



OFFICE DU BACCALAUREAT

E.mail : office@ucad.edu.sn

site web : officedubac.sn

Durée: 4 heures

Séries : S1-S1A-S3-coef 8

Epreuve du 1^{er} groupe

SCIENCES PHYSIQUES

EXERCICE 1 : (02,75 points)

Données : Masses molaires atomiques en $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$: C : 12 ; H : 1 ; O : 16 ; K : 39

L'huile d'olive riche en oméga 9 et en antioxydants, a un effet bénéfique sur la santé cardiovasculaire. L'huile d'olive contient aussi de l'oléine, triester du glycérol (propane-1, 2,3-triol) et de l'acide oléique ($\text{C}_{17}\text{H}_{34}\text{COOH}$). Cet acide possède une chaîne carbonée linéaire qui présente une liaison double entre les carbones 9 et 10 et sa molécule est sous la configuration Z.

1.1. Ecrire la formule semi-développée du glycérol. (0,25 pt)

1.2. Donner la formule semi-développée de l'acide oléique en faisant apparaître la configuration Z. (0,5 pt)

1.3. Ecrire l'équation-bilan de la synthèse de l'oléine. La formule de l'acide oléique sera notée R-COOH.

Rappeler les principales caractéristiques de cette réaction. (0,5 pt)

1.4. On prépare au laboratoire de l'oléate de potassium en faisant réagir dans des conditions appropriées une masse $m = 88,4 \text{ g}$ d'oléine avec une quantité suffisante de potasse (hydroxyde de potassium). Le mélange réactionnel a été chauffé à ébullition pendant un certain temps. Après avoir fait un séchage, on a recueilli une masse $m_p = 86,5 \text{ g}$ d'oléate de potassium.

1.4.1. Comment appelle-t-on cette réaction ? Préciser ses caractéristiques. (0,5 pt)

1.4.2. Ecrire l'équation-bilan de la réaction. (0,5 pt)

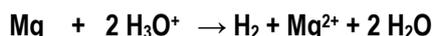
1.4.3 Calculer le rendement de la réaction. (0,5 pt)

EXERCICE 2 : (03,25 points)

Données: Masse linéique du ruban de magnésium : $\mu = 2,0 \text{ g}\cdot\text{m}^{-1}$; $M(\text{Mg}) = 24,3 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; volume molaire $V_m = 24 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$.

Les carences en magnésium sont à l'origine de divers symptômes, tels qu'une fatigue passagère, des troubles du sommeil ou des crampes musculaires. L'acide chlorhydrique qui se trouve à l'intérieur de l'estomac aide à décomposer les aliments que nous mangeons, en particulier les protéines, et à assimiler les nutriments. Malheureusement, des déséquilibres peuvent augmenter les problèmes gastro-intestinaux. Dans certains cas, le magnésium peut aider à résoudre des problèmes d'estomac.

On se propose d'étudier la cinétique de la réaction entre l'acide chlorhydrique et le magnésium qui réagissent totalement suivant l'équation-bilan :



On introduit dans un ballon une solution d'acide chlorhydrique de concentration $C = 0,5 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ et de volume $V = 10,0 \text{ mL}$. A l'instant $t = 0$, on plonge dans le ballon un ruban de magnésium de longueur $L = 2,55 \text{ cm}$. Ensuite on ferme très rapidement le ballon avec un bouchon percé qui permet de relier par un tuyau le contenu du ballon à un dispositif permettant de mesurer le volume de dihydrogène dégagé au cours du temps. Le ruban de magnésium est complètement immergé dans la solution d'acide chlorhydrique.

Les volumes de dihydrogène formé V_{H_2} mesurés à différentes dates dans les conditions expérimentales, sont consignés dans le tableau suivant :

t (s)	0	10	20	30	40	50	60	70	80
V_{H_2} (mL)	0	11,52	19,20	26,40	33,12	38,00	41,52	45,30	48,00
$n_{\text{H}_3\text{O}^+}$ (mmol)									

2.1. Les couples redox qui interviennent dans la réaction sont $\text{H}_3\text{O}^+ / \text{H}_2$ et $\text{Mg}^{2+} / \text{Mg}$. Ecrire les demi équations redox électronique et retrouver l'équation bilan de la réaction. (0,5 pt)

2.2. Les réactifs ont-ils été mélangés dans les proportions stœchiométriques ? Sinon préciser le réactif limitant. (0,25 pt)

2.3. Montrer que la quantité de matière, d'ions hydronium H_3O^+ présents dans le milieu réactionnel à chaque instant, est donnée par la relation : $n_{\text{H}_3\text{O}^+} = \left(5 - \frac{V_{\text{H}_2}}{12}\right) 10^{-3} \text{ mol}$; V_{H_2} est en mL (0,25 pt)

