

Baccalauréat

Sciences physiques session complémentaire 2011

Exercice 1

On fait réagir un ester E, de formule brute $C_6H_{12}O_2$ sur l'eau et on obtient un composé A et un composé B.

- En présence de A seul, la solution de permanganate de potassium en milieu acide reste violette.
- En présence de B seul, la solution de permanganate de potassium en milieu acide se décolore et il apparaît dans le milieu un nouveau composé organique C.
- C donne un précipité jaune avec la 2,4-dinitrophénylhydrazine (DNPH) mais ne réagit pas avec la liqueur de Fehling.

1 Comment s'appelle la réaction de l'eau avec les esters ? Quelles sont ses caractéristiques ?

2.1 Indiquer les fonctions chimiques de A, B et C. Justifier.

2.2 On prépare une solution aqueuse de 3g de A. Cette solution est acide. Il faut y ajouter 100 mL de solution d'hydroxyde de sodium de concentration 0,5 mol/L pour obtenir l'équivalence acido-basique. En déduire la masse molaire moléculaire, la formule brute, la formule semi-développée et le nom de A.

2.3 Donner la formule brute de B. Quelles sont les formules semi-développées et les noms des isomères ayant la même formule brute et la même fonction que B ? Quelle est alors la formule semi-développée et le nom de B ?

2.4 Donner la formule semi-développée et le nom de E.

2.5 Ecrire l'équation-bilan correspondant à l'hydrolyse de E.

Données : C : 12 g/mol O : 16 g/mol H : 1 g/mol

Exercice 2

Un élève désire montrer expérimentalement que le couple acide méthanoïque $HCOOH$ -ion méthanoate $HCOO^-$ met en jeu un acide faible et une base faible. Il détermine la valeur du pK_a de ce couple. Pour cela il mesure le pH de trois solutions aqueuses.

1 Il dispose d'une solution aqueuse S d'acide méthanoïque de concentration 4.10^{-2} mol/L.

Le pH-mètre indique la valeur 2,6.

1.1 Pourquoi cette mesure permet-elle d'affirmer que l'acide méthanoïque est un acide faible dans l'eau ? Justifier.

1.2 Ecrire l'équation-bilan de la réaction de l'acide méthanoïque avec l'eau.

1.3 Calculer les concentrations des espèces chimiques présentes en solution et vérifier que $pK_a \approx 3,8$.

2 L'élève mesure ensuite le pH d'une solution aqueuse S' de méthanoate de sodium, de concentration 4.10^{-2} mol/L. Il trouve 8,2. Le méthanoate de sodium $NaHCOO$ est un corps pur ionique dont les ions se dispersent totalement en solution.

2.1 Pourquoi cette mesure permet-elle d'affirmer que l'ion méthanoate est une base faible dans l'eau ? Justifier.

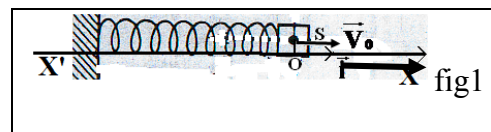
2.2 L'élève ajoute à la solution S' quelques gouttes d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration 1 mol/L. Le pH vaut alors 5,2. Indiquer sans calcul sur une échelle de pH, quelle est l'espèce majoritaire du couple étudié dans le mélange.

3 Enfin l'élève mélange 20mL de la solution S et 20mL de la solution S'. La mesure au pH-mètre indique 3,8. Déterminer les quantités de matière d'acide méthanoïque initialement présent dans l'échantillon de S et d'ion méthanoate initialement présent dans l'échantillon de S'. En considérant que ces espèces n'ont subi qu'un effet de dilution lors du mélange ; déduire la valeur du pK_a du couple considéré.

Exercice 3

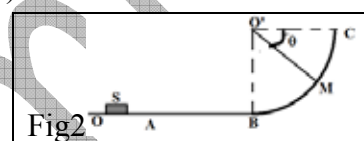
Un pendule élastique horizontal est constitué d'un ressort (R) à spires non jointives de raideur $K = 16 \text{ N/m}$ et d'un solide S de masse $m = 40 \text{ g}$. Le pendule peut osciller librement sans amortissement ni frottement sur un banc horizontal.

A l'instant $t=0$, on lance le solide S à partir de sa position d'équilibre O avec une vitesse \vec{V}_0 de valeur $V_0 = 1,4 \text{ m/s}$ suivant l'axe $X'X$ (voir fig1).



