



SCIENCES PHYSIQUES

EXERCICE 1

(03 points)

Les élèves du lycée Mame Cheikh Mbaye de Tamba, sous la supervision de leur professeur de Physique Chimie, décident de faire le suivi quantitatif de la formation du diiode par dosage iodométrique, de déterminer le temps de demi-réaction et de caractériser l'évolution de la vitesse d'une transformation chimique lente. Pour cela ils étudient l'oxydation des ions iodure (I^-) par les ions peroxodisulfate ($S_2O_8^{2-}$) en solution aqueuse. Cette réaction est lente et supposée totale et met en jeu les couples $S_2O_8^{2-}/SO_4^{2-}$ et I_2/I^- . L'équation-bilan de la réaction s'écrit : $S_2O_8^{2-} (aq) + 2 I^- (aq) \rightarrow 2 SO_4^{2-} (aq) + I_2 (aq)$

1.1-Préparation du mélange réactionnel

A l'instant $t = 0$, ils mélangent dans un bécher : $V_1 = 100$ mL d'une solution d'iodure de potassium ($K^+ + I^-$) de concentration molaire $C_1 = 0,40$ mol. L^{-1} ; $V_2 = 100$ mL d'une solution acidifiée de peroxodisulfate de potassium ($2K^+ + S_2O_8^{2-}$) de concentration molaire $C_2 = 3 \cdot 10^{-2}$ mol. L^{-1} . On négligera les variations de volume du mélange.

1.1.1-Calculer les quantités de matière initiales des ions I^- et $S_2O_8^{2-}$ dans le mélange. (0,25pt)

1.1.2-Identifier le réactif limitant. (0,25pt)

1.1.3-En déduire la quantité de matière finale de diiode I_2 formée à la fin de la réaction. (0,25pt)

1.2-Suivi temporel par dosage

A différents instants t , ils effectuent un prélèvement de volume $V_p = 10$ mL du mélange réactionnel qu'ils plongent dans de l'eau glacée. On ajoute dans le prélèvement de l'empois d'amidon puis on dose aussitôt le diiode (I_2) présent par une solution de thiosulfate de sodium ($2Na^+ + S_2O_3^{2-}$) de concentration $C_3 = 2 \cdot 10^{-2}$ mol. L^{-1} . On note $V_{eq}(t)$ le volume de solution de thiosulfate versé à l'équivalence. Les différentes mesures ont permis de dresser le tableau de valeurs suivant :

t (min)	0,0	5,0	10,0	15,0	20,0	30,0
$V_{eq}(t)$ (mL)	0,0	4,0	7,0	9,0	10,0	11,0
$n(I_2)$						

1.2.1-Ecrire l'équation-bilan de la réaction de dosage du diiode (I_2) contenu dans le prélèvement par les ions thiosulfates ($S_2O_3^{2-}$). (0,25pt)

1.2.2-Exprimer, en fonction de C_3 et $V_{eq}(t)$, la quantité de matière $n(I_2)$ présente dans l'échantillon prélevé à la date t . (0,25pt)

1.2.3-Compléter le tableau donnant $n(I_2)$, puis tracer la courbe $n(I_2) = f(t)$, en choisissant une échelle convenable. (0,75pt)

1.2.4-Déterminer graphiquement le temps de demi-réaction $t_{1/2}$ de la réaction (0,25pt)

1.3-Vitesse volumique de formation

1.3.1-Exprimer la vitesse volumique de formation $v(t)$ du diiode (I_2) en fonction de $n(I_2)$ et du volume V du mélange.

1.3.2-Déterminer graphiquement la vitesse volumique de formation de I_2 à $t = 3$ min et à $t = 10$ min, puis commenter l'évolution de la vitesse au cours du temps. (0,75pt)

EXERCICE 2 :

(03 points)

$M(C) = 12,0$ g. mol^{-1} ; $M(H) = 1,00$ g. mol^{-1} ; $M(O) = 16,0$ g. mol^{-1} ; $\rho_{eau} = 1,00$ g. mL^{-1} .

