



## CHAMPS ELECTRIQUE-MAGNETIQUE AU BAC 2023 à 2000

### Exercice 1 .....(BAC STI 2023).....

Dans un canon à électrons le filament chauffé émet des électrons par effet thermoélectronique. Ceux-ci quittent le filament avec une vitesse négligeable et sont accélérés par une tension établie entre l'anode A et le filament f.

1) Les électrons arrivent à l'anode avec une vitesse  $V_1 = 20000 \text{ km/s}$

2) Le faisceau d'électrons obtenu pénètre ensuite avec la vitesse  $V_1$  dans un champ électrique uniforme produit par deux plaques horizontales de longueur  $l = 10 \text{ cm}$ .

Le vecteur  $V_1$  est perpendiculaire au vecteur champ électrique  $\vec{E}$ .

**Consigne :**

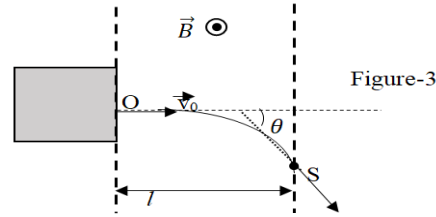
1) Calcule la valeur de la tension  $U = V_A - V_f$ .

2-1) Trouve l'équation cartésienne du mouvement d'un électron dans le plan (OX, OY) à l'intérieur du champ et en dehors du champ.

2-1) Trouve l'intensité du champ E pour que le déplacement vertical d'un électron soit 1 mm à la sortie du champ.

**Données :** masse de l'électron  $m = 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$  ;

charge élémentaire de l'électron  $|e| = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$



**Consigne :**

1) Montre que dans la zone magnétique la trajectoire des particules est circulaire plane et en déduis l'expression du rayon R de cette trajectoire en fonction de m,  $v_0$ , q, et B.

2) L'angle  $\theta = 53,1^\circ$ .

En déduis la valeur du rayon de courbure du cercle.

3) En admettant qu'en O une particule possède une énergie cinétique de  $1,92 \times 10^{-16} \text{ J}$  ; détermine des résultats précédents la masse m et la charge q des particules du faisceau.

4) Identifie la nature des particules.

On donne masse de certaines particules  $\alpha$  :

$m = 6,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$  ; masse du proton

$m = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$

### Exercice 2 .....(BAC TSExp 2021).....

1) Une particule  $\alpha$  ( ${}^4_2\text{He}^{2+}$ ) pénètre dans le vide, avec la vitesse  $\vec{V}_0$  entre les armatures d'un condensateur plan et parallèlement à celles-ci.

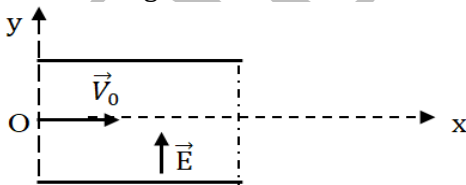
Etablis l'équation littérale et numérique de la trajectoire de la particule  $\alpha$  à l'intérieur du condensateur. On supposera que le champ électrique  $\vec{E}$  est uniforme et on négligera le poids de la particule  $\alpha$  devant la force électrique qu'elle subit.

2) On superpose au champ électrique  $\vec{E}$  précédent, un champ magnétique uniforme d'induction  $\vec{B}$ .

Détermine la valeur et le sens de  $\vec{B}$  pour que la particule  $\alpha$  ne subisse aucune déviation entre les plaques.

On donne :  $V_0 = 15.10^3 \text{ km.s}^{-1}$  ;  $E = 10^4 \text{ V.m}^{-1}$  ;

$1 \text{ u} = 1,66.10^{-27} \text{ kg}$ .



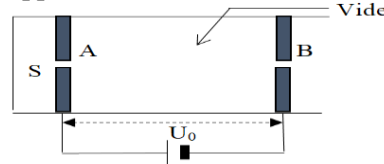
### Exercice 3 .....(BAC TSE 2021).....

Dans un laboratoire de physique on décide de déterminer la masse de particules. A cette fin on utilise un faisceau de particules de charge q et de masse m émis d'un point O avec une vitesse  $\vec{v}_0$  d'intensité  $v_0 = 2,4 \times 10^5 \text{ m/s}$  (constante de O à S) (figure-3). Il pénètre dans une zone de largeur  $l = 4 \text{ cm}$  où règne un champ magnétique uniforme  $\vec{B}$  d'intensité  $B = 0,1 \text{ T}$ .