Le mouvement du solide est reporté au repère $(O ; \vec{i})$.

- 1 Déterminer la nature du mouvement et calculer sa période.
- 2 Trouver l'équation horaire du mouvement.
- 3 Donner l'expression de l'énergie mécanique du système (ressort+solide) en fonction de m , k , x et V à un instant t quelconque.
- 4 Au deuxième passage par la position d'équilibre S se détache du ressort, continue son mouvement et aborde en B une piste circulaire BC de rayon $r = 10 \text{ cm}$ (fig2). Les frottements sont négligeables.
- 4.1 Calculer la vitesse au point B.
- 4.2 Déterminer l'expression de la vitesse du solide au point M et calculer sa valeur pour $\theta = \widehat{CO'M} = 30^\circ$.
- 4.3 Calculer la valeur de la réaction de la piste au point M. On donne : $g = 10 \text{ m/s}^2$.



Exercice 4

Un dispositif interférentiel comporte deux sources lumineuses S_1 et S_2 ponctuelles émettant en concordance de phase une radiation monochromatique de longueur d'onde λ . La distance entre S_1 et S_2 est $a = 2 \text{ mm}$.

On place un écran E parallèle au plan formé par S_1 et S_2 à une distance D de ce dernier.

- 1 Pour $D = D_1$ l'interfrange du système d'interférences obtenu est $i_1 = 0,54 \text{ mm}$. Lorsqu'on augmente D de $0,5 \text{ m}$ l'interfrange devient $i_2 = 0,72 \text{ mm}$.
- 1.1 Rappeler la définition de l'interfrange.
- 1.2 Dédire des données la valeur de D_1 et celle de λ .
- 2 On fixe D à 2 m ; les faisceaux issus de S_1 et S_2 ont chacun pour angle d'ouverture $\alpha = 0,008 \text{ rad}$ et les bords des faisceaux sont parallèles deux à deux.
- 2.1 Représenter les faisceaux émis et hachurer le champ d'interférences. Déterminer la largeur l du champ d'interférences.
- 2.2 Déterminer le nombre de franges brillantes et celui de franges sombres sur l'écran.
- 3 Quel est l'abscisse du milieu de la quatrième frange brillante comptée à partir de la frange centrale d'ordre zéro.
- 4 Les sources S_1 et S_2 émettent à présent en plus de la radiation précédente une autre radiation $\lambda' = 0,64 \mu\text{m}$.
A quelle distance de la frange centrale observe-t-on la première coïncidence entre les milieux des franges brillantes.

Solution

Exercice 1

1- la réaction entre l'ester et l'eau s'appelle : hydrolyse de l'ester

Les caractéristiques de l'hydrolyse : lente- athermique-réversible (limité)

2.1 A : est un acide carboxylique (ne réagit pas avec le permanganate de potassium)

B : Alcool(II) (par oxydation se transforme en cétone).

C : Cétone : réagit avec la DNPH mais pas avec le liquide de Fehling

2.2A l'équivalence acido-basique :

$$n_A = n_B = C_B V_B = 100 \cdot 10^{-3} \cdot 0,5 = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$\begin{cases} n_A = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \\ m_A = 3 \text{ g} \end{cases} \text{ or } m_A = n_A M_A \Rightarrow M_A = \frac{m_A}{n_A} = \frac{3}{5 \cdot 10^{-2}} = 60 \text{ g/mol}$$

$$M(C_n H_{2n} O_2) = 14n + 32 = 60 \Rightarrow n = \frac{60 - 32}{14} = 2$$

La formule brute de l'acide A : $C_2 H_4 O_2$

Formule semi-développée : $CH_3 - COOH$ acide éthanóïque

2.3 la formule brute de B : $C_4 H_{10} O$

Les isomères de B qui ont la même fonction :

1) $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 OH$ *butan-1-ol*

2) $CH_3 - CH(OH) - CH_2 - CH_3$ *butan-2-ol*

3) $CH_3 - CH(CH_3) - CH_2 OH$ *2-méthylpropan-1-ol*

4) $CH_3 - \overset{\overset{CH_3}{|}}{CH(OH)} - CH_2 - CH_3$ *2-méthylpropan-2-ol*

Le composé B : $CH_3 - CH(OH) - CH_2 - CH_3$ *butan-2-ol*

2.3 La formule et le nom de E :

2.4 $CH_3 - COO - CH(CH_3) - CH - CH_3$ *éthanoate de 1-méthyl propyle*

2.5 $CH_3 - COO - CH(CH_3) - CH - CH_3 + H_2 O \rightleftharpoons CH_3 - COOH + CH_3 - CH(OH) - CH_2 - CH_3$

Exercice 2

1.1 $-\log 4 \cdot 10^{-2} = 1,4 \neq PH$ et par la suite que l'acide est faible.

