

Baccalauréat

Sciences physiques session normale 2010

Exercice 1

L'acide benzoïque : C_6H_5COOH est un monoacide faible peu soluble dans l'eau. C'est un solide blanc d'aspect soyeux. Conservateur alimentaire utilisé dans les boissons rafraîchissantes sans alcool.

Le benzoate de sodium : C_6H_5COONa est un solide ionique blanc.

La valeur du pK_a à $25^\circ C$ du couple $C_6H_5COOH / C_6H_5COO^-$ est 4,2

1.1 Ecrire l'équation bilan de la réaction entre l'acide benzoïque et l'eau.

1.2 Donner, l'expression de la constante d'acidité pour ce couple. Dans quel domaine de pH la forme acide du couple est majoritaire et dans quel domaine sa forme basique est majoritaire.

Les représenter sur une échelle de pH.

1.3 Sur l'étiquette d'une bouteille de soda, contenant le conservateur alimentaire précédent on note $pH = 3,7$. En déduire la valeur du rapport $[C_6H_5COOH] / [C_6H_5COO^-]$ dans cette boisson.

2 On dispose de la verrerie suivante :

- burettes graduées de 25mL ; 50 mL et 75 mL
- bêchers de 50mL ; 100mL ; 250mL
- pipettes jaugées de 5 mL ; 10 mL et 20 mL
- fioles jaugées de 50 mL; 100 mL et 200 mL.

On se propose de préparer une solution S de benzoate de sodium de concentration $C = 0,1\text{mol.L}^{-1}$ à partir d'une solution S_0 de benzoate de sodium de concentration $C_0 = 0,25\text{mol.L}^{-1}$.

Comment procéder pour préparer cette solution diluée S? Nommer la verrerie utilisée.

3 On pèse une masse d'acide benzoïque que l'on introduit dans un bêcher contenant de l'eau distillée. Après quelques minutes d'agitation, de petits grains restent en suspension. Une filtration permet d'obtenir une solution saturée en acide benzoïque de concentration C_A . On introduit dans un becher $V_A = 10,0$ mL de cette solution ; on y ajoute quelques gouttes de rouge de crésol (indicateur coloré) et on dose par une solution d'hydroxyde de sodium (soude) de concentration $C_B = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

Le rouge de crésol change de couleur pour un volume de soude versé de 19,6 mL.

3.1 Ecrire l'équation-bilan de la réaction de dosage

3.2 Définir l'équivalence acido-basique et en déduire la concentration C_A de la solution d'acide benzoïque.

Exercice 2

On étudie la cinétique de la réaction d'estérification en préparant deux mélanges M_1 et M_2 contenant chacun une mole d'acide méthanoïque et une mole de propan-1-ol.

Dans le mélange M_2 on ajoute une faible quantité d'acide sulfurique concentré pour catalyser la réaction. Les mélanges M_1 et M_2 sont en suite portés à $60^\circ C$. Le tableau suivant indique, en fonction du temps, la quantité d'acide restante n_a que l'on a déterminé expérimentalement :

	t(min)	5	10	20	30	40	50	60
Mélange M_1 en l'absence de H_2SO_4	n_a	0,84	0,74	0,64	0,58	0,54	0,52	0,50
Mélanges M_2 en présence de H_2SO_4	n_a	0,53	0,37	0,35	0,34	0,34	0,34	0,34

1 Ecrire l'équation de cette réaction d'estérification et préciser ses caractéristiques.

2 Calculer la quantité d'ester formée n_e , dans chaque mélange et pour chaque valeur de t donné.

3 Définir la vitesse moyenne de disparition de l'acide méthanoïque et la calculer entre les dates $t_1 = 5\text{min}$ et $t_2 = 10 \text{ min}$; pour chaque mélange. Comparer ces deux vitesses.

4 Donner la définition du catalyseur et en déduire son influence sur la vitesse.

Exercice 3

On dispose d'un appareil permettant de produire dans le vide les ions A_X^{2-}

de masse $m = 5,81 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$ et de charge $q = -2e$ chacun.

1 Les ions qui sortent d'un trou O_1 sans vitesse initiale sont d'abord accélérés par une ddp $U_0 = V_A - V_B$ appliquée entre les plaques A et B distantes de 10cm et arrivent au trou O_2 avec la vitesse $V_0 = 2 \cdot 10^5 \text{ m/s}$.

On néglige le poids des ions devant les autres forces.

