



**CONCOURS D'ADMISSION
SERIE C**

**EPREUVE DE PHYSIQUE
DUREE : 3 HEURES**

EXERCICE 1 (3,5 POINTS)**Séparation d'isotopes**

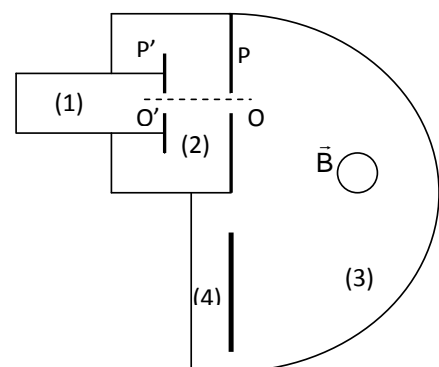
On se propose de séparer des ions isotopes par la technique de la spectrométrie de masse. Le déplacement des particules dans les chambres d'accélération et de déviation s'effectue dans le vide.

On néglige les forces de pesanteur.

On donne :

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} ; B = 3,4 \cdot 10^{-1} \text{ T} ; |U| = 5,00 \cdot 10^3 \text{ V} ;$$

$$m_1 = 1,32 \cdot 10^{-25} \text{ kg} ; m_2 = 1,35 \cdot 10^{-25} \text{ kg}.$$

**1. Accélération.**

La chambre d'ionisation (1) produit des ions $^{79}\text{Br}^-$ de masse m_1 et des ions $^{81}\text{Br}^-$ de masse m_2 .

Ces ions pénètrent dans la chambre d'accélération (2) en O' avec une vitesse initiale considérée comme nulle ; ils sont soumis à un champ électrique uniforme \vec{E} entre les plaques P et P' et sortent de la chambre en O avec des vitesses de valeur v_1 pour l'ion $^{79}\text{Br}^-$, et v_2 pour l'ion $^{81}\text{Br}^-$. On appelle $U = V_P - V_{P'}$ la différence de potentiel entre P et P'.

Spectromètre de masse :
(1) chambre d'ionisation
(2) chambre d'accélération
(3) chambre de déviation
(4) détecteur lié à l'interface de l'ordinateur

1.1. Exprimer v_1 en fonction de m_1 , e et U .

0,50 pt

1.2. Montrer qu'en O, v_1 et v_2 vérifient la relation : $m_1 v_1^2 = m_2 v_2^2$.

0,50 pt**2. Déviation**

Les ions $^{79}\text{Br}^-$ et $^{81}\text{Br}^-$ pénètrent dans la zone (3) où règne un champ magnétique uniforme \vec{B} perpendiculaire au plan de la figure et permettant d'atteindre la plaque détectrice (4).

2.1 Donner le sens du vecteur champ magnétique \vec{B} permettant de provoquer la déviation des particules vers le détecteur.

0,50 pt

2.2. Montrer que le mouvement des ions dans la zone (3) est circulaire et uniforme.

0,50 pt

2.3. Exprimer le rayon r_1 de la trajectoire de l'ion $^{81}\text{Br}^-$, en fonction de m_1 , U , e et B .

0,75 pt

2.4. Soient I_1 et I_2 , respectivement, les points d'impact des ions $^{79}\text{Br}^-$ et $^{81}\text{Br}^-$ sur la plaque détectrice. Calculer la distance $I_1 I_2$.

0,75 pt

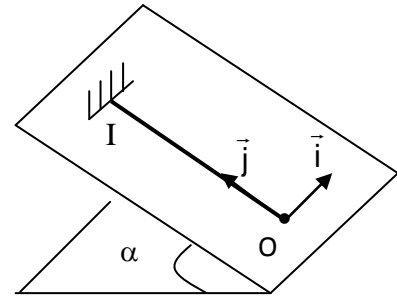
EXERCICE 2 (4 POINTS)

Mouvement d'une bille sur une table.

On donne : $g = 9,80 \text{ m.s}^{-2}$.

On constitue un pendule simple en accrochant une boule ponctuelle de masse $m = 70 \text{ g}$ à l'extrémité libre d'un fil inextensible, de longueur $\ell = 30 \text{ cm}$ et de masse négligeable.

Le pendule est ensuite disposé sur une table inclinée d'un angle $\alpha = 25^\circ$ sur l'horizontale. A l'équilibre, le fil est parallèle à la ligne de plus grande pente du plan et la boule est en O. On repère la position du pendule à la date t par l'angle que fait le fil avec cette ligne de plus grande pente. On néglige les frottements et on admet que la boule reste en contact avec la table lors du mouvement.



