

**ESTUDIE LOS SIGUIENTES EJERCICIOS:**

- 1 La masa del electrón no se puede medir en forma directa, porque las cantidades macroscópicas de masa contienen siempre una combinación de electrones, protones y neutrones, y nunca electrones puros. Por eso, la masa se calcula partiendo de una medición de la carga eléctrica —  $e$  del electrón, y una medición de la relación de carga a masa,  $-e/m$ . Los mejores valores obtenidos de esas cantidades son  $-e = -1.602\,177 \times 10^{-19} \text{ C}$  y  $-e/me = -1.758\,820 \times 10^{-11} \text{ C/kg}$ . ¿Cuál es el mejor valor que puede deducirse para la masa del electrón, a partir de estos datos?

a) RESPUESTA:

$$m_e = \frac{e}{e/m_e} = \frac{-1.602\,177 \times 10^{-19} \text{ C}}{-1.758\,820 \times 10^{-11} \text{ C/kg}} = 9.109\,386 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

- 2 Considérense dos protones separados por una distancia de  $1.0 \times 10^{-12} \text{ m}$ .

a) ¿Cuál es la fuerza de atracción gravitacional entre los protones?

b) ¿Cuál es la fuerza de repulsión eléctrica entre esos protones?

¿Cuál es la relación de la fuerza eléctrica y la fuerza gravitacional?

c) Considérese un segundo par de protones, separados por una distancia mayor tal que su repulsión eléctrica sea igual a la atracción gravitacional entre el otro par, más cercano, calculada en el inciso a). ¿A qué distancia deberían estar estos protones?

a) SOLUCIÓN:

$$F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2} = \left( 6.67 \times 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2} \right) \frac{(1.67 \times 10^{-27} \text{ kg})(1.67 \times 10^{-27} \text{ kg})}{(1.0 \times 10^{-12} \text{ m})^2}$$

$$= 1.9 \times 10^{-40} \text{ N}$$

b)

$$F_e = k \frac{q_1 q_2}{r^2} = \left( 8.99 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} \right) \frac{(+1.60 \times 10^{-19} \text{ C})(+1.60 \times 10^{-19} \text{ C})}{(1.0 \times 10^{-12} \text{ m})^2}$$

$$= 2.3 \times 10^{-4} \text{ N}$$

$$\frac{F_e}{F_g} = \frac{2.3 \times 10^{-4} \text{ N}}{1.9 \times 10^{-40} \text{ N}} = 1.2 \times 10^{36}$$

c)

$$r = \sqrt{k \frac{q_1 q_2}{F_g}} = \sqrt{\left( 8.99 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} \right) \frac{(+1.60 \times 10^{-19} \text{ C})(+1.60 \times 10^{-19} \text{ C})}{1.9 \times 10^{-40} \text{ N}}}$$

$$= 1.1 \times 10^6 \text{ m}$$

- 5 La carga eléctrica que pasa por una bombilla eléctrica ordinaria de 115 volts, 150 watts, es 1,3 C/s. ¿A cuántos electrones equivale?

a) SOLUCIÓN:

Cada segundo hay 1,3 C de electrones moviéndose en el filamento de una bombilla. Cada electrón lleva una carga de  $1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$ , por lo tanto, 1,3 C corresponden a:

$$N = \frac{-1.3 \text{ C}}{-1.60 \times 10^{-19} \text{ C}} = 8.1 \times 10^{18} \text{ electrones}$$

- 3 Supóngase que se quitan todos los electrones de una moneda de cobre, cuya masa es 2.7 g, y que son colocados a una distancia de 2,0 m de los núcleos de cobre que quedan. ¿Cuál es la fuerza de atracción eléctrica sobre los electrones?

a) SOLUCIÓN:

El número de moles del cobre es,

$$n = \frac{2.7 \text{ g}}{63.5 \text{ g/mol}} = 4.25 \times 10^{-2} \text{ moles}$$

b) Cada átomo de hierro tiene 29 electrones (ver la tabla periódica), así que el número total de electrones es  $N = 29nN_A = 29(4,25 \times 10^{-2} \text{ mol})(6,022 \times 10^{23} \text{ átomos/mol}) = 7.42 \times 10^{23}$  electrones.

