

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 α 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 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 $3,6 \text{ g}$ d'eau pure et $17,6 \text{ g}$ 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 $10,56 \text{ g}$. Déterminer :

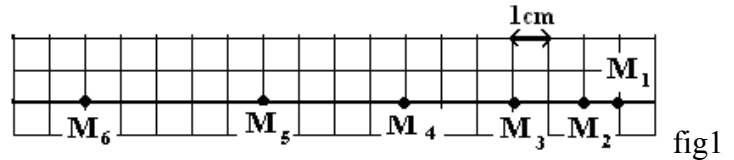
4.1 La composition du mélange à l'équilibre.

4.2 Le rendement ρ 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 $M_2; M_3; M_4$ et M_5 .

2 Calculer les accélérations aux points $M_3; M_4$, 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 $V_0 = 2\text{m.s}^{-1}$ et continue son mouvement dans le vide. (voir fig 2)

4.1 Préciser la direction et le sens du vecteur \vec{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 0,5s pour effectuer son mouvement dans le vide.

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

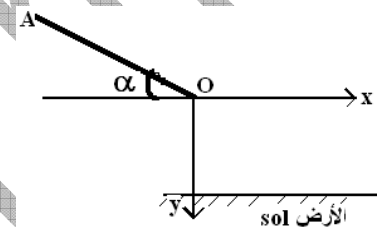


Fig2

Exercice 4

Une barre 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 MN a une résistance $R = 0,5\Omega$.

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

1.1 \vec{B} est vertical et ascendant.

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

1.3 \vec{B} est horizontal et parallèle à 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 \vec{B} perpendiculaire aux rails et d'intensité $B = 1\text{T}$ (fig 4). A l'instant

de date $t = 0\text{s}$, la surface du circuit est S_0 et la barre commence à se déplacer de droite vers la gauche avec une vitesse constante \vec{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 $V = 1\text{m.s}^{-1}$; 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 MN initialement immobile de gauche vers la droite d'un mouvement accéléré d'accélération $a = 0,4\text{m.s}^{-2}$ entre les instants $t_1 = 0$ et $t_2 = 1\text{s}$ puis d'un

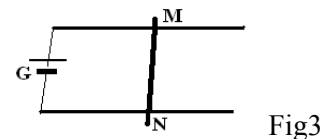


Fig3

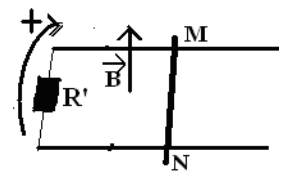


fig 4

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

$-\log C = 2 \neq pH \rightarrow C_6H_5-COOH$ (acide faible)

L'équation de la réaction de cet acide avec l'eau : $C_6H_5-COOH + H_2O \rightleftharpoons C_6H_5-COO^- + H_3O^+$

1.2 Calcul de la constante d'acidité:

$$K_a = \frac{[H_3O^+].[C_6H_5 - COO^-]}{[C_6H_5 - COOH]}$$

Calcul des concentrations des espèces chimiques

$$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-3,1} = 7,94.10^{-4} \text{ mol/L}$$

Electro neutralité : $[H_3O^+] = [C_6H_5 - COO^-] + [OH^-]$

$$[H_3O^+] \gg [OH^-] \Rightarrow [H_3O^+] = [C_6H_5 - COO^-] = 7,94.10^{-4} \text{ mol/L}$$

Conservation de la matière :

$$C = [C_6H_5 - COOH] + [C_6H_5 - COO^-]$$

$$[C_6H_5 - COOH] = C - [C_6H_5 - COO^-] = 9,21.10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$K_a = \frac{(7,94.10^{-4})^2}{9,21.10^{-3}} = 6,85.10^{-5} \text{ mol/L}$$

