



F2. En un aparato para determinar la carga elemental e , por el procedimiento de Millikan, una gotita de aceite, en ausencia de campo eléctrico, desciende un milímetro en $t=40,2$ s y queda quieta cuando se le aplica un campo de $8,784 \cdot 10^3$ V/m. ¿Con cuántos electrones está cargada la gota?. La viscosidad del aire es $1,80 \cdot 10^{-5}$ N·s/m², la densidad del aceite es $0,824$ g/cm³ y la del aire $1,29$ g/L.

Referencias:

Resuelto por *sleepylavoisier* en <http://www.docentesconeducacion.es/viewtopic.php?f=92&t=4018#p17854>

Problema similar 2015-Aragón-A1 (en él se incluyen diagramas y referencias)

Realizamos un planteamiento dinámico de las fuerzas sobre la gota

En ausencia de campo eléctrico:

Las fuerzas son

-Peso

-Empuje (será despreciable, pero al dar dato de densidad de aire lo tenemos en cuenta)

-Fuerza asociada a la viscosidad, fuerza de Stokes que tiene como módulo $F=6\pi\eta r v$

Aplicando la 2ª ley de Newton y teniendo en cuenta que $a=0$ ya que va a velocidad constante.

$$P - E - F_{\text{viscosidad}} = 0$$

$$\frac{4}{3}\pi r^3 \rho_{\text{aceite}} g - \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_{\text{aire}} g - 6\pi \eta r v = 0$$

$$r^2(\rho_{\text{aceite}} - \rho_{\text{aire}}) = \frac{3 \cdot 6 \eta v}{4 g} \Rightarrow r = \sqrt{\frac{9 \eta v}{2 g(\rho_{\text{aceite}} - \rho_{\text{aire}})}}$$

Con campo eléctrico:

Si la partícula está quieta, están las mismas fuerzas de peso y empuje, pero no habrá fuerza asociada a la viscosidad, y habrá una nueva fuerza opuesta al peso que consiga el equilibrio.

Aplicando la 2ª ley de Newton y teniendo en cuenta que $a=0$ ($v=0$ y constante)

$$P - E - F_{\text{eléctrica}} = 0$$

$$\frac{4}{3}\pi r^3 \rho_{\text{aceite}} g - \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_{\text{aire}} g - |q| E = 0$$

$$|q| = \frac{4\pi r^3 g(\rho_{\text{aceite}} - \rho_{\text{aire}})}{3E}$$

Sustituyendo la expresión y con valores numéricos, teniendo en cuenta que $v=10^{-3}/40,2$, y poniendo densidad en unidades del SI (kg/m³)

Tomamos $g=9,8$ m/s² (no es dato de enunciado)

$$|q| = \frac{4\pi \left(\frac{9\eta v}{2g(\rho_{\text{aceite}} - \rho_{\text{aire}})}\right)^{\frac{3}{2}} g(\rho_{\text{aceite}} - \rho_{\text{aire}})}{3E}$$

$$|q| = \frac{4\pi \left(\frac{9 \cdot 1,80 \cdot 10^{-5} \frac{10^{-3}}{40,2}}{2 \cdot 9,8 \cdot (824 - 1,29)}\right)^{\frac{3}{2}} 9,8(824 - 1,29)}{3 \cdot 8,784 \cdot 10^3} = 4,80 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

Si usamos el valor absoluto de la carga del electrón (no es dato de enunciado)

$$Q_{\text{total}} = n \cdot |q| \Rightarrow n = \frac{4,8 \cdot 10^{-19}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 3 \quad \text{La carga de la gota de aceite es de 3 electrones.}$$