

# Baccalauréat

Sciences physiques session normale 2005

## Exercice 1

1 On considère une solution aqueuse  $S_a$  d'acide benzoïque  $C_6H_5-COOH$  de  $pH=3,1$  et de concentration volumique molaire  $C = 10^{-2} \text{ mol/L}$ .

1.1 Montrer que cet acide est un acide faible et écrire l'équation de sa réaction avec l'eau.

1.2 Donner l'expression de la constante d'acidité  $K_a$  du couple acide benzoïque-ion benzoate et calculer sa valeur.

1.3 Définir le coefficient d'ionisation  $\alpha$  de l'acide et calculer sa valeur.

1.4 Montrer que l'expression du  $pK_a$  de cet acide peut s'écrire sous la forme

$$pK_a = pH - \log \frac{\alpha}{1-\alpha} . \text{ Calculer la valeur du } pK_a .$$

2 On prépare une solution  $S'_a$  en diluant un volume  $V_a = 10\text{mL}$  de cet acide ; en lui ajoutant un volume  $V_e = 30\text{mL}$  d'eau. Préciser le matériel utilisé, les produits, décrire le mode opératoire lors de la dilution et calculer la nouvelle concentration de la solution diluée.

3 On dose la solution d'acide diluée  $S'_a$  obtenue par une solution aqueuse  $S_b$  préparée par dissolution d'une masse  $m = 10\text{mg}$  d'hydroxyde de sodium dans un volume de  $50\text{mL}$  d'eau.

3.1 Ecrire l'équation de la réaction entre les solutions  $S'_a$  et  $S_b$ .

3.2 Déterminer le volume d'hydroxyde de sodium à verser pour atteindre l'équivalence.

3.3 Quelle est la nature de la solution à l'équivalence ? Donner le nom d'un indicateur coloré approprié pour ce dosage et dire pourquoi.

4 Dire comment on peut préparer une solution tampon à partir d'une solution d'acide benzoïque et de sa base conjuguée. Préciser les caractéristiques de cette solution.

$$C = 12\text{g/mol}; H = 1\text{g/mol}; O = 16\text{g/mol}; Na = 23\text{g/mol}$$

## Exercice 2

Dans un récipient on introduit 3,6g d'eau pure et 17,6g de méthanoate de 1-méthyléthyle ester de formule semi-développée :  $HCOOCH(CH_3)-CH_3$ .

On ferme le récipient et on porte le mélange à la température  $T_1 = 373^\circ\text{C}$ .

1 .Calculer les quantités de matière d'eau pure et d'ester utilisées.

2. Donner les formules semi-développées et les noms des esters ayant la même formule brute que le méthanoate de méthyléthyle.

3.La réaction entre le méthanoate de méthyléthyle et l'eau conduit à un équilibre chimique dont la réaction directe correspond à la réaction d'hydrolyse de l'ester.

3.1 Rappeler les caractéristiques de cette réaction.

3.2 Ecrire, à l'aide des formules semi développées, l'équation d'hydrolyse et nommer les produits formés.

3.3 Quelle est l'influence de l'augmentation de la température sur la réaction d'hydrolyse ?

4 À l'équilibre la masse d'ester présent dans le mélange est 10,56g. Déterminer :

4.1 La composition du mélange à l'équilibre.

4.2 Le rendement  $\rho$  de la réaction sachant qu'il est défini comme suit:  $\rho = \frac{n_{\text{alcool(formé à l'équilibre)}}}{n_{\text{ester(initial)}}}$

4.3 Donner l'équation bilan de la réaction d'oxydation ménagée de l'alcool formé par le permanganate de potassium ( $\text{K}^+ + \text{MnO}_4^-$ ) en milieu acide ainsi que celle de sa déshydratation intramoléculaire.

### Exercice 3

Un solide ponctuel de masse  $m=500\text{g}$  glisse sur un plan AO incliné d'un angle  $\alpha=30^\circ$  par rapport à l'horizontale. On enregistre le mouvement de ce solide pendant des intervalles de temps

successifs et égaux  $\theta=50\text{ms}$ . Le document de la fig1 représente cet enregistrement.

1 Calculer les vitesses aux points  $\mathbf{M}_2 ; \mathbf{M}_3 ; \mathbf{M}_4$  et  $\mathbf{M}_5$ .

2 Calculer les accélérations aux points  $\mathbf{M}_3 ; \mathbf{M}_4$ , en déduire la nature de son mouvement.

3 Le mouvement se fait-il avec frottement ? Si la réponse est positive déterminer la valeur de cette force de frottement  $f$ .

