

COMPOSITION DU 2ND SEMESTRE
EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES

Exercice 1 (4,5 pts)

On donne : $M(C) = 12\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M(H) = 1\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M(O) = 16\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M(Na) = 23\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$

On place dans un Becher 20 mL d'une solution S d'un acide R – COOH qu'on dose par une solution d'hydroxyde de calcium Ca(OH)_2 de concentration molaire volumique $C_b = 0,05 \text{ mol/L}$; on obtient la courbe 1 de dosage sur la feuille annexe :

- 1.1. Faire un schéma du dispositif expérimental de dosage (on précisera les noms du matériel et des solutions utilisées). (0,5pt)
 - 1.1.1. Définir l'équivalence acido-basique. (0,25 pt)
 - 1.1.2. Déterminer les coordonnées du point équivalent E ; en déduire la concentration C_a de la solution acide. (0,5 pt)
 - 1.1.3. Déterminer les concentrations des différentes espèces chimiques à l'équivalence. (0,5)pt
- 1.2. On suppose que la solution acide a été préparée en faisant dissoudre une masse $m=3,7 \text{ g}$ de l'acide R – COOH dans un volume $V_e = 0,5 \text{ L}$ d'eau.
 - 1.2.1. En déduire la formule chimique et le nom de l'acide ainsi que le nom de sa base conjuguée.(0,75pt)
 - 1.2.2. Déduire de la courbe la valeur du pK_a du couple acide-base considéré. (0,25 pt)
 - 1.2.3. Définir le coefficient de dissociation α de l'acide et trouver son expression en fonction de K_a et du pH. (0,75)
- 1.3. On prépare une solution S'dont le $\text{pH} = pK_a$ en dissolvant une masse m' du sel RCOONa dans un certain volume de la solution S.
 - 1.3.1. Donner le nom et les propriétés de la solution S' (0,5 pt)
 - 1.3.2. Comment doit-on procéder pour préparer S' ? On calculera la masse m' de sel à utiliser. (0,5pt)

Exercice 2 : (3,5 pts)

On veut étudier la cinétique de la réaction lente entre les ions iodures I^- et les ions peroxydisulfate $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ (réaction

1). Les couples mis en jeu sont : $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}/\text{SO}_4^{2-}$ et I_2/I^- .

2.1. Ecrire l'équation bilan de la réaction 1. Cette équation sera notée (1). (0,25 pt)

2.2. Pour étudier la cinétique de la réaction 1, on dose le diiode formé par une solution aqueuse de thiosulfate de sodium ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$). La réaction 2 qui se produit sera considérée totale :



A la date $t = 0$, on mélange un volume $V_1 = 40,0 \text{ mL}$ d'une solution aqueuse d'iodure de potassium de concentration molaire $C_1 = 5,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol/L}$ et un volume $V_2 = 10,0 \text{ mL}$ d'une solution de peroxydisulfate de potassium de concentration molaire $C_2 = 1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol/L}$. A différentes dates t , on prélève un volume $V = 2,0 \text{ mL}$ du mélange réactionnel. On y ajoute quelques gouttes d'empois d'amidon qui donne une coloration bleue en présence de diiode. On dilue ce prélèvement avec de l'eau distillée.

On dose alors le diiode contenu dans la solution obtenue, à l'aide d'une solution de thiosulfate de sodium de concentration molaire $C_3 = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$. Soit V_3 le volume de solution de thiosulfate versé en fin de dosage. Les résultats des différents dosages sont consignés dans le tableau suivant :

t(min)	5	10	15	20	25	30	35	40
V_3 (mL)	8,0	12,0	14,0	15,2	15,6	16,0	16,0	16,0
$n^{\circ}(\text{I}_2)$								

2.2.1. Pourquoi a-t-on dilué le prélèvement de 2,0 mL ? Quelle autre méthode aurait-on pu utiliser pour aboutir au même résultat ? (0,5 pt)

2.2.2. On note :

- $n(I_2)$ la quantité de matière (en mol) de diiode dans le prélèvement dosé.
 - $n'(I_2)$ la quantité de matière de diiode dans le mélange réactionnel total.
- a) Trouver la relation liant $n(I_2)$ à V_3 . (0,25 pt)
 - b) Etablir la relation $n'(I_2) = \frac{V_1 + V_2}{2V} C_3 V_3$ (0,25 pt)
 - c) Calculer $n'(I_2)$ pour les divers instants et compléter le tableau. (0,5pt)
 - d) Tracer la courbe $n'(I_2) = f(t)$

Echelle :

- En abscisse : 1 cm représente 2 min
- En ordonnée : 1 cm représente $1,0 \cdot 10^{-4}$ mol. (0,5 pt)