1.3 définition de α :

$$\alpha = \frac{[C_6H_5 - COO^-]}{C} \quad \text{A.N : } \alpha = 7,94\%$$

1.4

$$pH = pK_a + \log \frac{[C_6H_5 - COO^-]}{[C_6H_5 - COOH]}$$

$$\Rightarrow pK_a = pH - \log \frac{[C_6H_5 - COO^-]}{[C_6H_5 - COOH]}$$

or

$$[C_6H_5 - COO^-] = C\alpha \quad [C_6H_5 - COOH] = C - \alpha C$$

D'où

$$pK_a = pH - \log \frac{C\alpha}{C - \alpha C}$$

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

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

Matériels : Pipette de (10mL); fiole jaugée 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 :

$$n_0(C_6H_5 - COOH)_i = n_0(C_6H_5 - COOH)_f$$

$$\Rightarrow C_a V_a = C'_a V'_a \therefore C'_a = \frac{C_a V_a}{V'_a} = 2,5.10^{-3} \text{ mol/L}$$

3.1 L'équation de la réaction du dosage : $C_6H_5 - COOH + OH^- \rightarrow C_6H_5 - COO^- + H_2O$

3.2 L'équivalence

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

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

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

3.3 A l'équivalence le milieu est basique.

L'indicateur coloré approprié est : phénolphthaléine (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^-

-Après 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

3-2 $H - COO - CH(CH_3) - CH_3 + H - OH \rightleftharpoons HCOOH + CH_3 - CHOH - CH_3$

$HCOOH$ Acide méthanoïque

$CH_3 - CHOH - CH_3$ 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: $n_{Est} = 10,56/88 = 0,12 \text{ mol}$

-0,12 mol d'ester

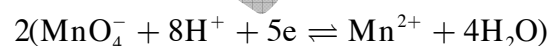
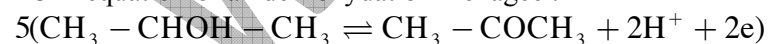
-0,12 mol d'eau

-0,08 mol 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 intramoléculaire : $CH_3CHOHCH_3 \rightarrow CH_3CH = CH_2 + H_2O$

Exercice 3

1-Calcul des vitesses :

$$M_2 : V_2 = \frac{M_1 M_3}{2\theta} = \frac{3 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 50 \cdot 10^{-3}} = 0,3 \text{ m/s}$$

$$M_3 : V_3 = \frac{M_4 M_2}{2\theta} = \frac{5 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 50 \cdot 10^{-3}} = 0,5 \text{ m/s}$$

$$M_4 : V_4 = \frac{M_5 M_3}{2\theta} = \frac{7 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 50 \cdot 10^{-3}} = 0,7 \text{ m/s}$$

$$M_5 : V_5 = \frac{M_5 M_4}{2\theta} = \frac{9 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 50 \cdot 10^{-3}} = 0,9 \text{ m/s}$$

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- $a_2 = g \sin \alpha = 10 \cdot 0,5 = 5 \text{ m/s}^2$ 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 : $(\vec{V}_0, \vec{OX}) = \alpha = 30^\circ$, le sens : Voir le schéma

4-2

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

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

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

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

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

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

4-3

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

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

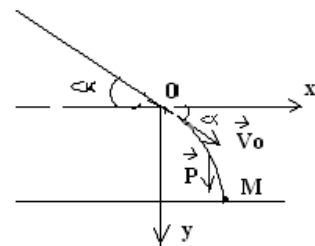
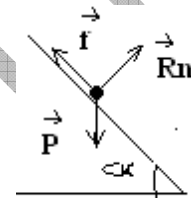
4-4

$$E_M = E_0$$

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

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

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



Exercice 4

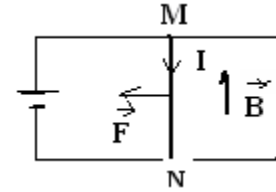
1.1

Les caractéristiques de \vec{F} :

-Direction : horizontale

-Sens : de la droite vers la gauche

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



$$F = (E/R + r)MN \cdot B = 0,3N$$

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

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

1.2 Les caractéristiques de \vec{F} :

-Direction : verticale

-Sens : vers le haut

-Valeur : $F = 0,3N$

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

2.1

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

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

$$\phi = -(S_0 - lx)B = -S_0B + lxB$$

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

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

Loi d'ohm :

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

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-

$$t_1 = 0s, t_2 = 1s$$

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

$$\phi = -(S_0 + lx)B = -S_0B - lxB$$

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

$$\phi = -S_0B - lB \cdot \frac{1}{2}at^2$$

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

Deuxième phase : Le mouvement est rectiligne uniformément varier

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

$$i = 0,08t_2 / t_2 = 1s$$

