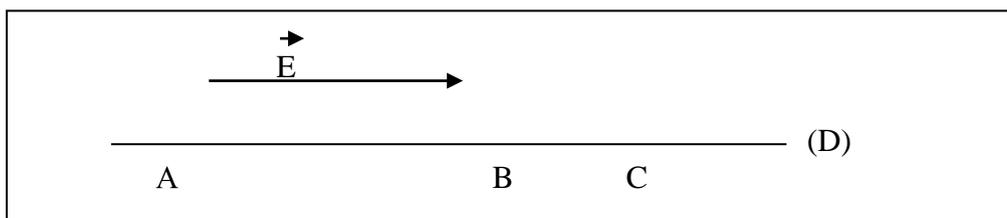


## TD TRAVAIL DE LA FORCE ELECTROSTATIQUE :

**Exercice 1:**

Trois points A, B et C situés dans cet ordre sur une droite (D), sont placés dans un champ électrostatique uniforme E, parallèle à la droite D et orienté comme le montre la figure.



On donne  $AB = 30\text{cm}$  ;  $BC = 10\text{cm}$  ; intensité du champ  $E = 1\,500\text{V/m}$ .  
Calculer les tensions  $U_{AB}$  ;  $U_{BC}$  ;  $U_{CA}$ .

**Exercice 2:**

Une charge  $q = 10^{-7}\text{C}$  se déplace en ligne droite, de A vers B, dans un champ électrostatique uniforme E, d'intensité  $E = 600\text{V/m}$ , tel que  $(AB, E) = 30^\circ$ . Calculer :

- le travail de la force électrostatique qui s'exerce sur la charge q au cours du déplacement AB.
- La valeur de la tension  $U_{AB}$ .  
Distance  $AB = l = 15\text{cm}$ .

**Exercice 3:**

On se déplace dans un champ électrostatique uniforme E, le long d'une ligne de champ  $x'ox$ . Le vecteur unitaire  $i$  qui oriente l'axe  $x'ox$  a même direction que E. Le potentiel au point A ( $x_A = -2\text{cm}$ ) est nul ; le potentiel au point B ( $x_B = 8\text{cm}$ ) est égal à  $400\text{V}$ .

Calculer :

- L'intensité E du champ électrostatique ;
- La valeur du potentiel au point O ;
- L'énergie potentielle d'une charge  $q = 5\mu\text{C}$  placée au point M d'abscisse  $x_M = 5\text{cm}$ .

**Exercice 4:**

Le plan  $xOy$ , rapporté au repère orthonormé  $(A, i, j)$ , est plongé dans un champ électrostatique uniforme E, d'intensité  $E = 800\text{V/m}$ .

La direction et le sens du champ E sont ceux du vecteur  $(i + j)$ . Le potentiel électrostatique est nul au point O.

- Calculer les potentiels  $V_A$  et  $V_B$  aux points A(10, 0) et B(10, 10), l'unité de longueur sur les axes étant en cm.

b) On place une charge  $q = 3\mu\text{C}$  dans le champ E.

Calculer le travail effectué par la force électrostatique agissant sur cette charge lorsque celle-ci se déplace en ligne droite.

— de O à A ; — de A à B ; — de O à B.

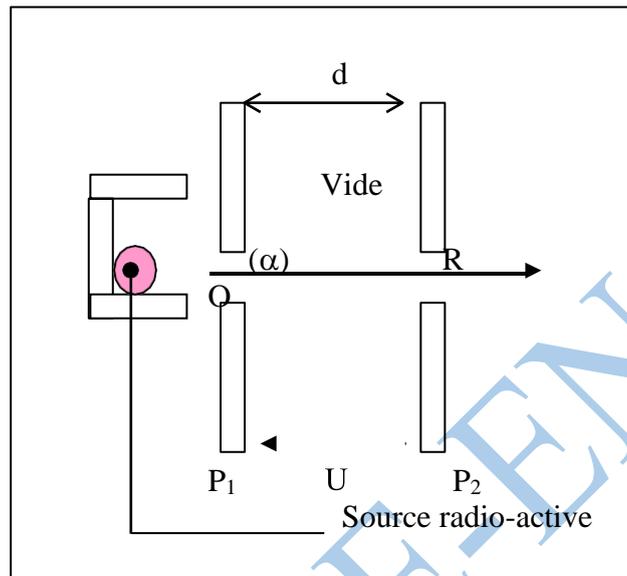
Donner deux solutions :

1° Par le calcul direct du travail ;

2° en utilisant la notion de différence de potentiel.

### Exercice 5:

Une particule  $\alpha$  (noyau d'atome d'hélium), produite par une source radioactive, est mise au voisinage du point O avec une vitesse négligeable.



a) Quelle tension  $U_{P_1P_2} = U$  faut-il appliquer entre les plaques  $P_1$  et  $P_2$ , distantes de  $d = 20\text{cm}$ , pour que la particule traverse la plaque  $P_2$  en R, à la vitesse  $v = 10^3\text{ km/s}$ .

b) Donner les caractéristiques du champ électrostatique E (supposé uniforme) entre les plaques.