1.1 Sous quelle tension U_0 l'ion a-t-il été accéléré entre les plaques A et B pour atteindre la vitesse V_0 ?

1.2 Vérifier que le poids de l'ion est négligeable devant la force électrique.

1.3 Déterminer la nature du mouvement de l'ion entre les plaques A et B en calculant son accélération.

2 Les ions pénètrent en suite avec la vitesse \vec{V}_0 faisant un angle $\alpha = 45^\circ$ avec l'horizontale par un point O équidistant des armatures C et D d'un condensateur entre lesquelles existe un champ électrique d'intensité $E = 84 \cdot 10^3 \text{ V/m}$. Le condensateur dont les armatures ont pour longueur 10 cm chacune et sont distantes de 5 cm, se trouve dans le vide (voir figure).

2.1 Quelles doivent être les signes des armatures C et D pour que l'ion subisse une déviation vers le bas? Justifier votre réponse. Précisez le sens du champ électrique.

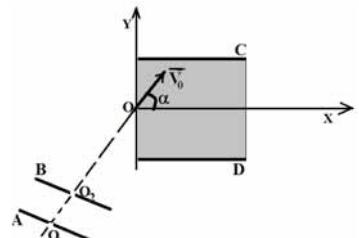
2.2 Etudier le mouvement dans le condensateur et établir l'équation de sa trajectoire dans le repère (O ; x ; y).

2.3 Déterminez les coordonnées du point de sortie du condensateur.

2.4 Quel sera le mouvement de l'ion après sa sortie du condensateur?

2.5 Vérifiez par le calcul que l'ion n'atteindra pas la plaque supérieure

On donne $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $g = 10 \text{ m/s}^2$.



Exercice 4

1 L'extrémité O d'une lame vibrante décrit un mouvement rectiligne sinusoïdal vertical de fréquence $N = 50 \text{ Hz}$ et d'amplitude $a = 0,5 \text{ cm}$.

1.1 Donner son équation horaire sachant que l'on prend $t = 0$ quand la lame passe par la position d'elongation maximale positive.

1.2 On éclaire la lame à l'aide d'éclairs très brefs, jaillissant à intervalles de temps égaux. Calculer les fréquences des éclairs pour lesquelles la lame paraît unique et immobile, sachant que les fréquences des éclairs N_e sont telles que : $10 \text{ Hz} < N_e \leq 50 \text{ Hz}$.

2 La lame vibrante est maintenant reliée à un fil où les vibrations se propagent à la célérité $C = 5 \text{ m/s}$. On suppose qu'il n'y a pas de réflexion ni amortissement des ondes.

2.1 Calculer la longueur d'onde λ .

2.2 Etablir l'équation de la vibration d'un point M de la corde situé à la distance 22,5 cm du point O.

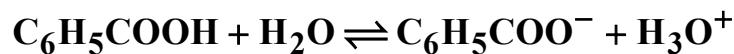
2.3 Quelle est l'état vibratoire du point M par rapport au point O ?

2.4 Représenter l'aspect du fil pour $t = 0,05 \text{ s}$.

Solution

Exercice 1

1.1



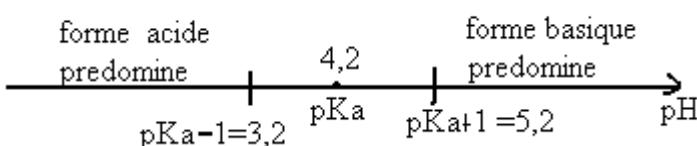
1.2

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

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

$\frac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}]} = 10^{\text{pH} - \text{p}K_a}$ si $\text{pH} > \text{p}K_a + 1$, $[\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-]$ est majoritaire

si $\text{pH} < \text{p}K_a - 1$, alors $[\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}]$ est majoritaire



1.3

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{[\text{A}^-]}{[\text{AH}]} \rightarrow \frac{[\text{A}^-]}{[\text{AH}]} = 10^{\text{pH} - \text{p}K_a}$$

$$\Rightarrow \frac{[\text{AH}]}{[\text{A}^-]} = 10^{\text{p}K_a - \text{pH}} = 10^{0,5} = 3,16$$

2. soit V_0 le volume prélevé de S_0 et V le volume de S on a : $C_0 V_0 = C V$

$$\Rightarrow \frac{V}{V_0} = \frac{C_0}{C} = \frac{0,25}{0,1} \Rightarrow V = 2,5 V_0$$

si $V = 50\text{mL}$ on a $V_0 = 20\text{mL}$

A l'aide d'une pipette de 20mL on prélève $V_0 = 20\text{mL}$ de S puis on verse V_0 dans la fiole jaugée de 50mL. On complète avec l'eau pure jusqu'au trait de jauge. on agite pour homogénéiser.