4 Le solide quitte le plan incliné au point O avec la vitesse

$\mathbf{V}_0 = 2\text{m.s}^{-1}$  et continue son mouvement dans le vide. (voir fig 2)

4.1 Préciser la direction et le sens du vecteur  $\mathbf{V}_0$ .

4.2 Etudier le mouvement du solide S et calculer l'équation de sa trajectoire.

4.3 Déterminer les coordonnées du point de chute du solide s'il a mis  $0,5\text{s}$  pour effectuer son mouvement dans le vide.

4.4 En utilisant la conservation de l'énergie mécanique, trouver la vitesse au point de chute.

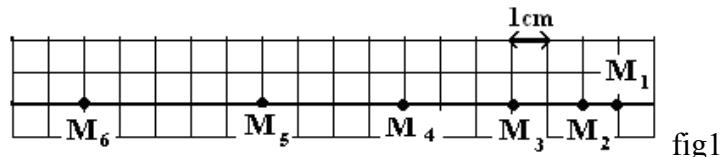


fig1

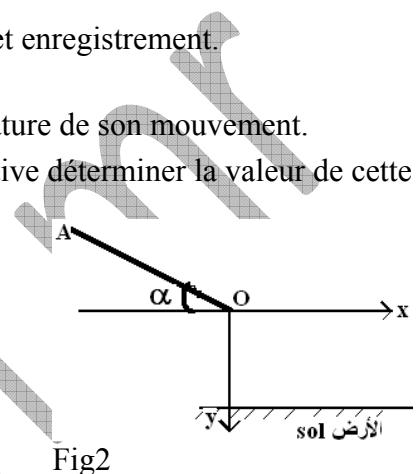


Fig2

### Exercice 4

Une barre  $\mathbf{MN}$  de longueur  $\ell = 20\text{cm}$  et de masse  $m = 30\text{g}$  peut glisser sans frottement sur deux rails parallèles et horizontaux de résistance négligeable qui sont reliés à un générateur G (voir fig 3).

Le générateur G a une f.e.m  $E = 1,5\text{V}$  et une résistance interne

$r = 0,5\Omega$ ; la barre  $\mathbf{MN}$  a une résistance  $R = 0,5\Omega$ .

L'ensemble est plongé dans un champ magnétique dont l'intensité  $\mathbf{B} = 1\text{T}$  reste constante.

1 Déterminer, dans chacun des cas suivants, les caractéristiques de la force électromagnétique exercée sur la barre en précisant chaque fois si cette force peut la faire glisser sur les rails ; faire un schéma dans chaque cas et calculer l'accélération du mouvement sur les rails s'il y a lieu.

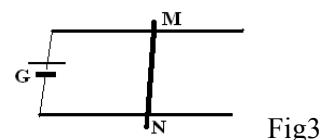


Fig3

1.1  $\mathbf{B}$  est vertical et ascendant.

1.2  $\mathbf{B}$  est horizontal, perpendiculaire à  $\mathbf{MN}$  et dirigé de gauche vers la droite.

1.3  $\mathbf{B}$  est horizontal et parallèle à  $\mathbf{MN}$ .

2 Le générateur est remplacé par un conducteur ohmique de

résistance  $R' = 0,5\Omega$ ; le circuit formé est placé dans un champ magnétique

uniforme  $\mathbf{B}$  perpendiculaire aux rails et d'intensité  $\mathbf{B} = 1\text{T}$  (fig 4). A l'instant

de date  $t = 0\text{s}$ , la surface du circuit est  $\mathbf{S}_0$  et la barre commence à se déplacer de droite vers la gauche avec une vitesse constante  $\mathbf{V}$ .

2.1 Etablir l'expression du flux magnétique à travers le circuit à une date  $t$  quelconque.

2.2 La valeur de la vitesse de déplacement de la barre est  $\mathbf{V} = 1\text{m.s}^{-1}$ ; Calculer la f.e.m induite, l'intensité du courant induit dans le circuit et préciser son sens. Montrer que ce sens vérifie la loi de Lenz.