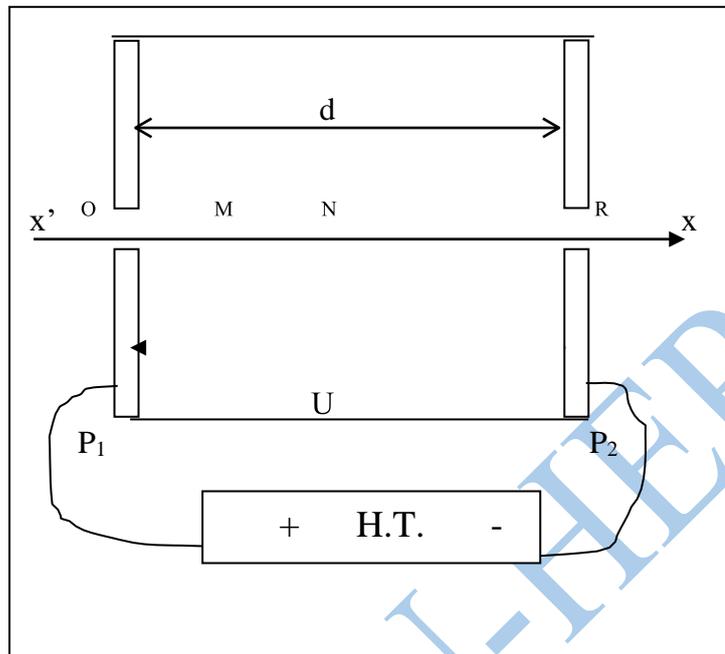
c) Quelle est, en joules et en électrons-volts, l'énergie cinétique de la particule à son passage au point R.

### Données relatives à la particule $\alpha$ :

masse :  $m = 6,6 \cdot 10^{-27}\text{ kg}$  ; charge électrique :  $q = +2e = +3,2 \cdot 10^{-19}\text{ C}$ .

### Exercice 6

Deux plaques  $P_1$  et  $P_2$ , planes et parallèles, entre lesquelles règne un vide poussé, sont distantes de  $d = 10\text{cm}$ . Elles sont reliées respectivement aux pôles + et - d'un générateur haute tension qui délivre une tension continue  $U = 500\text{V}$ .



- Quels sont la direction, le sens et l'intensité du champ électrostatique  $E$ , supposé uniforme, qui règne dans le domaine  $D$  situé entre les deux plaques ?
- Sur l'axe  $x'Ox$  perpendiculaire aux plaques, dont l'origine  $O$  est sur  $P_1$  et qui orienté de  $P_1$  vers  $P_2$ , on place les points  $M$  et  $N$  d'abscisses  $x_M = 2\text{cm}$  et  $x_N = 7\text{cm}$ . Calculer les différences de potentiels :  $V_0 - V_M$ ;  $V_0 - V_N$ ;  $V_M - V_N$ .
- Un électron pénètre dans le domaine  $D$ , au point  $R$ , avec une vitesse négligeable. Donner les caractéristiques de la force électrostatique  $f_e$  qui s'exerce sur lui. Quelle est la vitesse de l'électron à son passage en  $N$ , en  $M$  puis en  $O$  ?
- Calculer le travail  $W_{NM}(f_e)$  de la force  $f_e$  lorsque l'électron se déplace de  $N$  à  $M$ .

**Données relatives à l'électron :**

Masse :  $m =$

$9,1 \cdot 10^{-31} \text{kg}$

Charge :  $-e = -$

$1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$ .

**Exercice 7**

Les particules  $\alpha$  sont des noyaux d'atomes d'hélium  ${}^4_2\text{He}$ .

- Quelle est la charge électrique d'une particule  $\alpha$  ?
- L'énergie cinétique d'une particule  $\alpha$  est  $E_c = 5,4\text{MeV}$ . Quelle est sa vitesse ?

La particule  $\alpha$  précédente a été accélérée par un champ électrostatique  $E$  : elle y est entrée en un point  $A$  avec l'énergie cinétique  $E_{cA} = 4,2\text{MeV}$  pour en sortir en point  $B$  avec l'énergie cinétique  $E_{cB} = 5,4\text{MeV}$ .

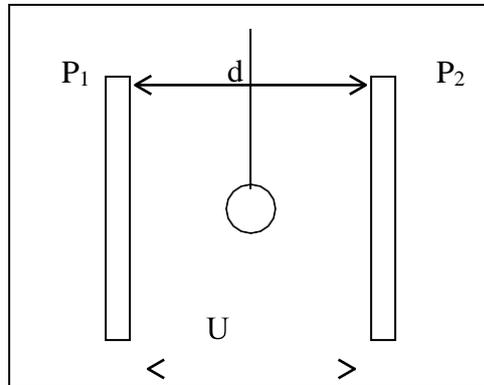
Calculer la valeur de la tension  $U_{AB} = U$  nécessaire à cette accélération.

