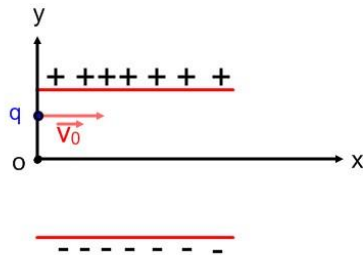


Problème



On considère le schéma suivant dans lequel une particule de charge q et de masse m entre dans une région où règne un champ électrique $\vec{E}$

La particule entre dans cette région à l'instant $t = 0$ et se trouve à cet instant au point de coordonnées $x = 0$ et $y = h$.

$h = 10\text{cm}$

D'autre part sa vitesse initiale de valeur V_0 est parallèle à l'axe Ox .

La masse de la particule est $9,1 \cdot 10^{-31}\text{kg}$ et sa charge est $q = e = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$. $V_0 = 10^6\text{m/s}$

La tension entre les plaques est $U = 12\text{V}$ et la distance d séparant les plaques est de 40cm

- 1- Quelles sont les forces qui s'exercent sur la charge q pénétrant dans la zone située entre les deux plaques.
- 2- Appliquer la seconde loi de Newton à cette particule et écrire la relation vectorielle qui en découle.
- 3- Montrer par un calcul que le poids de la charge est négligeable devant la force électrique
- 4- Représenter sans soucis d'échelle le vecteur champ électrique existant entre les plaques en le plaçant entre les deux plaques.
- 5- Représenter sans soucis d'échelle la force électrique s'exerçant sur la particule lorsqu'elle entre dans le champ électrique.
- 6- En prenant en compte la question 3, écrire ce que devient la relation écrite à la question 2.
- 7- Trouver les équations horaires du mouvement de cette particule ainsi que l'équation de la trajectoire.
- 8- Déterminer les coordonnées du point de sortie du champ électrique.

Largeur des plaques $L = 20\text{cm}$

Résolution

- 1- Quelles sont les forces qui s'exercent sur la charge q pénétrant dans la zone située entre les deux plaques.

Systeme : particule chargée.
Référentiel terrestre supposé Galiléen
Bilan des forces.

le poids $\vec{P}$: $\vec{P} = m\vec{g}$

la force électrique : $\vec{F} = q\vec{E} = e\vec{E}$

$\vec{P}$ { direction : vertical
sens : vers le bas
valeur : $mg = P$

$\vec{F}$ { direction : celle de $\vec{E}$ (perpendiculaire aux plaques)
sens : même sens que $\vec{E}$ car $q > 0$
 $\vec{E}$ est orienté vers les potentiels décroissants (du + vers le -).
donc vers le bas.

- 2- Appliquer la seconde loi de Newton à cette particule et écrire la relation vectorielle qui en découle.

le référentiel terrestre étant supposé Galiléen nous pouvons appliquer la seconde loi de Newton

$$\vec{P} + \vec{F} = m \vec{a}$$

$$m\vec{g} + e\vec{E} = m\vec{a}$$

3- Montrer par un calcul que le poids de la charge est négligeable devant la force électrique

$$\frac{F}{P} = \frac{eE}{mg} = \frac{eU}{mgd} \quad \text{car } E = \frac{U}{d}$$

