

# Champs Magnétiques\*

## EXO 1

Calculer le rayon de la trajectoire d'un cyclotron animé d'une vitesse de  $10^7 \text{ ms}^{-1}$  et soumis à un champ magnétique uniforme de direction perpendiculaire à cette vitesse d'intensité  $B = 8,10^{-4} \text{ T}$ . Calculer la fréquence du cyclotron et la période correspondante.

Donnée:  $\frac{e}{m_e} = 1,76.10^{11} \text{ kg}^{-1} \text{ C}$

## EXO 2

Dans une chambre à bulles on observe les trajectoires de 2 particules (1) et (2) (figure).

1°- La particule (2) est un proton; sachant que le champ  $\vec{B}$  est orthogonal au plan de la trajectoire, donner le sens de  $\vec{B}$ .

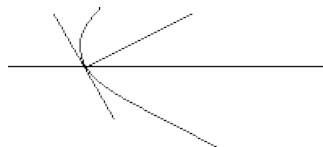
2°- Le rayon de courbure de la trajectoire (2) est  $R_2=14\text{cm}$  et  $\|\vec{B}\|= 1,5 \text{ T}$ . Calculer la quantité du mouvement du proton.

3°- Quel est le signe de la charge de la particule (1). Le rayon de courbure de cette trajectoire est  $R_1=7\text{cm}$ . Calculer la quantité du mouvement de cette particule portant une charge élémentaire.



## EXO 3

Une particule de charge  $q$ , de masse  $m_1$  traverse une chambre de Wilson dans laquelle règne un champ magnétique  $\vec{B}$  uniforme, perpendiculaire au plan de la figure et orienté vers l'avant de ce plan. La particule ralentit en franchissant la surface AB. Le cliché matérialisant la trajectoire permet de dire que la particule a décrit des arcs de cercles de rayons  $r_1$  et  $r_2$  respectivement dans les parties I et II.



1°- Etablir l'expression de  $r_1$  et  $r_2$  en fonction de  $q$ ,  $m$ ,  $B$  et des vitesses respectives  $v_1$  et  $v_2$  de la particule. Dans quel sens se déplace la particule (de I vers II ou de II vers I)? Donner  $r_1 = \frac{r_2}{3} = 14\text{cm}$

2°- Quel est le signe de la charge de la particule? Justifier la réponse.

3° - Calculer la charge massique  $\frac{q}{m}$  et identifier la particule.

Donnée:  $B = 0,5T$ ;  $V = 2 \cdot 10^{-7} \text{ms}^{-1}$  (vitesse d'entrée)

$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{kg}$ ;  $m_p = 1,67 \cdot 10^{-11} \text{kg}$  ;  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$

## EXO 4

Pour avoir à l'entrée d'un spectromètre de masse, des particules chargées ayant même vecteur vitesse, on place avant la chambre de déviation du spectromètre un sélecteur de vitesse pour particules chargées (filtre de wien). Ce filtre ne laissera passer pas une ouverture O que les particules ayant une certaine vitesse  $V_c$  et déviéra les particules ayant une vitesse  $v_o$ .

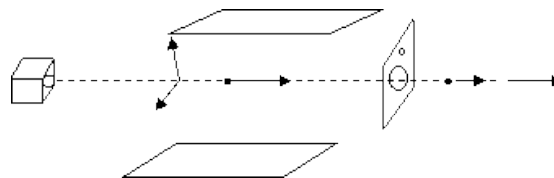
Le principe du filtre considéré est le suivant:

- des particules chargées positivement sont projetées dans l'appareil suivant l'axe des x (figure)
- deux plaques parallèles distantes de d entre lesquelles existe une tension u produisant un champ électrique  $\vec{E}$ ;
- dans toute la région où règne  $\vec{E}$  existe un champ, magnétique uniforme  $\vec{B}$  perpendiculaire à  $\vec{E}$  à l'axe des x.

1° - On observe que pour une certaine vitesse  $v_c$ , les particules ne sont pas déviées et sortants du filtre par l'ouverture O. Montrer que dans ces conditions:  $v_c = \frac{E}{B}$

2° - Décrire qualitativement comment seront déviées les particules de vitesse  $V > V_c$  et celle de vitesse  $V_c$ ;  $V_e$ .

