

Devoir de Sciences Physiques n°2 du 2nd semestre

Durée 3H30min

Exercice 1 : (6 points)

On réalise le dosage ph-métrique d'un volume $V_1=10\text{mL}$ d'une solution d'acide A_1H puis d'un volume $V_2=10\text{mL}$ d'une autre solution d'acide A_2H par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_b=0,1\text{ mol/L}$. L'un des deux acides est fort, l'autre est faible. En suivant l'évolution du pH du milieu en réaction en fonction du volume V_b de soude versé, on obtient les tableaux suivants :

- Pour A_1H

$V_b(\text{mL})$	0	2	4	6	8	9	9.9	10	10.1	12	15
pH	1	1,2	1,4	1,6	2	2,3	3,3	7	10,7	12	12,3

- Pour A_2H

$V_b(\text{mL})$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	9.9	10	10.1	11	12	15
pH	2,9	3,8	4,2	4,4	4,6	4,8	5	5,2	5,4	5,8	6,8	8,7	10,7	11,7	12	12,3

1.1) Quelle est la différence entre un acide fort et un acide faible ? (0,5 pt)

1.2) Tracer pour les deux acides dans un même repère, la courbe $\text{pH} = f(V_b)$. (1,5 pts)

Echelle : en abscisse : $1\text{cm} \leftrightarrow 1\text{mL}$; en ordonnée : $1\text{cm} \leftrightarrow 1$ unité de pH

1.3) Identifier à partir des allures des courbes obtenues l'acide fort et l'acide faible. (0,5 pt)

1.4) On considère dans la suite que l'acide faible est l'acide éthanóique CH_3COOH

1.4.1) Ecrire l'équation bilan du dosage. (0,5 pt)

1.4.2) Déterminer les coordonnées du point équivalent de la courbe de cet acide faible en déduire sa concentration molaire C_a . (0,5 pt)

1.4.3) Déterminer graphiquement le pK_a du couple $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$. (0,5 pt)

1.4.4) Déterminer les concentrations molaires d'acide éthanóique CH_3COOH et d'ion éthanóate CH_3COO^- présents dans le mélange lorsque le volume de base est $V_b = 9\text{mL}$. (0,5 pt)

Retrouver par le calcul le pK_a ($\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$) à partir des valeurs trouvées. (0,5 pt)

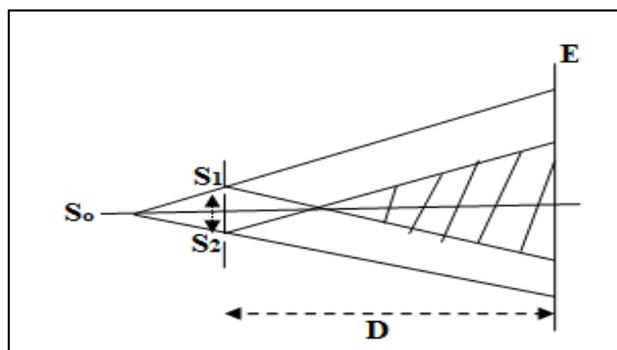
1.5) On désire maintenant préparer une solution tampon de $\text{pH}=\text{pK}_a$ ($\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$).

1.5.1) Définir une solution tampon. Préciser ses propriétés caractéristiques. (0,5 pt)

1.5.2) Quels volumes V_a de la solution d'acide éthanóique de concentration C_a et V_b de la solution de soude de concentration de C_b doit on utiliser pour obtenir 100 mL de cette solution tampon ? (0,5 pt)

Exercice 2 : (4 points)

On réalise l'expérience représentée par la figure ci-contre. S_0 est une source lumineuse qui émet une lumière monochromatique de longueur d'onde λ . La source S_0 est envoyée sur une plaque opaque percée de deux fentes fines S_1 et S_2 , distantes de (a) et de diamètre égal à la longueur d'onde λ . Un écran (E) est placé à une distance D de la plaque opaque.



