

# Baccalauréat

Sciences physiques session complémentaire 2006

## Exercice 1

Par dissolution de chacun des deux acides  $A_1H$  et  $A_2H$  séparément dans l'eau, on prépare deux solutions  $S_1$  et  $S_2$  de concentrations molaires respectives  $C_1 = 10^{-3} \text{ mol/L}$  et  $C_2 = 72,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$  mais de même  $pH=3$  à la température  $25^\circ C$ .

1.1 Déterminer la molarité de chacune des solutions  $S_1$  et  $S_2$  en ions hydroniums.

1.2 L'un de ces deux acides est fort ; lequel ? Justifier.

1.3 Ecrire pour chacun des acides  $A_1H$  et  $A_2H$  l'équation de la réaction accompagnant sa dissolution dans l'eau.

2 Déterminer le  $pK_a$  du couple acide base auquel appartient l'acide  $A_2H$  et en déduire le nom et la formule semi développée de cet acide.

3

3.1 A  $50 \text{ cm}^3$  de la solution  $S_2$ , on ajoute une solution diluée de soude de concentration molaire  $C$ .

- Déterminer  $C$  sachant que pour atteindre l'équivalence, il a fallu ajouter progressivement  $40 \text{ cm}^3$  de cette solution basique.

- Bien que l'on soit à l'équivalence, la solution contient encore des molécules  $A_2H$ . Expliquer leur présence et en déduire le caractère de la solution obtenue à l'équivalence.

3.2 On utilise maintenant  $100 \text{ cm}^3$  de la solution  $S_2$  aux quels on ajoute progressivement  $40 \text{ cm}^3$  de la solution de soude utilisée précédemment. Déterminer le  $pH$  de la solution obtenue.

On donne :

Couple acide/base	$pK_a$
$HCOOH / HCOO^-$	3,75
$CH_3COOH / CH_3COO^-$	4,75
$C_2H_5COOH / C_2H_5COO^-$	4,86

## Exercice 2

L'hydrolyse d'un ester A donne naissance au cours d'une réaction lente à un corps B et un corps C.

1 Etude du composé B

1.1 Une première prise d'essai du corps B est oxydée par une faible quantité de permanganate de potassium acidifié. Ce premier degré d'oxydation ménagée donne un composé  $B'$  qui donne un précipité jaune avec la 2,4 D.N.P.H. Que dire de  $B'$ .

1.2  $B'$  Donne un précipité rouge brique avec la liqueur de Fehling. Que dire des composés  $B'$  et B.

1.3 Une deuxième prise d'essai du composé B est oxydée par une grande quantité de permanganate de potassium acidifié. Ce deuxième degré d'oxydation ménagée aboutit à l'acide 2méthyl butanoïque. Donner les formules semi développées des corps B et  $B'$  et écrire l'équation de ce deuxième degré d'oxydation ménagée.

On donne le couple  $MnO_4^- / Mn^{2+}$ .

2 Etude du composé C.

En présence du chlorure de thionyle, on peut transformer le corps C en chlorure d'acyle  $C'$ . L'action de  $C'$  sur la méthylamine donne naissance à la N-méthylethane amide.

Donner les formules semi développées des différents corps cités et en déduire le nom et la formule semi développée du corps C.

3 Indiquer le nom et la formule semi développée de l'ester A.

4 L'action de B sur C permet d'obtenir A, mais la réaction est limitée.

Pour la rendre complète un élève propose d'utiliser un catalyseur (ion hydronium par exemple) et un autre de remplacer le corps C par le corps C'. Qui a raison ? Pourquoi?

### Exercice 3

Un solide S de masse  $m=200\text{g}$  peut glisser sans frottement le long de l'axe  $(O;\vec{i})$  horizontal. Ce solide est attaché à l'une des extrémités d'un ressort dont la raideur  $K=20\text{N/m}$ ; l'autre extrémité du ressort est fixée rigidement.

1 Etablir l'équation différentielle caractérisant le mouvement.

2 On tire le solide à partir de sa position d'équilibre d'une longueur de  $4\text{cm}$  puis on l'abandonne avec une vitesse initiale de  $0,4\text{m/s}$  à la date  $t=0\text{s}$ .



2.1 Calculer la pulsation et la fréquence du mouvement.

2.2 Donner l'équation horaire du mouvement.

3 Montrer que le système {ressort-solide S} est conservatif et calculer son énergie mécanique.

4 Calculer la vitesse du solide S lorsque  $x=3\text{cm}$ .

### Exercice 4

1 Le nucléide  $^{238}_{94}\text{Pu}$  est émetteur  $\alpha$  qui donne un isotope de l'uranium.

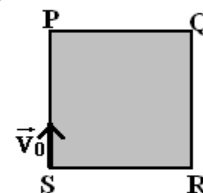
Sa période radioactive est  $T=86,4\text{ans}$ .