3° - Calculer  $V_c$  dans le cas où  $B = 0,1T$ ,  $d = 0,5\text{cm}$  et  $u = 50V$



## EXO 5

Dans tout l'exercice, on supposera que le mouvement des ions a lieu dans le vide et que leur poids est négligeable devant les autres forces auxquelles ils sont soumis. A la sortie d'une chambre d'ionisation, des ions néon  ${}_{10}^{20}\text{Ne}^+$  et  ${}_{10}^{22}\text{Ne}^+$  pénètrent avec une vitesse quasiment nulle par un trou  $O_1$  dans l'espace compris entre 2 plaques métalliques verticales parallèles  $P_1$  et  $P_2$ , entre lesquelles on a établi une tension accélératrice  $V = V_{P_1} - V_{P_2}$  (figure)

## Ionisation accélératrice séparation

1) Les ions  $Ne^+$  arrivent en  $O_2$  avec vitesse  $V$  horizontal et orientée suivant l'axe  $x'x$ . Etablir l'expression littérale de la vitesse des ions au point  $O_2$  en fonction de la tension  $U$ , ainsi que la masse et de la charge de l'ion considéré. Calculer les vitesses des ions  $Ne^+$  à partir des données numériques suivantes:

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}; U = +2 \cdot 10^4 \text{V}; m_p = m_n = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{kg}$$

2) A la sortie de  $O_2$ , les ions pénètrent dans une région où ils sont soumis à l'action simultanée de deux champs:

- un champ magnétique uniforme de vecteur champ  $\vec{B}$ ;

- un champ électrique uniforme de vecteur champ  $\vec{E}$ ;

Comment choisir l'intensité  $E$  de  $\vec{E}$  pour que le mut des ions  ${}_{10}^{20}Ne^+$  soit rectiligne et uniforme?

$$A.M: B = 0,1 \text{T}$$

3) Quel est l'intérêt d'un tel dispositif?

## EXO 6

On donne charge d'élément  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$ .  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{kg}$

1°- Un faisceau d'élément émis d'une cathode par effet thermoélectrique est accéléré au moyen d'une anode OA. La différence de potentiel entre anode et cathode vaut  $V_O = 285 \text{V}$ .

1°- En admettant que les éléments sont émis par la cathode avec une vitesse négligeable ; exprimer littéralement puis numériquement la vitesse  $V_O$  des éléments lorsqu'ils traversent le trou A.

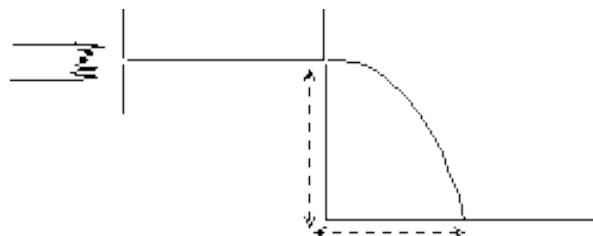
2°- Le faisceau d'élément pénètre ensuite dans une région de l'espace où règne un champ magnétique uniforme  $\vec{B}$  dans laquelle il décrit un quart de cercle de rayon  $R = 20 \text{cm}$ .

a/ Quelle est la nature du mouvement du faisceau dans cette région?

b/ Quel doit être le sens de  $\vec{B}$  pour que le faisceau arrive en D.

c/ Calculer littéralement en fonction de  $V_O$ ,  $R$ ,  $m$ ,  $e$  puis numériquement la norme du  $B$ .

1/ Caractériser le vecteur vitesse  $V$  des éléments à la traversée de la borne.

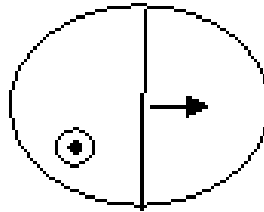


## EXO 7

Dans une ceinte circulaire (D), sous vide poussé, règne un champ magnétique constant et uniforme. Au centre de l'enceinte, à un instant donné une source S émet un proton avec une vitesse  $\vec{V}_0$  orthogonale à la direction du vecteur champ magnétique  $\vec{B}$  et perpendiculaire au diamètre PQ passant par S (figure).

