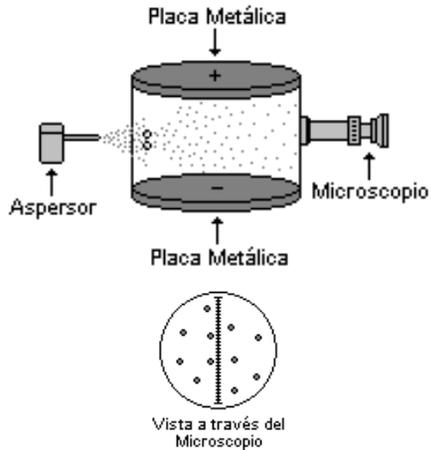


EXPERIMENTO DE R. A. MILLIKAN

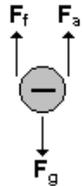
Determinación de la carga del electrón



Millikan, supuso que el valor de la carga eléctrica de cada gota debería de ser un múltiplo entero del valor de la carga eléctrica fundamental.

$$Q = n \cdot e$$

Gota en Caída Libre



F_g = Fuerza de gravedad
 F_f = Fuerza de fricción
 F_a = Fuerza de Arquímedes

Cuando se alcanza el equilibrio, se tiene que:

$$F_g - F_A - F_r = 0 \quad \dots 1$$

La fuerza de gravedad de acuerdo a la segunda ley de Newton, quedaría definida por:

$$F_g = m_{ac} \cdot g \quad \dots 2$$

$$F_g = V \cdot \rho_{ac} \cdot g \quad \dots 3$$

$$F_g = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3 \cdot \rho_{ac} \cdot g \quad \dots 4$$

La expresión para la fuerza de Arquímedes, se obtendría de forma semejante quedando:

$$F_A = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3 \cdot \rho_{ai} \cdot g \quad \dots 5$$

La fuerza de fricción de Stokes, esta determinada por la expresión siguiente:

$$F_f = 6 \cdot \pi \cdot r \cdot \eta \cdot v \quad \dots 6$$

Al sustituir las expresiones 4, 5 y 6 en la expresión 1, despejar el radio y simplificar, se obtiene la expresión siguiente:

$$r = \sqrt{\frac{9 \cdot \eta \cdot v_{cl}}{2 \cdot \Delta \rho \cdot g}} \quad \dots 7$$

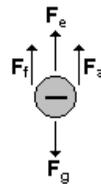
donde $\Delta \rho$ = diferencia de densidades = $\rho_{ac} - \rho_{ai}$.

Cuando la gota de aceite, cargada negativamente, se encuentra dentro de un campo eléctrico, generado por una diferencia de potencial entre las placas, se origina una fuerza eléctrica:

$$F_e = Q \cdot \frac{V}{d} \quad \dots 8$$

sin embargo, dependiendo de su magnitud y de la carga de la gota, se puede tener las situaciones siguientes:

Gota en Descenso con Campo Eléctrico Pequeño



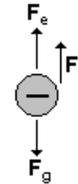
Cuando se alcanza el equilibrio, se tiene que:

$$F_g - F_A - F_r - F_e = 0 \quad \dots 9$$

Al sustituir las expresiones 4, 5, 6 y 8 en la expresión 9, despejar la carga y simplificar, se obtiene la expresión siguiente:

$$Q = \left[\left(\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3 \cdot \Delta \rho \cdot g \right) - 6 \cdot \pi \cdot r \cdot \eta \cdot v_d \right] \left(\frac{d}{V_d} \right) \quad \dots 10$$

Gota Estática con Campo Eléctrico



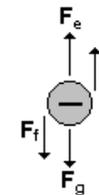
Cuando se alcanza el equilibrio, se tiene que:

$$F_g - F_A - F_e = 0 \quad \dots 11$$

Al sustituir las expresiones 4, 5 y 8 en la expresión 11, despejar la carga y simplificar, se obtiene la expresión siguiente:

$$Q = \left(\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3 \cdot \Delta \rho \cdot g \right) \left(\frac{d}{V_e} \right) \quad \dots 12$$

Gota en Ascenso con Campo Eléctrico Grande



Cuando se alcanza el equilibrio, se tiene que:

$$F_g - F_A + F_r - F_e = 0 \quad \dots 13$$

Al sustituir las expresiones 4, 5, 6 y 8 en la expresión 13, despejar la carga y simplificar, se obtiene la expresión siguiente:

$$Q = \left[\left(\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3 \cdot \Delta \rho \cdot g \right) + 6 \cdot \pi \cdot r \cdot \eta \cdot v_a \right] \left(\frac{d}{V_a} \right) \quad \dots 14$$

Q = Carga de la gota de aceite
 n = Número de electrones en exceso
 e = Carga del electrón = 1.6022×10^{-19} [C]
 F_g = Fuerza de gravedad
 F_A = Fuerza de Arquímedes

F_f = Fuerza de fricción
 F_e = Fuerza de eléctrica
 m_{ac} = Masa de la gota
 g = Aceleración gravitatoria
 V = Volumen de la gota

ρ_{ac} = Densidad del aceite
 ρ_{ai} = Densidad del aire
 $\Delta \rho$ = Diferencia de densidades
 r = Radio de la gota
 η = Viscosidad del aire

v = Velocidad terminal
 v_{cl} = Velocidad terminal de caída libre
 v_d = Velocidad terminal de descenso
 v_a = Velocidad terminal de ascenso
 V = Voltaje aplicado

V_d = Voltaje de descenso
 V_e = Voltaje de la gota estática
 V_a = Voltaje de ascenso
 d = Distancia entre las placas