

CLASSE : Terminale

VOIE : Générale

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 0h53

EXERCICE 3 : au choix du candidat (5 points)

ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ : physique-chimie

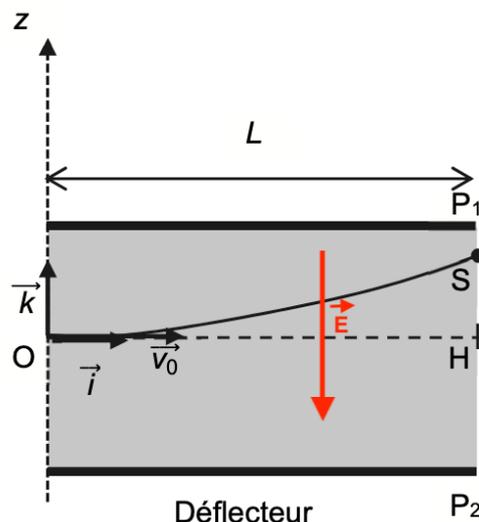
CALCULATRICE AUTORISÉE : Oui sans mémoire, « type collègue »

EXERCICE 3 Imprimante à jet d'encre continu

Q1.

Les charges de signes opposés s'attirent. Sachant que la goutte chargée négativement est déviée vers le haut, on en déduit que la plaque du haut (P_1) est chargée positivement et que la plaque du bas (P_2) est chargée négativement.

Le vecteur champ électrique \vec{E} est perpendiculaire aux plaques et dirigée de la plaque positive vers la plaque négative. Ainsi, le vecteur champ électrique \vec{E} est orienté de P_1 vers P_2 .



Q2.

Système {goutte d'encre}

Référentiel terrestre supposé galiléen

D'après la deuxième loi de Newton :

$$\Sigma \vec{F}_{\text{ext}} = m \vec{a}_G$$

$$\vec{F}_e = m \vec{a}_G$$

$$q \vec{E} = m \vec{a}_G$$

$$m \vec{a}_G = q \vec{E}$$

$$\vec{a}_G = \frac{q}{m} \vec{E}$$

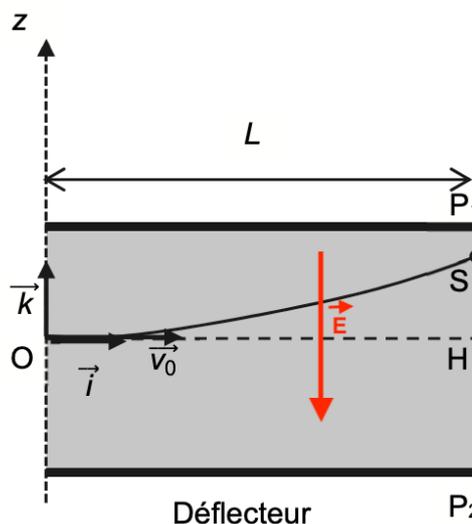
Or

$$\vec{E} \begin{cases} 0 \\ -E \end{cases}$$

D'où

$$\vec{a}_G \begin{cases} a_{Gx(t)} = \frac{q}{m} \times 0 \\ a_{Gz(t)} = \frac{q}{m} \times -E \end{cases}$$

$$\vec{a}_G \begin{cases} a_{Gx(t)} = 0 \\ a_{Gz(t)} = -\frac{q}{m} \times E \end{cases}$$



Q3.

Remarque : il y a une erreur sur le sujet. Il faut lire $z_G(t)$ et non $y_G(t)$.

$$\vec{a}_G = \frac{d\vec{v}_G}{dt}$$

On intègre le système d'équation précédent :

$$\vec{v}_G \begin{cases} v_{Gx(t)} = C_1 \\ v_{Gz(t)} = -\frac{q}{m} \times E \times t + C_2 \end{cases}$$

Pour trouver les constantes, on utilise \vec{v}_0

$$\vec{v}_{G0} \begin{cases} v_{0x} = v_0 \\ v_{0z} = 0 \end{cases}$$

d'où

$$\vec{v}_G \begin{cases} v_x(t) = v_0 \\ v_z(t) = -\frac{q}{m} \times E \times t \end{cases}$$

$$\vec{v}_G = \frac{d\vec{OG}}{dt}$$

On intègre le système d'équation précédent :

$$\vec{OG} \begin{cases} x_G(t) = v_0 \times t + C_3 \\ z_G(t) = -\frac{1}{2} \times \frac{q}{m} \times E \times t^2 + C_4 \end{cases}$$