1°- Donner les caractéristiques de la force électromagnétique  $\vec{F}$  s'exerçant sur la particule en S et la représenter.

2°- Quelle est nature de la trajectoire du proton dans l'enceinte (D). Calculer un rayon. Le poids d'un proton supposé négligeable devant la force électromagnétique. On donne  $B = 0,53T$ . Vitesse initiale du proton au point S  $V_0 = 1,2 \cdot 10^{-7} \text{ms}^{-1}$ ;  $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{kg}$ ;  $e^- = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$



## EXO 8

Un faisceau d'élément pénètre dans une région de l'espace où règne un champ magnétique  $\vec{B}$  et un champ électrique  $\vec{E}$  uniformes.

Les vecteurs  $\vec{B}$  et  $\vec{E}$  sont orthogonaux entre eux et à la direction du faisceau comme l'indique la figure.

Les champs  $\vec{E}$  et  $\vec{B}$  sont choisis de telle sorte que les électrons de vitesse  $\vec{V}_0$  ne soient pas déviés et décrivent la trajectoire représentée en pointillés. On néglige le poids de la particule devant les autres forces.

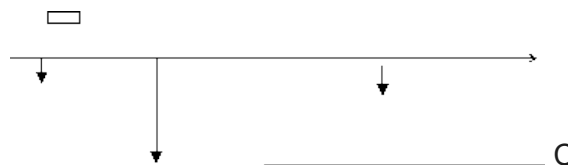
1°- Représenter sur le schéma la force électrique.

2°- Calculer  $V_0$  de la vitesse initiale pour que les éléments ne sont pas déviés.

On donne:  $B = 1,5 \cdot 10^{-2} T$ ;  $E = 4,510^5 \text{Vm}^{-1}$   $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$

## EXO 9

On suppose que le mouvement des éléments a lieu dans le vide et on néglige leur poids devant leurs autres forces qu'ils subissent.



1°- Une cathode C produit un faisceau d'éléments émis avec une vitesse négligeable, les éléments sont accélérés par une anode AOA' en appliquant entre l'anode et la cathode une différence de potentiel  $V_{AC} = 1125V$ . Déterminer la vitesse  $V_A$  des éléments lorsqu'ils pénètrent l'anode A.

2°- Les éléments accélérés entrent en suite dans une chambre magnétique uniforme  $\vec{B}$  de direction orthogonale au plan de la figure décrit un quart de cercle de rayon  $R = OA = OD$ , D étant le point de sortie des éléments de la chambre.

a/ Quel doit être le sens de  $\vec{B}$  pour que la déviation des éléments les conduise vers D?

b/ Déterminer le rayon R de la trajectoire.

c/ Donner les caractéristiques du vecteur  $\vec{v}_O$  des éléments au passage en D.

3°- Les éléments pénètrent en D avec la vitesse  $V_O$  dans la région limitée par l'anode AOA' et B grille GG'. La grille GG' est portée à un potentiel inférieur à celui de l'anode AOA' ( $U_{GG'} < U_{AOA'}$ ).

On considère comme repère deux axes orthogonaux ox et oy dans le plan de la figure 1.

a/ Donner l'équation cartésienne de la trajectoire des éléments dans le repère (ox, oy);

b/ Quelle doit être l'intensité du champ électrique  $\vec{E}$  pour que les éléments traversent l'anode en A' tel que  $OA' = OA = R$ .

on donne:  $e = -1,6 \cdot 10^{-19}C$ ;  $m_e = 9 \cdot 10^{-31}kg$

## LOI DE LAPLACE

### EXO 10

Un moteur à courant continu absorbe 30A sous une tension de 230V. La résistance de l'enduit est de  $0,3\Omega$  et sa vitesse de rotation  $650trmin^{-1}$

Calculer:

1°- La force contre électromotrice  $E'$  du moteur et la puissance électrique en véritable en puissance mécanique.

2°- Le moment du cou le moteur.

3°- Le rendement énergétique de ce moteur.