La carga total de estos electrones es

$$q_1 = (7.42 \times 10^{23} \text{ electrons})(-1.60 \times 10^{-19} \text{ C}) = -1.19 \times 10^5 \text{ C}$$

Una cantidad igual de cargas positivas existe debido a los protones del núcleo,

$$q_2 = +1.19 \times 10^5 \text{ C}$$

Por lo tanto la magnitud de la fuerza eléctrica sobre los electrones por parte del núcleo es

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} = \left( 8.99 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} \right) \frac{(-1.19 \times 10^5 \text{ C})(+1.19 \times 10^5 \text{ C})}{(2.0 \text{ m})^2} = 3.2 \times 10^{19} \text{ N}$$

- 4 Deimos es una pequeña luna de Marte, con  $2.0 \times 10^{15} \text{ kg}$  de masa.

Supóngase que un electrón está a 100 km de Deimos. ¿Cuál es la atracción gravitacional sobre el electrón? ¿Qué carga eléctrica negativa habría que colocar en Deimos para equilibrar esta atracción gravitacional? ¿A cuántas cargas electrónicas equivale? Considérese en los cálculos que las masas son de puntos materiales, y las cargas son puntuales.

a) SOLUCIÓN:

$$F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2} = \left( 6.67 \times 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2} \right) \frac{(9.11 \times 10^{-31} \text{ kg})(2.0 \times 10^{15} \text{ kg})}{(1.0 \times 10^5 \text{ m})^2}$$

$$= 1.2 \times 10^{-35} \text{ N}$$

b) Para que la fuerza eléctrica sea igual en magnitud pero de sentido contrario a la fuerza gravitacional,

$$F_e = F_g$$

$$k \frac{q_1 q_2}{r^2} = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$$kQe = GMm$$

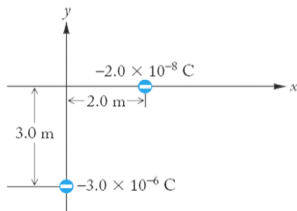
$$Q = \frac{GMm}{ke} = \frac{\left( 6.67 \times 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2} \right) (2.0 \times 10^{15} \text{ kg})(9.11 \times 10^{-31} \text{ kg})}{\left( 8.99 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} \right) (-1.60 \times 10^{-19} \text{ C})} = -8.4 \times 10^{-17} \text{ C}$$

c) El número de electrones en esta cantidad de carga es

$$N = \frac{Q}{e} = \frac{-8.4 \times 10^{-17} \text{ C}}{-1.60 \times 10^{-19} \text{ C}} = 5.3 \times 10^2 \text{ electrones}$$

RESUELVA LOS SIGUIENTES EJERCICIOS

- 6 Una partícula alfa (un núcleo de helio con carga  $+2e$ ) es lanzada a alta velocidad hacia un núcleo de uranio (carga  $+92e$ ). ¿Cuál es la magnitud de la fuerza eléctrica sobre la partícula alfa cuando está a una distancia de  $5.0 \times 10^{-14}$  m del núcleo? ¿Cuál es la aceleración instantánea correspondiente de la partícula alfa? Considérese la partícula alfa y el núcleo como cargas puntuales.
- 7 En una molécula de HCl, los núcleos de los átomos de H y de Cl, cuyas cargas son  $+e$  y  $+17e$ , respectivamente, están a una distancia de  $1.28 \times 10^{-10}$  m. ¿Cuál es la fuerza eléctrica de repulsión entre esos núcleos?
- 8 Se puede colocar una carga eléctrica máxima de  $7,5 \times 10^{-6}$  C en una esfera metálica de 15 cm de radio para que el aire que la rodea no sufra un rompimiento eléctrico (chispas). ¿Cuánto exceso de electrones (o cuántos electrones faltantes) debe tener la esfera cuando está a punto de ocurrir el rompimiento?
- 9 Una pequeña carga de  $-2.0 \times 10^{-8}$  C está en el punto  $x = 2.0$  m,  $y = 0$ , del eje  $x$ . Hay una segunda carga pequeña de  $-3.0 \times 10^{-6}$  C en el punto  $x = 0$ ,  $y = -3.0$  m del eje  $y$  (véase la figura). ¿Cuál es la fuerza eléctrica que ejerce la primera carga sobre la segunda? ¿Cuál es la fuerza que ejerce la segunda carga sobre la primera? Exprésense los resultados como vectores, con componentes  $x$  y  $y$ .



- 10 La siguiente figura muestra la distribución de cargas nucleares (positivas) en una molécula de HCl. Las magnitudes de estas cargas nucleares de H y de Cl son  $e$  y  $17e$ , respectivamente, y la distancia entre ellas es  $1.28 \times 10^{-10}$  m. ¿Cuál es la fuerza eléctrica neta que ejercen esas cargas sobre un electrón que está a  $5.0 \times 10^{-11}$  m arriba del núcleo de H?