.../... 2

Epreuve du 1^{er} groupe

- 2.4. Recopier puis compléter le tableau précédent. Tracer la courbe donnant les variations de la quantité de matière des ions hydronium restant $n_{H_3O^+}$ en fonction du temps. Echelles : 1cm pour 10 s ; 1cm pour 0,5 mmol. (0,75 pt)
- 2.5. Définir la vitesse instantanée de disparition des ions hydronium, puis déterminer sa valeur à la date $t_1 = 40$ s. En déduire la vitesse de disparition du magnésium à la même date en mmol.min⁻¹. (0,75 pt)
- 2.6. Déterminer graphiquement la valeur du temps de demi-réaction $t_{1/2}$. (0,25 pt)
- 2.7. Déterminer le volume de dihydrogène formé en fin réaction. (0,25 pt)
- 2.8. On recommence l'expérience avec les mêmes quantités de matière que précédemment mais en abaissant cette fois-ci la température du milieu réactionnel. La nouvelle valeur $t'_{1/2}$ du temps de demi-réaction est-elle plus grande ou plus petite ? Justifier la réponse. (0,25 pt)

EXERCICE 3 : (03,75 points)

Une forme de dopage chez les sportifs consiste à utiliser des stéroïdes anabolisants, comme la testostérone, difficiles à mettre en évidence du fait de leur présence naturelle dans l'organisme.

En 1996, une étude a montré que les rapports de concentrations entre le carbone 12 et le carbone 13 sont différents selon que la molécule soit de synthèse ou d'origine naturelle. Pour mesurer ces taux, on procède à l'extraction de l'hormone à partir d'un prélèvement d'urine. Le dioxyde de carbone provenant de la combustion du stéroïde est envoyé dans un spectrographe de masse constitué de quatre zones (voir figure 1) :

- Dans la zone I, les molécules de CO_2 sont ionisées par bombardement électronique pour donner des ions $^{12}CO_2^+$ et $^{13}CO_2^+$ de charge $+e$ (e étant la charge élémentaire).
- Dans la zone II, de longueur d , entre les plaques P_1 et P_2 planes et parallèles, on applique une tension accélératrice $U = 4$ KV.
- Dans la zone III de longueur ℓ , aucune force ne s'exerce sur les ions.
- Enfin dans la zone IV, les ions sont soumis à un champ magnétique uniforme \vec{B} de norme $B = 0,25$ T. On observe une déviation de la trajectoire des deux ions. Un comptage des deux ions est effectué à la sortie du dispositif. On négligera l'action de la pesanteur.

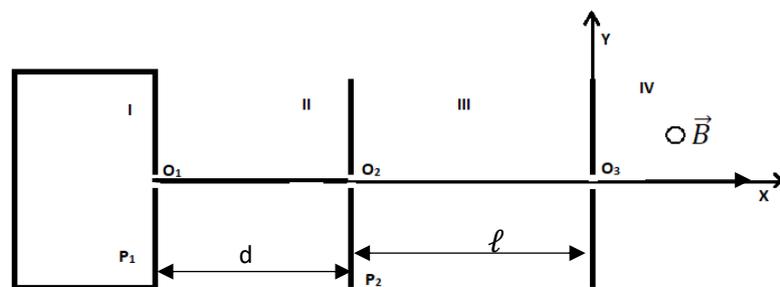


Figure 1

Soit un ion X^+ de masse m , pénétrant dans la zone II, en O_1 , suivant l'axe O_1X , avec une vitesse supposée nulle à l'instant $t=0$.

- 3.1. Montrer que les deux ions arrivent en O_2 avec la même énergie cinétique. (0,25 pt)
- 3.2. Etablir l'expression de la vitesse v d'arrivée d'un ion X^+ au point O_2 en fonction de e , m et U . Calculer la vitesse de chaque ion $^{12}CO_2^+$ et $^{13}CO_2^+$ (0,75 pt)
- 3.3. Etablir l'équation horaire du mouvement d'un ion dans la zone II. (0,5 pt)
- 3.4. Quelle est la nature du mouvement d'un ion dans la zone III. Justifier. (0,25 pt)
- 3.5. Dans la zone IV, la déviation de l'ion X^+ se fait du côté positif de l'axe O_3Y . En déduire le sens du champ magnétique \vec{B} . (0,25 pt)
- 3.6. Montrer que le mouvement des ions dans la zone IV est circulaire et uniforme. (0,75 pt)
- 3.7. Calculer la valeur du rayon de la trajectoire de chaque ion. En déduire la distance qui sépare les points d'impacts des deux ions sur l'axe O_3Y . (0,5 pt)
- 3.8. Pour chaque échantillon analysé, on établit un coefficient δ défini par :

$$\delta = \frac{(r-r_0) \times 100}{r_0} \text{ où } r = \frac{N_1}{N_2} \text{ est le rapport standard et } r_0 = \frac{N_{01}}{N_{02}}$$

N_1 et N_2 étant le nombre d'impacts respectifs de $^{12}CO_2^+$ et de $^{13}CO_2^+$. Un sportif est testé « positif » si le coefficient δ est inférieur à -27 .