L'expérience a été réalisée à la température $\theta = 25^\circ C$; $K_E = 10^{-14}$

Lors d'une séance de TP de chimie, un élève de Terminale scientifique dispose d'une solution commerciale S_0 d'acide méthanoïque HCO_2H dont l'étiquette sur la bouteille porte les indications suivantes : pourcentage massique en acide méthanoïque : $P_{ind} = 33\%$; Densité : $d = 1,18$. Pour vérifier ce pourcentage indiqué, il procède comme suit :

- Première étape : Dilution de la solution commerciale ;

- Deuxième étape : Dosage pH-métrique de la solution diluée obtenue.

2.1-Montrer que la concentration de la solution commerciale S_0 en acide méthanoïque vaut $C_{0th} = 8,5$ mol. L^{-1} . (0,25pt)

2.2- Il prépare une solution diluée S_1 d'acide méthanoïque de concentration molaire volumique $C_1 = 8,5 \cdot 10^{-2}$ mol. L^{-1} à partir de la solution commerciale S_0 . La verrerie mise à sa disposition est la suivante : Fioles jaugées : 100 mL ; 200 mL ; 500 mL ; Pipettes jaugées : 5 mL ; 10 mL ; 20 mL. Décrire le mode opératoire pour la préparation de la solution diluée S_1 à partir de la solution S_0 , en indiquant la verrerie à utiliser. (0,5pt)

2.3- Il prélève un volume $V_1 = 10$ mL de la solution S_1 qu'il introduit dans un bécher et procède à son dosage par suivi pH-

...../2.....

métrique à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+ + \text{OH}^-$) de concentration molaire volumique $C_b = 7,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol. L}^{-1}$

2.3.1- Faire le schéma annoté du dispositif de dosage. (0,5pt)

2.3.2- A la fin du dosage il trace la courbe donnant le pH en fonction du volume de la solution d'hydroxyde de sodium versé. Il relève les informations suivantes : - Le volume de base versé à l'équivalence noté $V_{bE} = 11 \text{ mL}$; - Le pH obtenu à l'équivalence est $\text{pH}_E = 8,1$.

2.3.2.1- Écrire l'équation-bilan de la réaction support du dosage. (0,25pt)

2.3.2.2- Définir l'équivalence acido-basique. (0,25pt)

2.3.2.3- En déduire la concentration molaire volumique $C_{1\text{exp}}$ de la solution diluée S_1 . Trouver la concentration molaire $C_{0\text{exp}}$ de la solution commerciale S_0 à partir du dosage. (0,5pt)

2.3.2.4- Déterminer le pourcentage massique expérimental P_{exp} en acide méthanoïque de la solution S_0 . (0,25pt)

2.3.2.5- Déterminer l'écart relatif : $E_R (\%) = \frac{|P_{\text{ind}} - P_{\text{exp}}|}{P_{\text{ind}}} \times 100$. La valeur du pourcentage massique est-elle conforme à celle indiquée ? (0,5pt)

EXERCICE 3

(04,5 points) Donnée : On prendra $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$

Les champs électriques permettent de dévier et de contrôler le mouvement de particules chargées. Le responsable du laboratoire d'un lycée demande aux élèves de déterminer les conditions permettant de contrôler la trajectoire du solide et de prévoir son point d'impact sur l'écran.

Un solide (S) supposé ponctuel de masse $m = 20 \text{ g}$ portant une charge électrique $q = + 10^{-4} \text{ C}$, pénètre en O entre les armatures P et Q d'un condensateur plan avec un vecteur vitesse $\vec{v}_0$, de norme $v_0 = 9 \text{ m.s}^{-1}$, faisant avec la verticale Oy un angle θ tel que $45^\circ < \theta < 90^\circ$ (figure 1 ; annexe). Les armatures P et Q, de longueur $\ell = 20 \text{ cm}$, sont séparées d'une distance $d = 12 \text{ cm}$. La tension électrique appliquée entre les armatures P et Q est notée $U = U_{QP} > 0$.

Il règne à l'intérieur du condensateur à la fois un champ électrique uniforme $\vec{E}$ et le champ de pesanteur terrestre $\vec{g}$.