1. Quelle est la valeur de la tension du fil à l'équilibre ? **0,50 pt**

2. On écarte le pendule de sa position d'équilibre, fil tendu, d'un angle θ_0 et on le lâche sans vitesse initiale à la date $t = 0$.
 - 2.1. Etablir l'équation différentielle du mouvement du pendule. **1,00 pt**
 - 2.2. Exprimer, en fonction de α , ℓ et g , la période propre T_0 des oscillations de faible amplitude de ce pendule. **0,50 pt**

3. Au cours d'une autre expérience, le mobile est lancé, à partir de la position d'équilibre, dans le plan de la table avec une vitesse \vec{v}_0 horizontale, de valeur $v_0 = 1,2 \text{ m/s}$.
 - 3.1. Pour une certaine valeur de l'angle θ que fait le fil avec la direction (IO), la vitesse du mobile s'annule. Déterminer cette valeur. **1,00 pt**
 - 3.2. On coupe le fil lorsque le mobile repasse en O. Etudier le mouvement ultérieur du mobile et établir l'équation cartésienne de la trajectoire dans un repère que l'on définira. On fera apparaître les grandeurs α , g et v_0 . **1,00 pt**

EXERCICE 3 (4 POINTS)

Oscillateur électrique

Les questions 1 et 2 sont indépendantes.

1. Un circuit oscillant non amorti comporte en série un condensateur de capacité $C = 10 \mu\text{F}$ et une bobine d'inductance $L = 13,1 \text{ mH}$.

1.1. Etablir l'équation différentielle de ce circuit, en prenant pour variable la tension $u(t)$ aux bornes du condensateur. **1,00 pt**

1.2. Préciser la valeur de la fréquence propre du circuit. **0,50 pt**

2. Entre les bornes d'un dipôle série constitué par une bobine et un conducteur ohmique de résistance $R = 50 \Omega$, on maintient une tension sinusoïdale de valeur efficace $U = 225 \text{ V}$.

La phase φ_B de la tension aux bornes de la bobine par rapport à l'intensité est : $\varphi_B = \frac{\pi}{3}$.

L'intensité efficace du courant traversant le circuit est $I = 1,5 \text{ A}$.

2.1. Faire la construction de Fresnel. (Echelle : 1 cm pour 25 V) **1,00 pt**

2.2. En déduire la valeur de la tension efficace aux bornes de la bobine et la phase de la tension aux bornes de l'ensemble (bobine + résistor) par rapport à l'intensité du courant. **1,50 pt**

EXERCICE 4 (3 POINTS)

Pour déterminer la nature RL, RC ou LC d'un dipôle AB lié à un dispositif, on réalise les deux expériences suivantes :

- Le dipôle AB est branché entre les bornes d'une source de tension sinusoïdale, $u = 15\sqrt{2} \cos(100\pi t)$: un courant d'intensité efficace $I = 1,5$ A traverse le dipôle et ce dernier consomme une puissance $p = 13,5$ W.
- Le dipôle AB est branché entre les bornes d'une source de tension continue : aucun courant permanent ne circule.

1. Quelle est la nature du dipôle AB ? Justifier la réponse. **0,75 pt**
2. Déterminer les valeurs des composants utilisés dans ce montage. **0,75 pt**
3. Calculer le déphasage du courant par rapport à la tension et donner l'expression instantanée du courant traversant le dipôle. **0,75 pt**
4. Les composants du dipôle AB sont associés à un troisième composant de manière à constituer un circuit RLC série. L'intensité du courant qui traverse le dipôle RLC ainsi constitué est en phase avec la tension. Quelle est la valeur de la grandeur caractéristique du troisième composant ? **0,75 pt**

EXERCICE 5 (5,5 POINTS)

NB : Les deux parties sont indépendantes.

Partie 1.

Une cellule photoélectrique au césium, éclairée par un rayonnement monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 0,410$ μm et de puissance $P = 300$ μW a les caractéristiques suivantes :

- tension d'arrêt $|U_0| = 0,15$ V ;
- intensité du courant de saturation $I_S = 1,20$ μA .

1. Déterminer :
 - 1.1. la vitesse maximale de sortie des électrons de la cathode. **0,50 pt**
 - 1.2. le travail d'extraction d'un électron du césium. **0,50 pt**
 - 1.3. la longueur d'onde seuil de l'effet photoélectrique. **0,50 pt**
 - 1.4. la tension U_{AC} pour laquelle les électrons arrivent sur l'anode avec une vitesse nulle. **0,50 pt**
 - 1.5. le nombre d'électrons émis par seconde par la cathode ainsi éclairée. **0,50 pt**
 - 1.6. le rendement quantique de la cellule. **0,50 pt**
2. Comment serait modifiée la caractéristique de la cellule :
 - 2.1. si on augmentait la puissance reçue par la cathode sans modifier la longueur d'onde de la radiation utilisée ? **0,50 pt**
 - 2.2. si on augmentait la longueur d'onde de la radiation incidente utilisée ? **0,50 pt**

Partie 2. Radioactivité.

Le tritium est radioactif β^- ; sa demi-vie vaut $T = 12,3$ ans.

- 2.1. Ecrire l'équation de la désintégration du noyau de tritium ${}^3_1\text{H}$ en rappelant les lois utilisées. **0,50 pt**
- 2.2. Quelle est la signification du terme demi-vie ? **0,25 pt**
- 2.3. A un instant pris comme origine des temps, le nombre de noyaux de tritium vaut N_0 . Au bout de combien de temps le nombre de noyaux N de lithium vaut-il le dixième de sa valeur initiale N_0 ? **0,75 pt**

Fin de l'épreuve