1.1 Ecrire l'équation bilan de la réaction nucléaire correspondante.

1.2 Rappeler la loi de décroissance radioactive. Définir la période ou demi-vie et en déduire la constante radioactive  $\lambda$ .

1.3 On rappelle que l'activité d'un échantillon radioactif est égale au nombre de désintégrations par unité de temps. Donner une relation entre l'activité A, la période T et le nombre N de noyaux présents dans l'échantillon.

2 Les particules  $\alpha$  émises pénètrent en S avec une vitesse  $\vec{V}_0$  dans un champ magnétique uniforme  $\vec{B}$  s'exerçant dans un carré PQRS de  $6\text{cm}$  de côté (Voir fig).



2.1 Donner le sens du vecteur  $\vec{B}$  pour que les particules sortent du champ au point R.

2.2 Déterminer la nature du mouvement des particules dans le champ  $\vec{B}$ .

2.3 Calculer la valeur de la vitesse au point de sortie R.

A.N :  $m_p=m_n=1,67.10^{-27}\text{kg}$  ;  $e=1,6.10^{-19}\text{C}$  ;  $B=0,1\text{T}$

### Solution

#### Exercice 1

1.1 Les molarités des solutions  $S_1$  et  $S_2$  en ion  $\text{H}_3\text{O}^+$

sont :  $[\text{H}_3\text{O}^+]_1 = 10^{-3}\text{mol/L}$  et  $[\text{H}_3\text{O}^+]_2 = 10^{-3}\text{mol/L}$

1.2 L'acide  $\text{A}_1\text{H}$  est fort car  $\text{pH} = -\log C_1 = 3$

1.3  $\text{A}_1\text{H} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{A}_1^- + \text{H}_3\text{O}^+$

$\text{A}_2\text{H} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{A}_2^- + \text{H}_3\text{O}^+$

2. Les espèces chimiques présentes dans la solution  $\text{A}_2\text{H}$  sont :  $\text{A}_2^-$ ,  $\text{H}_3\text{O}^+$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{A}_2\text{H}$

Calcul des concentrations :  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3}\text{mol/L}$ ,  $[\text{OH}^-] = 10^{\text{pH}-14} = 10^{-11}\text{mol/L}$

Electro

neutralité :

$[\text{A}_1^-] + [\text{OH}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] \Rightarrow [\text{A}_1^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] - [\text{OH}^-] \approx [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3}\text{mol/L}$

Conservation de la matière :

$[\text{A}_2\text{H}] + [\text{A}_2^-] = C_2 \Rightarrow [\text{A}_2\text{H}] = C_2 - [\text{A}_2^-] = 72,4.10^{-3} - 10^{-3} = 71,4.10^{-3}\text{mol/L}$

$$K_a = \frac{[H_3O^+][A_2^-]}{[A_2H]} = \frac{10^{-3} \cdot 10^{-3}}{71,4 \cdot 10^{-3}} = 1,4 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$$

$$pK_a = -\log 1,4 \cdot 10^{-5} = 5 - \log 1,4 = 4,8$$

La formule brute de l'acide est donc :  $C_2H_5COOH$

3.1 à l'équivalence :

$$n_a = n_b \Leftrightarrow CaVa = Cv_b \Rightarrow C = \frac{CaVa}{V_b} = \frac{72,4 \cdot 10^{-3} \cdot 50 \cdot 10^{-3}}{40 \cdot 10^{-3}} = 90,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

La présence des molécules  $A_2H$  à l'équivalence est justifiée par une réaction :

$A_2^- + H_2O \rightarrow A_2H + OH^-$  qui produit une quantité très limitée d'ions  $OH^-$  responsable du caractère basique du milieu à l'équivalence.

$$3.2 \quad V_a = 100 \text{ cm}^3 \text{ et } V_b = 40 \text{ cm}^3 \text{ donc } n_b = \frac{n_a}{2}$$

la solution ainsi obtenue est tampon de  $pH = pK_a = 4,8$ .

## Exercice 2

1.1 Le composé B' est un aldéhyde ou cétone.

1.2 B' réagit avec le liqueur de Fehling : c'est un aldéhyde et le composé B est un alcool(I).

1.3 L'acide obtenu au cours de l'oxydation ménagée de B' est 2-méthyl butanoïque de formule :

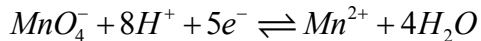
$CH_3 - CH_2 - CH(CH_3) - COOH$  donc les formules semi-développées des composés B et B'

sont respectivement :  $CH_3 - CH_2 - CH(CH_3) - CH_2 - OH$  2-méthyl butan-1-ol

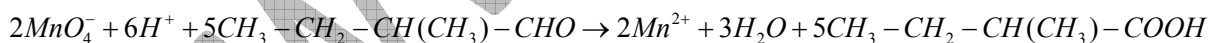
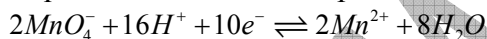
$CH_3 - CH_2 - CH(CH_3) - CHO$  2-méthyl butanal