3.1-Étude du mouvement du solide (S) dans le condensateur

3.1.1- Etablir les équations horaires du mouvement du solide (S) entre les armatures P et Q. En déduire l'équation cartésienne de sa trajectoire à l'intérieur du condensateur. (1pt)

3.1.2- Pour $\theta = 50^\circ$, déterminer les valeurs de la tension U pour que le solide ne touche pas la plaque Q. (0,75pt)

3.1.3- On fixe maintenant la valeur de la tension à $U = 60 \text{ kV}$, déterminer :

3.1.3.1- La valeur de θ pour que le solide émerge du condensateur par le point O'. (0,5pt)

3.1.3.2- La durée Δt que met le solide pour traverser le condensateur. (0,25pt)

3.1.3.3- Les caractéristiques du vecteur vitesse $\vec{v}'_0$ avec lequel le solide sort du condensateur en O'. On précisera l'angle β formé par le vecteur- vitesse $\vec{v}'_0$ avec l'horizontale. (0,5pt)

3.2-Étude du mouvement à la sortie du condensateur

A la sortie du condensateur en O' avec la vitesse précédente $\vec{v}'_0$, le solide entre dans une région où il n'est soumis qu'au champ de pesanteur terrestre. Il continue son mouvement pour frapper un écran (E) disposé à la distance $L = 80 \text{ cm}$ du point O.

3.2.1- Établir l'équation cartésienne de la trajectoire du solide dans cette région dans $(O, \vec{i}, \vec{j})$. L'origine des dates étant choisie à l'instant où le solide pénètre en O dans le condensateur. (0,75pt)

3.2.2- Déterminer dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$, les coordonnées du point d'impact J du solide sur l'écran (E). (0,5pt)

3.2.3- Calculer la vitesse avec laquelle le solide arrive en ce point J. (0,25pt)

EXERCICE 4 :

(04,5 points)

Permittivité diélectrique de l'air $\epsilon_{\text{air}} = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F.m}^{-1}$

De nos jours, on utilise les condensateurs dans de nouveaux domaines technologiques tels que les accéléromètres, comportant un micro-capteur capacitif utilisés dans des smartphones, des drones ou même dans des prothèses auditives implantées dans l'oreille interne. On peut modéliser certains de ces accéléromètres par une série de condensateurs plans dont les capacités varient en fonction de l'accélération que subit le capteur.

4.1- Utilisation d'un accéléromètre capacitif

L'accéléromètre capacitif type ADXL330 est modélisé par un ensemble de condensateurs plans. Lorsque ce capteur est soumis à une accélération cela provoque la variation de leurs capacités ; l'accélération est déduite de la valeur de la capacité de l'ensemble à l'aide d'un étalonnage. ...

4.1.1- Une mesure d'accélération

La tension électrique de sortie U_s délivrée par l'accéléromètre capacitif est une fonction affine de la valeur de la coordonnée a_x du vecteur – accélération $\vec{a}$ du capteur suivant l'axe de mesure XX' .

On a la relation suivante : $U_s = k_0 \cdot a_x + U_0$ avec $U_0 = 1,50$ V est la tension électrique lorsque le capteur n'est soumis à aucune accélération et $k_0 = 0,0306$ V.m⁻¹.s² est la sensibilité du capteur.

Ce capteur est embarqué dans un drone en mouvement rectiligne horizontal. Le drone accélère le long de l'axe de mesure XX' du capteur. À l'instant de la mesure, la tension électrique de sortie de l'accéléromètre capacitif est $U_s = 2,02$ V.

4.1.1.1- Établir l'expression littérale de a_x en fonction de U_s , U_0 et k_0 , puis calculer sa valeur. **(0,5pt)**

4.1.1.2- Comparer la valeur de l'accélération du drone à celle de l'accélération moyenne a_{moy} d'une moto qui passe d'une vitesse nulle à une vitesse de 100 km.h⁻¹ au bout de 3 s. Commenter. **(0,5pt)**

4.2-Méthode de détermination de l'écart entre les armatures par mesure de la capacité

On veut déterminer l'écart d entre les armatures planes par mesure de sa capacité. Deux feuilles d'aluminium de forme carrée et de côté $a = 25$ cm sont séparées par un film de polyéthylène (film alimentaire) et placées dans l'air. Les mesures de tensions sont réalisées à l'aide d'un microcontrôleur dont la modélisation est faite par le dispositif expérimental représenté à la figure 2 (voir annexe). Initialement, le condensateur est déchargé et à l'instant $t_0 = 0$, l'interrupteur est fermé et le condensateur commence à se charger.

