

Série de TD N° 2

Exercice 1.

- A- Un électron de vitesse $v_0 = 10^7$ m/s pénètre entre deux plaques d'un condensateur de longueur $l = 50$ cm, distantes de $d = 20$ cm. Le champ électrique est perpendiculaire au déplacement des électrons.
- Trouver l'équation cartésienne de la trajectoire de l'électron tant qu'il est soumis à l'action du champ électrique. On choisira un repère orthonormé xoy d'axe horizontal confondu avec la plaque inférieure du condensateur, l'entrée O étant à l'entrée du condensateur.
 - La différence de potentiel entre les plaques étant de 100 V, calculer en centimètres la déviation de l'électron à la sortie du condensateur.
- B- L'électron animé de la vitesse v_0 est soumis à un champ magnétique de 10^{-2} Tesla. Déterminer
- La valeur de la force magnétique.
 - Le rayon de l'arc de cercle décrit par l'électron

Données : $m_e = 9,1 \times 10^{-31}$ kg, $e = 1,6 \times 10^{-19}$ C, $g = 9,81$ m/s²

Exercice 2.

Dans l'expérience de Millikan, une gouttelette d'huile de masse m et de rayon r , se trouve entre les plaques d'un condensateur.

- La goutte tombe en chute libre d'une distance de 4 mm au bout de 12,8 secondes.
 - Calculer le rayon et la masse de la gouttelette (on négligera la poussée d'Archimède)
- La gouttelette se charge quand on applique un champ électrique $E = 1,8 \cdot 10^7$ V.m⁻¹, elle remonte avec une vitesse de 4mm au bout de 16 secondes.
 - Calculer la charge totale q , en déduire le nombre de charge ?
 $\rho = 1,26$ g.cm⁻³, $\eta = 1,80 \cdot 10^{-4}$ (MKSA), $g = 9,81$ m s⁻², $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C

Exercice 3.

On utilise un spectrographe de masse de type Bainbridge pour séparer deux types d'ions ${}^A_Z X^+$ et ${}^{A'}_{Z'} X'^+$ porteurs d'une charge élémentaire positive ; l'un est l'isotope ${}^{12}_6 C$ du carbone. La vitesse des ions, à la sortie du filtre de vitesse, est $v = 600$ km/s.

- Représenter les orientations des vecteurs \vec{v}_0 , \vec{E} , \vec{B} , \vec{F}_e , et \vec{F}_m dans le filtre de vitesse.
- Sachant que le filtre de vitesse est composé de deux plaques d'un condensateur distant de $d = 10$ cm, auquel on applique une différence de potentiel de 20 kV; déduire :
 - La valeur du champ électrique E créée.
 - La valeur du champ magnétique B appliqué.
- La séparation est ensuite produite par un champ magnétique d'intensité 0,3 Tesla, perpendiculaire à la trajectoire de l'ion.

Etablir la distance (d) séparant les points d'impact en fonction de N_A , e , B , v , et des masses isotopiques M_1 et M_2 sachant que l'ion inconnu décrit une trajectoire de rayon plus grand que celui du $^{12}_6\text{C}$.

4. Déterminer la masse atomique de l'ion inconnu.

Données : $d = 4,15 \text{ cm}$, $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

Exercice 4

Un faisceau d'ions $^6\text{Li}^+$ et $^7\text{Li}^+$ est soumis à l'action de deux champs électrique et magnétique dans le spectromètre de Bainbridge, tel que $E/B = 5 \cdot 10^5 \text{ m/s}$. ces ions sont soumis à la sortie du filtre de vitesse à l'action d'un champ magnétique $B_0 = 0,2 \text{ T}$

1-Calculer la distance « d » entre les points d'impact des deux ions sur la plaque photographique.

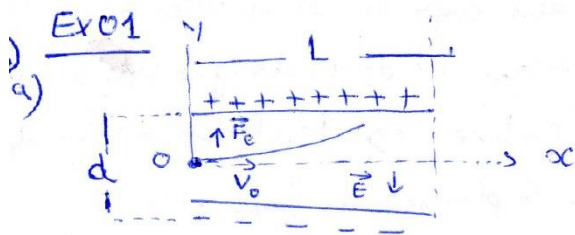
2-Calculer la masse d'une mole de lithium naturel, sachant que sa composition isotopique est : $^6\text{Li}^+$ (7.4%) ; $^7\text{Li}^+$ (92.6%), et les masses atomiques sont 6.015126 uma et 7.016005 uma.

On donne : $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

Exercice 5.

A l'aide du spectrographe de masse de Bainbridge, on sépare deux sources d'ions, porteurs d'une charge élémentaire positive : l'un est l'isotope ^{14}N . Leur vitesse est $v = 400 \text{ Km/s}$ à l'entrée du champ d'induction magnétique $B = 0,2 \text{ tesla}$. Calculer la masse atomique de l'ion inconnu, sachant qu'il est le plus lourd et que la distance séparant les points d'impact sur la plaque photographique est $d = 4,15 \text{ cm}$.

