UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR

2020 G 18 A-01

□□♦□□

Durée : 4 heures

OFFICE DU BACCALAUREAT
E.mail : office@ucad.edu.sn
site web : officedubac.sn

Séries : S1-S1A–S3 Coef. 8

Epreuve du 1er groupe

SCIENCES PHYSIQUES

Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.

EXERCICE 1 (03 points)

L'éthanoate de sodium est un composé chimique de formule CH_3COONa, soluble dans l'eau ; sa dissolution produit des ions éthanoate CH_3COO^- et des ions sodium Na^+.

L'objectif de l'exercice est l'étude de la réaction des ions éthanoate avec l'eau d'une part et avec l'acide méthanoïque d'autre part.

Données : - La masse molaire de l'éthanoate de sodium $M(CH_3COONa) = 82\ g.mol^{-1}$

- Le produit ionique de l'eau à 25°C est : $Ke = 1{,}0.10^{-14}$
- La constante d'acidité du couple $CH_3COOH/\ CH_3COO^-$ à 25°C est $K_{a1} = 1{,}78.10^{-5}$
- Toutes les mesures sont faites à la température 25°C.

1.1- Etude de la réaction des ions éthanoate avec l'eau.

Des cristaux d'éthanoate de sodium de masse m = 410 mg sont dissous dans V = 500 mL d'eau distillée pour obtenir une solution S_1 de concentration molaire volumique C_1. La mesure du pH de la solution S_1 donne pH = 8,4.

1.1.1- Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre les ions éthanoate et l'eau. (0,25 point)

1.1.2- En négligeant l'autoprotolyse de l'eau, exprimer le coefficient de transformation des ions éthanoate dans l'eau $\alpha_1 = \frac{[OH^-]}{C_1}$ en fonction de pKe, C_1 et pH. Calculer α_1. (0,5 point)

1.1.3- Etablir la relation liant la constante de réaction réduite K_r, associée à l'équation écrite à la question 1.1.1, en fonction de C_1 et α_1 puis vérifier que $K_r = 6{,}3.10^{-10}$. (0,75 point)

1.2- Etude de la réaction des ions éthanoate avec l'acide méthanoïque.

Un volume V_1 = 50,0 mL d'une solution aqueuse d'éthanoate de sodium de concentration $C = 1{,}00.10^{-2}\ mol.L^{-1}$ est mélangé avec un même volume d'une solution aqueuse d'acide méthanoïque de même concentration C.

1.2.1- Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre les ions éthanoate et l'acide méthanoïque (0,5 point)

1.2.2- La valeur de la constante de réaction associée à l'équation de la réaction est K =10.

a- La réaction est-elle totale ? Justifier. (0,5 point)

b- En déduire la valeur de la constante d'acidité K_{a2} du couple $HCOOH/HCOO^-$. (0,5 point)

EXERCICE 2 (3 points)

Un groupe d'élèves, sous la supervision de leur professeur, étudie la saponification de l'éthanoate d'éthyle. L'éthanoate d'éthyle est un ester qui peut être utilisé comme solvant.

A la date t = 0 s, il effectue un mélange équimolaire d'ester et d'hydroxyde de sodium, de volume V = 1 L, contenant $n_{ester} = 5.10^{-2}$ mol et $n_{soude} = 5.10^{-2}$ mol. Le mélange est maintenu à une température constante.

Toutes les quatre minutes, le groupe d'élèves prélève 5 mL du mélange qu'il dilue avant de doser l'hydroxyde de sodium restant par une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire $Ca = 10^{-2}$ mol/L. On désigne par V_a le volume d'acide versé. Les résultats sont consignés dans le tableau indiqué ci-après.

t(min)	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44
V_a (mL)	25,0	22,0	19,8	18,0	16,5	15,0	13,8	12,8	12,0	11,5	11,0	10,5
[ester] en $mol.L^{-1}$												

2.1 Définir la saponification et rappeler ses caractéristiques. (0,5 point)

2.2 - Quel est l'intérêt de la dilution avant le dosage ? (0,25 point)

2.3- L'équation bilan complète de la réaction de saponification s'écrit :

$$CH_3\text{-}COO\text{-}C_2H_5 + (Na^+ + OH^-) \longrightarrow (CH_3\text{-}COO^- + Na^+) + C_2H_5OH$$

2.3.1- Montrer que la concentration de l'ester contenu dans chaque prélèvement est donnée par la relation :

$[\text{ester}] = \dfrac{0{,}01.V_a}{5}$ en mol/L avec V_a en mL. (0,25 point)

2.3.2 Recopier le tableau ci-dessus et le compléter en calculant la concentration de l'ester pour chaque prélèvement. (0,5 point)

2.3.3- Tracer la courbe représentative de la concentration de l'ester en fonction du temps : [ester] = f(t). (0,5 point)

Echelles : 1 cm pour 4 min ; 1 cm pour $0{,}5.10^{-2}$ $mol.L^{-1}$

2.4- Le groupe d'élèves s'intéresse à la vitesse de la réaction.