4.2.1- Reprendre la figure 2 sur votre copie et indiquer le signe des charges qui s'accumulent sur chacune des armatures du condensateur. **(0,25pt)**

4.2.2- Établir l'équation différentielle vérifiée par la tension U_c aux bornes du condensateur **(0,5pt)**

4.2.3- Montrer que la solution de l'équation différentielle peut s'écrire sous la forme : $u_c(t) = E (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ en exprimant τ en fonction des grandeurs électriques du circuit. **(0,5pt)**

À l'aide du microcontrôleur, la tension électrique aux bornes des armatures en aluminium u_c est mesurée au cours du temps pour deux valeurs de résistances différentes $R_1 = 500$ K Ω et $R_2 = 250$ K Ω . Ses évolutions au cours du temps sont représentées sur la figure 3 (voir annexe).

4.2.4- Pour chacune des valeurs de résistance correspondant à une des courbes (figure 3 en annexe), calculer la valeur de la capacité C , on explicitera la méthode employée. **(0,5pt)**

4.2.5- Pour la valeur de la résistance R_1 , déterminer :

4.2.5.1- L'écart d entre les feuilles d'aluminium. **(0,5pt)**

4.2.5.2- L'expression de l'intensité $i_1(t)$ en fonction du temps du courant de charge qui traverse le circuit. **(0,5pt)**

4.2.5.3- Tracer le graphe $i_1(t) = f(t)$ pour $t \in [0, 5 \tau_1]$ après avoir complété le tableau suivant : **(0,75pt)**

t(s)	0	τ_1	$2 \tau_1$	$3 \tau_1$	$4 \tau_1$	$5 \tau_1$
$i_1(\mu A)$						

Échelles : En abscisses : 1 cm $\leftrightarrow$ 0,5 τ_1 En ordonnées : 1 cm $\leftrightarrow$ 1,0 μA

EXERCICE 5 (04,5 points)

Dans le cadre d'une séance de travaux pratiques encadrée par son professeur, un élève entreprend d'appliquer ses connaissances sur la lumière à travers deux objectifs principaux : -Déterminer les longueurs d'onde des radiations émises par une source polychromatique ; -Étudier l'interaction de ces radiations avec une lame de sodium.

La source utilisée émet trois radiations visibles, de longueurs d'onde respectives λ_1 , λ_2 et λ_3 .

5.1- Détermination des longueurs d'onde λ_1 , λ_2 et λ_3

Pour cette partie, il met en place un dispositif de fentes de Young. Ce montage permet d'observer des phénomènes d'interférences lumineuses sur un écran (E). La distance entre les deux fentes S_1 et S_2 est $a = 1$ mm et celle entre le plan des fentes et l'écran est $D = 1,5$ m. (voir figure 4, annexe)

5.1.1-Expérience 1 : détermination de λ_2

Dans cette première expérience, la source émet uniquement la radiation de longueur d'onde λ_2 .

La mesure de la largeur, sur l'écran, d'un ensemble de neuf (09) franges consécutives de même nature est $L = 78,0$ mm.

5.1.1.1- Reproduire la figure 4 et représenter les rayons lumineux issus de S_1 et S_2 . **(0,25pt)**

5.1.1.2- Décrire brièvement l'aspect de l'écran dans la zone d'interférence. Interpréter ces observations. **(0,25pt)**

... /4

5.1.1.3-On rappelle que la différence de marche δ en un point M de l'écran d'abscisse x est donnée par la relation :

$\delta = \frac{ax}{D}$. Exprimer l'abscisse x du point M milieu d'une frange sombre en fonction de λ_2 , D, a et k. **(0,25pt)**

5.1.1.4-En utilisant l'abscisse d'une frange sombre, exprimer l'interfrange i puis calculer la valeur de la longueur d'onde λ_2 .

