La Réunion 2023 Sujet 2
CORRECTION Yohan Atlan © https://www.vecteurbac.fr/

CLASSE : Terminale	**EXERCICE 1** : 11 points
VOIE : ☒ Générale	**ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ:** PHYSIQUE-CHIMIE
DURÉE DE L'EXERCICE : 1h56	**CALCULATRICE AUTORISÉE :** ☒Oui « type collège »

EXERCICE 1 Mouvement d'une goutte d'encre dans une imprimante à jet d'encre

PARTIE A : Modèle du condensateur plan

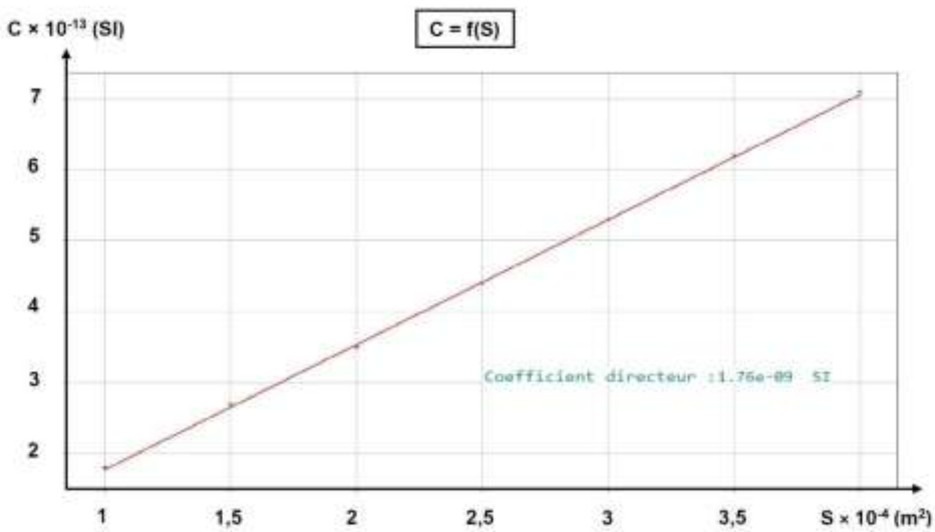
A.1.
L'unité de la capacité d'un condensateur dans le système international (SI) est le farad (F).

A.2.
Relation 1 :

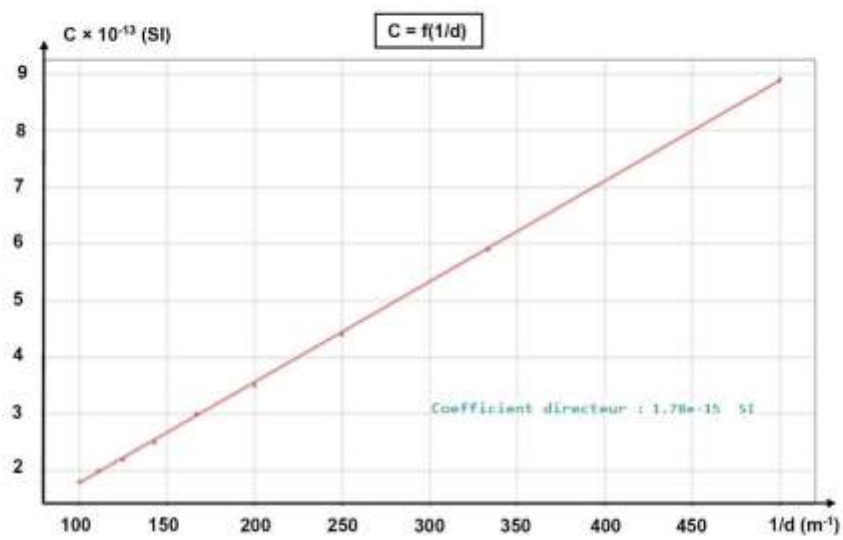
$$C = k \times \frac{S}{d}$$

Dans la relation 1, C est proportionnel à la surface S et inversement proportionnel à la distance d entre les plaques.

C=f(S) est une droite passant par l'origine : C est proportionnel à la surface S.



C=f(1/d) est une droite passant par l'origine : C est proportionnel à l'inverse de la distance entre ses armatures .



