

FÍSICA III

Gabarito Atividade 1



17 de Março de 2018

1) Use dos links abaixo como base para os itens a) e b). (o artigo deve ser lido até a letra B, enquanto o restante é opcional).

<http://teachinglabs.physics.colostate.edu/PH425/Files/Lab%20Writeups,%20Materials,%20Supplements/The%20Millikan%20Oil-Drop%20Experiment/Millikan.pdf>

https://en.wikipedia.org/wiki/Oil_drop_experiment

<https://www.youtube.com/watch?v=nwnjYERS66U>

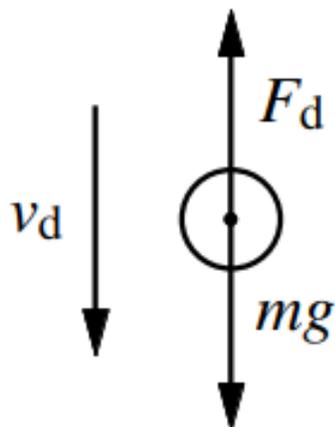
a) Descreva o experimento de Millikan.

O experimento de Millikan foi utilizado para encontrar o valor da carga elementar, ou seja, a carga de um elétron e^- . Para isso, o físico borrifou gotas de óleo em uma câmara que contém duas placas separadas por uma distância D conhecida. Uma diferença de potencial conhecida e variável pode ser aplicada às placas de forma a gerar um campo elétrico, também conhecido, entre elas. O próprio processo de borrifamento é suficiente para carregar eletricamente as gotas de forma que, gerenciando a intensidade do campo elétrico entre as placas, é possível controlar o movimento das gotas dentro da câmara devido à força elétrica gerada pelo campo e até mantê-las estáticas. O tamanho das gotas é da ordem de $1\mu m$ e a própria tensão superficial garante que tais gotas têm forma esférica. Para auxiliar na observação de gotas tão pequenas é utilizado um microscópio e uma luz intensa para que as gotas possam ser distinguidas das paredes da câmara. Assim, observando a movimentação das gotas de óleo com a variação do campo elétrico, é possível descobrir a carga elementar.

b) Ache uma expressão para a carga da gota de óleo em função do módulo do campo elétrico (E), viscosidade do ar (η), velocidade terminal com e sem campo elétrico (V_d e V_u), densidade do óleo (ρ), gravidade (g) e explique como foi possível determinar a carga do elétron a partir disso.

O movimento das gotas de óleo pode ser controlado de várias formas, porém duas que interessam mais para o cálculo da carga do elétron são o de queda livre e o de subida controlada. Para o movimento de queda livre, ou seja, na ausência de um campo elétrico apenas duas forças estão envolvidas: a força peso mg e a força de arrasto pelo ar F_d .

Figura 1: Esquema das forças envolvidas na queda livre de uma gota de óleo.



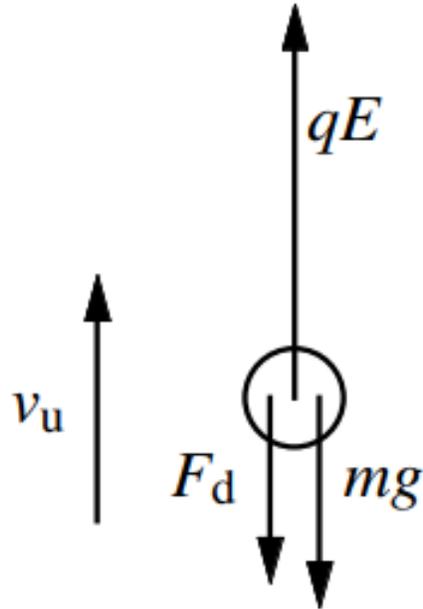
Fonte: JONES. B. Millikan Oil Drop Experiment

Pela lei de Stokes $F_d = 6\pi\eta r v_d$ em que η é a viscosidade do ar, r o raio da gota e v_d a velocidade de descida da gota. Quando a gota atingir a velocidade terminal, ou seja, sua velocidade máxima, sua aceleração vale zero e, então, vale

$$6\pi\eta r v_d = mg. \quad (1)$$

Por outro lado, quando o campo elétrico é acionado e a gota está ascendendo, temos o seguinte esquema de forças:

Figura 2: Esquema das forças envolvidas na subida de uma gota de óleo.



Fonte: JONES. B. Millikan Oil Drop Experiment

Assim, pela análise do sistema temos:

$$qE = mg + F_d = mg + 6\pi\eta r v_u \quad (2)$$

O raio da gota pode ser calculado percebendo que através da densidade ρ da gota, temos que $m = \rho 4\pi r^3/3$ e, substituindo m em 1 temos que:

$$r = \sqrt{\frac{9\eta v_d}{2\rho g}} \quad (3)$$

Assim, substituindo 1 e 3 em 2 temos que

$$q = 6\pi\eta \sqrt{\frac{9\eta v_d}{2\rho g}} (v_d + v_u)/E \quad (4)$$

Millikan percebeu que, embora as cargas das gotas apresentavam números diferentes, todos eles eram múltiplos de um número $-1,60217653 \cdot 10^{-19} C$ e concluiu que esse número era a carga de um elétron.