1.2 $HCOOH + H_2 O \rightleftharpoons HCOO^- + H_3 O^+$

1.3 Les espèces chimiques : $HCOOH, H_2 O, HCOO^-, H_3 O^+, OH^-$

Calcul des concentrations : $[H_3 O^+] = 10^{-PH} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$;

$[OH^-] = 10^{PH-14} = 3,98 \cdot 10^{-12} \text{ mol/L}$

électroneutralité

$[HCOO^-] + [OH^-] = [H_3 O^+] \Rightarrow [HCOO^-] = -[OH^-] + [H_3 O^+]$

AN : $[HCOO^-] = 2,5 \cdot 10^{-3} - 3,98 \cdot 10^{-12} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$

Conservation de la matière :

$[HCOO^-] + [HCOOH] = Ca \Rightarrow [HCOOH] = Ca - [HCOO^-]$

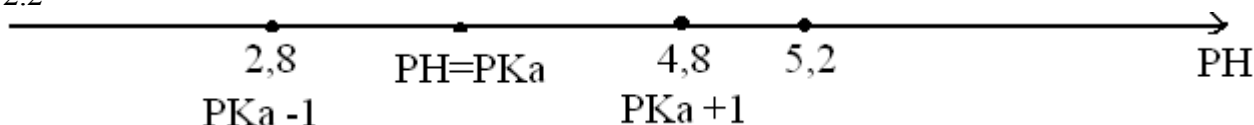
AN : $[HCOOH] = 4 \cdot 10^{-2} - 2,5 \cdot 10^{-3} = 37,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$

$Ka = \frac{[H_3 O^+][HCOO^-]}{[HCOOH]} = \frac{(2,5 \cdot 10^{-3})^2}{37,5 \cdot 10^{-3}} = 0,17 \cdot 10^{-3}$

$PKa = -\log 0,17 \cdot 10^{-3} = 3,8$

2.1 Pour les raisons citées au question 1.1 $PH \neq -\log Ca$ la base est faible

2.2



Dans cette solution l'espace majoritaire est l'ion $HCOO^-$

3.

$n_{HCOOH} = CaVa = 20 \cdot 10^{-3} \cdot 4 \cdot 10^{-2} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

$n_{HCOO^-} = CbVb = 20 \cdot 10^{-3} \cdot 4 \cdot 10^{-2} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

Après le mélange :

$$[HCOOH] = \frac{n_{HCOOH}}{V_s} = \frac{8 \cdot 10^{-3}}{40 \cdot 10^{-3}} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$$

$$[HCOO^-] = \frac{n_{HCOO^-}}{V_s} = \frac{8 \cdot 10^{-3}}{40 \cdot 10^{-3}} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$$

D'après la relation de Henderson

$$\begin{aligned} PH &= PKa + \log \frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]} \\ &= PKa + \log \frac{2 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 10^{-2}} \Rightarrow PH = PKa = 3,8 \end{aligned}$$

Exercice 3

$$1. \sum \vec{F}_{ex} = m\vec{a} \Leftrightarrow \vec{P} + \vec{R} + \vec{T} = m\vec{a}$$

Projection x'x :

$$0 + 0 + -T = ma \Rightarrow -Kx = ma \text{ soit } a + \frac{K}{m}x = 0 \text{ c'est}$$

équation différentielle du second degré de solution $x = X_m \cos(\omega t + \varphi)$ de pulsation $\omega = \sqrt{\frac{K}{m}}$ et

$$\text{de période } T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{K}}$$

$$\text{AN : } T = 2\pi \sqrt{\frac{40 \cdot 10^{-3}}{16}} = 0,314 \text{ s}$$

2-L'équation horaire du mouvement :