Les graphiques présentés en figures 4 et 5 respectent donc la relation 1.

PARTIE B : Mouvement d'une goutte d'encre électriquement chargée
B.1. Trajectoire d'une goutte d'encre électriquement chargée dans un champ électrique uniforme
B.1.1.
$P = m \times g$
Or
$\rho = \frac{m}{V}$
$m = \rho \times V$
D'ou
$P = \rho \times V \times g$
$P = 9{,}5 \times 10^2 \times 1{,}5 \times 10^{-14} \times 9{,}81$
$P = 1{,}4 \times 10^{-10} N$

$F_e = |q| \times E$
Or
$E = \frac{U}{d}$
D'ou
$F_e = |q| \times \frac{U}{d}$
$F_e = |-2{,}0 \times 10^{-13}| \times \frac{3{,}0 \times 10^3}{5{,}0 \times 10^{-3}}$
$F_e = 1{,}2 \times 10^{-7} N$

$\frac{F_e}{P} = \frac{1{,}2 \times 10^{-7}}{1{,}4 \times 10^{-10}}$
$\frac{F_e}{P} = 8{,}6 \times 10^2$
F_e>>P : P est négligeable par rapport à la force électrostatique.

B.1.2.
D'après la figure 6 la plaque du haut est chargée positivement et celle du bas négativement.

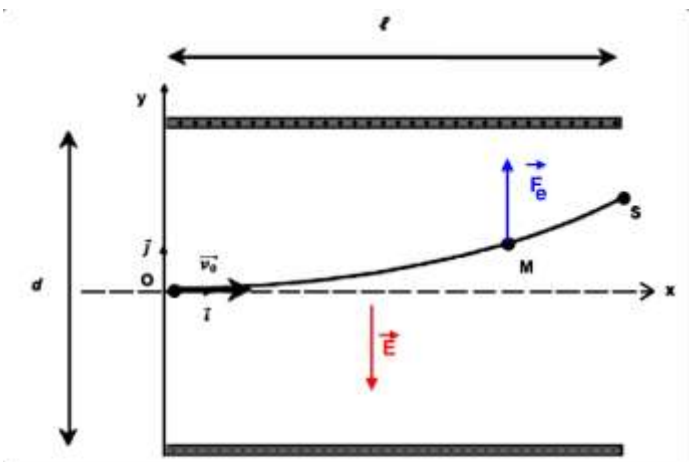
$\vec{E}$:

- Direction : perpendiculaire aux plaques
- Sens : de la plaque positive vers la plaque négative

$\vec{F_e} = q\vec{E}$
Or q est négatif
$\vec{F_e}$ et $\vec{E}$ ont un sens opposé.

$\vec{F_e}$:

- Direction : perpendiculaire aux plaques
- Sens : de la plaque négative vers la plaque positive



B.1.3.

$q_c = C \times U$

$C \times U = q_c$

$C = \frac{q_c}{U}$

$C = \frac{1{,}0 \times 10^{-9}}{3{,}0 \times 10^{3}}$

$C = 3{,}3 \times 10^{-13}\ \mathrm{F}$

B.1.4.1.

Système {goutte d'encre}

Référentiel terrestre supposé galiléen

D'après la deuxième loi de newton :