application numérique

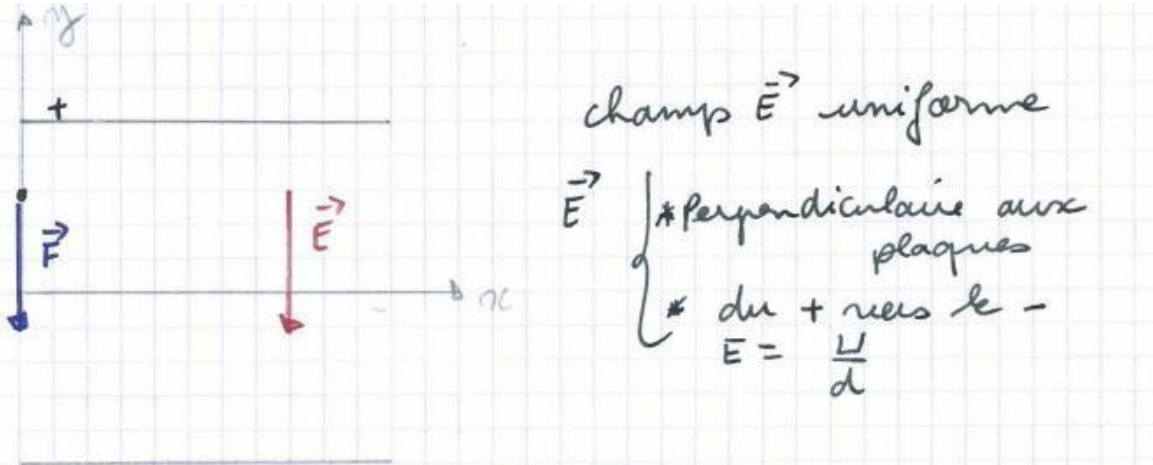
$$\frac{F}{P} = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \times 12}{9,1 \times 10^{-31} \times 9,8 \times 0,4} = 5 \times 10^{11}$$

la force F est 500 milliards de fois plus grande que le poids.

$\vec{P}$ est donc négligeable devant $\vec{F}$

4- Représenter sans soucis d'échelle le vecteur champ électrique existant entre les plaques en le plaçant entre les deux plaques.

Représenter sans soucis d'échelle le vecteur champ électrique existant entre les plaques en le plaçant entre les deux plaques.



5- Représenter sans soucis d'échelle la force électrique s'exerçant sur la particule lorsqu'elle entre dans le champ électrique.

Voir ci-dessus

$q > 0$ donc $\vec{F}$ dans le même sens que $\vec{E}$

6- En prenant en compte la question 3, écrire ce que devient la relation écrite à la question 2.

D'après la question 3 on peut négliger P devant F .

D'après la question 2 :

$$\vec{p} + \vec{F} = m \vec{a}$$

$$\text{d'où } \vec{F} = m \vec{a}$$

$$e \vec{E} = m \vec{a} \quad \text{soit} \quad \vec{a} = \frac{e}{m} \vec{E}$$

7- Trouver les équations horaires du mouvement de cette particule ainsi que l'équation de la trajectoire.

$$\vec{a} \begin{pmatrix} dx \\ dy \end{pmatrix} \quad \vec{E} \begin{pmatrix} 0 \\ -E \end{pmatrix} \quad \frac{e}{m} \vec{E} \begin{pmatrix} 0 \\ -\frac{eE}{m} \end{pmatrix}$$

On a donc le système

$$\begin{cases} dx = 0 & (1) \\ dy = -\frac{eE}{m} & (2) \end{cases}$$

conditions initiales :

la particule est en O

$$x_0 = 0 \quad \text{et} \quad y_0 = h$$

$$v_{0x} = v_0 \quad \text{et} \quad v_{0y} = 0$$

équation (1)

$$dx = 0 \quad \text{d'où} \quad v_x = \text{cte} = v_{0x} = v_0$$

$$v_x = v_0 \quad \text{d'où} \quad x = v_0 t + x_0$$

$$\text{soit } x = v_0 \cdot t$$

équation (2)

$$dy = -\frac{eE}{m} \quad \text{d'où} \quad v_y = -\frac{eE}{m} t + v_{0y}$$

$$v_y = -\frac{eE}{m} t \quad \text{car } v_{0y} = 0$$

$$v_y = -\frac{eE}{m} t \quad \text{d'où} \quad y = -\frac{eE}{m} \frac{t^2}{2} + y_0$$

$$y = -\frac{eE}{2m} t^2 + h$$

On a donc les deux équations horaires

$$x(t) = v_0 \cdot t \quad \text{et} \quad y(t) = -\frac{eE}{2m} t^2 + h$$

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

$$\text{d'où} \quad y = -\frac{eE}{2m v_0^2} x^2 + h$$

équation de la trajectoire.

