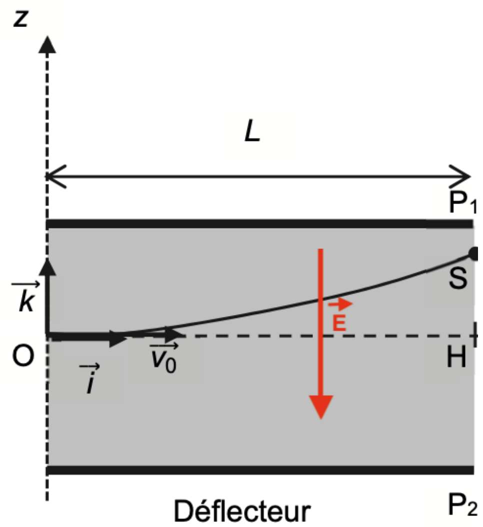
CLASSE : Terminale	**EXERCICE 3 :** au choix du candidat (5 points)
VOIE : ☒ Générale	**ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ : physique-chimie**
DURÉE DE L'ÉPREUVE : 0h53	**CALCULATRICE AUTORISÉE :** ☒Oui sans mémoire, « type collège »

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 :

$\Sigma\overrightarrow{F_{ext}} = m\overrightarrow{a_G}$

$\overrightarrow{F_e} = m\overrightarrow{a_G}$

$q\vec{E} = m\overrightarrow{a_G}$

$m\overrightarrow{a_G} = q\vec{E}$

$\overrightarrow{a_G} = \frac{q}{m}\vec{E}$

Q3.

$\overrightarrow{a_G} = \frac{q}{m}\vec{E}$

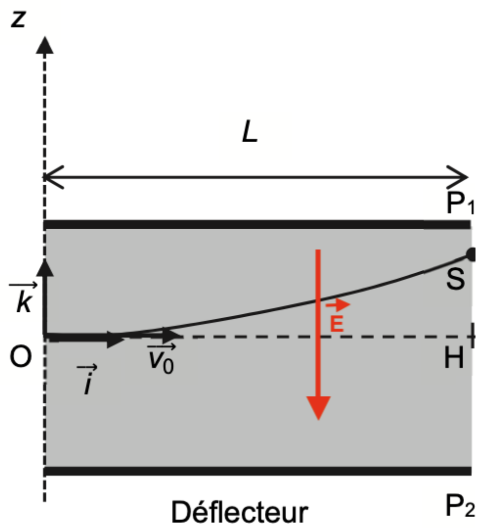
Or

$\vec{E}\left|\begin{array}{l}0\\-E\end{array}\right.$

D'ou

$$\overrightarrow{a_G}\left|\begin{array}{l}a_{Gx(t)} = \frac{q}{m}\times 0\\ a_{Gz(t)} = \frac{q}{m}\times -E\end{array}\right.$$

$$\overrightarrow{a_G}\left|\begin{array}{l}a_{Gx(t)} = 0\\ a_{Gz(t)} = -\frac{q}{m}\times E\end{array}\right.$$



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

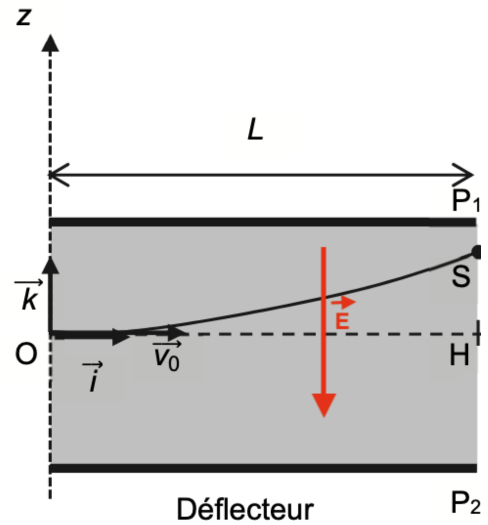
$\overrightarrow{a_G} = \frac{d\overrightarrow{v_G}}{dt}$

On intègre le système d'équation précédent :

$$\overrightarrow{v_G}\left|\begin{array}{l}v_{Gx(t)} = C_1\\ v_{Gz(t)} = -\frac{q}{m}\times E\times t + C_2\end{array}\right.$$

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

$$\overrightarrow{v_{G_0}} \begin{vmatrix} v_{0x} = v_0 \\ v_{0z} = 0 \end{vmatrix}$$



d'ou

$$\overrightarrow{v_G} \begin{vmatrix} v_{x(t)} = v_0 \\ v_{z(t)} = -\frac{q}{m} \times E \times t \end{vmatrix}$$