2.2.3. Définir la vitesse molaire instantanée de formation du diiode à une date t_0 donnée. (0,25 pt)

2.2.4. Déterminer en $\text{mol} \cdot \text{min}^{-1}$ la vitesse molaire de formation du diiode

- a) à la date $t_1 = 8$ min (0,25pt)
- b) à la date $t_2 = 30$ min (0,25 pt)

2.2.5. Comment varie qualitativement la vitesse de formation du diiode au cours du temps ? Quel facteur cinétique permet d'expliquer cette variation ? (0,5 pt)

Exercice 3 : (3,5 pts)

On donne : constante de Planck : $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$ J.s ; célérité de la lumière dans le vide : $c = 3 \cdot 10^8$ m.s⁻¹ ; $1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19}$ J.

Les niveaux d'énergie quantifiés de l'atome d'hydrogène sont donnés par la relation :

$$E_n = -\frac{13,6}{n^2} \text{ eV}$$

avec E_n en électron-volt (eV), et n , entier positif.

3.1. Quel est la signification du signe négatif dans l'expression de E_n ? (0,25 pt)

3.2. Expliquer brièvement le terme « niveaux d'énergie quantifiés ». (0,25 pt)

3.3. On envoie sur des atomes d'hydrogène à l'état fondamental des photons d'énergie 12,09 eV. L'atome passe à un état excité.

3.3.1. Préciser alors l'indice du niveau excité dans lequel se retrouve l'atome d'hydrogène, ainsi que la valeur en eV de son énergie. Représenter sur un diagramme énergétique, la transition observée. (1 pt)

3.3.2. L'atome reste-t-il à l'état excité ? Sinon, quel est son état final ? Représenter dans un autre diagramme la transition observée. Quelle est alors la longueur d'onde λ du rayonnement émis ? (1pt)

3.4. Quelle est l'énergie d'ionisation E_i de l'atome d'hydrogène à l'état fondamental ? (0,5 pt)

3.5. Déterminer la longueur d'onde λ' de la radiation capable d'ioniser cet atome en communiquant à l'électron émis une énergie cinétique $E_c = 1,5$ eV. (0,5 pt)

Exercice 4 : (4 pts)

Dans tout le problème, on supposera le poids des ions négligeable. La masse d'un nucléide, exprimée en unité de masse atomique (u) est égale à son nombre de masse A .

$1u = 1,66 \cdot 10^{-27}$ kg.

Dans une chambre d'ionisation, des atomes de lithium sont soumis à des chocs de particules rapides. Il se forme des ions ${}^6_3\text{Li}^+$.

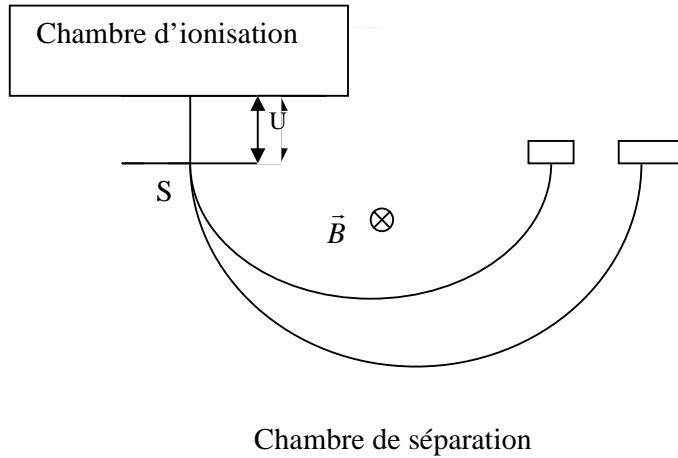
Après avoir été accélérés par une tension $U = 2 \cdot 10^3$ V, les ions pénètrent en un point S dans une chambre de séparation magnétique où règne un champ magnétique représenté par le vecteur \vec{B} perpendiculaire au vecteur vitesse initiale des ions en S. Dans cette chambre les ions sont déviés.

4.1. Montrer que la norme du vecteur vitesse est constante dans la chambre de séparation. (0,5pt)

4.2.

- a) Montrer que la trajectoire est circulaire, et est située dans un plan que l'on précisera. Donner l'expression littérale du rayon R de la trajectoire. (0,5 pt)
- b) Calculer R dans le cas des ions ${}^6_3\text{Li}^+$. On donne $B = 2 \cdot 10^{-2}$ T. (0,25 pt)

4.3. En réalité, on observe deux trajectoires demi-circulaires distinctes, car le lithium est formé de deux isotopes donnant des ions de même charge q, mais dont les masses sont différentes ; m étant la masse de l'ion ${}^6_3\text{Li}^+$, on désigne par m' la masse de l'ion ${}^x_3\text{Li}^+$. Les rayons des trajectoires sont respectivement R et R'.