Pour trouver les constantes, on utilise \vec{OG}_0

$$\vec{OG}_0 \begin{cases} x_0 = 0 \\ z_0 = 0 \end{cases}$$

d'où

$$\vec{OG} \begin{cases} x_G(t) = v_0 \times t \\ z_G(t) = -\frac{1}{2} \times \frac{q}{m} \times E \times t^2 \end{cases}$$

$$\vec{OG} \begin{cases} x_G(t) = v_0 \times t \\ z_G(t) = -\frac{1}{2} \times \frac{q \times E}{m} \times t^2 \end{cases}$$

Q4.

$$x_G(t_s) = v_0 \times t$$

$$v_0 \times t = x_G(t)$$

$$t = \frac{x_G(t)}{v_0}$$

$$t_s = \frac{x_G(t_s)}{v_0}$$

A la date t_s , la goutte d'encre G sort du déflecteur pour $x_G(t_s) = L$

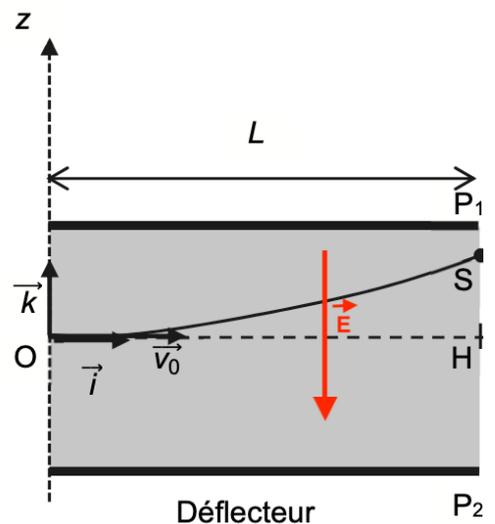
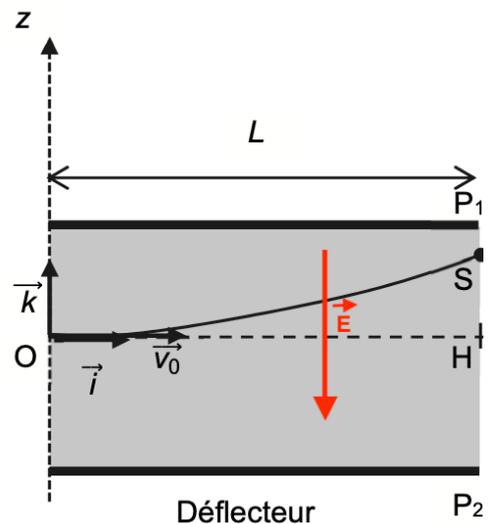
$$t_s = \frac{L}{v_0}$$

$$t_s = \frac{2 \times 10^{-2}}{20}$$

$$t_s = 1 \times 10^{-3} \text{ s}$$

Calculons la déviation HS :

$$HS = z_G(t_s) = -\frac{1}{2} \times \frac{q \times E}{m} \times t_s^2$$



$$HS = -\frac{1}{2} \times \frac{-4 \times 10^{-13} \times 9 \times 10^5}{2 \times 10^{-10}} \times (1 \times 10^{-3})^2$$

$$HS = 9 \times 10^{-4} \text{ m}$$

$$HS = 0,9 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$HS = 0,9 \text{ mm}$$

Q5.

$$\vec{v}_G \begin{cases} v_{x(t)} = v_0 \\ v_{z(t)} = -\frac{q}{m} \times E \times t \end{cases}$$

$$\vec{v}_S \begin{cases} v_{x(t_S)} = v_0 \\ v_{z(t_S)} = -\frac{q}{m} \times E \times t_S \end{cases}$$

$$\vec{v}_S \begin{cases} v_{x(t_S)} = 20 \\ v_{z(t_S)} = -\frac{-4 \times 10^{-13}}{2 \times 10^{-10}} \times 9 \times 10^5 \times 1 \times 10^{-3} \end{cases}$$

$$\vec{v}_S \begin{cases} v_{x(t_S)} = 20 \\ v_{z(t_S)} = 1,8 \end{cases}$$

Q6.