### Exercice 4 .....(BAC TSE 2020).....

1) Un noyau d'hélium  $\text{He}_2^4$  ou  $\text{He}^{2+}$  sort d'une source S pratiquement sans vitesse initiale par l'ouverture A (figure-1), il est soumis à l'action d'une tension accélératrice  $U_0$ . Quelle est la vitesse  $v_0$  lorsqu'il passe dans l'ouverture B ?

On suppose  $v \ll c$  (célérité de la lumière).



**Figure-1 : Noyau d'hélium soumis à une tension  $U_0$**

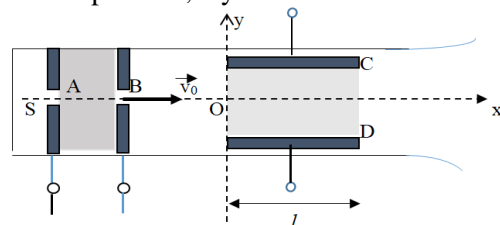
**Application numérique :**

Masse de  $\text{He}^{2+} = 6,65 \times 10^{-27} \text{ kg}$  ;  $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$  ;

$U_0 = 1,04 \times 10^4 \text{ V}$

2) La distance séparant les deux électrodes en A et B est  $d = 2 \text{ cm}$ . Quel est le temps mis par le noyau d'hélium pour aller de A à B ? On supposera que le champ électrique entre A et B est uniforme.

3) Sortant de B le noyau d'hélium arrive en O (figure-2) entre les armatures C et D d'un condensateur plan parallèles à Ax. Ces armatures ont la longueur l, suivant Ox et elles sont distantes de d'.  $V_D - V_C = U$ , cette différence de potentiel est positive et constante. Etablis l'équation de la trajectoire du noyau d'hélium entre C et D, dans le repère Ox, Oy.



**Figure-2: Noyau d'hélium entre les armatures d'un condensateur**

- 4) Un écran luminescent E, est placé perpendiculairement à l'axe Ox, à la distance D, du milieu I du condensateur CD. Détermine l'ordonnée Y, sur l'axe HY du point d'impact du noyau d'hélium sur l'écran.

**Application numérique :**  $v_0 = 10^6 \text{ ms}^{-1}$  ;  $U = 5000 \text{ V}$  ;  $l = d' = 10 \text{ cm}$  ;  $D = 20 \text{ cm}$

**Exercice 5 .....(BAC STI 2018).....**

Dans toute cette partie, on négligera le poids des ions devant les autres forces et on assimilera la masse au produit de son nombre de masse par l'unité de masse atomique. Le lithium Li possède deux isotopes  ${}^6_3\text{Li}^+$  et  ${}^7_3\text{Li}^+$ . Des ions  ${}^6_3\text{Li}^+$  et  ${}^7_3\text{Li}^+$  produits dans une chambre d'ionisation pénètrent dans une chambre d'accélération avec une vitesse négligeable. Ils sont alors soumis à une tension accélératrice  $U_0 = 5,0 \text{ kV}$  (figure-1)

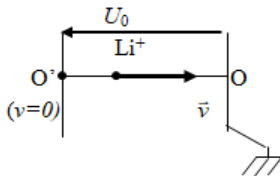


Figure-1 : Chambre d'accélération

- Calcule les valeurs des vitesses d'accélération respectives,  $v_1$  pour  ${}^6_3\text{Li}^+$  et  $v_2$  pour  ${}^7_3\text{Li}^+$  à la sortie O de cette chambre.
- Ils pénètrent ensuite en O dans une région où règne un champ magnétique uniforme  $\vec{B}$  perpendiculaire au plan de la figure. Ils sont déviés (figure-2).

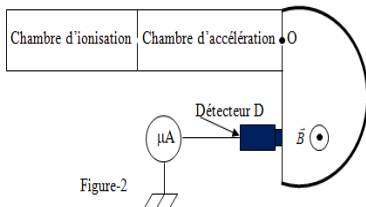


Figure-2

On ajuste la valeur B de  $\vec{B}$  pour faire arriver un des types d'ions sur le détecteur D. On donne  $OD = 20 \text{ cm}$ .

- Indique le sens de  $\vec{B}$  en le justifiant.
- Démontre que le mouvement des ions est circulaire uniforme.
- Exprime le rayon R de la trajectoire de ces ions en fonction de  $e$ ,  $B$ ,  $U_0$  et  $m$  masse d'un ion.
- Quelle est la valeur  $B_1$  du champ magnétique pour laquelle les ions  ${}^6_3\text{Li}^+$  arrivent sur le détecteur ?
- Quelle est la valeur  $B_2$  pour laquelle ce sont les ions  ${}^7_3\text{Li}^+$ .