2.1) Quel phénomène se produit lorsque la lumière traverse les deux fentes S_1 et S_2 ? (0,25 pt)

2.2) Décrire ce qu'on observe sur l'écran dans la zone hachurée. Quel est le nom du phénomène physique observé ? Interpréter les observations faites. (0,75 pt)

2.3) Quelle nature de la lumière est mise en évidence par cette expérience. (0,25 pt)

2.4) La différence de marche (δ) est défini par la différence de chemins optiques parcourus par deux rayons lumineux issus respectivement de S_1 et S_2 . En un point du champ d'interférence d'abscisse (x), on montre que $\delta = \frac{a \cdot x}{D}$.

La longueur occupée sur l'écran E par onze (11) franges obscures consécutives est $\ell = 5,85\text{ mm}$.



2.4.1) Quelle condition doit vérifier δ pour obtenir une frange obscure ? En déduire l'abscisse (x) des franges obscures. (0,5 pt)

2.4.2) Définir l'interfrange (i). Etablir, à partir de l'abscisse des franges obscures, l'expression de l'interfrange (i) en fonction de λ , D et a. (0,5 pt)

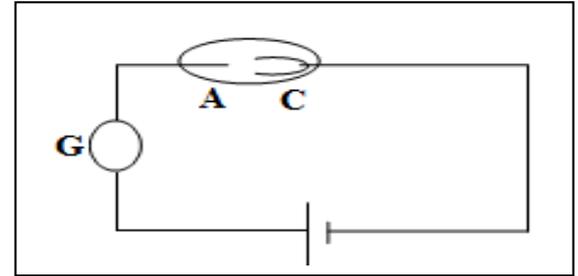
2.4.3) Calculer la longueur d'onde λ , de la lumière émise par la source S_0 . (0,5 pt)

On donne : $a = S_1S_2 = 2\text{mm}$; $D = 2\text{m}$

2.5) On réalise maintenant le dispositif ci-contre.

2.5.1) Le galvanomètre détecte-t-il le passage d'un courant si la cathode n'est pas éclairée ? Justifier votre réponse. (0,25 pt)

2.5.2) On éclaire maintenant la cathode C de la cellule par la lumière issue de la source S_0 précédente. Le travail d'extraction du métal constituant la cathode est de $W_0 = 1,9\text{ eV}$.



a) Que va-t-il se passer ? Justifier. (0,25 pt)

b) Quel est le modèle de la lumière utilisée pour justifier cette observation ? (0,25 pt)

c) Evaluer la vitesse maximale des électrons émis de la cathode. (0,25 pt)

2.6) Expliquer brièvement la complémentarité des deux modèles de la lumière. (0,25 pt)

Données : constante de Planck : $h = 6,63 \cdot 10^{-34}\text{ J}\cdot\text{s}$; vitesse de la lumière dans le vide : $C = 3 \cdot 10^8\text{ m/s}$; charge élémentaire : $e = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{ C}$; masse de l'électron : $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}\text{ kg}$.

Exercice 3 : (4 points)

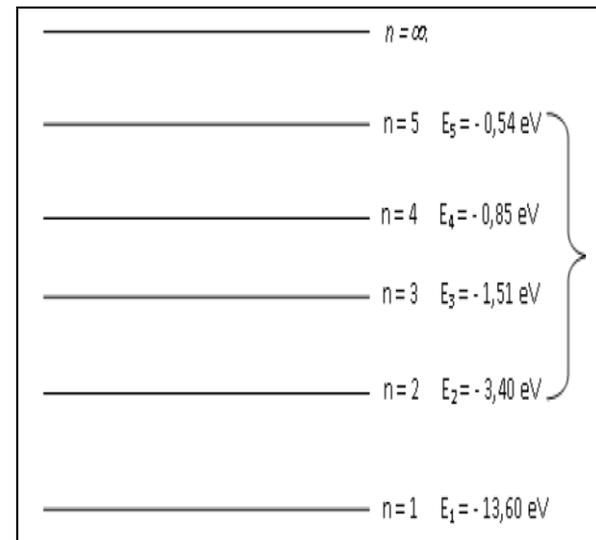
Ci-contre, le diagramme d'énergie de l'atome d'hydrogène, obtenu à partir de la formule : $E_n = -\frac{E_0}{n^2}$ avec $E_0 = 13,6\text{ eV}$