-Calcul de X_m : Le système est conservatif

$$Em_0(x=0) = Em(x=X_m) \Leftrightarrow \frac{mV_o^2}{2} = \frac{KX_m^2}{2} \Rightarrow X_m = V_o \sqrt{\frac{m}{K}}$$

$$\text{AN : } X_m = 1,4 \sqrt{\frac{40 \cdot 10^{-3}}{16}} = 0,07 \text{ m}$$

-Calcul de φ : D'après les conditions

$$\text{initiales} \begin{cases} t=0 \\ x_0=0 \\ V_o=1,4 \text{ m/s} \end{cases} \text{ et } \begin{cases} x = X_m \cos(\omega t + \varphi) \\ x = -\omega X_m \sin(\omega t + \varphi) \end{cases}$$

A t =

$$0 \begin{cases} 0 = X_m \cos(\omega \cdot 0 + \varphi) \\ V_o = -\omega X_m \sin(\omega \cdot 0 + \varphi) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \cos \varphi = 0 \\ -\omega X_m \sin(\varphi) > 0 \end{cases} \therefore \varphi = -\frac{\pi}{2} \text{ rad}$$

$$\text{L'équation horaire est : } x = 7 \cdot 10^{-2} \cos\left(\frac{\pi}{10} t - \frac{\pi}{2}\right)$$

$$3\text{-L'énergie mécanique : } Em = \frac{mV^2}{2} + \frac{Kx^2}{2}$$

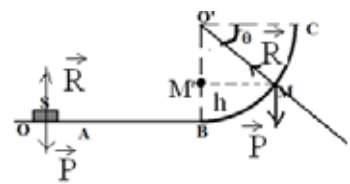
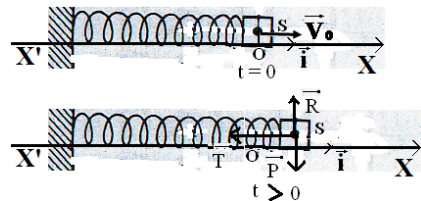
$$4\text{-La vitesse de passage par l'origine : } V_{\max} = \pm \omega X_m = \pm 7 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{\pi}{10} = \pm 7\pi \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$$

4.1 Etude du mvt de S entre o et B :

$$4.2 \vec{P} + \vec{R}_n = m\vec{a}$$

$$\text{Projection suivant OB : } 0 + 0 = ma \Rightarrow a = \frac{0}{m} = 0 \text{ le mvt est r.u}$$

$$V_o = V_B = 7\pi \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$$



4.2 Calcul de V_M

$$\Delta E_C = W\vec{P} + W\vec{R}_n$$

$$E_{CM} - E_{CO} = W\vec{P} + W\vec{R}_n$$

$$\frac{mV_M^2}{2} - \frac{mV_o^2}{2} = -mgh$$

$$V_M = \sqrt{V_o^2 - 2gh} \quad h = O'B - O'M' = r(1 - \sin \theta)$$

$$V_M = \sqrt{V_o^2 - 2gr(1 - \sin \theta)}$$

4.3 $\vec{P} + \vec{R}_n = m\vec{a}$

Projection suivant la normale orientée vers le centre.

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

$$-P \cos\left(\frac{\pi}{2} - \theta\right) + Rn = m \frac{V_M^2}{2}$$

$$Rn = P \cos\left(\frac{\pi}{2} - \theta\right) + m \frac{V_M^2}{2}$$

$$Rn = P \sin \theta + \frac{m}{2} [V_o^2 - 2gr(1 - \sin \theta)]$$

$$= mg \sin \theta + m \frac{V_o^2}{2} - mgr(1 - \sin \theta)$$

$$= 2mg \sin \theta + m \frac{V_o^2}{2} - mgr$$

$$= m \left[2g \sin \theta + \frac{V_o^2}{2} - gr \right]$$

$$AN : Rn = 40.10^{-3} \left[2.10.0,5 + 0,5(7\pi.10^{-3})^2 - 10.0,1 \right] = 0,36N$$

Exercice 4

1.1 L'interfrange est la distance entre le milieu de deux franges successives et identiques

$$i_1 = \frac{D_1 \lambda}{a} \text{ et } i_2 = \frac{(D_1 + 0,5)\lambda}{a}$$

$$\frac{i_1}{i_2} = \frac{D_1 \lambda}{a} \cdot \frac{a}{(D_1 + 0,5)\lambda} = \frac{D_1}{(D_1 + 0,5)}$$

$$\left(\frac{i_1}{i_2}\right) \cdot (D_1 + 0,5) = D_1 \Rightarrow D_1 = \frac{i_1}{2i_2(1 - \frac{i_1}{i_2})}$$