2.4.1- Déterminer graphiquement la vitesse moyenne de disparition de l'ester entre les instants t_1 = 10 min et t_2 = 30 min. (0,5 point)

2.4.2-. Donner la relation définissant la vitesse instantanée de disparition de l'ester. Déterminer graphiquement la valeur de cette vitesse à t_0 = 0 min et à t_3 = 20 min. Dans quel sens évolue la vitesse instantanée ? Justifier cette évolution. (0,5 point)

EXERCICE 3 (05 points)

L'oscilloscope bicourbe est un dispositif qui permet de visualiser à la fois deux tensions électriques injectées à partir des voies d'entrées mais aussi leur résultante en supprimant la base de temps.

Des électrons produits au centre O, par un dispositif non représenté, sont déviés dans un système constitué de deux condensateurs C_1 et C_2 placés perpendiculairement (voir figure 1). Entre les plaques des condensateurs règne un vide poussé. Les condensateurs C_1 et C_2 sont alimentés respectivement par les tensions $u_1(t) = u_{01}\cos(\omega t)$ et $u_2(t) = u_{02}\cos(\omega t + \varphi)$; u_{01} et u_{02} sont les amplitudes des tensions $u_1(t)$ et $u_2(t)$.

Les distances entre les armatures des condensateurs C_1 et C_2 sont respectivement d_1 et d_2.

On notera e la charge élémentaire.

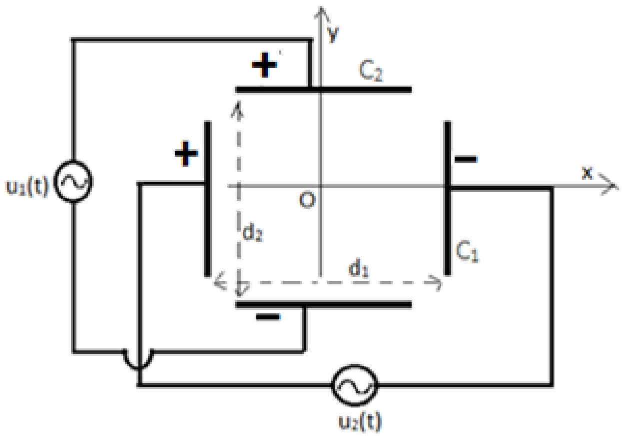

Figure 1

Dispositif à t = 0

3.1. On considère le dispositif à l'instant t = 0.

Sur la figure 1, on montre la polarité des armatures des condensateurs C_1 et C_2 à cette date t = 0. On prendra $\varphi = 0$.

Reproduire la figure 1 et y représenter les vecteurs champs électriques $\vec{E}_1$ et $\vec{E}_2$ régnant respectivement dans C_1 et C_2 au point O. (1 point)

3.2 Les expressions vectorielles des champs $\vec{E}_1$ et $\vec{E}_2$, à l'instant t, s'écrivent

: $\vec{E}_1 = \vec{i}\,\dfrac{u_{01}}{d_1}\cos(\omega t)$ et $\vec{E}_2 = -\vec{j}\,\dfrac{u_{02}}{d_2}\cos(\omega t + \varphi)$

Un système de réglage permet de visualiser les tensions $u_1(t)$ et $u_2(t)$ en ayant la base de temps suivant l'axe Ox et la tension suivant l'axe Oy ; avec $u_{01} > u_{02}$.

3.2.1. Pour une même sensibilité verticale, esquisser l'allure des courbes visualisées sur l'écran de l'oscilloscope bicourbe (1 point)

3.2.2. Préciser le signal correspondant à chaque tension. (0,5 point)

3.3. Les électrons sont émis au centre O sans vitesse initiale. On visualise maintenant diverses formes de courbes obtenues en supprimant la base de temps.