**Données :**

Charge élémentaire de l'électron :  $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$

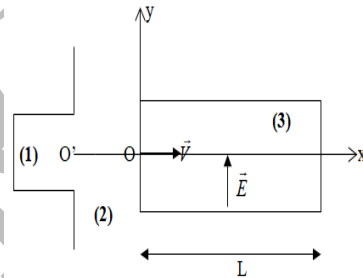
Unité de masse atomique :  $1u = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$

**Exercice 6 .....(BAC TSExp 2017).....**

Dans la partie (1) du dispositif, (figure ci-dessous), des atomes de lithium sont ionisés en ions  $\text{Li}^+$ , ils pénètrent par l'orifice O' avec une vitesse négligeable dans une chambre (2). Une tension  $U_0$  établit entre l'anode A et la cathode C les accélère.

Ils ressortent par l'orifice O et pénètrent alors dans une enceinte (3) où règne un champ électrique uniforme  $\vec{E}$ . Les ions lithium sont constitués des isotopes  ${}^6\text{Li}^+$  et  ${}^7\text{Li}^+$  de masse  $m_1$  et  $m_2$

- Exprime les vitesses  $V_1$  et  $V_2$  des ions respectifs  ${}^6\text{Li}^+$  et  ${}^7\text{Li}^+$  en O.
- a) Détermine dans le repère  $(O, \vec{i}, \vec{j})$  l'équation cartésienne de la trajectoire des ions dans la chambre (3).  
b) Soit S le point de sortie d'un ion dans la chambre (3). Montre que l'ordonnée  $y_s$  peut s'exprimer en fonction de  $U_0$ ,  $E$ ,  $L$ .  
c) Ce dispositif permet-il de séparer les isotopes ? Justifie.
- On supprime le champ  $\vec{E}$  dans la chambre (3) et on y établit un champ magnétique  $\vec{B}$  uniforme dirigé vers l'avant du plan de la figure et perpendiculaire à  $\vec{V}$  (vitesse en O).  
a) Montre que dans le champ magnétique uniforme chacun des ions  ${}^6\text{Li}^+$  et  ${}^7\text{Li}^+$  est animé d'un mouvement circulaire uniforme, dont on déterminera le rayon en fonction de  $B$ ,  $q$ ,  $U_0$  et  $m$ .  
b) Ce dispositif permet-il de séparer les isotopes ? Justifie.



**Exercice 7 .....(BAC TSE 2015).....**

Dans cet exercice, on négligera le poids  $\vec{P}$  des particules devant les autres forces. On désire séparer les isotopes du brome (Br) à l'aide d'un spectrographe schématisé sur la figure-1.

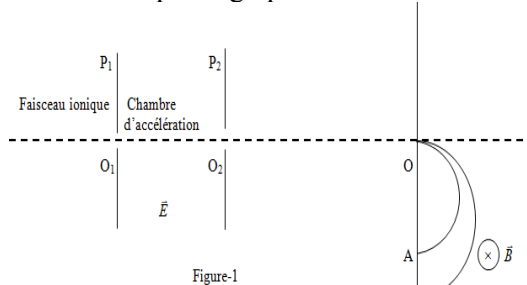


Figure-1

Les ions bromures  ${}^{79}\text{Br}^-$  et  ${}^X\text{Br}^-$  sont produits dans une chambre d'ionisation puis dirigés vers une chambre d'accélération entre deux plaques parallèles  $P_1$  et  $P_2$  soumises à une tension  $U_1 = 4000 \text{ V}$ . Au-delà du point O, les ions sont alors séparés grâce à un champ magnétique uniforme  $\vec{B}$ , de norme  $0,1 \text{ T}$ , normal au plan de la figure.

- a) Précise sur le schéma, en le justifiant le sens du champ électrique  $\vec{E}$  et l'orientation de  $U_1$  qui permettent une accélération des ions.  
b) Montre que les deux sortes d'ions ont la même énergie cinétique en  $O_2$  sachant que leur vitesse est négligeable en  $O_1$ . Calcule la vitesse  $v_1$  de l'ion  ${}^{79}\text{Br}^-$  au point  $O_2$ .  
c) Exprime la vitesse  $v_2$  de l'ion  ${}^X\text{Br}^-$  en  $O_2$  en fonction de  $v_1$  et  $X$ .

