

# Baccalauréat

## Sciences physiques session complémentaire 2007

### Exercice 1

1 On dissout une masse m d'hydroxyde de sodium NaOH dans 200mL d'eau pure pour obtenir une solution  $S_B$  de pH=13.6 à 25° C.

1.1 Ecrire l'équation de dissolution de l'hydroxyde de sodium dans l'eau.

1.2 Comparer les concentrations des ions  $\text{H}_3\text{O}^+$  et  $\text{OH}^-$  dans la solution  $S_B$ .

1.3 Trouver la valeur de la concentration  $C_B$  de la solution  $S_B$  et en déduire la valeur de m.

1.4 On prépare à partir de la solution  $S_B$  une nouvelle solution  $S'_B$  de volume  $V' = 60\text{mL}$  et de concentration  $C'_B=10^{-1}\text{ mol/L}$ . Déterminer le volume V de la solution  $S_B$  et le volume  $V_e$  d'eau pure utilisés pour préparer la solution  $S'_B$ .

2 On a tracé sur le document de la figure les courbes

représentatives  $\text{pH}=f(t)$  obtenues en mesurant le pH

au cours de l'addition progressive de la solution aqueuse  $S'_B$  :

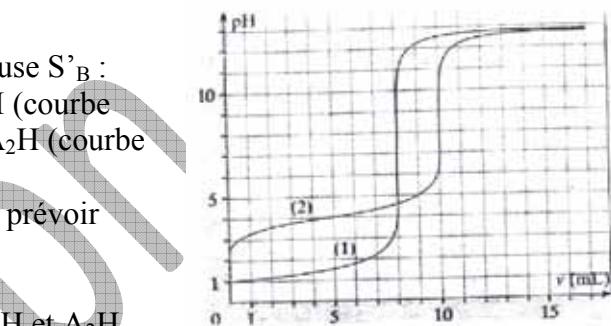
- à 10mL d'une solution aqueuse d'un acide noté  $A_1\text{H}$  (courbe 1).- à 10mL d'une solution aqueuse d'un acide noté  $A_2\text{H}$  (courbe 2).

2.1 L'observation de ces deux courbes permet-elle de prévoir sans calcul, la force relative des acides étudiés ? Justifier.

2.2 Calculer les concentrations  $C_1$  et  $C_2$  des acides  $A_1\text{H}$  et  $A_2\text{H}$ .

2.3 Trouver pour l'acide faible la valeur du  $\text{pK}_a$  du couple correspondant.

2.4 Le tableau ci-contre donne pour trois indicateurs colorés la zone de virage. Quel indicateur coloré paraît le plus approprié à chaque dosage ?



L'indicateur coloré	Zone de virage
Le bleu de bromothymol	6,2 7,6
L'hélianthine	3,1 4,4
La phénophthaléine	8 10

### Exercice 2

Dans un récipient on introduit 7,2g d'eau pure et 40,8g d'éthanoate de méthyléthyle :  $\text{CH}_3\text{-COO CH(CH}_3\text{)-CH}_3$ . Le mélange est porté à la température de 100° C.

1 Calculer le nombre de mole d'eau et d'ester utilisés.

2.1 Ecrire l'équation bilan de la réaction qui se produit entre l'eau et l'ester et nommer les produits obtenus.

2.2 L'augmentation de température favorise-t-elle l'hydrolyse ? L'estérification ? Justifier.

3 A l'équilibre, la masse d'ester présent dans le mélange est de 24,48g. Déterminer :

3.1 La composition molaire du mélange à l'équilibre.

3.2 La constante d'équilibre K.

3.3 Le rendement  $\eta$  de la réaction ( $\eta = \frac{n_{\text{alcool(formé à l'équilibre)}}}{n_{\text{ester(initial)}}}$  ).

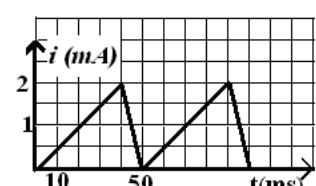
4 On ajoute au mélange précédent, en état d'équilibre, une masse m d'eau. Dans quel sens se déplace l'équilibre? On donne C=12g/mol; H=1g/mol; O=16g/mol.

### Exercice 3

On donne  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ S.I}$  et on néglige le champ magnétique terrestre.

A l'intérieur d'un solénoïde S comportant n=20 spires par cm, on place une petite bobine b dont les caractéristiques sont :

- nombre total de spire N=500.
- surface d'une spire s=100cm<sup>2</sup>.