3 On déplace maintenant la barre  $\mathbf{MN}$  initialement immobile de gauche vers la droite d'un mouvement accéléré d'accélération  $\mathbf{a} = 0,4\text{m.s}^{-2}$  entre les instants  $t_1 = 0$  et  $t_2 = 1\text{s}$  puis d'un

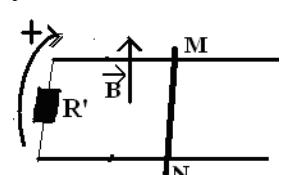


fig 4

mouvement uniforme avec la vitesse acquise à la date  $t_2$ . Etablir l'expression du courant induit dans le circuit en fonction du temps  $t$  dans les deux phases

### Solution

#### Exercice 1

1.1  $\text{pH} = 3,1$  ;  $C = 10^{-2} \text{ mol/L}$

$-\log C = 2 \neq \text{pH} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-COOH}$  (acide faible)

L'équation de la réaction de cet acide avec l'eau :  $\text{C}_6\text{H}_5\text{-COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$

1.2 Calcul de la constante d'acidité:

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{C}_6\text{H}_5\text{-COO}^-]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{-COOH}]}$$

Calcul des concentrations des espèces chimiques

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-3,1} = 7,94 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$\text{Electro neutralité : } [\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{C}_6\text{H}_5\text{-COO}^-] + [\text{OH}^-]$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] \approx [\text{OH}^-] \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{C}_6\text{H}_5\text{-COO}^-] = 7,94 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$$

Conservation de la matière :

$$C = [\text{C}_6\text{H}_5\text{-COOH}] + [\text{C}_6\text{H}_5\text{-COO}^-]$$

$$[\text{C}_6\text{H}_5\text{-COOH}] = C - [\text{C}_6\text{H}_5\text{-COO}^-] = 9,21 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$K_a = \frac{(7,94 \cdot 10^{-4})^2}{9,21 \cdot 10^{-3}} = 6,85 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$$

1.3 définition de  $\alpha$  :

$$\alpha = \frac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{-COO}^-]}{C} \text{ A.N : } \alpha = 7,94\%$$

1.4

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{-COO}^-]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{-COOH}]}$$

$$\Rightarrow \text{p}K_a = \text{pH} - \log \frac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{-COO}^-]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{-COOH}]}$$

or

$$[\text{C}_6\text{H}_5\text{-COO}^-] = C\alpha \quad [\text{C}_6\text{H}_5\text{-COOH}] = C - \alpha C$$

D'où

$$\text{p}K_a = \text{pH} - \log \frac{C\alpha}{C - \alpha C}$$

$$\text{p}K_a = \text{pH} - \log \frac{\alpha}{1 - \alpha}, \text{ A.N : } \text{p}K_a = 4,2$$

2. Les produits et le matériel nécessaire pour préparer la solution S'a

**Matériels** : Pipette de (10mL); fiole jauge de(40mL) ;

**Produits** : solution mère ; eau distillée,

#### Méthode de préparation de la solution

On prélève par la pipette le volume qu'on va diluer ( $V_a = 10\text{mL}$ ) et on le met dans la fiole jaugée puis on complète le volume avec l'eau distillée jusqu'au trait de jauge et on agite pour homogénéiser

Calcul de  $C_a$  :

$$n_0(\text{C}_6\text{H}_5\text{-COOH})_i = n_0(\text{C}_6\text{H}_5\text{-COOH})_f$$

$$\Rightarrow C_a V_a = C_a' V_a' \therefore C_a' = \frac{C_a V_a}{V_a'} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

3.1 L'équation de la réaction du dosage :  $\text{C}_6\text{H}_5\text{-COOH} + \text{OH}^- \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-COO}^- + \text{H}_2\text{O}$

3.2 L'équivalence

$$C'_a V'_a = C_b V_{bE} \Rightarrow C'_a V'_a = \frac{n_b}{V_e} V_{bE}$$

$$n_b = \frac{m}{M}; \quad C'_a V'_a = \frac{m}{MV_e} V_{bE}$$

$$\Rightarrow V_{bE} = \frac{C'_a V'_a MV_e}{m} A.N : V_{bE} = 20 \text{ mL}$$

3.3 A l'équivalence le milieu est basique.

L'indicateur coloré approprié est : phénolphtaléine ( 8 - 9,9 ).

4. Pour préparer une solution tampon à partir de l'acide benzoïque et de sa base conjuguée on doit mélanger des quantités égales de l'acide et de sa base.