3.3.1. En appliquant la relation fondamentale de la dynamique, montrer que les coordonnées de l'accélération d'un électron de masse m et de charge q = - e peuvent se mettre sous la forme $\begin{cases}\ddot{x} = A\cos(\omega t)\\ \ddot{y} = B\cos(\omega t + \varphi)\end{cases}$ où A et B sont des constantes à exprimer en fonction de m, e, u_{01}, u_{02}, d_1 et d_2. **(01 point)**

3.3.2 En déduire les expressions des coordonnées de la vitesse et de la position

3.3.3 Ecrire l'équation de la trajectoire des électrons en précisant la nature de cette trajectoire dans les cas suivants :

a) Pour $\varphi = 0$, $d_1 = d_2 = d$ et $u_{01} = u_{02} = u_0$. **(0,5 point)**

b) Pour $\varphi = \frac{\pi}{2}$; $d_1 = d_2 = d$ et $u_{01} = u_{02} = u_0$. **(1 point)**

EXERCICE 4 : (05 points)

Un solide S_1 de masse m_1 est propulsé, le long d'une piste à coussin d'air, grâce à un choc avec un solide S_2, de masse m_2.

Le solide S_2 est lui même relié à un ressort horizontal, de masse négligeable et de constante de raideur k.

L'autre extrémité du ressort est fixe en O. La piste comporte une rampe AB de longueur L inclinée d'un angle α sur l'horizontale. Un trou T placé sur l'horizontal permet de recevoir le solide S_1 (voir figure).

A l'équilibre, la position du centre d'inertie du solide S_2 est notée G_0 telle que $OG_0 = \ell_0$.

Tous les frottements sont négligés.

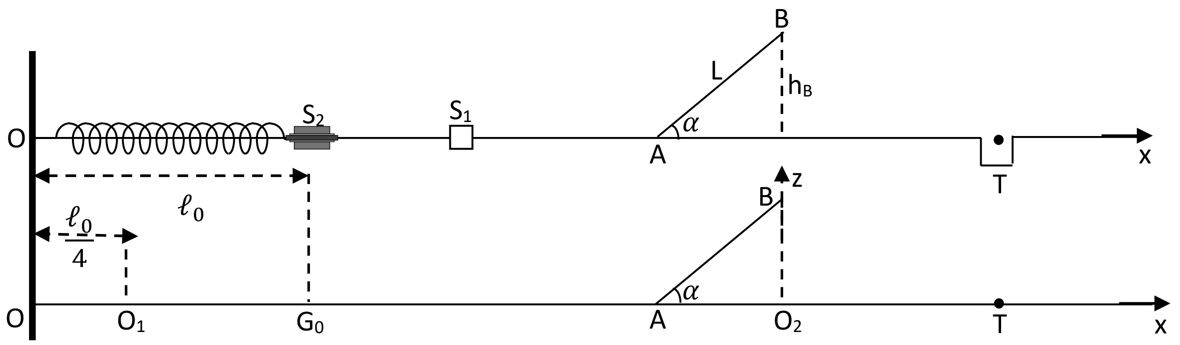

Figure 2

4.1.- Un joueur comprime le ressort : la nouvelle position du centre d'inertie G_2 du solide S_2 devient O_1 telle que $OO_1 = 0{,}25\ \ell_0$. Puis ce même joueur le lâche sans vitesse initiale à un instant pris comme origine des dates.

4.1.1- Montrer que l'équation différentielle du mouvement du centre d'inertie du palet S_2 s'écrit :

$$\ddot{x} + \frac{k}{m_2}x = 0$$ où x est l'abscisse de S_2 à un instant t sur l'axe (Ox) dont l'origine est G_0. **(0,75 point)**

4.1.2- L'équation horaire du mouvement de S_2 peut s'écrire sous la forme : $x(t) = Q\sin(\omega_0 t + \varphi)$ où x est l'abscisse de S_2 à un instant t sur l'axe (Ox). **(0,5 point)**

4.1.2.1- Indiquer la nature du mouvement de S_2 ? **(0,5 point)**

4.1.2.2- Etablir l'expression littérale de la période T_0 du mouvement. Calculer T_0. **(0,5 point)**

On prendra m_2 =200 g et k = 20 N/m

4.1.2.3- Déterminer les valeurs des constantes Q et φ et en déduire numériquement l'équation horaire x(t). **(0,75 point)**

4.2- Le choc entre les palets a lieu lorsque le centre d'inertie G_2 du solide S_2 passe en G_0.
Le solide S_1 acquiert alors une certaine vitesse qui lui permet d'aborder la rampe AB avec un vecteur- vitesse $\vec{v_1}$ colinéaire et de même sens que AB et de valeur V_1 = 3,6 m/s.

4.2.1- Calculer la vitesse V_B du solide S_1 au passage au sommet de la rampe, sachant que B est situé à une hauteur h_B = 25 cm au-dessus du plan horizontal passant par A. (0,5 point)

4.2.2- On se propose d'étudier la trajectoire du centre d'inertie G_1 du solide S_1 au-delà du point B.
L'origine des dates est choisie à l'instant où le solide S_1 quitte le point B avec la vitesse $\overrightarrow{v_B}$.
On suppose que le solide S1 n'est soumis qu'à son poids.