- résistance totale de la bobine  $R=10\Omega$ .

1 Le solénoïde S et la bobine b ont même axe et le circuit de la bobine est fermé.

On fait passer dans le solénoïde S un courant dont l'intensité  $i$  varie de 0 à  $10A$  en  $5s$ .

Calculer :

1.1 L'intensité moyenne du courant qui circule dans la bobine b entre les instants précédents.

1.2 La quantité moyenne totale d'électricité qui a circuler dans la bobine b au cours de l'opération.

1.3 Déterminer le sens du courant induit dans la bobine b au cours de l'opération précédente : faire le schéma (solénoïde S + bobine b) sur lequel indiquer les sens des courants.

2 On fait passer maintenant dans le solénoïde S un courant dont l'intensité  $i$  varie comme l'indique la courbe.

2.1 Ecrire l'expression de l'intensité  $i$  en fonction du temps dans les intervalles  $[0 ; 40ms]$  et  $[40ms ; 50ms]$ .

2.2 Donner l'expression de la force électromotrice induite dans les intervalles précédents et représenter sa variation en fonction du temps dans ces intervalles.

### Exercice 4

1 Une Source S émettant une radiation monochromatique éclaire deux fentes  $S_1$  et  $S_2$  parallèles distantes de  $3mm$ . On observe les interférences sur un écran E situé à  $3m$  du plan des deux fentes.

Quelle est l'interfrange  $i$  si le milieu de la troisième frange brillante située au dessus de la frange centrale se trouve à la distance  $l=3,6mm$  du milieu de la troisième frange brillante située en dessous. Déduire la longueur d'onde de la radiation émise par la source S.

2 La source S émet à présent deux radiations de longueur d'onde respective  $\lambda_1=0,48\mu m$  et  $\lambda_2=0,54\mu m$ .

2.1 Qu'observe-t-on sur l'écran E ?

2.2 A quelle distance de la frange centrale observe-t-on la première coïncidence entre franges brillantes ?

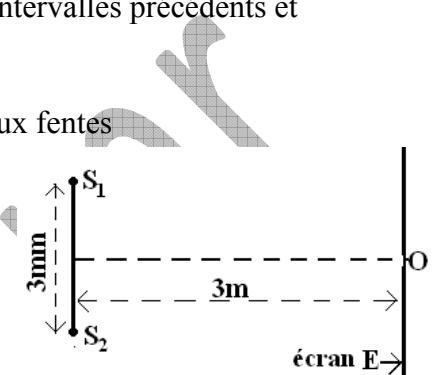
3 La source S émet de la lumière blanche.

3.1 Qu'observe-t-on sur l'écran E ?

3.2 On place la fente d'un spectroscope dans le plan de l'écran E et parallèlement à la frange centrale et à  $4mm$  de celle-ci.

Quel est le nombre des franges brillantes observées en ce point et leurs longueurs d'ondes ?

On rappelle que les limites du spectre visible sont  $[0,4\mu m ; 0,8\mu m]$ .



### Solution

#### Exercice 1

1.1 L'équation de la réaction de dissolution de l'hydroxyde de sodium :  $\text{NaOH} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{Na}^+ + \text{OH}^-$

1.2 Calcul des concentrations :

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-13,6} \approx 2,5 \cdot 10^{-14} \text{ mol/L}$$

$$[\text{OH}^-] = 10^{\text{pH}-14} = 10^{-0,4} \approx 4 \cdot 10^{-1} \text{ mol/L}$$

Comparaison des concentrations :

$$\frac{[\text{OH}^-]}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{4 \cdot 10^{-1}}{2,5 \cdot 10^{-14}} = 16 \cdot 10^{12} \quad \text{Conclusion : } [\text{OH}^-] \gg [\text{H}_3\text{O}^+]$$

1.3 Calcul de la concentration  $C_B$  de la solution  $S_B$

L'hydroxyde de sodium étant une base forte son pH est donné par la relation :

$$\text{pH} = 14 + \log C_B$$

$$\Rightarrow C_B = 10^{pH-14} = 4.10^{-1} \text{ mol/L}$$

$$\text{Calcul de la masse } m \text{ d'hydroxyde de sodium } C_B = \frac{n_B}{V} = \frac{m}{M \cdot V} \Rightarrow m = V \cdot M \cdot C_B$$

$$\text{soit } m = 0,2 \times 40 \times 4.10^{-1} = 3,2 \text{ g}$$

1.4 Calcul du volume V à diluer :

$$C_B V = C'_B V' \Rightarrow V = \frac{C'_B V'}{C_B}$$

$$\text{soit } V = \frac{10^{-1} \times 60}{4.10^{-1}} = 15 \text{ mL}$$

$$V' = V + V_e \Rightarrow V_e = V' - V$$

Déduction du volume  $V_e$  d'eau à ajouter :

$$\text{soit } V_e = 60 - 15 = 45 \text{ mL}$$

2.1 La courbe 1 représente le dosage d'un acide fort par une base forte car la première partie de la courbe est presque rectiligne (présente un seul point d'inflexion à l'équivalence) et , le  $pH_E = 7$  et le saut du pH est plus important donc  $A_1H$  est un acide fort.