(0,5pt)

5.1.2-Expérience 2 : détermination de λ_1 et λ_3

La source lumineuse émet maintenant simultanément les trois radiations λ_1 , λ_2 et λ_3 . Grâce à une méthode expérimentale appropriée, il relève les observations suivantes : -la distance entre les centres des franges brillantes d'ordre 2

correspondant aux radiations de longueurs d'onde λ_1 et λ_2 est $L_1 = 510 \mu m$; -le rapport des longueurs d'onde λ_3 et λ_1 est

donné par la relation : $\frac{\lambda_3}{\lambda_1} = \frac{13}{12}$.

5.1.2.1-Montrer que les longueurs d'onde λ_1 et λ_2 vérifient la relation $\lambda_2 - \lambda_1 = Q$ où Q est une constante que l'on déterminera. En déduire la valeur λ_1 . **(0,5pt)**

5.1.2.2-Calculer la valeur de λ_3 . Indiquer, pour chaque radiation la couleur de la lumière émise. (Figure 5) **(0,5pt)**

5.1.2.3-Déterminer à quelle distance L_2 du centre O de l'écran on observe pour la première fois une extinction totale des radiations λ_1 et λ_2 ? **(0,5pt)**

5.1.2.4-Quelle est la couleur perçue sur l'écran au point d'abscisse $x = L_2$? Justifier brièvement la réponse. (Voir figure 5 en annexe) **(0,25pt)**

5.2-Interaction lumière matière :

Il remplace le dispositif de Young par une lame de sodium (Na) placée à une certaine distance de la source polychromatique.

La surface métallique de la lame est éclairée par les trois radiations précédentes. Le travail d'extraction du sodium est

$W_0 = 2,40 \text{ eV}$.

5.2.1-Identifier, en justifiant clairement, laquelle (ou lesquelles) des trois radiations est (sont) susceptible(s) d'extraire des électrons de la plaque de sodium. **(0,75pt)**

5.2.2-Pour la ou les radiations concernée(s), calculer la vitesse maximale d'éjection d'un électron. **(0,5pt)**

5.2.3-Conclure en expliquant pourquoi l'ensemble des phénomènes étudiés impose d'accepter la dualité onde-corpuscule de la lumière. **(0,25pt)**