- 4.3.1. Montrer que le rapport $\frac{R'}{R}$ ne dépend que des masses m et m' des deux types d'ions. (0,5 pt)
- 4.3.2. SA étant le diamètre de la trajectoire des ions ${}^6_3\text{Li}^+$, SD celui de la trajectoire des ions ${}^x_3\text{Li}^+$, on demande de calculer m' et x. On donne SD = 1,69 m. (1pt)
- 4.3.3. On utilise un autre procédé pour séparer les ions ${}^6_3\text{Li}^+$ et ${}^x_3\text{Li}^+$. Les ions sont d'abord accélérés par la tension $U = 2.10^3$ V. Arrivés en S, ils pénètrent dans la chambre de séparation. Ils sont alors soumis à l'action simultanée de deux champs : d'une part le champ magnétique \vec{B} , et d'autre part un champ électrostatique représenté par le vecteur \vec{E} perpendiculaire au vecteur vitesse initial des ions en S.
- Quelle valeur E_0 doit-on donner à la norme du vecteur champ électrostatique \vec{E} pour que les ions ${}^6_3\text{Li}^+$ ne soient pas déviés ? Représenter sur un schéma la trajectoire des ions ${}^6_3\text{Li}^+$, le vecteur vitesse \vec{v}_S en S les vecteur champ magnétique \vec{B} et le vecteur champ électrostatique \vec{E} . (1pt)
 - Quelle valeur E_0 faudrait-il donner au champ électrostatique pour que seuls les ions ${}^x_3\text{Li}^+$ ne soient pas déviés. (0,25 pt)

Exercice 5 : (4,5 pts)

Données : $NM = N'M' = l = 15$ cm ; $B = 0,2$ T ; $r = r' = 0,2$ Ω ; $v = 0,17$ m/s.

N.B. : Le champ magnétique créé par le courant induit dans le circuit est négligeable.

Une tige conductrice NM peut se déplacer perpendiculairement et sans frottement le long de deux rails métalliques parallèles xx' et yy' . La translation de la tige s'effectue à la vitesse \vec{v} , le contact électrique étant maintenu en N et M. L'ensemble baigne dans un champ magnétique uniforme et constant \vec{B} (fig.1)

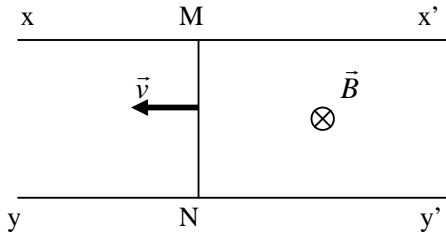


Figure 1

5.1. Expliquer, par la méthode de votre choix, comment déterminer le sens du champ électromoteur \vec{E}_m . Le représenter sur la figure et déduire le point de potentiel le plus élevé entre les points M et N. (1 pt)

5.2. Après avoir choisi sur l'axe de la tige le sens positif de la force F , exprimer mathématiquement la force électromotrice (f.e.m.) induite en fonction de v, B, l et en déduire l'expression de $|V_N - V_M|$. La calculer numériquement en millivolts. (1,25 pt)

5.3. On reprend le dispositif de la figure 1 et, perpendiculairement aux rails, on place une tige N'M' identique à NM et de même longueur l. L'ensemble baigne toujours dans le champ magnétique uniforme \vec{B} .

5.3.1. NM se translatant toujours perpendiculairement aux rails à la même vitesse \vec{v} , N'M' restant immobile (fig. 2), utiliser la loi de Lenz pour vérifier le sens du courant induit i et calculer son intensité en milliampères (1,25 pt)

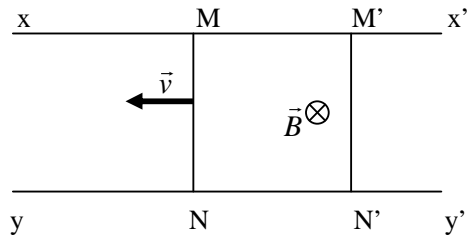


Figure 2

5.3.2. On reprend le dispositif précédent (figure 2) mais cette fois-ci N'M' se déplace en même temps que NM, dans le même sens, à la même vitesse \vec{v} , toujours perpendiculairement aux rails (fig.3). Montrer que dans ce cas, le courant induit dans le circuit est nul. (1pt)

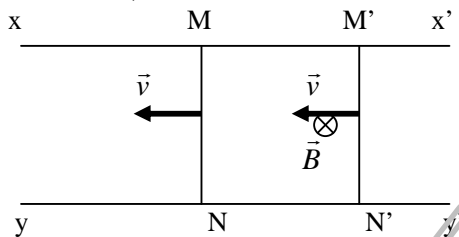


Figure 3