

Expérience de Millikan

Avec un pulvérisateur, on insuffle des gouttelettes d'huile entre les armatures d'un condensateur plan horizontal. La distance entre les armatures est $d = 1 \text{ cm}$. La différence de potentiel V entre ces armatures est réglable entre 0 et 300 V. Le module du champ électrique E est donc égal à V/d . Le champ, vertical, est dirigé vers le haut. Les gouttelettes sont chargées soit par frottement sur le bec du pulvérisateur soit avec une source ionisante. Chaque gouttelette de rayon a en mouvement est soumise à :

Son poids $\vec{P} = m\vec{g} = \frac{4}{3}\pi a^3 \rho \vec{g}$ (avec $\rho = 800 \text{ kg.m}^{-3}$).

La poussée d'Archimède $\vec{P}' = -\frac{4}{3}\pi a^3 \rho' \vec{g}$ (avec $\rho' = 1,29 \text{ kg.m}^{-3}$).

Le frottement dû à l'air $\vec{F}_1 = -6\pi\eta a \vec{v}$ (avec $\eta = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ Nsm}^{-2}$)

La force électrique $\vec{F}_2 = q\vec{E}$ $q = k \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ (k entier)

En agissant sur la valeur de V , il est possible d'immobiliser des gouttelettes chargées négativement.

Le principe de la dynamique appliqué à une gouttelette en mouvement donne :

$$m \frac{dv}{dt} = \frac{4}{3}\pi a^3 \rho g - qE - 6\pi\eta a v$$

qui admet comme solution :

$$v = \frac{\frac{4}{3}\pi a^3 \rho g - qE}{6\pi\eta a} \left(1 - e^{\frac{-6\pi\eta a t}{m}} \right)$$

Compte-tenu de la valeur du coefficient de t dans l'exponentielle, on arrive très vite à la vitesse limite $v = \frac{\frac{4}{3}\pi a^3 \rho g - qE}{6\pi\eta a}$

Si le champ est nul, la mesure de la vitesse de chute $v = 2a^2 \rho g / 9\eta$ permet de déduire a .

Si la goutte est immobile, on tire : $qE = \frac{4}{3}\pi a^3 \rho g$ et donc : $q = 6\pi\eta a v / E$

Pour mesurer la charge d'une goutte, on l'immobilise en ajustant V puis on annule la ddp et on mesure la durée de chute sur une distance connue ce qui permet d'obtenir la valeur de v .

Pratiquement, on utilise le réticule gradué du viseur d'observation des gouttelettes. (Observation sur un fond sombre avec un éclairage latéral).

Ce programme simule cette expérience en créant des gouttelettes de rayons a et de charges ke avec des valeurs aléatoires pour k (entier négatif ou nul) et pour a . Toutefois, la majorité des valeurs de a générées permet d'immobilisation de la goutte choisie.