Les résultats des tests d'un sportif ont donné : $N_1 = 2320$ et $N_2 = 26$.

Le sportif, est-il testé positif ou négatif ?

(0,5 pt)

Données :

Masse des ions : $^{12}CO_2^+ : m_1 = 7,31 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$ et de $^{13}CO_2^+ : m_2 = 7,47 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$

Charge élémentaire : $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $N_{01} = 2307$ et $N_{02} = 25$

.../... 3

EXERCICE 4 : (05 points)

Un circuit électrique est alimenté par un générateur de courant alternatif qui maintient à ses bornes une tension sinusoïdale $u(t) = U_m \cos(2\pi f t)$ de valeur efficace $U = 12 \text{ V}$ et dont la fréquence est $f = 100 \text{ Hz}$.

Ce circuit comprend une bobine longue de résistance $r = 4,3 \Omega$ et d'inductance L à déterminer, un conducteur ohmique de résistance $R = 8,5 \Omega$, ainsi qu'un condensateur de capacité variable C .

Tous ces dipôles sont montés en série avec un ampèremètre.

On fait varier la capacité C du condensateur et on mesure à chaque fois la valeur de l'intensité efficace I à l'aide de l'ampèremètre. Les valeurs obtenues sont consignées dans le tableau ci-dessous :

C(μF)	2	4	5,1	6	8	10	12	14	15	18	20
I(mA)	25	142	925	237	104	77	66	60	58	53	51

4.1. Faire un schéma du circuit électrique en y indiquant le branchement de l'oscilloscope permettant de visualiser la tension instantanée $u(t)$ aux bornes du générateur sur la voie Y1 et la tension instantanée $U_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique sur la voie Y2. (0,5 pt)

4.2. Donner l'expression de l'impédance Z du circuit en fonction de f , R , r , L et C (0,25 pt)

4.3. Tracer la courbe représentant les variations de l'intensité efficace I du courant en fonction de la capacité C : $I = f(C)$.
Echelles : 1 cm pour 2 μF et 1 cm pour 100 mA. (0,5 pt)

4.4. On fait varier la capacité du condensateur jusqu'à une valeur $C = C_0$ correspondant au maximum de la courbe.

4.4.1 Quel est le phénomène physique mis en évidence ? (0,25 pt)

4.4.2. Déterminer la valeur de l'inductance L de la bobine. (0,5 pt)

4.4.3. Déterminer la valeur de la tension efficace aux bornes du résistor. (0,5 pt)

4.4.4. Donner les expressions numériques de $u(t)$ et $u_R(t)$. (0,5 pt)

4.5. L'expression de l'intensité du champ magnétique à l'intérieur d'une bobine longue parcourue par un courant d'intensité i est :

$$B = \frac{\mu_0 N i}{\ell} \quad \text{avec } N : \text{nombre de spires de la bobine ; } \ell : \text{longueur de la bobine}$$

4.5.1. Donner l'expression du flux propre φ_P de la bobine en fonction de i , N , ℓ , μ_0 et r . En déduire l'expression de l'inductance L en fonction de N , ℓ , μ_0 , r rayon de la bobine. (0,5 pt)

4.5.2. Calculer le nombre de spires N de la bobine. (0,25 pt)

4.5.4. Pour $N = 3979$ spires et $i = 250 \text{ mA}$., calculer la valeur de l'intensité du champ magnétique \vec{B} dans la région centrale de la bobine. Faire un schéma vue de dessus, y représenter \vec{B} et indiquer les faces nord et sud de la bobine. (1 pt)
On négligera le champ magnétique terrestre.