4.2.2.1- Etablir l'équation de la trajectoire du centre d'inertie G_1 du solide S_1 au-delà de B, dans le repère (O_2xz). (0,5 point)

4.2.2.2- Etablir l'expression littérale, puis numérique, de la vitesse du solide S_1 au sol. (0,5 point)

4.2.2.3- A quelle distance du point O_2 faut-il placer le trou T ? (0,5 point)

Données : m_2 = 200 g ; k = 20 N/m ; ℓ_0 = 24 cm ; g= 10 m/s² ; α = 30°.

EXERCICE 5 (04 points)

L'idée d'une quantification de l'énergie transportée par la lumière a été développée par Albert Einstein en 1905.
Les photons sont assimilés à des « paquets » d'énergie élémentaire, ou quanta d'énergie qui sont échangés lors de l'absorption ou l'émission de la lumière par la matière. Le photon est considéré comme une particule de masse nulle et d'énergie E = h ν.

5 1. Excitation et désexcitation de l'atome d'hydrogène.

L'énergie d'un niveau n de l'atome d'hydrogène est donnée par la relation $E_n = -\frac{E_0}{n^2}$ avec E_0 = 13,6 eV.

Le diagramme ci-contre donne des transitions possibles de l'électron de l'atome d'hydrogène (figure 3)

Des photons d'énergie 1,51 eV et 12,09 eV arrivent respectivement sur deux tubes T_1 et T_2 contenant des atomes d'hydrogène dans leur état fondamental.

5.1.1- Dans lequel des deux tubes peut-on avoir une absorption des photons ? Justifier. (0,75 point)

5.1.2- Calculer la longueur d'onde λ_1 du rayonnement émis lors de la transition de l'électron du niveau d'énergie n = 2 au niveau d'énergie n =1. (0,5 point)

5.1.3- La longueur d'onde λ_2 du rayonnement émis lors de la transition du niveau énergétique p au niveau énergétique n = 2 est λ_2 = 489 nm. Déterminer p. (0,75 point)

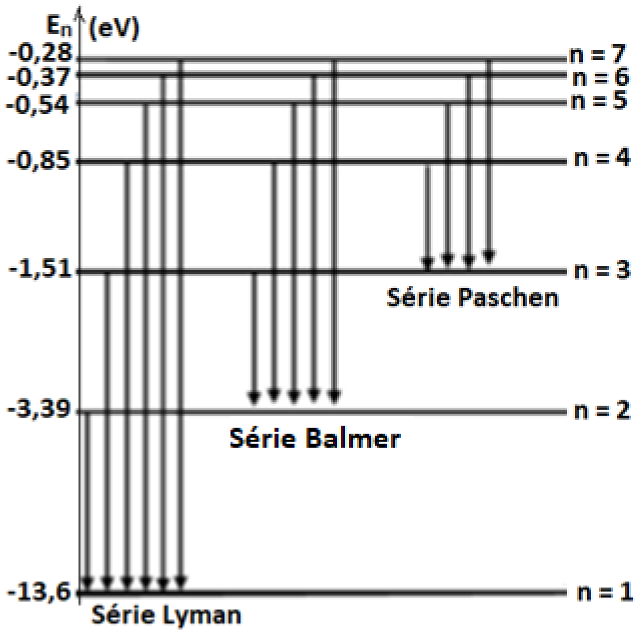

Figure 3

5.2- Interaction entre la lumière et le zinc

5.2.1- Les radiations précédentes de longueur d'onde λ_1 et λ_2 sont utilisées pour éclairer la cathode en zinc d'une cellule photoémissive. Le travail d'extraction d'un électron du métal zinc est W_0 = 3,3 eV.

a) Calculer la fréquence seuil et la longueur d'onde seuil du métal zinc. (0,75 point)

b) Calculer l'énergie cinétique maximale d'éjection des électrons et leur vitesse. (0,75 point)

5.2.2- On éclaire la cathode en zinc par la lumière blanche. Un effet photoélectrique est-t-il observé ? Justifier. (0,5 point)

Données Pour la lumière blanche on a $400\ \text{nm} \le \lambda \le 800\ \text{nm}$. Constante de Planck h = $6{,}63.10^{-34}$ Js ;
célérité de la lumière dans le vide C = 3.10^{8} ms^{-1} ; 1eV= $1{,}602.10^{-19}$ J ; masse de l'électron : m = $9{,}1.10^{-31}$kg.

FIN DU SUJET