- Masse d'une particule  $\alpha$  :  $m = 6,64 \cdot 10^{-27} \text{kg}$

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

### Exercice 8:

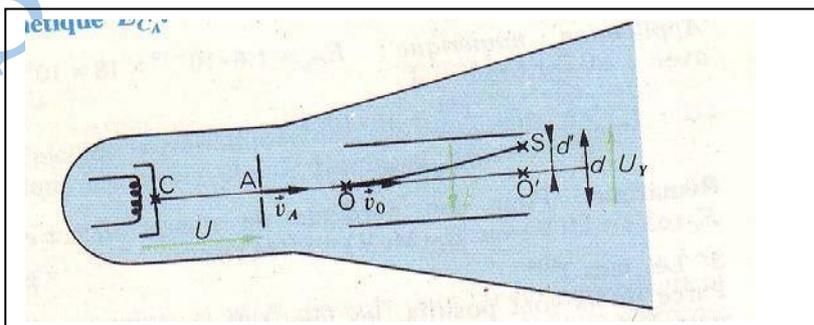
Un pendule électrique, dont la boule B est une petite sphère isolante de masse  $m = 0,2\text{g}$ , portant la charge  $q = 2 \cdot 10^{-8}\text{C}$ , est suspendu entre deux plaques métalliques verticales  $P_1$  et  $P_2$  distantes de  $d = 20\text{cm}$ .



- On établit la tension  $U_{P_1P_2} = U = 4000\text{V}$  entre ces plaques de manière à créer entre celle-ci un champ électrostatique uniforme  $E$ . Quels sont la direction, le sens et l'intensité du champ  $E$ ? (On admet que ce dernier n'est pas perturbé par la présence de la charge  $q$ ).
- Faire un schéma montrant l'inclinaison subie par le fil et calculer l'angle  $\alpha$  entre le fil et la verticale lorsque l'équilibre est atteint. Cet angle dépend-il de la position initiale du pendule? (on admet que la boule  $B$  ne touche jamais l'une ou l'autre des plaques).
- Le pendule est déplacé horizontalement, vers la droite, sur une distance  $l = 2\text{cm}$  à partir de la position d'équilibre précédente. Calculer le travail  $W(f_e)$  de la force électrostatique  $f_e$  qui s'exerce sur la boule pendant ce déplacement.

### Exercice 9:

1°) Dans le canon à électrons d'un oscilloscope (voir fig.), les électrons sortant de la cathode avec une vitesse supposée nulle, sont accélérés par une tension  $U = 1600\text{V}$  appliquée entre la cathode  $C$  et l'anode  $A$ . Calculer en mètres par seconde la vitesse  $v_A$  des électrons à la sortie du canon. Calculer en joule et en kilo électronvolts, leur énergie cinétique  $E_{cA}$



2°) Les électrons pénètrent avec une vitesse  $v_0 = v_A$ , entre les plaques de déviation verticale, en un point O situé à égale distance de chacune d'elles. Lorsque la tension  $U_1 = 500V$  est appliquée à ces plaques distantes de  $d = 2cm$ , les électrons sortent de l'espace champ en un point S tel que  $O'S = d' = 0,6cm$ .

- On prend l'origine des potentiels  $V_0 = 0$  au point O. Calculer  $V_s$  potentiel électrostatique du point S de l'espace champ.
- Déterminer  $E_{p_0}$  et  $E_{p_s}$ , énergies potentielles électrostatique d'un électron en O et en S dans l'espace champ, en joules et en kilo électronvolts.
- En déduire  $E_{cs}$  énergie cinétique de sortie des électrons, en kilo électronvolts.

**Exercice 10:**

Deux armatures planes, parallèles sont soumises à la tension  $U = 2000V$  et séparées par une distance de 4cm. Faire un schéma en indiquant la flèche de tension U, les polarités des plaques, le vecteur champ E.

1°) On choisit  $V = 0$  pour potentiel de la plaque négative. A quelle distance  $d'$  de la plaque positive se trouve l'équipotentielle 1500V ?

2°) En un point O de la plaque négative, on fait arriver par un trou des protons d'énergie cinétique  $E_{cO}$  inconnue. On constate que les protons rebroussement chemin en un point M situé à 1cm de la plaque positive. Calculer l'énergie potentielle électrostatique  $E_{pM}$  en kilo électronvolts. Préciser  $E_{cM}$ ,  $E_{pO}$ . En déduire  $E_{cO}$  en kilo électronvolts.

Calculer  $\Delta E_p (O \rightarrow M)$  et  $\Delta E_C (O \rightarrow M)$ . Expliquer.

3°) On choisit  $V = 0$  à mi-distance entre les plaques. Placer l'équipotentielle 500V. L'expérience de la question 2°) est répétée : Les protons s'arrêtent au même point M. Calculer  $E_{pM}$ ,  $E_{cM}$ ,  $E_{pO}$ ,  $E_{cO}$ ,  $\Delta E_p (O \rightarrow M)$ ,  $\Delta E_C (O \rightarrow M)$ . Comparer les résultats des 2°) et 3°). Explique