OFFICE DU BACCALAUREAT
Téléfax (221) 824 65 81 - Tél. : 824 95 92 - 824 65 81

Durée : 4 heures
Séries : S1-S3 – Coef. 8

Epreuve du 1^er^ groupe

SCIENCES PHYSIQUES

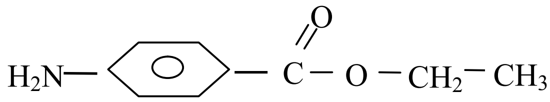
Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.

EXERCICE 1 (03 points)

Un médicament pouvant soulager des douleurs contient un principe actif: la benzocaïne ou 4- amino-benzoate d'éthyle que l'on notera E, et dont la formule semi-développée figure dans les données. On veut préparer E à partir d'un acide 4-amino benzoïque, noté AH et d'un composé chimique liquide à température ambiante, noté B.

Données

La formule du 4-amino benzoate d'éthyle est :



Masse volumique de (B) : $\rho = 0{,}79$ g.cm^{-3}.

Masses molaires en g .mol^{-1}: M (E)=165 ; M(AH)=137; M(B) = 46

1- 1 Donner la formule semi-développée de AH et celle de B. **(0,5 pt)**

1- 2 Donner le nom de la réaction de formation de E et citer deux caractéristiques de cette réaction. **(01 pt)**

1- 3 On introduit une masse m(AH) = 1,30 g de AH, solide constitué de cristaux blancs et un volume V_B = 17, 5 mL du réactif B, dans un ballon de 100 mL, en présence de quelques gouttes d'acide sulfurique concentré. Le mélange est chauffé à reflux pendant une heure. Après réaction, séparation, purification et séchage on recueille 0,8 g du produit E.

1-3-1 Quel est le rôle de l'acide sulfurique dans cette réaction ? **(0,5 pt)**

1-3-2 Quel est le réactif limitant? Justifier la réponse. **(0,5 pt)**

1-3-3 Montrer que le rendement de la réaction est de 51%. **(0,5 pt)**

EXERCICE 2 (03 points)

On considère l'oxydation lente d'une solution d'acide oxalique par les ions permanganate. L'équation-bilan de la réaction s'écrit : $2\,MnO_4^- + 5\,H_2C_2O_4 + 6\,H^+ \rightarrow 10\,CO_2 + 2\,Mn^{2+} + 8\,H_2O$

Les couples redox en jeu sont : MnO_4^-/Mn^{2+} et $CO_2/H_2C_2O_4$

2.1. Ecrire les demi-équations électroniques relatives aux deux couples et retrouver l'équation de la réaction donnée ci-dessus. **(0,5 pt)**

2.2. A une date t = 0, on mélange un volume V_1 = 50 mL de solution de permanganate de potassium de concentration molaire volumique C_1 = 0,02 mol.L^{-1} et un volume V_2 = 45 mL d'acide oxalique de concentration molaire volumique C_2 = 0,06 mol.L^{-1} acidifié par un volume v = 5ml d'acide sulfurique concentré. On suit l'évolution de la concentration molaire volumique des ions MnO_4^- et l'on obtient la courbe jointe en annexe.

2.2.1 Calculer les quantités de matière des réactifs mis en présence et vérifier que l'acide oxalique est en excès par rapport au permanganate de potassium **(0,5 pt)**

2.2.2 En déduire la concentration $[Mn^{2+}]$ des ions manganèse en fin de réaction **(0,5 pt)**

2.2.3 A quelle date la concentration $[Mn^{2+}]$ des ions manganèse est-elle égale à celle des ions permanganate restant en solution ? Représenter, sur le graphe fourni en annexe [**à rendre avec la copie**], l'allure de l'évolution de la concentration molaire volumique en ions manganèse au cours du temps. **(0,5 pt)**

2.3 Définir la vitesse volumique instantanée de disparition des ions permanganate MnO_4^- à une date t quelconque. Déterminer cette vitesse aux instants de date 10 s, 40 s et 80 s. **(0,5 pt)**

2.4 Sachant que les ions manganèse sont des catalyseurs de cette réaction expliquer comment cela permet d'interpréter les variations de la vitesse de la réaction. **(0,5 pt)**

EXERCICE 3 (06 points)

3.1 L'atome d'hydrogène : étude dynamique

L'atome de BOHR, est un modèle de l'atome d'hydrogène : on suppose que l'électron est en mouvement circulaire uniforme autour du noyau constitué par le proton et supposé immobile. Soit r le rayon de la trajectoire de l'électron.