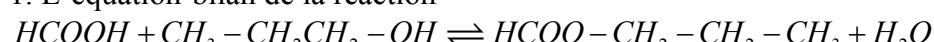


3.2 L'équivalence acido-basique est atteint lorsque : $n_A = n_B \Leftrightarrow C_A V_A = C_B V_{B_E}$

$$C_A = \frac{C_B V_{B_E}}{V_A} = \frac{10^{-2} \cdot 19.6 \cdot 10^{-3}}{10^{-3}} = 19.6 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$$

Exercice 2

1. L'équation-bilan de la réaction



Les caractéristiques de cette réaction sont :

-athermique-lente-limite (réversible)

2-

	T(min)	5	10	20	30	40	50	60
Mélange M1 en absence de H ₂ SO ₄	na	0,84	0,74	0,64	0,58	0,54	0,52	0,50
Mélange M2 en présence de H ₂ SO ₄	nb	0,53	0,37	0,35	0,34	0,34	0,34	0,34
Quantité d'ester formée en M1	nest	0,16	0,26	0,36	0,42	0,46	0,48	0,50
Quantité d'ester formée en M2	nest	0,47	0,63	0,65	0,66	0,66	0,66	0,66

3-Définition de V_m : C'est la valeur absolue du coefficient directeur de la droite qui passe par les points d'abscisses $t_1 = 5 \text{ min}$ et $t_2 = 10 \text{ min}$

-Calcul de V_m :

$$\text{Pour le mélange M1 : } V_{m1} = -\left(\frac{C_2 - C_1}{t_2 - t_1}\right) = -\left(\frac{0,74 - 0,84}{10 - 5}\right) = 2,10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$\text{Pour le mélange M2 : } V_{m2} = -\left(\frac{C_2 - C_1}{t_2 - t_1}\right) = -\left(\frac{0,37 - 0,53}{10 - 5}\right) = 3,2 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$$

La comparaison montre que : $V_{m2} > V_{m1}$

4-Définition du catalyseur : Un catalyseur est une substance qui accélère une réaction chimique spontanée en se retrouvant inaltérée, du point de vue chimique, à la fin de la réaction.

-Le catalyseur augmente la vitesse de la réaction

Exercice 3

1.1 Calcul de U_0 :

$$\Delta EC = W\vec{F}_e \Rightarrow \frac{1}{2}mV^2 - 0 = qU_0 \text{ soit } U_0 = \frac{mV^2}{2q}$$

$$A.N : U_0 = \frac{5,81 \cdot 10^{-26} \cdot (2 \cdot 10^5)^2}{2,2 \cdot (-1,6 \cdot 10^{-19})} = -3,63 \cdot 10^3 V$$

1.2 Le poids des ions est : $P = mg = 5,81 \cdot 10^{-26} \cdot 10 = 5,81 \cdot 10^{-25} N$

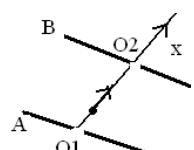
$$\text{La force électrique : } F_e = |qE| = \left|q \cdot \frac{U_0}{d}\right| \text{ A.N : } F_e = \left|2 \cdot -1,6 \cdot 10^{-19} \cdot \frac{-3,63 \cdot 10^3}{10 \cdot 10^{-2}}\right| = 11,62 \cdot 10^{-15} N$$

La comparaison entre P et F_e montre que le poids est négligeable devant la force électrique

1.3

$$\sum \vec{F} = \vec{F}_e = m\vec{a}$$

$$\text{Projection suivant } O1X \text{ donne : } |F_e| = ma \Rightarrow a = \frac{|F_e|}{m} = \frac{11,62 \cdot 10^{-15}}{5,81 \cdot 10^{-26}} = 2 \cdot 10^{11} ms^{-2}$$

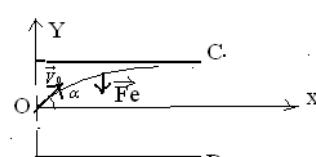


2-Pour que les ions subissent une déviation vers le bas il faut que l'armature C soit négative(-), le champ est dirigé de l'armature D vers l'armature C

2.2

$$\sum \vec{F} = \vec{F}_e = m\vec{a}$$

$$\text{-Proj/ } OX : 0 = ma_x \Rightarrow a_x = \frac{0}{m} = 0 \text{ le mvt est r.u}$$



$$\text{- } V_{0x} = V_0 \cos \alpha, x_0 = 0 \text{ les équation du mvt sur l'axe Ox sont : } \begin{cases} a_x = 0 \\ V_{0x} = V_0 \cos \alpha \text{ A.N} \\ x = V_0 \cos \alpha t \end{cases} \quad \begin{cases} a_x = 0 \\ V_{0x} = 1,4 \cdot 10^5 ms^{-1} \\ x = 1,4 \cdot 10^5 t \end{cases}$$