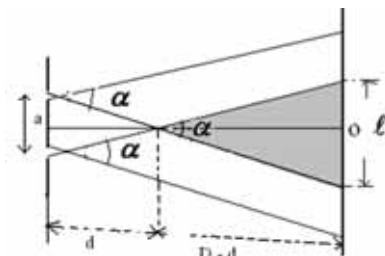
$$AN : D_1 = \frac{0,54.10^{-3}}{2.0,72.10^{-3}(1 - \frac{0,54}{0,72})} = 1,5m$$

$$\text{Calcul de } \lambda : i_1 = \frac{D_1 \lambda}{a} \Rightarrow \lambda = \frac{i_1 a}{D_1} \quad AN : \lambda = \frac{2.10^{-3}.0,54.10^{-3}}{1,5} = 0,72.10^{-6}m$$

2.1

$$\frac{\frac{\ell}{2}}{D-d} = \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right) = \frac{\ell}{2(D-d)} \quad \text{L'angle est petit :}$$

$$\tan\left(\frac{\alpha}{2}\right) = \frac{\alpha}{2} \Rightarrow \frac{\ell}{2(D-d)} = \frac{\alpha}{2} \Rightarrow \ell = \alpha(D-d) \quad (1)$$



D'autre part $\tan\left(\frac{\alpha}{2}\right) = \frac{\frac{a}{2}}{d} \Rightarrow \frac{\alpha}{2} = \frac{a}{2d} \Rightarrow d = \frac{a}{\alpha}$ (2) on remplace d par sa valeur dans (1)

$$\ell = \alpha\left(D - \frac{a}{\alpha}\right) = \alpha D - a \quad \text{AN : } \ell = 0,008.2 - 2.10^{-3} = 14.10^{-3} \text{ m}$$

2.2 Nombre de franges brillantes : $x = Ki$ donc $-\frac{\ell}{2} \leq Ki \leq \frac{\ell}{2}$

$$-\frac{\ell}{2i} \leq K \leq \frac{\ell}{2i} \quad \text{AN : } \frac{-14.10^{-3}}{2.0,72.10^{-3}} \leq K \leq \frac{14.10^{-3}}{2.0,72.10^{-3}}$$

$$\text{soit } -9,7 \leq K \leq 9,7 \Rightarrow -9 \leq K \leq 9$$

Donc : $K = -9, -8, -7, \dots, 0, 1, 2, 3, \dots, 9$ il ya 19 franges brillants

Nombre de franges sombres : $x = (2K+1)\frac{i}{2}$ donc :

$$-\frac{\ell}{2} \leq (2K+1)\frac{i}{2} \leq \frac{\ell}{2} \Rightarrow -\frac{\ell}{2i} - \frac{1}{2} \leq K \leq \frac{\ell}{2i} - \frac{1}{2} \quad \text{soit } -10,2 \leq K \leq 9,2$$

$$\Rightarrow -10 \leq K \leq 9$$

$$K \in \{-10, -9, -8, \dots, 0, 1, 2, \dots, 9\}$$

Il y a 20 franges sombres

$$3 - x_4 = Ki = 4i \quad \text{AN : } x_4 = 4.0,72.10^{-3} = 2,88.10^{-3} \text{ m}$$

4 Au coïncidences : $K_1 i_1 = K_2 i_2$ soit $\frac{K_1}{K_2} = \frac{i_2}{i_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$

$$\text{AN : } \frac{K_1}{K_2} = \frac{0,72.10^{-3}}{0,64.10^{-3}} = \frac{72}{64} \quad \text{après simplification}$$

$$\frac{K_1}{K_2} = \frac{9}{8}$$

Le premier coïncidence a eu lieu entre la frange brillante N°9 de la radiation de longueur d'onde λ_1 avec la frange brillante N°8 de la radiation de longueur d'onde λ_2 à l'abscisse $x = K_1 i_1 = K_2 i_2$ de la frange centrale. AN : $x = 9.0,72.10^{-3} = 6,48.10^{-3} \text{ m}$