3.1.1 Donner l'expression de la norme de la force électrostatique exercée par le proton sur l'électron. **(0,5 pt)**

3.1.2 Appliquer la deuxième loi de Newton à l'électron et en déduire l'expression de son énergie cinétique E_c en fonction de k, e et r. **(0,75 pt)**

3.1.3 Exprimer le travail élémentaire de la force électrostatique s'exerçant sur l'électron pour une variation élémentaire dr du rayon de sa trajectoire. En déduire l'expression W du travail de cette force , sachant que l'électron se déplace en réalité dans un volume tel que le rayon passe de r_1 à r_2. Que peut-on dire de la force électrostatique ? **(01 pt)**

3.1.4 En considérant la relation entre la variation ΔEp de l'énergie potentielle électrostatique et le travail W, montrer que l'énergie potentielle de l'atome est $E_p = -\frac{ke^2}{r}$ où r est la distance noyau – électron, en choisissant l'infini comme référence. **(0,5 pt)**

3.1.5 Exprimer l'énergie mécanique totale E du système noyau – électron, en fonction de k, e, r. **(0,5 point)**

3.2. Quantification

La mécanique quantique donne le moment de la quantité de mouvement de l'électron : $mvr = n\frac{h}{2\pi}$,

m étant la masse de l'électron ; v sa vitesse ; h étant la constante universelle de Planck et n le nombre quantique principal (entier naturel).

3.2.1. Exprimer r et E en fonction de k, m, e, n, h. **(01 pt)**

3.2.2. Calculer r_1 en mètre et en micromètre, E_1 en joule et en eV, lorsque n = 1. **(0,5 pt)**

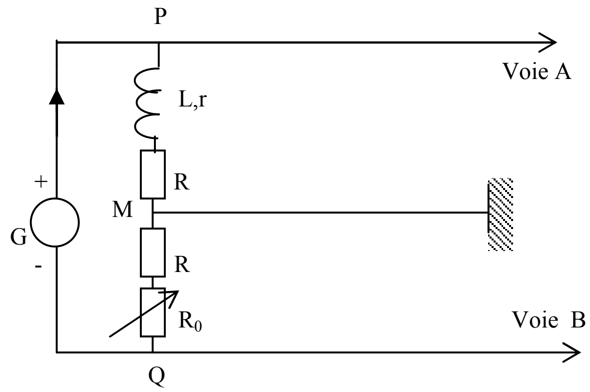
3.2.3. Montrer que l'énergie de l'atome peut s'écrire $E_n = -\frac{A}{n^2}$, où A sera exprimé en joules puis en électron-volts. **(0,5 pt)**

3.2.4. On considère l'atome d'hydrogène excité (n = 4), il se désexcite en revenant à l'état fondamental. Calculer la variation d'énergie de l'atome et la longueur du photon émis. **(0,75 pt)**

Données : Constante de Planck $h = 6{,}62.10^{-34}$ J.s ; charge élémentaire $e = 1{,}6.10^{-19}$ C ;
masse de l'électron $m = 9\ .10^{-31}$ kg ; $k = 9.10^{9}$ S.I.

EXERCICE 4 (05 points)

Le montage représenté sur la figure ci-dessous comporte :
- un générateur approprié faisant circuler un courant d'intensité variable i(t) entre P et Q ;
- une bobine d'inductance L et de résistance r ;
- deux conducteurs ohmiques de résistance R=100 Ω ;
- un conducteur ohmique de résistance variable R_0.



L'oscilloscope bi-courbe utilisé comporte une touche « ADD » permettant lorsqu'elle est actionnée, d'observer sur l'écran la tension u_{ADD} somme des tensions reçues sur les voies A et B : $U_{ADD} = u_{PM} + u_{QM}$

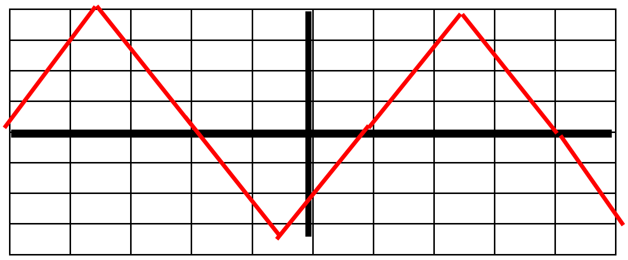
4.1

4.1.1 Etablir les expressions de u_{PM} et u_{QM} en fonction de l'intensité i du courant et de sa dérivée $\frac{di}{dt}$ **(01 pt)**