La courbe 2 représente le dosage d'un acide faible par une base forte car la première partie de la courbe est incurvée (présente deux points d'inflexions dont l'un à l'équivalence ,l'autre à la demi-equivalence) le  $pH_E > 7$  et le saut du pH est moins important donc  $A_2H$  est un acide faible

2.2 Calcul des concentrations des acides :

D'après le graphe on a :

$$\text{Au point } E_1 \left( V_{BE1} = 8 \text{ mL}; pH_{E1} = 7 \right)$$

$$\text{Au point } E_2 \left( V_{BE2} = 10 \text{ mL}; pH_{E2} = 8,5 \right)$$

Pour  $A_1H$  on a

$$n_1 = n_b \Leftrightarrow C_1 V = C'_B V_{BE1} \Rightarrow C_1 = \frac{C'_B V_{BE1}}{V}$$

$$\text{soit } C_1 = \frac{10^{-1} \times 8}{10} = 8.10^{-2} \text{ mol/L}$$

Pour  $A_2H$  on a

$$n_2 = n_b \Leftrightarrow C_2 V = C'_B V_{BE2} \Rightarrow C_2 = \frac{C'_B V_{BE2}}{V}$$

$$\text{soit } C_2 = \frac{10^{-1} \times 10}{10} = 10^{-1} \text{ mol/L}$$

2.3 La valeur du  $pK_a$

Le  $pK_a$  est l'ordonnée du point d'abscisse  $\frac{V_{BE2}}{2} = 5 \text{ mL}$  soit  $pK_a \approx 4$  (voir le graphe)

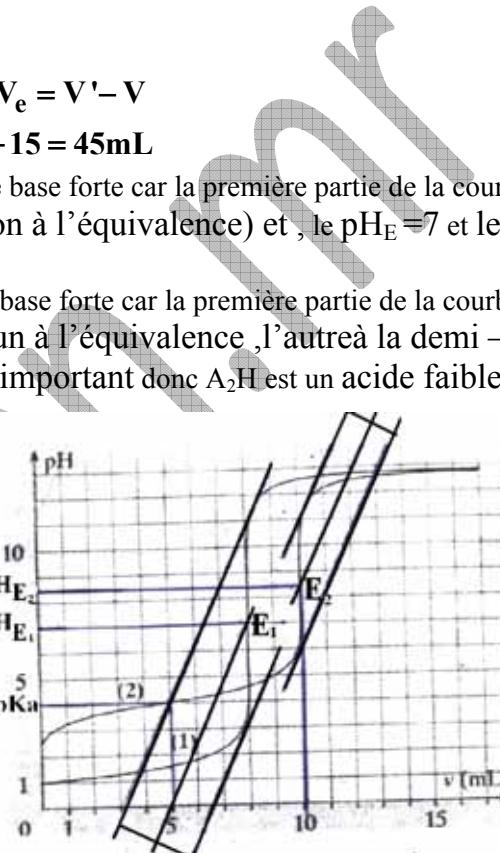
2.4 L'indicateur coloré approprié est celui dont la zone de virage contient le  $pH_E$  ; soit le bleu de bromothymol pour  $A_1H$  et la phénophthaléine pour  $A_2H$ .