Caractéristiques de cette solution : PH est constant :

-Après l'ajout de  $H_3O^+$

-Après l'ajout de  $OH^-$

-Apés dilution

## Exercice 2

1-Les quantités de matière d'eau et d'ester sont :

$$n_{H_2O} = \frac{m}{M_{H_2O}} = \frac{3,6}{18} = 0,2 \text{ mol}$$

$$n_{C_4H_8O_2} = \frac{m}{M_{C_4H_8O_2}} = \frac{17,6}{88} = 0,2 \text{ mol}$$

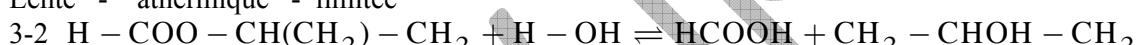
2- $H - COO - CH_2 - CH_2 - CH_3$  méthanoate de propyle

$CH_3 - COO - CH_2 - CH_3$  Éthanoate d'éthyle

$CH_3 - CH_2 - COO - CH_3$  Propanoate de méthyle

3-1 Les caractéristiques de cette réaction sont :

Lente - athermique - limitée



HCOOH Acide méthanoïque

$CH_3 - CHO - CH_3$  propan - 2 - Ol

3-3 La température augmente la vitesse de la réaction de l'hydrolyse.

4-1 La composition du mélange à l'équilibre:  $n_{Est} = 10,56/88 = 0,12 \text{ mol}$

-0,12mol d'ester

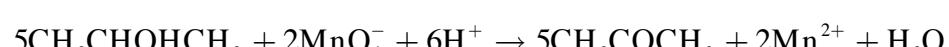
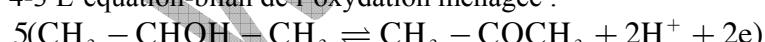
-0,12mol d'eau

-0,08mol d'alcool

-0,08 mol d'acide

4-2 Le rendement est :  $\rho = n_{al} / n_{est}^0 = 0,08/0,2 = 40\%$

4-3 L'équation-bilan de l'oxydation ménagée :



-Deshydratation intermolaire :  $CH_3CHOHCH_3 \rightarrow CH_3CH = CH_2 + H_2O$

### Exercice 3

1-Calcul des vitesses :

$$M_2 : V_2 = \frac{M_1 M_3}{2\theta} = \frac{3 \cdot 10^{-2}}{2.50 \cdot 10^{-3}} = 0,3 \text{ m/s}$$

$$M_3 : V_3 = \frac{M_4 M_2}{2\theta} = \frac{5 \cdot 10^{-2}}{2.50 \cdot 10^{-3}} = 0,5 \text{ m/s}$$

$$M_4 : V_4 = \frac{M_5 M_3}{2\theta} = \frac{7 \cdot 10^{-2}}{2.50 \cdot 10^{-3}} = 0,7 \text{ m/s}$$

$$M_5 : V_5 = \frac{M_5 M_4}{2\theta} = \frac{9 \cdot 10^{-2}}{2.50 \cdot 10^{-3}} = 0,9 \text{ m/s}$$

2-Calcul de l'accélération :

$$a_3 = \frac{V_4 - V_2}{2\theta} = 4 \text{ m/s}^2$$

$$a_4 = \frac{V_5 - V_3}{2\theta} = 4 \text{ m/s}^2 \quad \therefore a = \text{Cte}$$

3-  $a_2 = g \sin \alpha = 10 \cdot 0,5 = 5 \text{ ms}^{-2}$  donc il y a des frottements : l'accélération théorique est différente à l'accélération expérimentale.

4-

$$\vec{P} + \vec{R_n} + \vec{f} = m \vec{a}$$

$$mg \sin \alpha - f = ma$$

$$f = m(a_2 - a) = 0,5(5 - 4) = 0,5 \text{ N}$$

4-1

La direction :  $(\vec{V}_0, \vec{O}\vec{X}) = \alpha = 30^\circ$ , le sens : Voir le schéma