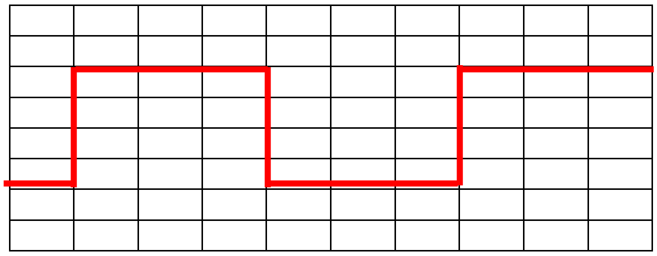
4.1.2 En déduire l'expression de u_{ADD} en fonction de i et de $\frac{di}{dt}$. **(01 pt)**

4.2 La touche « ADD » étant actionnée, montrer qu'il existe une valeur R_0 pour laquelle la courbe observée sur l'écran est la représentation de la fonction $L\frac{di}{dt}$. **(0,5 pt)**

4.3 La condition de la question 4.2 étant réalisée, on mesure R_0 avec un ohmmètre et on trouve $R_0 = 9\ \Omega$.
Les figures ci-dessous représentant respectivement $u_{QM}(t)$ et u_{ADD} sont observées successivement sur l'écran de l'oscilloscope avec les réglages suivants :
- Sensibilité sur les deux voies : 1V/division .
- Base de temps : 0,2 ms/division .
- En l'absence de tension sur les deux voies les traces horizontales sont au centre de l'écran .



Courbe 1 : $u_{QM}(t)$



Courbe 2 : $u_{ADD}(t)$

4.3.1 Justifier sans calcul la forme de $u_{ADD}(t)$. à partir de $u_{QM}(t)$. **(01 pt)**

4.3.2 Calculer la période et la fréquence du courant débité par le générateur. **(0,5 pt)**

4.3.3 Montrer que l'on a $u_{ADD} = -\dfrac{L}{R+R_0}.\dfrac{du_{QM}}{dt}$

Calculer L. **(01 pt)**

EXERCICE 5 (03 points)

Actuellement des techniques telles que la radiothérapie et la scintigraphie sont utilisées en médecine grâce à des substances radioactives comme le cobalt ou le technétium.

Le cobalt 60, (${}^{60}_{27}Co$), est utilisé en médecine pour le traitement de certaines tumeurs cancéreuses. Il se désintègre en produisant un noyau de nickel (${}^{60}_{28}Ni$). Sa période radioactive est de 5,6 ans.
Un centre hospitalier dispose d'un échantillon de ${}^{60}_{27}Co$ dont la masse est 2 µ g.

5-1. Définir la période d'une substance radioactive et donner la composition d'un noyau de ${}^{60}_{27}Co$. **(0, 5 pt).**

5-2. Ecrire l'équation de la réaction de désintégration d'un noyau de cobalt 60 en précisant le symbole et le nom de la particule émise en même temps que le noyau de ${}^{60}_{28}Ni$.
On supposera que le noyau fils est produit dans un état excité. **(0,5 pt).**

5-3. Calculer, en MeV, l'énergie libérée par la désintégration d'un noyau de cobalt 60.
En déduire l'énergie que libérerait une masse de 2 µ g de l'échantillon. **(01 pt).**

5-4. Soient N_o et N les nombres de noyaux cobalt 60 présents dans l'échantillon aux instants respectifs $t_0 = 0$ et $t > 0$. Soient m_o et m les masses correspondantes.

5.4.1 Montrer que $\frac{No}{N} = \frac{mo}{m}$. **(0,5 pt).**

5.4.2 Au bout de combien de temps la masse de cobalt désintégrée de l'échantillon serait de 1,8 µ g ? **(0,5 pt).**

Données : $1\ u = 931{,}5\ MeV/c^2 = 1{,}66.10^{-27}$ kg.

Particule ou noyau	${}^{60}_{27}Co$	${}^{60}_{28}Ni$	électron	${}^{99}_{43}Tc$
Masse en u	59,934	59,931	$5{,}486.10^{-4}$	98,882

Voir courbe de l'exercice 2 annexée à la page suivante

Annexe : courbe [MnO_4^-] = f(t) de l'exercice 2