$\Sigma\overrightarrow{F_{ext}} = m\vec{a}$

$\overrightarrow{F_e} = m\vec{a}$

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

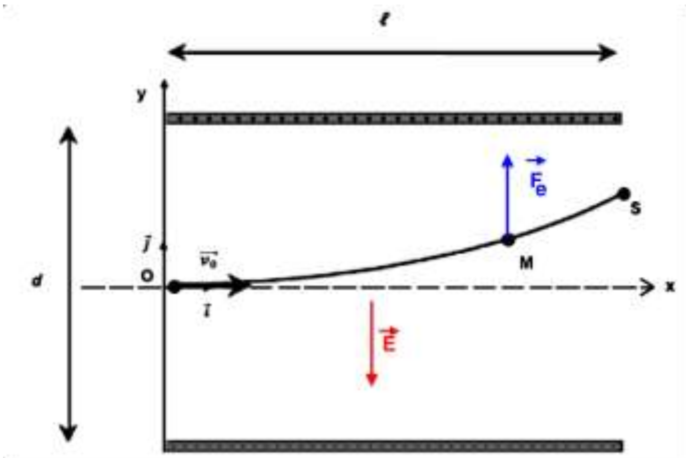
$m\vec{a} = q\vec{E}$

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

Or

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

D'ou



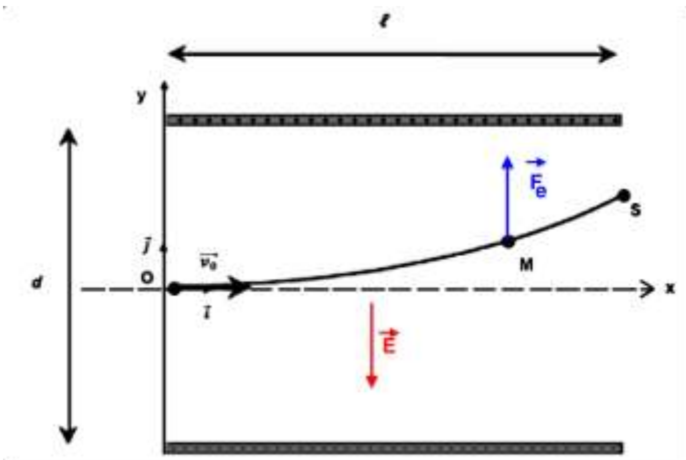
$\vec{a}\left|\begin{matrix} a_{x(t)} = \frac{q}{m} \times 0 \\ a_{y(t)} = \frac{q}{m} \times -E \end{matrix}\right.$

$\vec{a}\left|\begin{matrix} a_{x(t)} = 0 \\ a_{y(t)} = -\frac{q}{m} \times E \end{matrix}\right.$

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

On intègre le système d'équation précédent :

$\vec{v}\left|\begin{matrix} v_{x(t)} = C_1 \\ v_{y(t)} = -\frac{q}{m} \times E \times t + C_2 \end{matrix}\right.$



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

$\vec{v}_0\left|\begin{matrix} v_{0x} = v_0 \\ v_{0y} = 0 \end{matrix}\right.$

d'ou

$\vec{v}\left|\begin{matrix} v_{x(t)} = v_0 \\ v_{y(t)} = -\frac{q}{m} \times E \times t \end{matrix}\right.$

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

On intègre le système d'équation précédent :

$$\overrightarrow{OG}\left|\begin{array}{l} x(t) = v_0 \times t + C_3 \\ y(t) = -\frac{1}{2} \times \frac{q}{m} \times E \times t^2 + C_4 \end{array}\right.$$

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

$$\overrightarrow{OG_0}\left|\begin{array}{l} x_0 = 0 \\ y_0 = 0 \end{array}\right.$$

d'ou

$$\overrightarrow{OG}\left|\begin{array}{l} x(t) = v_0 \times t \\ y(t) = -\frac{1}{2} \times \frac{q}{m} \times E \times t^2 \end{array}\right.$$

B.1.4.2.

On isole t :

$x = v_0 \times t$

$v_0 \times t = x$

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

On remplace t dans y :

$$y(t) = -\frac{1}{2} \times \frac{q}{m} \times E \times t^2$$

$$y(x) = -\frac{1}{2} \times \frac{q}{m} \times E \times \left(\frac{x}{v_0}\right)^2$$

$$y(x) = -\frac{1}{2} \times \frac{q}{m} \times E \times \frac{x^2}{v_0^2}$$

Or

$$E = \frac{U}{d}$$

$$y(x) = -\frac{1}{2} \times \frac{q}{m} \times \frac{U}{d} \times \frac{x^2}{v_0^2}$$

$$y(x) = -\frac{q \times U}{2 \times m \times d \times v_0^2} \times x^2$$

B.1.4.3.

