

## DEVOIR DE PHYSIQUE

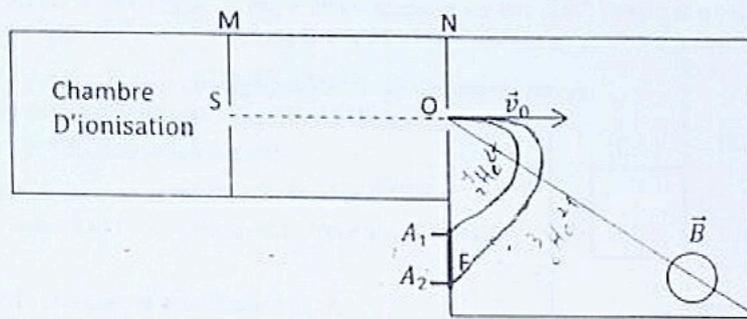
Pour la préparation d'un devoir sur 'Mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétique uniforme', ton groupe de travail se propose de traiter l'exercice dont l'énoncé est le suivant :

On se propose de séparer des noyaux d'hélium  ${}^3_2\text{He}^{2+}$  et  ${}^4_2\text{He}^{2+}$  de masses respectives  $m_1 = 3 m_p$  et  $m_2 = y m_p$  et de charge  $q = +2e$ .

Ces noyaux pénètrent en S dans un champ électrostatique uniforme  $\vec{E}$  avec une vitesse quasi nulle. Ils sont alors accélérés par une tension continue  $U = V_M - V_N$  établie entre les plaques d'entrée M et de sortie N.

En O, les noyaux pénètrent dans un champ magnétique  $\vec{B}$  uniforme avec un vecteur-vitesse  $\vec{v}_0$  perpendiculaire à la plaque N. Dans ce champ, ils sont déviés et sont reçus sur un écran fluorescent F.

On donne :  $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$  ;  $U = 10^3 \text{ V}$  ;  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$  ;  $B = 0,2 \text{ T}$



1. Détermine le signe de la tension  $U$ . Représente sur un schéma, le champ électrostatique  $\vec{E}$  et la force électrostatique  $\vec{F}_e$  s'exerçant sur un ion  $\text{He}^{2+}$  entre les plaques M et N.
2.
  - 2.1. En appliquant le théorème de l'énergie cinétique entre S et O, montre que les ions  ${}^3_2\text{He}^{2+}$  et  ${}^4_2\text{He}^{2+}$  possèdent la même énergie cinétique au passage en O.
  - 2.2. Dédus-en l'expression de la vitesse  $v_2$  en fonction de  $v_1$  et  $y$ .  $v_1$  et  $v_2$  sont les vitesses respectives des ions  ${}^3_2\text{He}^{2+}$  et  ${}^4_2\text{He}^{2+}$  en O.
  - 2.3. Etablis l'expression de  $v_1$  de  $m_1$ ,  $e$  et  $U$ . Fais l'application numérique.
  - 2.4. Montre que l'expression de la vitesse  $v_2$  est  $v_2 = v_1 \sqrt{\frac{3}{y}}$ .
3. Dans le champ magnétique  $\vec{B}$ , les ions hélium  $\text{He}^{2+}$  sont déviés et leur mouvement est plan et circulaire.
  - 3.1. Indique sur un schéma, le sens de  $\vec{B}$  pour que les ions  ${}^3_2\text{He}^{2+}$  et  ${}^4_2\text{He}^{2+}$  soient déviés sur l'écran F.
  - 3.2. Montre que le mouvement des ions  $\text{He}^{2+}$  est uniforme dans le champ  $\vec{B}$ .
  - 3.3. Etablis l'expression du rayon  $R_1$  de la trajectoire d'un ion  ${}^3_2\text{He}^{2+}$  en fonction de  $m_1$ ,  $e$ ,  $v_1$  et  $B$ . Fais l'application numérique.
  - 3.4. Etablis l'expression du rayon  $R_2$  d'un ion  ${}^4_2\text{He}^{2+}$  en fonction  $R_1$  et  $y$  puis montre que  $\frac{R_2}{R_1} = \sqrt{\frac{y}{3}}$ .
4. Les ions  ${}^3_2\text{He}^{2+}$  parviennent en  $A_2$  et les ions  ${}^4_2\text{He}^{2+}$  parviennent en  $A_1$ . La distance qui sépare les deux points d'impact des ions  ${}^3_2\text{He}^{2+}$  et  ${}^4_2\text{He}^{2+}$  est  $A_1A_2 = 10 \text{ mm}$ .  
Détermine la valeur de  $y$ .

Tu es désigné(e) par ton groupe pour traiter l'exercice. Réponds alors aux questions posées.