FIN DU SUJET

ANNEXE

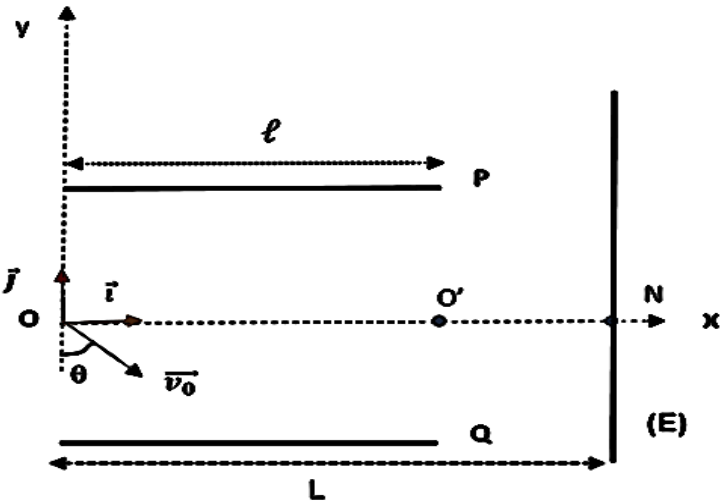


Figure 1

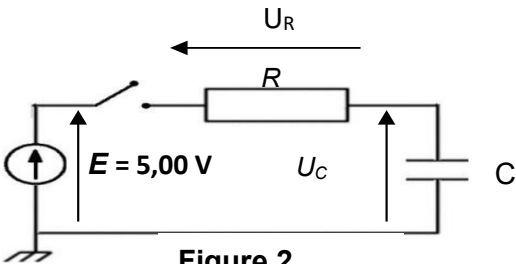


Figure 2

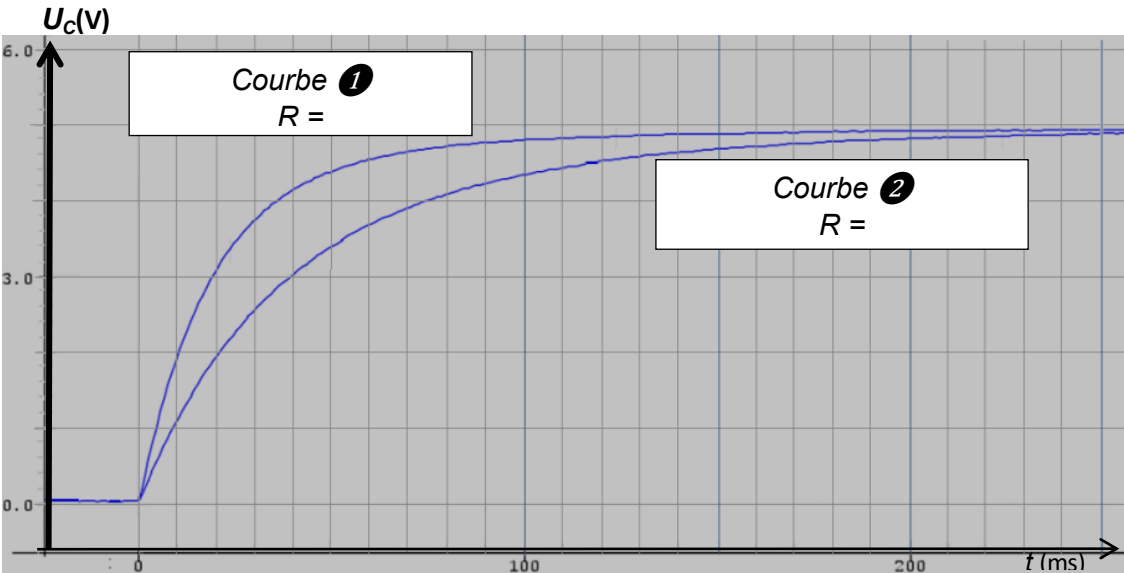


Figure 3

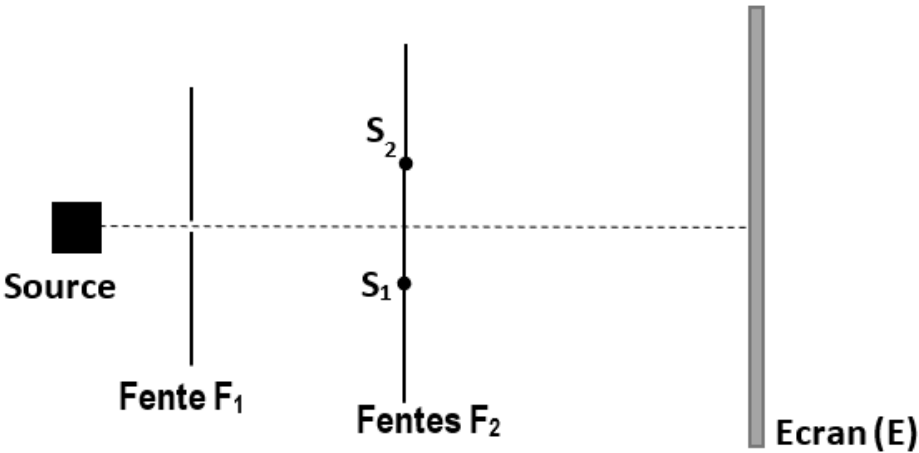


Figure 4

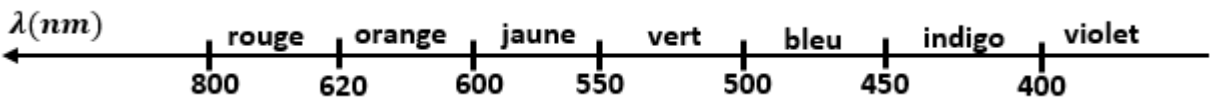


Figure 5