

L'expérience de Millikan

https://fr.wikipedia.org/wiki/Exp%C3%A9rience_de_la_goutte_d'huile_de_Millikan

L'**expérience de la goutte d'huile**, réalisée par Millikan (université de Chicago) au début du XX^e siècle, consiste à pulvériser de minuscules gouttes d'huile électrisées entre les deux électrodes horizontales d'un condensateur plan chargé. Les minuscules gouttes subissent plusieurs forces qui s'équilibrent rapidement et font que chaque goutte se déplace à vitesse constante, mesurable avec une lunette de visée et un chronomètre.

L'expérience consiste à sélectionner une gouttelette et à analyser son mouvement sous l'action des forces agissant sur elle à différentes valeurs d'ionisation :

- son poids* ($P = mg$) vers le bas qui est constant ;
- la poussée d'Archimède** (F_A), constante et vers le haut, due à l'air entre les deux électrodes ;
- la force électrostatique ($F = qE$) proportionnelle à sa charge électrique et proportionnelle au champ E , et constante dans un champ uniforme ;
- la résultante de ces trois forces est donc constante et est très rapidement compensée par le frottement avec l'air ce qui conduit à observer un mouvement de la gouttelette à vitesse limite constante puisque la somme des forces agissantes est nulle.

Au cours de l'expérience, Millikan détermine la vitesse d'une gouttelette d'huile ionisée par irradiation par rayons X, en évaluant le rapport de la distance parcourue sur la durée mise pour la parcourir. Il en déduit ensuite les charges des gouttes et constate qu'elles sont toutes multiples entières d'une charge de valeur $1,592 \times 10^{-19}$ C, constante que l'on connaît aujourd'hui sous le nom de charge élémentaire (avec une valeur mise à jour légèrement différente : $e = 1,602\,176\,634 \times 10^{-19}$ C) et que l'on note traditionnellement e ; cette expérience s'est avérée être la première preuve de la quantification de la charge électrique qui est strictement toujours un multiple *entier* positif ou négatif de cette valeur fondamentale e .

Cette expérience et ses conclusions sur la quantification des charges valurent à Millikan le prix Nobel de physique en 1923. [...]

* Poids $P = m g = \rho_{\text{huile}} V g$ avec le volume $V = 4/3 \pi r^3$, r étant le rayon de la goutte supposée sphérique

** Poussée d'Archimède : $F_A = \rho_{\text{air}} V g$

Méthode à champ constant

Dans cette méthode, on garde l'amplitude du **champ constant** et on **alterne la polarité du condensateur de sorte que la force électrique soit dirigée vers le haut puis vers le bas*****.

*** La valeur du champ E est telle que le mouvement de la goutte d'huile est successivement vers le haut puis vers le bas.

1. Force électrique vers le haut (vitesse v_1):

$$qE + F_A = mg + 6\pi\eta r v_1 \quad (1)$$

2. Force électrique vers le bas (vitesse v_2):

$$qE + mg = 6\pi\eta r v_2 + F_A \quad (2)$$

donc en soustrayant 1 à 2

$$2(mg - F_A) = 6\pi\eta r (v_2 - v_1)$$

On a aussi en additionnant 1 et 2

$$2qE = 6\pi\eta r (v_2 + v_1)$$

or

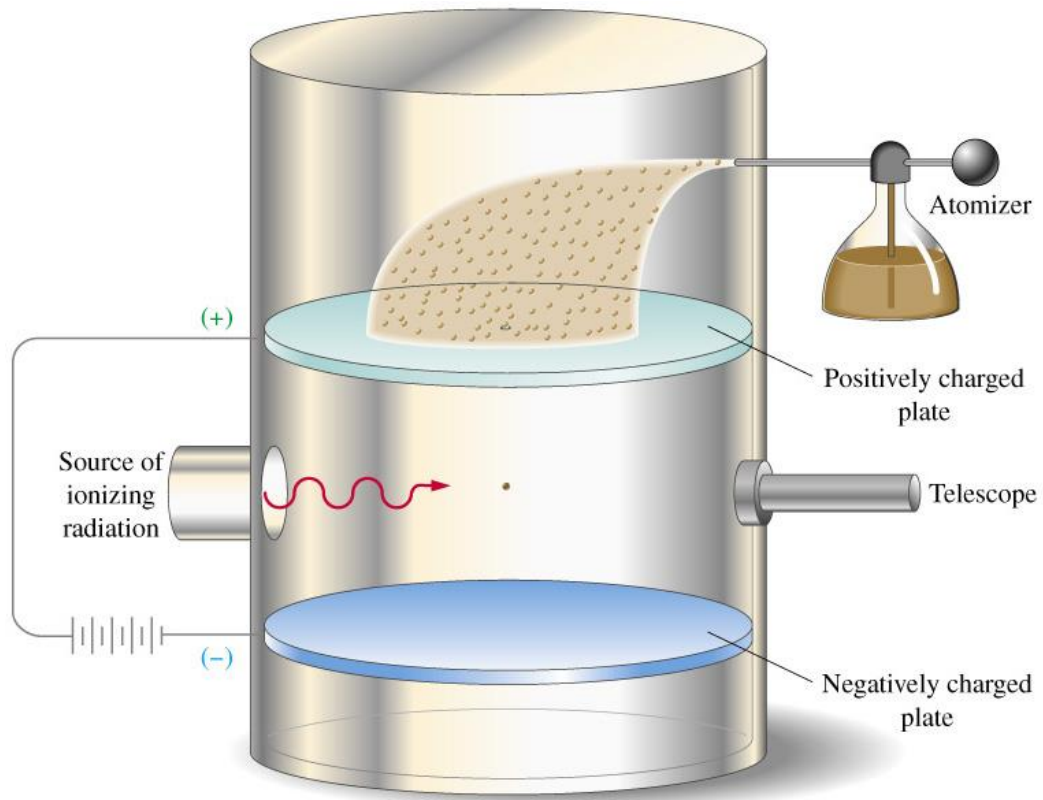
$$mg - F_A = \frac{4\pi}{3} r^3 g (\rho_h - \rho_a)$$

donc

$$r = \frac{3}{2} \sqrt{\frac{\eta (v_2 - v_1)}{g (\rho_h - \rho_a)}}$$

donc

$$q = \frac{9\pi}{2E} \sqrt{\frac{\eta^3 (v_2 - v_1)}{g (\rho_h - \rho_a)}} (v_2 + v_1)$$



<https://millikan.weebly.com/major-discovery.html>

