

Leçon n°2 : Champs et potentiels dans le vide

Exercice 3 : Expérience de Millikan (1911)

Entre deux plaques métalliques horizontales distantes de $l = 1,5 \text{ cm}$, on applique une différence de potentiel U de 3 kV.

On constate alors que de petites gouttes d'huile chargées négativement sont en équilibre entre les deux plaques.

a) Quelles sont les polarités des plaques ?

b) Quelle est la charge d'une goutte d'huile ? Comparer à la charge d'un électron.

On donne :

- masse volumique de l'huile : $\rho = 900 \text{ kg/m}^3$

- diamètre d'une goutte : $D = 4,1 \text{ }\mu\text{m}$

- intensité du champ de pesanteur : $g = 9,8 \text{ m/s}^2$

Solution

a) C'est la force électrostatique qui empêche les gouttes de tomber.

La force électrostatique est donc dirigée vers le haut. La charge étant négative, force électrostatique et champ électrostatique sont de sens opposés. Le champ électrostatique est donc dirigé vers le bas. La plaque du haut est donc chargée positivement, celle du bas négativement.

b) A l'équilibre, la somme des forces qui s'applique sur une goutte est nulle.

Le poids est exactement compensé par la force électrostatique : $m \vec{g} + q \vec{E} = \vec{0}$

(m et q désignent la masse et la charge d'une goutte)

En faisant la projection sur un axe dirigé vers le bas, on a : $m g - |q| E = 0$

$$\text{Par conséquent : } |q| = \frac{m g}{E} = \frac{\rho \times \frac{4}{3} \pi R^3 \times g}{E} = \frac{\rho \times 4 \pi R^3 \times g}{3 E} = \frac{\rho \times 4 \pi R^3 \times g}{3 \left(\frac{U}{l} \right)}$$

Application numérique : $|q| \approx 1.6 \cdot 10^{-18} \text{ C} \approx 10 |e|$