-Les équations de l'oxydation ménagée de B' sont :

.Demi-équations :



-Equation-bilan : On multiplie la 1<sup>ère</sup> équation par (2) et la deuxième par (5) puis on fait la somme



2.1 Chlorure thionyle :  $SOCl_2$  ; N-méthylethanamide :  $CH_3 - CO - NH - CH_3$

Méthylamine :  $CH_3 - NH_2$ , le corps C est : Acide éthanique :  $CH_3 - COOH$

3-L'ester A :  $CH_3 - COO - CH_2 - CH(CH_3) - CH_2 - CH_3$  éthanoate de 2-méthylbutyle

4-C'est l'élève qui a proposé l'ajout du composé C qui a raison, car ce composé rend la réaction : rapide-totale-exothermique.

## Exercice 3

1-  $\vec{P} + \vec{T} + \vec{R} = m\vec{a}$  la projection suivant l'axe  $\vec{oi}$  on trouve :

$$-T = ma \Rightarrow -Kx = ma$$

$$a + \frac{K}{m}x = 0 \text{ on pose } \omega^2 = \frac{K}{m}$$

$$\text{donc : } a + \omega^2 x = 0$$

C'est une équation différentielle du second degré caractérise le mvt r.s

$$2.1 \text{ La pulsation : } \omega = \sqrt{\frac{K}{m}} = \sqrt{\frac{20}{200 \cdot 10^{-2}}} = 10 \text{ rad/s}$$

La fréquence :  $N = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{5}{\pi} \text{ Hz}$

2.2 L'équation du mvt est de la forme :  $x = X_m \cos(\omega t + \varphi)$

-Calcul de  $\varphi$  : d'après les conditions initiales : 
$$\begin{cases} t = 0 \\ x_0 = X_m \\ V_0 = 0,4 \text{ m.s}^{-1} \end{cases} \quad \text{on}$$

trouve  $X_m = X_m \cos(\varphi) \Rightarrow \cos(\varphi) = \frac{X_m}{X_m} = 1$  donc  $\varphi = 0$

L'équation horaire du mvt :  $x = 4.10^{-2} \cos(10t)$

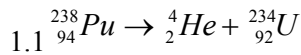
2.3 Le système (ressort-solide S) est conservatif car  $\sum \vec{F}_{\text{ext}} = \vec{P} + \vec{T} + \vec{R} = \vec{0}$

L'énergie mécanique du système est :  $E_m = \frac{1}{2} K X_m^2 = 0,5.20.(4.10^{-2})^2 = 16.10^{-3} \text{ J}$

La vitesse du solide est donnée par l'expression :

$V = \pm \omega \sqrt{X_m^2 - x^2}$  si  $x = 3 \text{ cm}$  on trouve :  $V = \pm 10 \sqrt{(4.10^{-2})^2 - (3.10^{-2})^2} = \pm 0,26 \text{ m.s}^{-1}$

### Exercice 4



1.2 La loi de décroissance radio active est :  $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$

Définition de la période ou demi-vie : la demi-vie radioactive, noté  $t_{\frac{1}{2}}$  d'un échantillon de noyaux radioactifs est égale à la durée nécessaire pour que, statistiquement, la moitié des noyaux radioactifs présents dans l'échantillon se désintègrent

A  $t=T$  correspond  $N(t) = \frac{N_0}{2}$ ,

$\frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda T} \Rightarrow \frac{1}{2} = e^{-\lambda T}$  et  $\ln \frac{1}{2} = \ln e^{-\lambda T}$

$-\ln 2 = -\lambda T \ln e \therefore \lambda = \frac{\ln 2}{T}$

1.3 La loi de décroissance radioactive est :  $N = N_0 e^{-\lambda t}$

L'activité radioactive est :  $A = -\frac{dN}{dt} = \lambda N_0 e^{-\lambda t} = \lambda N$  (1)

Or  $\lambda = \frac{\ln 2}{T} \Rightarrow \lambda = \frac{\ln 2}{T}$  on remplace dans (1) on trouve :  $A = \frac{\ln 2}{T} N$

2-Le champ  $\vec{B}$  : sortant

2.2

Nature du mvt :  $\vec{F}_e = m\vec{a}$

.Projection sur  $\vec{\tau}$  :  $0 = m a_x \Rightarrow a_x = \frac{0}{m} = 0$  le mvt est unimforme

.Projection sur  $\vec{n}$  :

$F_e = qV_0 B = m \frac{V_0^2}{R} \Rightarrow R = \frac{mV_0}{qB} = \text{Cte}$  le mvt est c.uniforme

2.3 Le mouvement est uniforme donc :