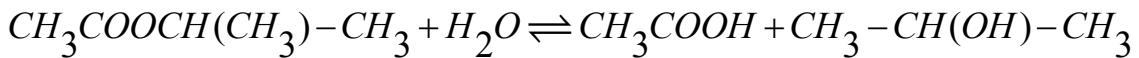
## Exercice 2

1 Calcul du nombre de mole d'eau et d'ester :

$$n_{\text{eau}} = \frac{m_{\text{eau}}}{M_{\text{eau}}} \text{ soit } n_{\text{eau}} = \frac{7,2}{18} = 0,4 \text{ mol.} \quad n_{\text{ester}} = \frac{m_{\text{ester}}}{M_{\text{ester}}} \text{ soit } n_{\text{ester}} = \frac{40,8}{102} = 0,4 \text{ mol.}$$

2.1 L'équation de la réaction :





(acide éthanoïque) (propan-2-ol)

2.2 L'augmentation de la température ne favorise aucune des deux réactions car toutes les deux sont athermiques.

3.1 La composition du mélange à l'équilibre :

$$(n_{\text{ester}})_r = \frac{(m_{\text{ester}})_r}{M_{\text{ester}}}$$

$$\text{soit } (n_{\text{ester}})_r = \frac{24,48}{102} = 0,24 \text{ mol.}$$

$$(n_{\text{al}})_f = (n_{\text{ac}})_f = 0,4 - 0,24 = 0,16 \text{ mol.}$$

D'où la composition du mélange à l'équilibre :  $(n_{\text{al}})_f = (n_{\text{ac}})_f = 0,16 \text{ mol.}$

$$(n_{\text{ester}})_r = (n_{\text{eau}})_r = 0,24 \text{ mol.}$$

$$3.2 \text{ Calcul de la constante K : } K = \frac{(n_{\text{al}})_f \times (n_{\text{ac}})_f}{(n_{\text{ester}})_r \times (n_{\text{eau}})_r} = \frac{0,16^2}{0,24^2} = \frac{4}{9}$$

3.3 Calcul du rendement :

$$\eta = \frac{(n_{\text{al}})_f}{(n_{\text{ester}})_0} = \frac{0,16}{0,4} = 0,4 \text{ soit } \eta = 40\%$$

4 Quand on ajoute une masse m d'eau, l'équilibre se déplace dans le sens (1) pour diminuer la quantité d'eau ajoutée (loi de modération).

### Exercice 3

1.1 L'intensité moyenne du courant induit :

$$i_m = \frac{e_m}{R}$$

$$\text{Or } e_m = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -\frac{\Phi_2 - \Phi_1}{\Delta t} = -\frac{\Phi_2}{\Delta t}$$

Avec :  $\Phi = NBS \cos \theta$  avec  $\theta = (\vec{n}, \vec{B})$

comme  $\theta = \pi$  (voir schéma),

on a  $\Phi_2 = -NBS = -NS\mu_0 n I$

$$\text{D'où } i_m = \frac{NS\mu_0 n I}{R \cdot \Delta t}$$

$$i_m = \frac{500 \times 100 \cdot 10^{-4} \times 4\pi \cdot 10^{-7} \times 20 \cdot 10^2 \times 10}{10 \times 5} = 2,51 \text{ mA}$$

1.2 La quantité moyenne d'électricité :

$$\text{soit } q_m = 2,512 \cdot 10^{-3} \times 5 = 12,56 \cdot 10^{-3} \text{ C}$$

1.3 La f.e.m étant positive le sens de  $i_m$  est celui choisi (voir le schéma)

2.1 Expression de l'intensité  $i$  du courant :

Si  $t \in [0; 40 \text{ ms}]$

$$i_1 = at \text{ avec } a = 5 \cdot 10^{-2} \text{ soit } i_1 = 5 \cdot 10^{-2} t$$

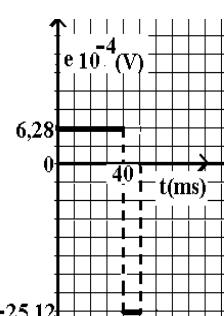
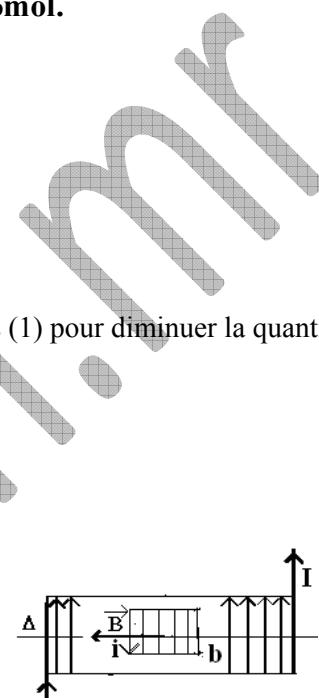
$$\text{Si } t \in [40 \text{ ms}; 50 \text{ ms}] \quad i_2 = at + b \text{ avec } a' = -2 \cdot 10^{-1} \text{ et } b' = 10^{-2} \text{ soit } i_2 = -2 \cdot 10^{-1} t + 10^{-2}$$

2.2 Calcul de la f.e.m induite sur ces intervalles :

$$e = -\frac{d\Phi}{dt}$$

or  $\Phi_2 = -NBS = -NS\mu_0 n I$

$$\text{d'où } e = NS\mu_0 n \frac{di}{dt}$$



soit  $e = 12,56 \cdot 10^{-3} \frac{di}{dt}$

Si  $t \in [0; 40\text{ms}]$   $e_1 = 6,28 \cdot 10^{-4} \text{ V}$

Si  $t \in [40\text{ms}; 50\text{ms}]$   $e_2 = -25,12 \cdot 10^{-4} \text{ V}$ .