$y_S = y(x_S)$

$$y_S = y(x_S) = -\frac{q \times U}{2 \times m \times d \times v_0^2} \times {x_S}^2$$

Or

$x_S = L$

$$y_S = -\frac{q \times U}{2 \times m \times d \times v_0^2} \times L^2$$

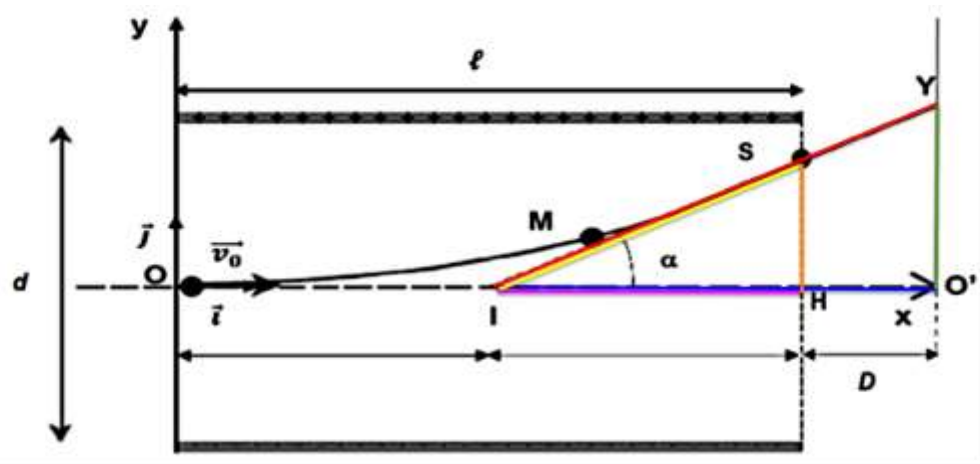
B.2. Impact de la goutte d'encre sur la feuille

B.2.1.

D'après l'énoncé : « À la sortie du condensateur plan, la goutte d'encre n'est soumise à aucune force ».
D'après le principe d'inertie, lorsque $\Sigma\overrightarrow{F_{ext}} = \vec{0}$ le mouvement est rectiligne uniforme.

B.2.2.1.

$$\tan\alpha = \frac{\text{opposé}}{\text{adjacent}}$$
$$\tan\alpha = \frac{O'Y}{O'I}$$



$$\tan\alpha = \frac{\text{opposé}}{\text{adjacent}}$$
$$\tan\alpha = \frac{SH}{IH}$$

B.2.2.2.

$$\frac{O'Y}{O'I} = \frac{SH}{IH}$$
$$O'Y = \frac{SH}{IH} \times O'I$$

Or

$$O'Y = Y$$
$$SH = y_S = -\frac{q \times U}{2 \times m \times d \times v_0^2} \times L^2$$
$$IH = \frac{L}{2}$$
$$O'I = \frac{L}{2} + D$$

D'ou

$$Y = \frac{-\frac{q \times U}{2 \times m \times d \times v_0^2} \times L^2}{\frac{L}{2}} \times \left(\frac{L}{2} + D\right)$$
$$Y = -\frac{q \times U}{2 \times m \times d \times v_0^2} \times L^2 \times \frac{2}{L} \times \left(\frac{L}{2} + D\right)$$
$$Y = -\frac{q \times U \times L}{m \times d \times v_0^2} \times \left(\frac{L}{2} + D\right)$$

B.2.2.3.

$$Y = -\frac{q \times U \times L}{m \times d \times v_0^2} \times \left(\frac{L}{2} + D\right)$$

Or

$$\rho = \frac{m}{V}$$
$$m = \rho \times V$$
$$Y = -\frac{q \times U \times L}{\rho \times V \times d \times v_0^2} \times \left(\frac{L}{2} + D\right)$$

$$Y = -\frac{-2,0 \times 10^{-13} \times 3,0 \times 10^{3} \times 20 \times 10^{-3}}{9,5 \times 10^{2} \times 1,5 \times 10^{-14} \times 5,0 \times 10^{-3} \times 30^{2}} \times \left(\frac{20 \times 10^{-3}}{2} + 10 \times 10^{-3}\right)$$

$Y = 3,7 \times 10^{-3}$ m
$Y = 0,37 \times 10^{-2}$ m
$Y = 0,37$ cm

Les trois zones sont de même dimension. Chaque zone mesure

$$\frac{29,7}{3} = 9,9 \text{ cm}$$

O' est au centre de la zone 2. Entre O' et la frontière entre la zone 1 et 2 il y a

$$\frac{9,9}{2} = 4,95 \text{ cm}$$

La goutte va se déposer dans la zone 2.