Proj/ Oy :

$$-F_e = ma_y \Rightarrow a_y = \frac{-F_e}{m} = \frac{-|q| \cdot E}{m} \text{ mvt r.u.v}$$

$$A.N \ a_y = \frac{-2.1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 84 \cdot 10^3}{5,81 \cdot 10^{-26}} = -46 \cdot 10^{10} \text{ ms}^{-2}$$

$$V_{0y} = V_0 \sin \alpha \quad y_0 = 0 \quad A.N : V_{0y} = 2 \cdot 10^5 \cdot \sin 45 = 1,4 \cdot 10^5 \text{ ms}^{-1}$$

$$a_y = -46 \cdot 10^{10} \text{ ms}^{-2}$$

Les équations horaires sur l'axe Oy :

$$\begin{cases} a_y = -46 \cdot 10^{10} \text{ ms}^{-2} \\ V_y = -46 \cdot 10^{10} t + 1,4 \cdot 10^5 \\ y = -23 \cdot 10^{10} t^2 + 1,4 \cdot 10^5 t \end{cases}$$

L'équation de la trajectoire :

$$\begin{cases} x = 1,4 \cdot 10^5 t & (1) \\ y = -23 \cdot 10^{10} t^2 + 1,4 \cdot 10^5 t & (2) \end{cases}$$

$$\text{de (1) } t = \frac{x}{1,4} \text{ on remplace dans (2)}$$

$$y = -23 \cdot 10^{10} \left(\frac{x}{1,4 \cdot 10^5} \right)^2 + 1,4 \cdot 10^5 \left(\frac{x}{1,4 \cdot 10^5} \right)$$

$$y = -11,7x^2 + x$$

Au point de sortie $x_s = \ell = 10 \text{ cm}$, l'ordonnée du point de sortie

$$y_s = -11,7(10^{-1})^2 + 0,1$$

$$y_s = -0,117 + 0,1 = -0,017 \text{ m}$$

2.4 Après la sortie du condensateur le mvt devient r.u

2.5 Calcul de y_{\max} .

Au sommet de la trajectoire

$$0 - V_{0y}^2 = 2a_y y_{\max} \Rightarrow y_{\max} = \frac{-V_{0y}^2}{2a_y} \text{ soit } y_{\max} = \frac{-(1,4 \cdot 10^5)^2}{2 \cdot -46 \cdot 10^{10}} = 0,02 \text{ m}$$

$$\text{Comme } y_{\max} < \frac{d}{2}$$

L'ion n'atteint pas la plaque supérieure

Exercice 4

$$x = X_m \cos(\omega t + \varphi)$$

$$V = -\omega X_m \sin(\omega t + \varphi)$$

$$\text{à } t = 0 \begin{cases} x_0 = X_m \cos \varphi = X_m \Rightarrow \cos \varphi = 1 \text{ donc } \varphi = 0 \\ V_0 = -\omega X_m \sin \varphi = 0 \end{cases}$$

$$\text{et } x = X_m \cos \omega t = 5 \cdot 10^{-3} \cos 100\pi t$$

1.1

$$1.2 \text{ La lame parait immobile si } N = KNe \Rightarrow Ne = \frac{N}{K}$$

$$10 < \frac{N}{K} \Leftrightarrow 1 \leq K < 5\pi$$

$$K \in \{1; 2; 3; 4\}$$

K	1	2	3	4
Ne(Hz)	50	25	16,7	12,5

$$\lambda = CT = \frac{C}{N} \quad A.N : \lambda = \frac{5}{50} = 0,1m$$

$$y_M(t) = y(t - \theta)$$

$$2.1 \quad y_M(t) = 5 \cdot 10^{-3} \cos(100\pi t - \frac{2\pi x}{\lambda})$$

$$= 5 \cdot 10^{-3} \cos(100\pi t - \frac{\pi}{2})$$

$$2.3 \Delta\varphi = \varphi_o - \varphi_M = \frac{\pi}{2} \quad M \text{ et } O \text{ sont en quadrature.}$$

2.4

$$y = 5 \cdot 10^{-3} \cos(100\pi t - \frac{2\pi x}{\lambda})$$

$$\text{si } t = 0,05s \quad y = 5 \cdot 10^{-3} \cos(\pi - \frac{2\pi x}{\lambda})$$

La distance parcourue par l'onde à $t=0,05s$: $d=5 \cdot 0,005 = 0,25m \Rightarrow d=2,5\lambda$

Tableau de valeurs

x	0	$\frac{\lambda}{4}$	$\frac{\lambda}{2}$	$\frac{3\lambda}{4}$	λ
y	$-5 \cdot 10^{-3}$	0	$5 \cdot 10^{-3}$	0	$-5 \cdot 10^{-3}$