Données : $\ell = 20 \text{ cm}$; $r = 4,0 \text{ cm}$; $\mu_0 = 4 \pi \cdot 10^{-7} \text{ SI}$

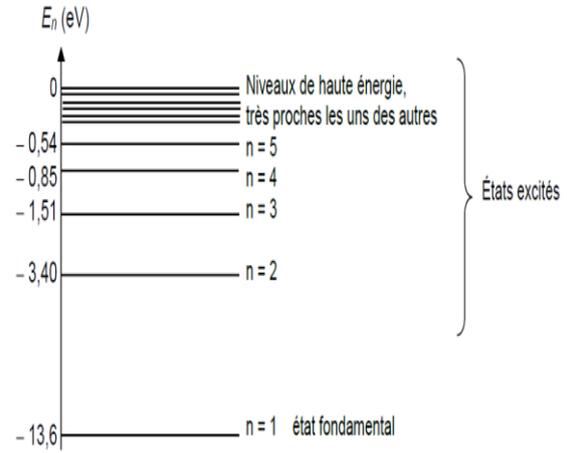
EXERCICE 5 : (05,25 points)

La lumière émise par la photosphère (couche superficielle du soleil qui émet un rayonnement) empêche un observateur terrestre de voir clairement la chromosphère (partie superficielle externe de la couronne solaire). Afin de diminuer cet éblouissement on utilise des filtres appropriés.

Les atomes d'hydrogène présents dans la chromosphère absorbent la lumière émise par la photosphère et la réémettent vers l'extérieur. La longueur d'onde, sélectionnée par ces filtres, correspond à une raie du spectre de l'hydrogène appelée H_α. La photosphère est alors invisible et seule la chromosphère apparaît.

Données : $e = 1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$; $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$;
 $h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$; $C = 2,998 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$;
 $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}$; $D = 2,5 \text{ m}$; $b = 0,4 \text{ mm}$.

Le diagramme de la figure 2 représente les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène.



5.1. Niveaux d'énergie

5.1.1. La longueur d'onde mesurée dans le vide de la raie H_α est $\lambda_\alpha = 656,3 \text{ nm}$. Calculer la fréquence ν_α correspondant à une telle radiation. **(0,25 pt)**

5.1.2. A quoi correspond le niveau E_n = 0 eV ? Justifier. **(0,25pt)**

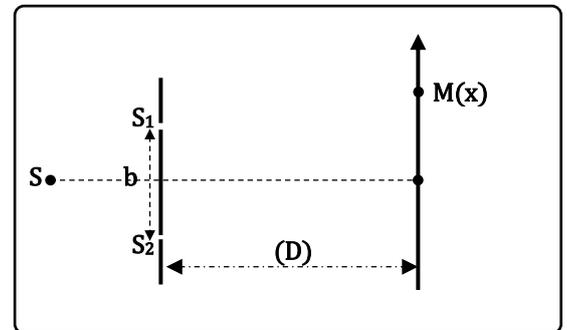
5.1.3. Calculer la longueur d'onde maximale d'un photon incident capable d'ioniser l'atome d'hydrogène pris à l'état fondamental **(0,5pt)**.

5.1.4. Un photon d'énergie E'_{phi}=12,75 eV arrive sur un atome d'hydrogène pris à l'état fondamental. Ce photon est-il absorbé ? Justifier la réponse et préciser dans quel état se retrouve alors l'atome d'hydrogène. **(0,5pt)**

5.1.5. La raie H_α correspondant à la radiation émise lorsque l'électron passe d'un niveau p vers le niveau n=2. Identifier la transition qui correspond à l'émission de la raie H_α en trouvant la valeur de p. **(0,5pt)**

5.2. Interférences lumineuses

Des rayons de lumière monochromatique de longueur d'onde λ, provenant d'une source S, passent à travers deux fentes d'Young S₁ et S₂ et viennent interférer sur l'écran. Soient M un point quelconque de cet écran d'abscisse x, D la distance séparant l'écran des deux fentes et b la distance séparant les deux fentes S₁ et S₂.



5.2.1 Montrer que la différence de marche en M des deux rayons lumineux issus de S₁ et S₂ a pour expression : $\delta = \frac{bx}{D}$. **(0,5 pt)**

5.2.2. Quelle condition doit vérifier δ pour que le point M appartienne à une frange brillante ? pour que le point M appartienne une frange sombre ? **(0,5pt)**

5.2.3. Définir l'interfrange i puis calculer sa valeur sachant que la distance séparant la cinquième frange sombre et la cinquième frange claire de part et d'autre de la frange centrale est d = 38,95 mm. **(01pt)**

5.3. Effet photoélectrique :

Un deuxième laser de longueur d'onde λ' = 558 nm éclaire une cellule photoélectrique au césium. Le travail d'extraction d'un électron du césium est W₀ = 3,00.10⁻¹⁹ J.

5.3.1 Qu'appelle-t-on effet photoélectrique ? **(0,25pt)**

5.3.2 Cette radiation peut-elle produire l'émission d'électrons par la cathode ? Justifier. **(0,5pt)**

5.3.3 Déterminer la vitesse maximale d'éjection d'un électron de la cathode ? **(0,5pt)**

FIN DU SUJET