

Correction DS4

Exercice 1 : la pile sous toutes ses faces

1. La pile Daniell.

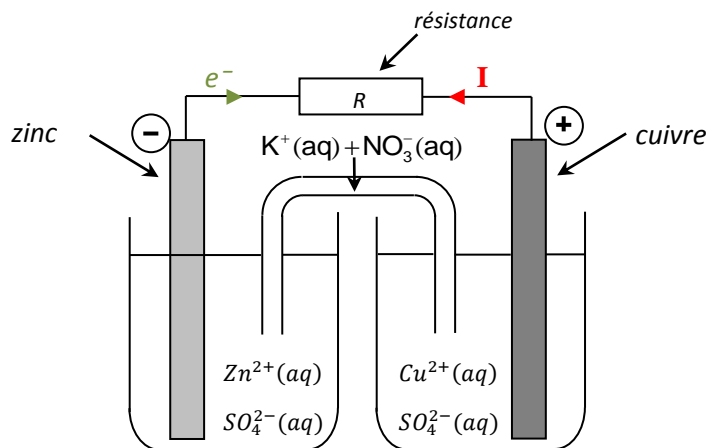
$$1.1. Q_{r,i} = \frac{(a_{Cu})_i^1 \times (a_{Zn^{2+}})_i^1}{(a_{Zn})_i^1 \times (a_{Cu^{2+}})_i^1} = \frac{\frac{[Zn^{2+}]_i}{c^\circ}}{\frac{[Cu^{2+}]_i}{c^\circ}} = \frac{[Zn^{2+}]_i}{[Cu^{2+}]_i} = 1 \quad \text{avec } a_{Cu} = 1 \text{ et } a_{Zn} = 1 \text{ car ce sont des solides.}$$

1.2. $Q_{r,i} < K(T)$ le système chimique évolue spontanément dans le sens direct, c'est-à-dire dans le sens de la formation de cuivre et d'ions zinc.

1.3. oxydation anodique : $Zn(s) = Zn^{2+}(aq) + 2 e^-$

réduction cathodique : $Cu^{2+}(aq) + 2 e^- = Cu(s)$

1.4.



Le zinc se transforme en ions zinc (II) et libère des électrons à l'extérieur de la pile, la plaque de zinc est la borne négative de la pile. (À l'intérieur de la pile, ce sont les ions qui assurent la circulation du courant électrique)

2. La pile à hydrogène.

2.1.

$$n(H_2) = \frac{m(H_2)}{M(H_2)} = \frac{2,50 \times 10^3}{2 \times 1,00} = 1,25 \times 10^3 \text{ mol}$$

2.2. Méthode n°1 : D'après la demi-équation d'oxydation de H_2 :

$$n(H_2) = \frac{n_{max}(e^-)}{2} \quad \text{soit} \quad n_{max}(e^-) = 2 \times n(H_2)$$

$$n_{max}(e^-) = 2 \times 1,25 \times 10^3 = 2,50 \times 10^3 \text{ mol}$$

Méthode n°2 : Le dioxygène est en excès car il est présent en grande quantité dans l'air.

$$x_{max} = \frac{n(H_2)}{2} = \frac{1,25 \times 10^3}{2} = 625 \text{ mol}$$

D'après l'équation,

$$n_{max}(e^-) = 4 \times x_{max} = 4 \times 625 = 2,50 \times 10^3 \text{ mol}$$

2.3. $q_{pile} = n_{max}(e^-) \times \mathcal{F} = 2,5 \times 10^3 \times 9,65 \times 10^4 = 2,41 \times 10^8 \text{ C}$

$$I = \frac{q_{pile}}{\Delta t} = \frac{2,41 \times 10^8}{6 \times 3600 + 40 \times 60} = 1,00 \times 10^4 \text{ A}$$

Exercice 2 : Propriétés de l'acide propanoïque

1.1.



1.2.

Équation chimique	AH (aq) + H ₂ O (l) ⇌ A ⁻ (aq) + H ₃ O ⁺ (aq)			
Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)			
x = 0	n _{i,AH}	solvant	0	0
x	n _{i,AH} - x	solvant	x	x

1.3.

$$K_A(AH/A^-) = \frac{[A^-]_f \times [H_3O^+]_f}{\frac{[AH]_f}{c^0}}$$

1.4.

$$K_A(AH/A^-) = \frac{\frac{x_f}{V \times c^0} \times \frac{x_f}{V \times c^0}}{\frac{n_{i,AH} - x_f}{V \times c^0}} = \frac{\left(\frac{x_f}{V \times c^0}\right)^2}{\frac{n_{i,AH} - x_f}{V \times c^0}} = \frac{x_f^2}{V \times c^0 \times (n_{i,AH} - x_f)}$$

1.5.

$$x_f^2 + K_A \times V \times c^0 \times x_f - K_A \times V \times c^0 \times n_{i,AH} = 0$$

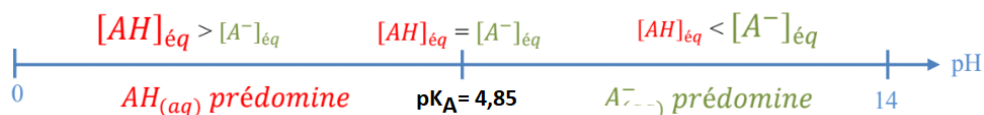
La résolution de cette équation donne comme solution positive : $x_f = 3,46 \times 10^{-6} \text{ mol}$

1.6.

$$pH = -\log\left(\frac{[H_3O^+]_f}{c^0}\right) = -\log\left(\frac{x_f}{V \times c^0}\right) = -\log\left(\frac{3,46 \times 10^{-6}}{5,00 \times 10^{-2} \times 1}\right) = 4,16$$

La valeur correspond à la valeur mesurée.