3.1) Quel est le nom du nombre noté "n" qui apparaît dans le diagramme ? (0,25 pt)

3.2) Quand dit-on qu'un atome est dans son état fondamental ? Quel est l'état fondamental de l'atome d'hydrogène ? (0,5 pt)

3.3) Considérons une population d'atomes d'hydrogène au repos, sans apport d'énergie de la part de l'extérieur. Dans quel état se trouvent les atomes (ou du moins l'immense majorité) ? (0,25 pt)

3.4) Quelle énergie minimale, en eV, faut-il fournir à un atome d'hydrogène pour l'ioniser lorsqu'il est dans son deuxième état excité ? (0,5 pt)



3.5) Un atome d'hydrogène a la configuration électronique telle que $n = 3$. L'atome d'hydrogène est désexcité, il passe du niveau n à un niveau p ($n > p$)

3.5.1) Montrer que la longueur d'onde de la radiation correspondante à cette transition peut s'écrire sous la forme : $\lambda = \alpha \left(\frac{p^2}{9-p^2} \right)$. (0,5 pt)

3.5.2) Donner l'expression de α . Faire l'application numérique en précisant son unité. (0,5 pt)

3.6) On considère maintenant la série de raies de Balmer. Une radiation de cette série a une longueur d'onde égale à : $\lambda = 486,76\text{ nm}$.

3.7.1) Définir la série de raies de Balmer. (0,25 pt)

3.7.2) Déterminer la transition électronique correspondant à l'émission de cette radiation. (0,5 pt)

3.7.3) Déterminer la longueur d'onde limite (minimale) et la longueur d'onde maximale de la série de Balmer. A quels domaines spectrales appartiennent les raies de la série de balmer ? (0,75 pt)

On donne : $h = 6,62 \cdot 10^{-34}\text{ J}\cdot\text{s}$; $C = 3 \cdot 10^8\text{ m/s}$; $1\text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{ J}$.

Exercice 4 : (6 points)

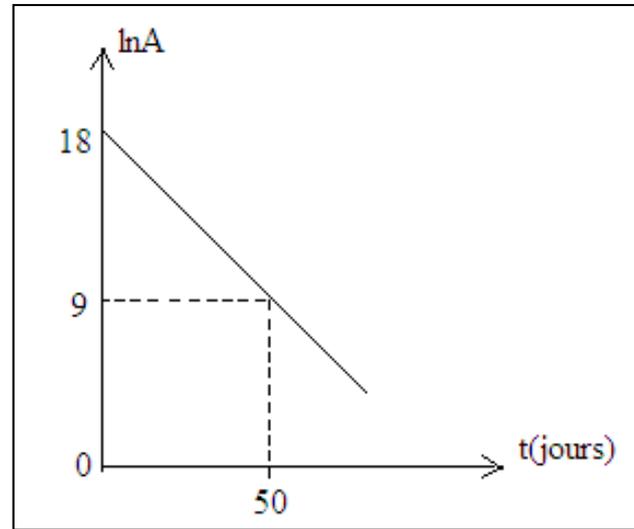
Données : $1u = 1,66.10^{-27} \text{ kg} = 931,5 \text{ MeV}.C^{-2}$; $1\text{MeV} = 1,6.10^{-13} \text{ J}$

Noyau ou particule (symbole)	Radon ($^{222}_{86}\text{Rn}$)	Radium ($^{226}_{88}\text{Ra}$)	Hélium (^4_2He)	Proton (^1_1p)	Neutron (^1_0n)
Masse en (u)	221,970	226,977	4,00150	1,00728	1,00866

L'air contient l'isotope du radon 222 en quantité plus ou moins importante. Ce gaz radioactif naturel provient des roches qui contenaient de l'uranium et du radium.