Solution de TD. N°02



* OX: $x = v_0 t$ — (1) ($v_y = 0$)

* OY $\sum \vec{F}_e = m \gamma_y \Leftrightarrow eE = m \gamma_y$

$\Rightarrow \gamma_y = \frac{eE}{m}$ — (2)

* $y = \frac{1}{2} \gamma_y t^2$ — (3), (2) dans (3) $\Rightarrow y = \frac{eE}{2m} t^2$ — (4)

En éliminant le temps entre (1) et (4) :

1) $\Rightarrow t = \frac{x}{v_0}$ donc (4) \Leftrightarrow $y = \frac{eE x^2}{2m v_0^2}$

$x=L \Rightarrow y = \frac{eEL^2}{2m v_0^2}$ — (5) et $E \cdot d = U$ — (6) $\Rightarrow E = \frac{U}{d}$ — (7)
(différence potentiel)

b) (5) et (7) \Leftrightarrow $y = \frac{eUL^2}{2mdv_0^2}$

En remplaçant par les valeurs numériques $\Rightarrow y = 11 \text{ cm}$

B) a) $F_m = ?$ $F_m = e v_0 B \Rightarrow B = 10^{-2} \text{ T} \Rightarrow F = 1,6 \times 10^{-14} \text{ N}$

b) $R = ?$

La Trajectoire de e^- à l'intérieur du champ magnétique est circulaire de rayon R

\vec{F}_c (force centrifuge) = $\vec{F}_m \Leftrightarrow \frac{m v_0^2}{R} = e v_0 B$

$\Rightarrow R = \frac{m v_0}{e B}$ $R = 5,7 \times 10^{-3} \text{ m}$

EX02

les forces qui agissent sur la gouttelette sont:

- la force de pesanteur $P = mg$
- la force de frottement (stokes) F_s
 $F_s = 6\pi r \eta v_0$
- la poussée d'Archimède est négligeable.

$$\sum \vec{F} = \vec{0} \Rightarrow P - F_s = 0 \Rightarrow mg = 6\pi r \eta v_0$$

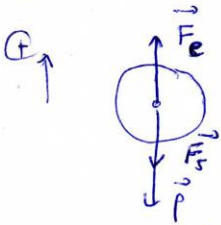
$$\Rightarrow \rho \frac{4}{3} \pi r^3 g = 6\pi r \eta v_0$$

$$\Rightarrow r = 3 \sqrt{\frac{\eta v_0}{2 \rho g}}$$

$$v_0 = \frac{d}{t} = \frac{4 \times 10^{-3}}{12,8} = 3,12 \times 10^{-4} \text{ m/s}$$

$$r = 4,52 \times 10^{-6} \text{ m}$$

$$\textcircled{2} \vec{E} = 1,8 \times 10^7 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$$



$$\vec{P} + \vec{F}_s = \vec{F}_e = 0$$

$$\Rightarrow mg + 6\pi r \eta v_0 = qE$$

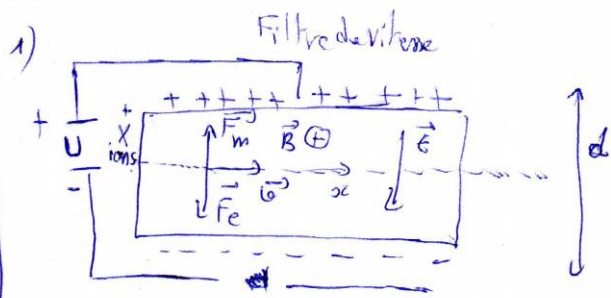
$$v_0 = \frac{d}{t}$$

$$\Rightarrow q = 4,78 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$q = n \cdot e \Rightarrow n \approx 3$$

$$\Rightarrow q \approx 3e$$

Exo 3



$$2) a) U = E \cdot d \Rightarrow E = \frac{U}{d} = \frac{2 \times 10^3}{10 \times 10^{-2}} \\ \Rightarrow E = 2 \times 10^5 \text{ V/m}$$

$$b) \vec{F}_m = q \cdot v \wedge \vec{B}$$

$$v \perp B \Rightarrow \vec{F}_m = q \cdot v \cdot B \quad \vec{F}_e = q \cdot E$$

$$\vec{F}_m = \vec{F}_e \Rightarrow B = \frac{E}{v}$$

$$B = 0,33 \text{ Tesla}$$

3) la distance d'impact:

$$d = 2R_2 - 2R_1$$

Analyseur $\rightarrow B$

$$F_m = q v B$$

$$F_{\text{centrifuge}} = F_c = m \frac{v^2}{R}$$

$$R = \frac{m \cdot v}{q \cdot B} \quad q = e \quad m = \frac{M}{N_A}$$

$$R = \frac{m \cdot v}{e \cdot N_A \cdot B} \Rightarrow d = \frac{2 \cdot v}{e \cdot N_A \cdot B} (M_1 - M_2)$$

4) la masse atomique de l'ion inconnu

$$M_2 = \frac{d \times e \times N_A \times B^1}{2 \times v} + M_1 \Rightarrow M_2 = 13,10 \text{ kg}$$

$m = 13 \text{ g} \Rightarrow$ il s'agit de l'isotope $^{13}_6\text{C}$ du carbone

Exo 4

1) A la sortie du filtre de vitesse on a: $\frac{mv^2}{R} = qvB_0$

$$\Rightarrow R = \frac{mv}{qB_0} \text{ et } v = \frac{E}{B} \Rightarrow R = \frac{mE}{qBB_0}$$

$$d = 2(R_2 - R_1) = \frac{2E}{qBB_0} (m_2 - m_1) \Rightarrow d = 5,2 \text{ cm}$$

$$2) M_m = \sum M_i \cdot y_i = 74 \times 6,015125 + 92,6 \times 7,016005 \times \frac{1}{100}$$
$$\Rightarrow M_m = 6,94194 \text{ g/mol}$$