4-2

$$\vec{P} = m \vec{a}$$

$$\vec{O}\vec{X} : a_x = 0, V_x = V_0 \cos \alpha, x = V_0 \cos \alpha \cdot t$$

$$\vec{O}\vec{Y} : a_y = g, V_y = gt + V_0 \sin \alpha, y = \frac{1}{2}gt^2 + V_0 \sin \alpha \cdot t$$

$$y = \frac{gx^2}{2V_0^2 \cos^2 \alpha} + x \tan \alpha$$

$$A.N : y = \frac{5}{3}x^2 + \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot x$$

$$y = 1,66x^2 + 0,57x$$

4-3

$$M(x, y) \text{ à } t = 0,5 \text{ s}$$

$$x = 0,86 \text{ m}, y = 1,75 \text{ m} \quad \therefore M(0,86, 1,75)$$

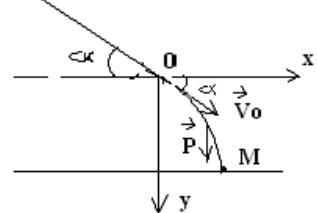
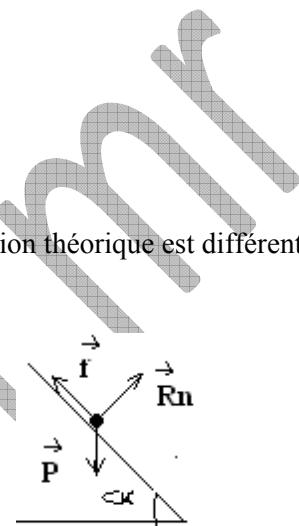
4-4

$$E_M = E_0$$

$$(E_c + E_{pp})_M = (E_c + E_{pp})_0$$

$$\frac{1}{2}mV_M^2 + 0 = \frac{1}{2}mV_0^2 + mgh$$

$$V_M = \sqrt{V_0^2 + 2gh} = 6,24 \text{ m/s}$$



## Exercice 4

1.1

Les caractéristiques de  $\vec{F}$  :

-Direction : horizontale

-Sens : de la droite vers la gauche

-Valeur :  $F = I \cdot M \cdot N \cdot B \cdot \sin\alpha$ ,  $\alpha(MN, B) = \pi/2 \rightarrow F = I \cdot M \cdot N \cdot B$  /  $I = E/R+r$

$$F = (E/R+r) \cdot M \cdot N \cdot B = 0,3 \text{ N}$$

$$\vec{P} + \vec{R} + \vec{F} = m\vec{a}$$

$$F = ma \Rightarrow a = \frac{F}{m} = 10 \text{ m/s}^2$$

1.2 Les caractéristiques de  $\vec{F}$  :

-Direction : verticale

-Sens : vers le haut

-Valeur :  $F = 0,3 \text{ N}$

$$1.3 \vec{B} // \vec{MN} \Rightarrow \vec{F} = 0$$

2.1

$$\phi = S \cdot \vec{B} \cdot \vec{n} = S B \cos\theta / \theta = \pi$$

$$\phi = -SB / S = S_0 - lx$$

$$\phi = -(S_0 - lx)B = -S_0 B + lx B$$

$$2.2 e = -\frac{d\phi}{dt} = -IBV, \text{ A.N : } e = -0,2 \text{ V}$$

$$e = R''i \Rightarrow i = \frac{e}{R + R'} / R'' = R + R''$$

Loi d'ohm :

$$i = -\frac{IBV}{R + R'} = \frac{-0,2}{1} \Rightarrow i = -0,2 \text{ A}$$

Le courant circule dans sens opposé de l'orientation choisi

Le flux diminue et cela veut dire que le champ  $\vec{B}_i$  produit par le courant induit  $i$  a le même sens du champ  $\vec{B}$ . En utilisant la règle de la main droite on trouve qu'il se dirige dans le sens opposé du sens positif choisi (voir le schéma).

3-

$$t_1 = 0 \text{ s}, t_2 = 1 \text{ s}$$

$$i = \frac{e}{R + R'} / e = -\frac{d\phi}{dt}$$

$$\phi = -(S_0 + lx)B = -S_0 B - lx B$$

$$x = \frac{1}{2}at^2$$

$$\phi = -S_0 B - l \cdot B \cdot \frac{1}{2}at^2$$

$$e = l \cdot B \cdot at \Rightarrow i = \frac{l \cdot B \cdot at}{R + R'} = 0,08t$$

Deuxième phase : Le mouvement est rectiligne uniformément varier

$$V = at_2 = 0,4 \cdot 1 = 0,4 \text{ ms}^{-1}$$

$$i = 0,08t_2 / t_2 = 1 \text{ s}$$