1.7.



1.8. $pH < pK_A$, c'est donc la forme acide qui prédomine, c'est-à-dire l'acide propanoïque

2.1. L'acide sulfurique est un catalyseur.

2.2. Le chauffage à reflux permet d'accélérer la transformation chimique et de ne pas perdre d'espèces chimiques au sein du milieu réactionnel.

2.3. L'ester se nomme le propanoate de butyle.

2.4. Calcul de l'avancement maximal

- Si l'acide propanoïque est le réactif limitant alors $x_{\max,1} = n_i(\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2)/1 = 0,20 \text{ mol}$
- Si le butan-1-ol est le réactif limitant alors $x_{\max,2} = n_i(\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O})/1 = 0,20 \text{ mol}$

Les réactifs sont introduits dans les proportions stœchiométriques donc $x_{\max} = 0,20 \text{ mol}$

Calcul de la masse maximale d'ester formé

$$n_{\max}(\text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}_2) = 1 \times x_{\max} = 0,20 \text{ mol}$$

$$m_{\max}(\text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}_2) = n_{\max}(\text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}_2) \times M(\text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}_2) = 0,20 \times 130 = 26 \text{ g}$$

2.5. Calcul du rendement

$$\eta = \frac{m_{\text{exp}}(\text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}_2)}{m_{\max}(\text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}_2)} = \frac{\rho(\text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}_2) \times V(\text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}_2)}{m_{\max}(\text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}_2)} = \frac{0,88 \times 19,7}{26} = 0,67 = 67 \%$$

2.6. Pour augmenter le rendement, il faut mettre un réactif en excès ou éliminer un des produits au cours de la transformation.

Exercice 3 : Un biberon à bonne température

1. En supposant le système incompressible, on peut écrire :

$$Q = m \times c \times \Delta T = m \times c \times \Delta \theta$$

2. Le système est au contact d'un thermostat de température θ_e sachant que $\theta_e > \theta$. Le transfert thermique Q est reçu par le système donc $Q > 0$.

Il n'y a pas de transfert par travail. Le système est au repos à l'échelle macroscopique ($\Delta E_m = 0$)

D'après le 1^{er} principe de la thermodynamique, on peut écrire :

$$\Delta U = Q > 0$$

3. En utilisant la définition du transfert thermique, on en déduit la relation suivante :

$$m \times c \times \Delta \theta = \Phi \times \Delta t$$

En travaillant sur des variations infinitésimales de température et de temps, la relation devient :

$$m \times c \times d\theta(t) = \Phi \times dt$$

Soit :

$$\Phi = m \times c \times \frac{d\theta}{dt}(t)$$

En utilisant la loi phénoménologique de Newton, la relation s'écrit :

$$h \times S \times (\theta_e - \theta(t)) = m \times c \times \frac{d\theta}{dt}(t)$$

Soit :

$$\frac{d\theta}{dt}(t) = \frac{h \times S}{m \times c} \times (\theta_e - \theta(t)) = -\frac{h \times S}{m \times c} \times \theta(t) + \frac{h \times S}{m \times c} \times \theta_e$$

On pose

$$\tau = \frac{m \times c}{h \times S}$$

D'où :

$$\frac{d\theta}{dt}(t) = -\frac{1}{\tau} \times \theta(t) + \frac{\theta_e}{\tau}$$

4 . La solution générale est :

$$\theta(t) = K \times e^{-\frac{t}{\tau}} - \frac{\frac{\theta_e}{\tau}}{-\frac{1}{\tau}} = K \times e^{-\frac{t}{\tau}} + \theta_e$$

On utilise la condition initiale $\theta(t = 0) = \theta_i$ pour déterminer la constante K :

$$\theta(t = 0) = K \times e^{-\frac{0}{\tau}} + \theta_e = K + \theta_e = \theta_i \quad d'où \quad K = \theta_i - \theta_e$$

La solution vérifiant la condition initiale est donc :

$$\theta(t) = (\theta_i - \theta_e) \times e^{-\frac{t}{\tau}} + \theta_e$$

5 . On cherche la température à $t = 3 \text{ min} = 180 \text{ s}$

$$\theta(t) = (\theta_i - \theta_e) \times e^{-t \times \frac{h \times S}{m \times c}} + \theta_e$$

$$\theta(t = 180) = (5,0 - 50) \times e^{-180 \times \frac{300 \times 270 \times 10^{-4}}{350 \times 10^{-3} \times 4,2 \times 10^3}} + 50 = 33^\circ\text{C} > 30^\circ\text{C}$$

La température est supérieure à 30°C en moins de 3 min. L'information de la notice est donc correcte.