**DEVOIR DE CLASSE DE PHYSIQUE CHIMIE**

NIVEAU : Tle D

DUREE : 1H00MIN

Physique (12 points)

Au cours de ses recherches, ton voisin de classe découvre des informations sur l'importance industrielle du dispositif schématisé ci-dessous appelé spectrographe de masse. Ce dispositif permet de séparer les différents isotopes d'un élément chimique tels que  ${}^{39}_{19}K^+$  et  ${}^x_{19}K^+$ . Il comprend :

- une chambre d'ionisation (C.I.) où les isotopes sont ionisés ;
- une chambre d'accélération (C.A.) où les ions produits sont accélérés entre deux plaques P et Q par un champ électrostatique uniforme  $\vec{E}$ . La vitesse initiale  $v_c$  des ions est nulle ;
- une chambre de déviation (C.D.) où règne un champ magnétique uniforme  $\vec{B}$ , perpendiculaire à la vitesse des ions. Dans cette zone, les ions sont animés d'un mouvement circulaire uniforme ;
- un écran luminescent permettant de repérer les impacts A et A' des ions.

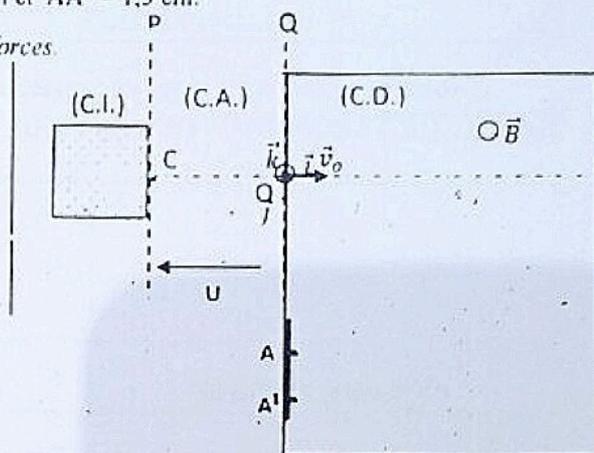
Données : masse d'un ion  ${}^{39}_{19}K^+$  :  $m_1 = 39 u$  ; masse d'un ion  ${}^x_{19}K^+$  :  $m_2 = x u$  ;  $u = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$  ;  
 $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$  ;  $U = 10^3 \text{ V}$  ;  $B = 0,1 \text{ T}$  ;  $OA = 60 \text{ cm}$  et  $AA' = 1,5 \text{ cm}$ .

*Le poids des ions est négligeable devant les autres forces*

Ton voisin désire déterminer le nombre  $x$  de nucléons de l'isotope  ${}^x_{19}K^+$  du potassium naturel.

Pour augmenter ses chances de succès, il te sollicite.

1. Donne le nom et l'expression de la force soumise à un ion  $K^+$  :
  - 1.1 dans la chambre d'accélération (C.A.) ;
  - 1.2 dans la chambre de déviation (C.D.).
2. Montre que :
  - 2.1 l'expression de la vitesse  $v_1$  d'un ion  ${}^{39}_{19}K^+$  à son passage en O est  $v_1 = \sqrt{\frac{2eU}{39u}}$  ;
  - 2.2 l'expression du rayon  $R_1$  de la trajectoire des ions  ${}^{39}_{19}K^+$  dans la chambre de déviation est :  $R_1 = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{78uU}{e}}$
3. Déduis :
  - 3.1 l'expression de la vitesse  $v_2$  d'un ion  ${}^x_{19}K^+$  à son passage en O en fonction de  $e$ ,  $U$ ,  $x$  et  $u$  ;
  - 3.2 l'expression du rayon  $R_2$  de la trajectoire des ions  ${}^x_{19}K^+$  en fonction de  $B$ ,  $e$ ,  $U$ ,  $x$  et  $u$ .
4. Détermine la valeur de  $x$ .



*Handwritten notes:*  
 $R_1 = \frac{m_1 v_1}{B q}$   
 $m_1 = 39u$

Chimie (8points)

Dans le but de déterminer le pH d'un mélange, le professeur de physique- chimie d'une classe de terminale scientifique d'un lycée met à la disposition d'un groupe de travail :

- une solution  $S_1$  d'acide chlorhydrique (HCl) de  $\text{pH}_1 = 2$  ;
- une solution  $S_2$  d'hydroxyde de sodium (NaOH) de  $\text{pH}_2 = 12$ .

Le groupe obtient une solution S en prélevant un volume  $v_1 = 100 \text{ ml}$  de  $S_1$  auquel il ajoute un volume  $v_2 = 200 \text{ mL}$  de  $S_2$ . Les expériences sont effectuées à  $25^\circ \text{ C}$  où le produit ionique de l'eau est  $K_e = 10^{-14}$ .

En tant que rapporteur du groupe, réponds aux questions suivantes.

1. Écris
  - 1.1. les équations bilans des réactions d'ionisations de l'acide chlorhydrique et de l'hydroxyde de sodium.
  - 1.2. la formule de chacune des espèces chimiques présentes dans le mélange.
- 2- Détermine :
  - 2.1- les concentrations molaires volumiques  $C_1$  et  $C_2$  respectives des solutions  $S_1$  et  $S_2$ .
  - 2.2- la quantité de matières de chacun des ions avant le mélange.
  - 2.3- la nature du mélange.
  - 2.4- les concentrations des ions présents dans le mélange.
- 3- Calcule la concentration de la solution S. Déduis-en son pH.