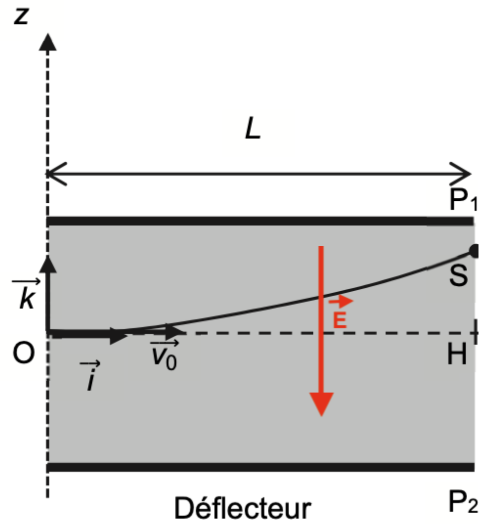
$$\overrightarrow{v_G} = \frac{d\overrightarrow{OG}}{dt}$$

On intègre le système d'équation précédent :

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

Pour trouver les constantes, on utilise $\overrightarrow{OG_0}$

$$\overrightarrow{OG_0} \begin{vmatrix} x_0 = 0 \\ z_0 = 0 \end{vmatrix}$$



d'ou

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

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

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 $x_G(t_S) = L$

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

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

$t_S = 1 \times 10^{-3}$ 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.

$$\overrightarrow{v_G} \left| \begin{array}{l} v_{x(t)} = v_0 \\ v_{z(t)} = -\dfrac{q}{m} \times E \times t \end{array} \right.$$

$$\overrightarrow{v_S} \left| \begin{array}{l} v_{x(t_S)} = v_0 \\ v_{z(t_S)} = -\dfrac{q}{m} \times E \times t_S \end{array} \right.$$

$$\overrightarrow{v_S} \left| \begin{array}{l} v_{x(t_S)} = 20 \\ v_{z(t_S)} = -\dfrac{-4 \times 10^{-13}}{2 \times 10^{-10}} \times 9 \times 10^{5} \times 1 \times 10^{-3} \end{array} \right.$$

$$\overrightarrow{v_S} \left| \begin{array}{l} v_{x(t_S)} = 20 \\ v_{z(t_S)} = 1{,}8 \end{array} \right.$$

Q6.

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

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

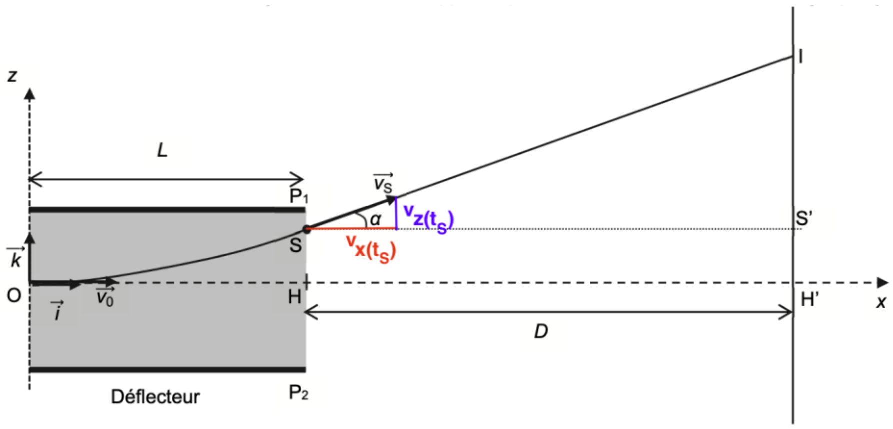


Figure 2. Schéma de la trajectoire de la goutte G

Avec

$$\overrightarrow{v_S} \left| \begin{array}{l} v_{x(t_S)} = v_0 \\ v_{z(t_S)} = -\dfrac{q}{m} \times E \times t_S \end{array} \right.$$

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

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

Or

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

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

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

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

Q7.

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

Or $H'S' = HS$

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

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

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

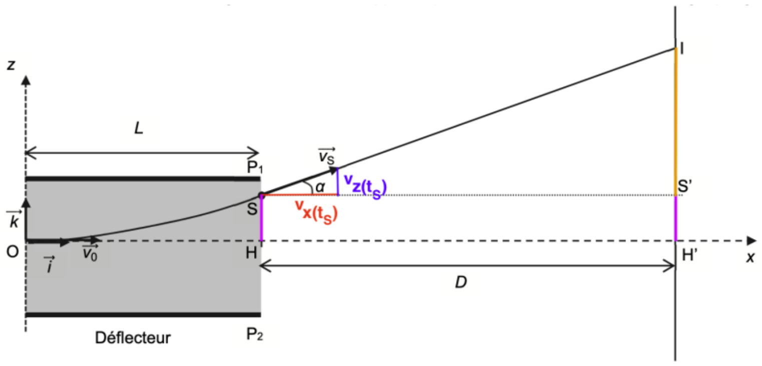


Figure 2. Schéma de la trajectoire de la goutte G

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

Et

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

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

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

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

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

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