

# MILLIKAN

## Introducción Teórica

La carga eléctrica que posee una partícula, puede ser calculada por la medición de la fuerza experimentada por ella en un campo eléctrico (E) de magnitud conocida.

El experimento de Millikan de gotas de aceite depende de la habilidad para medir pequeñas fuerzas. El comportamiento de estas gotas de aceite, que masan a lo mas 10–12 g., es observable en un campo gravitacional y en un campo eléctrico.

Para medir la velocidad caída de la gota al aire libre se ocupa la Ley de Stokes con lo cual se calcula la masa de la gota observando la velocidad de ascenso de la gota en el campo eléctrico nos permite calcular la fuerza sobre ella, y de aquí, la carga que posee la gota de aceite. Sin embargo, el experimento entregará la carga total de una gota, a través de esto podremos obtener una tabla y cierto grado de conocimiento experimental que la carga de un solo electrón puede ser determinada. Se seleccionarán gotas las cuales asciendan o desciendan lentamente, con lo cual tendremos la certeza que la gota posee una pequeña cantidad de electrones. Con todo esto, conoceremos la naturaleza atómica y eléctrica de la gota.

### Ecuación para calcular la carga de una gota.

La gota:

Al caer en el aire libre tenemos que:

$$mg = kvf$$

donde : k : coeficiente de fricción entre la gota y el aire

Al entrar al campo eléctrico visual de Millikan, en ascenso se describe:

$$Eq = mg + kvr$$

La acción del campo eléctrico, que mediante la ecuación:

$$q = \frac{m}{E} (g + vr) \quad (1)$$

$$E \quad vf$$

Donde:

q : Carga de la gota

m : Masa de la gota

g : Aceleración de gravedad

vf : Velocidad de descenso (velocity of fall)

vr : Velocidad de ascenso ( velocity of rise)

E : Campo eléctrico

$$\text{Con: } m = \frac{4}{3} \rho a^3 \quad (2)$$

3

Donde:

a : radio de la gota

$\rho$  : densidad del aceite

Para calcular a, se emplea la Ley Stokes

$$a = \frac{2}{9} \frac{r g}{\eta v_f} \quad (3)$$

2 g

Esta ecuación se utiliza cuando  $v_f > 0,1$  cm/s, ya que si es menor, la viscosidad infringe la Ley de Stokes. Para ello se multiplica por un factor de corrección, que da como resultado la viscosidad efectiva.

$$\eta_{\text{eff}} = \frac{\eta}{1 + \frac{b}{a}} \quad (4)$$

1 +  $\frac{b}{a}$

p a

Donde:

b : constante

p : presión atmosférica

a : radio gota

La ecuación (3) con (4), nos queda:

$$a = \frac{b}{2} + \frac{9}{2} \frac{\eta_{\text{eff}}}{r g} \quad (5)$$

2p 2 g 2p

Sustituyendo (2), (3) y (4), en la ecuación (1), obtenemos:

$$q = 6 \frac{r}{d} \frac{1}{1 + \frac{b}{a}} (v_f + v_r) \quad (6)$$

2 g 1 +  $\frac{b}{a}$

p a

La intensidad del campo eléctrico  $E = \frac{V}{d}$  donde V es la tensión y d la distancia entre las placas del aparato y está dada por d

$$E \text{ (e.s.u)} = \frac{V \text{ (volts)}}{d} \quad (7)$$

300 d (cm)

Entonces sustituyendo (5),(6) en (4) y reordenándola nos queda:

$$q \text{ (e.s.u)} = 400 \cdot d \cdot \frac{1}{9} \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{v_f + v_r}{v_f} \cdot \frac{1}{2} \quad (8)$$

$$g = 2 \cdot 1 + \frac{b}{a} \cdot V$$

p a

1° 2° 3°

Donde el primer término de la ecuación necesita solo las características del aparato de Millikan, el segundo término está dado por las propiedades de la gota de aceite y el tercer término ésta dado por el cambio de carga de la gota en el experimento.

q : Carga de la gota ( e.s.u)

d : Separación de las placas conductoras ( cm)

: densidad del aceite ( g / cm<sup>3</sup> )

g : Aceleración de gravedad ( cm / s<sup>2</sup> )

: Viscosidad del aire ( poise ) ó ( dina s / cm<sup>2</sup> )

b : constante = 6,17 \* 10<sup>-4</sup> (cm de Hg \* cm )

a : radio gota (cm)

v<sub>f</sub> : Velocidad de descenso (velocity of fall) (cm /s )

v<sub>r</sub> : Velocidad de ascenso ( velocity of rise) (cm /s )

V : Diferencia de potencial a través de las placas (volts).

### **Datos experimentales.**

Gota 1.

Velocidad de descenso promedio:

Velocidad de ascenso promedio:

Gota 2.

Velocidad de descenso promedio:

Velocidad de ascenso promedio:

Gota 3.

Velocidad de descenso promedio:

Velocidad de ascenso promedio:

La velocidad se aplican a la ecuación (8), :

$$q \text{ (e.s.u)} = 400 \text{ d } \frac{1.9}{3} \frac{1}{2} \frac{1}{2} \frac{v_f + v_r * (v_f)^{1/2}}{2} \text{ (8)}$$

$$g = 2 \frac{1 + b \cdot V}{p a}$$

p a

donde:

$$d = 1 \text{ (cm)}$$

$$g = 980 \text{ (cm/s}^2\text{)}$$

$$= 0,866 \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

$$b = 6,17 * 10^{-4} \text{ (cm de Hg * cm)}$$

Por tanto, los datos obtenidos, es decir, velocidad de descenso y ascenso están ya calculadas y bastaría aplicar en la ecuación (8) los valores de los datos omitidos (antes señalados).

### **Conclusiones:**

Los datos obtenidos pueden diferir un tanto de la teoría debido a la incapacidad para medir el radio exacto de las gotas además de lo impreciso de los instrumentos utilizados.

### **Bibliografía:**

Física Vol.2 Serway