$$\tan \alpha = \frac{\text{Opposé}}{\text{Adjacent}}$$

$$\tan \alpha = \frac{v_{z(t_S)}}{v_{x(t_S)}}$$

Avec

$$\vec{v}_S \begin{cases} v_{x(t_S)} = v_0 \\ v_{z(t_S)} = -\frac{q}{m} \times E \times t_S \end{cases}$$

$$\tan \alpha = \frac{-\frac{q}{m} \times E \times t_S}{v_0}$$

$$\tan \alpha = -\frac{q \times E \times t_S}{m \times v_0}$$

Or

$$t_S = \frac{L}{v_0} \text{ (Q4.)}$$

$$\tan \alpha = -\frac{q \times E \times \frac{L}{v_0}}{m \times v_0}$$

$$\tan \alpha = -\frac{q \times E \times L}{m \times v_0 \times v_0}$$

$$\tan \alpha = -\frac{q \times E \times L}{m \times v_0^2}$$

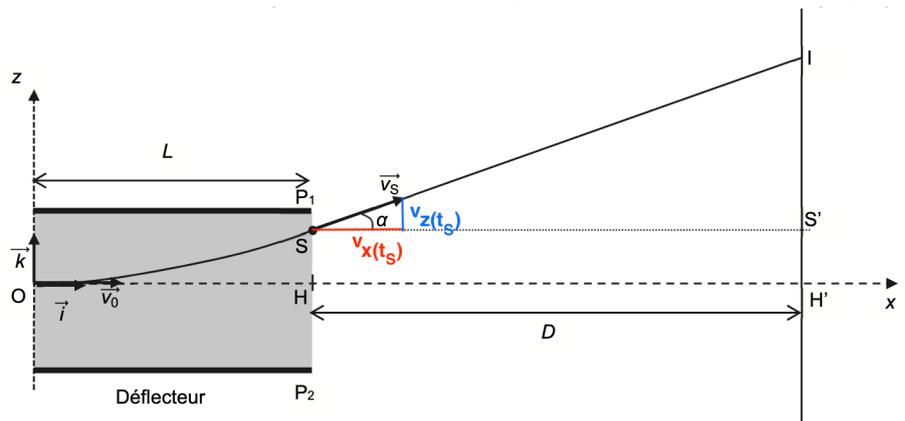


Figure 2. Schéma de la trajectoire de la goutte G

Q7.

$$H'I = H'S' + S'I$$

$$\text{Or } H'S' = HS$$

$$\tan \alpha = \frac{S'I}{D}$$

$$\frac{S'I}{D} = \tan \alpha$$

$$S'I = D \times \tan \alpha$$

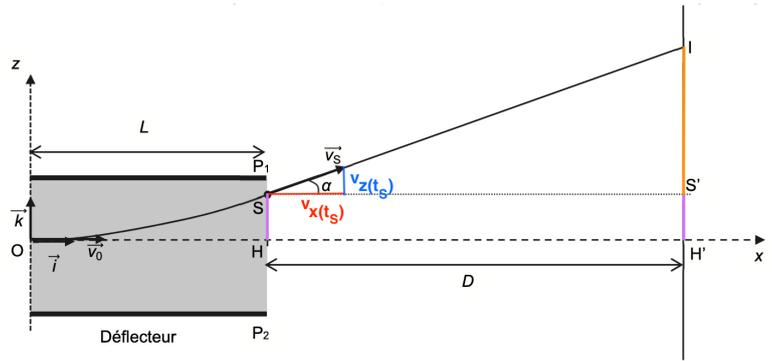


Figure 2. Schéma de la trajectoire de la goutte G

$$H'I = HS + D \times \tan \alpha$$

Et

$$\tan \alpha = -\frac{q \times E \times L}{m \times v_0^2}$$

$$H'I = HS + D \times -\frac{q \times E \times L}{m \times v_0^2}$$

$$H'I = 0,9 \times 10^{-3} + 3 \times 10^{-2} \times -\frac{-4 \times 10^{-13} \times 9 \times 10^5 \times 2 \times 10^{-2}}{2 \times 10^{-10} \times 20^2}$$

$$H'I = 3,6 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$H'I = 3,6 \text{ mm}$$

Q8.

$$H'I = HS + D \times -\frac{q \times E \times L}{m \times v_0^2}$$

H'I est proportionnel à D, q, E et L

H'I est inversement proportionnel à m et v_0 .

Pour augmenter la taille du caractère imprimé sur le support d'impression, il faut que H'I augmente.

Ainsi, On peut :

- Augmenter D
- Augmenter q la charge de la goutte d'encre
- Augmenter E la valeur du champ électrique
- Augmenter L la longueur des plaques (il faut alors changer l'imprimante !)
- Diminuer la masse de la goutte d'encre
- Diminuer la vitesse initiale v_0 de la goutte d'encre