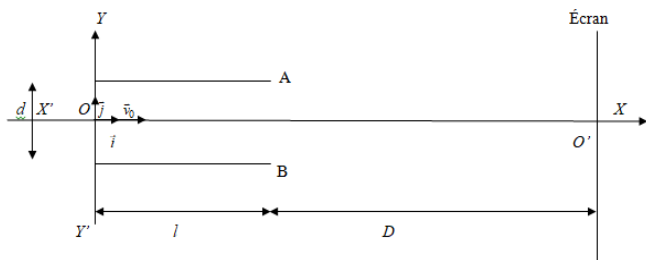
2) Les ions passent en O avec les vitesses  $\vec{v}_1$  et  $\vec{v}_2$  précédentes, subissent l'action du champ  $\vec{B}$  normal à ces deux vecteurs vitesses. En admettant que le sens du champ  $\vec{B}$  soit entrant pour que les ions soient reçus en A et C ; montre que le mouvement des ions est circulaire et uniforme. En déduis les rayons de courbure  $R_1$  et  $R_2$  pour chacune des trajectoires. Calcule  $R_1$ .

3) Les ions  $^{79}\text{Br}^-$  et  $^X\text{Br}^-$  décrivent des demi-cercles et arrivent respectivement aux points A et C distants de  $d = 1,4 \text{ cm}$ . En déduis la valeur de  $X$ .

Données : charge élémentaire  $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$  ;  
Masse du proton :  $1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$

### Exercice 8 .....(BAC MTI/SET 2009).....

On maintient entre deux plaques (voir figure ci-dessous) une différence de potentiel  $U = V_A - V_B$ . La longueur de ces plaques est  $l$  et leur distance  $d$ . Un électron est injecté dans une direction perpendiculaire au vecteur champ électrique  $\vec{E}$  avec une vitesse initiale  $\vec{v}_0 = v_0 \vec{i}$  au point O milieu des plaques.

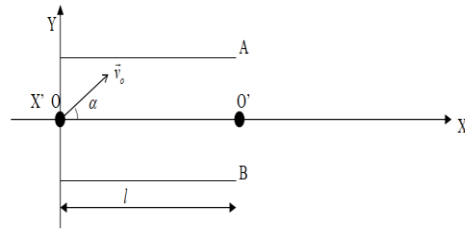


- 1) Montre qu'on peut négliger le poids  $\vec{P}$  de l'électron devant la force électrostatique  $\vec{F}_e$  appliquée à cet électron.
- 2) Donne les caractéristiques du vecteur champ électrostatique  $\vec{E}$  (direction, sens, intensité).  
Représente ce vecteur  $\vec{E}$ . Le champ électrostatique est supposé uniforme.
- 3) L'électron sort de la région où règne le champ électrostatique en un point S. Calcule les coordonnées de S et celles du vecteur vitesse de sortie  $\vec{v}_s$  en ce point en déduis sa norme.
- 4) On place un écran à la distance  $D$  de l'extrémité des plaques. Quelle est la position du point d'impact P de l'électron sur l'écran.

Données :  $l = 2 \text{ cm}$  ;  $d = 1 \text{ cm}$  ;  $D = 50 \text{ cm}$  ;  
 $U = V_A - V_B = 200 \text{ V}$  ;  $v_0 = 10^7 \text{ m/s}$  ;  $m_e = 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$  ;  
 $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$  ;  $g = 9,8 \text{ N/kg}$ .

### Exercice 9 .....(BAC SBT 2007).....

Un condensateur est constitué de deux plaques métalliques parallèles, horizontales rectangulaires A et B de longueur  $l$  et séparées par une distance  $d$  (figure -1). En chargeant les plaques on crée entre elles un champ électrostatique uniforme  $\vec{E}$ . L'expérience a lieu dans le vide, on raisonne dans le plan  $(O; \vec{i}; \vec{j})$ . Le point O étant équidistant des plaques et situé à l'entrée du condensateur. Un faisceau homocinétique de protons de masse  $m$  arrive en O avec la vitesse  $\vec{v}_0$  contenue dans le plan  $(O; \vec{i}; \vec{j})$ . et faisant un angle  $\alpha$  avec l'axe  $X'OX$ .



- 1) a) Indique en le justifiant le sens du champ électrique  $\vec{E}$  et le signe de la tension  $V_A - V_B = U$  pour que le faisceau de protons puisse recouper l'axe  $X'OX$ .  
b) Etablis l'équation de la trajectoire du faisceau de protons, et en déduis la nature du mouvement.
  - 2) Exprime littéralement la condition qui doit être vérifiée par la tension  $U$  si l'on veut que le faisceau de protons sorte du condensateur par le point O situé sur l'axe  $X'OX$ .  
Calcule la valeur numérique de  $U$ .
- On donne  $v_0 = 500 \text{ km/s}$ ,  $\alpha = 30^\circ$ ,  $l = 20 \text{ cm}$ ,  $d = 10 \text{ cm}$  ;  
 $m = 1,6 \times 10^{-27} \text{ kg}$  ;  $+e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$  (charge du proton).