D'où la représentation :

#### Exercice 4

1 La distance entre le milieu de la troisième frange brillante d'un coté et le milieu de la troisième frange brillante de l'autre coté représente six interfranges (voir figure).

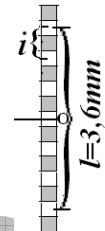
$$l = 6i \Rightarrow i = \frac{l}{6} \text{ soit}$$

$$i = \frac{3,6 \cdot 10^{-3}}{6} = 0,6 \text{ mm}$$

Calcul de la longueur d'onde :

$$i = \frac{\lambda D}{a} \Rightarrow \lambda = \frac{ia}{D} \text{ soit}$$

$$\lambda = \frac{0,6 \cdot 10^{-3} \times 3 \cdot 10^{-3}}{3} = 0,6 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$



2.1 On observe deux systèmes de franges qui se superposent et dont les franges centrales coïncident. De part et d'autre de la frange centrale O d'autres coïncidences peuvent être observées.

2.2 Il y'a coïncidence entre franges brillantes si et seulement si :

La première coïncidence est entre la 9ème frange brillante pour  $\lambda_1$  et la 8ème frange brillante pour  $\lambda_2$ . La distance à laquelle est située la première

$$x_1 = \frac{k_1 \lambda_1 D}{a} \text{ soit } x_1 = \frac{9 \times 0,48 \cdot 10^{-6} \times 3}{3 \cdot 10^{-3}} = 4,32 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

coïncidence :

3.1 On observe une frange centrale très blanche et de part et d'autre de celle-ci l'écran paraît blanc d'un blanc dit sale.

3.2 Au point M défini par  $x=4\text{mm}$ , les franges brillantes sont caractérisées par :

$$x = \frac{k \lambda D}{a} \Rightarrow \lambda = \frac{ax}{kD} = \frac{4 \cdot 10^{-3} \times 3 \cdot 10^{-3}}{3k}$$

$$\text{soit } \lambda = \frac{4 \cdot 10^{-6}}{k}$$

D'après les limites du spectre on a :  $0,4 \cdot 10^{-6} \leq \lambda \leq 0,8 \cdot 10^{-6}$  soit  $0,4 \cdot 10^{-6} \leq \frac{4 \cdot 10^{-6}}{k} \leq 0,8 \cdot 10^{-6}$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{0,8} \leq \frac{k}{4} \leq \frac{1}{0,4} \Leftrightarrow 5 \leq k \leq 10 \quad \Rightarrow k \in \{5, 6, 7, 8, 9, 10\}$$

On observe 6 franges brillantes au point M.

Les longueurs d'ondes correspondantes à ces

franges sont :  $\lambda_1 = \frac{4 \cdot 10^{-6}}{5} = 0,8 \mu\text{m}$  ;  $\lambda_2 = \frac{4 \cdot 10^{-6}}{6} = 0,67 \mu\text{m}$  ;

$$\lambda_3 = \frac{4 \cdot 10^{-6}}{7} = 0,57 \mu\text{m}$$

$$\lambda_4 = \frac{4 \cdot 10^{-6}}{8} = 0,5 \mu\text{m}$$

$$\lambda_5 = \frac{4 \cdot 10^{-6}}{9} = 0,44 \mu\text{m}$$

$$\lambda_6 = \frac{4 \cdot 10^{-6}}{10} = 0,4 \mu\text{m}$$

$$\begin{aligned} x_1 = x_2 &\Leftrightarrow \frac{k_1 \lambda_1 D}{a} = \frac{k_2 \lambda_2 D}{a} \\ &\Leftrightarrow k_1 \lambda_1 = k_2 \lambda_2 \Rightarrow \frac{k_1}{k_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \\ \text{soit } \frac{k_1}{k_2} &= \frac{0,54}{0,48} \Leftrightarrow \frac{k_1}{k_2} = \frac{9}{8} \end{aligned}$$