4.1) On considère un échantillon de radon 222, à un instant pris comme origine du temps ($t=0$), l'activité est A_0 . A une date ultérieure t , cette activité devient A .

La mesure de l'activité A de cet échantillon à différents instants a permis de tracer la courbe de la figure ci-contre représentant les variations de $\ln(A)$ en fonction du temps (t) où \ln désigne le logarithme népérien et A l'activité de l'échantillon à l'instant t , exprimée en Bq.



4.1.1) Définir : l'activité et la période d'une substance radioactive. (0,5 pt)

4.1.2) Rappeler l'expression de la loi de décroissance radioactive relative à l'activité A . En déduire l'expression de $\ln(A)$ en fonction du temps. (0,75 pt)

4.1.3) Déterminer graphiquement la constante radioactive λ , en déduire la période radioactive du radon 222. (0,5 pt)

4.1.4) Calculer le nombre N de noyau de radon 222 désintégrés au bout de 50 jours. (0,5 pt)

4.2) Etude du noyau atomique de radon 222.

4.2.1) Donner l'expression littérale du défaut de masse (Δm) du noyau de radon 222. (0,25 pt)

4.2.2) Calculer, en MeV, l'énergie de liaison du noyau de radon 222. (0,5 pt)

4.2.3) En déduire l'énergie de liaison par nucléon du noyau de radon 222. (0,25 pt)

4.3) Le noyau de radon 222 se forme par désintégration du noyau de radium 226. Cette désintégration s'accompagne par l'émission d'une particule ^a_bX .

4.3.1) Préciser, en le justifiant, la nature de la particule ^a_bX . (0,25 pt)

4.3.2) Calculer en MeV, l'énergie libérée au cours de cette désintégration. (0,5 pt)

4.4) Dans une centrale nucléaire à neutrons lents, le combustible est l'uranium enrichi (l'uranium 235).

Lors de la fission noyau $^{235}_{92}\text{U}$, un grand nombre de réactions nucléaires sont possibles parmi celles-ci, il y en a une qui donne les noyaux de zirconium et de tellure, dont les symboles des noyaux sont $^{99}_{40}\text{Zr}$ et $^{134}_{52}\text{Te}$.

4.4.1) Définir la fission nucléaire. (0,25 pt)

4.4.2) Ecrire l'équation de la fission nucléaire du noyau d'uranium 235 bombardé par un neutron. (0,5 pt)

4.4.3) A l'aide de la courbe d'Aston, on a relevé les valeurs du tableau suivant :

Noyau	$^{235}_{92}\text{U}$	$^{99}_{40}\text{Zr}$	$^{134}_{52}\text{Te}$
Energie de liaison par nucléon (en MeV/nucléon)	7,3	8,7	8,5

Dégager l'intérêt énergétique de cette réaction de fission, en comparant à la question **4.3.2)**. (0,5 pt)

On admettra que l'énergie libérée peut s'exprimer :

$$E_{\text{lib}} = \sum A_i E_A(\text{noyaux produits}) - \sum A_j E_A(\text{noyaux réactifs})$$

4.5) Le noyau de zirconium $^{99}_{40}\text{Zr}$ est instable, il se désintègre en donnant un noyau de niobium ^A_ZNb et une particule β^- .

4.5.1) Ecrire l'équation de la réaction de désintégration du noyau en précisant la valeur du nombre de masse A et du nombre de charge Z du noyau de niobium ^A_ZNb . (0,5 pt)

4.5.2) Expliquer l'origine de la particule β^- . (0,25 pt)

FIN DE L'EPREUVE !