

Nombre:

Código:

- 1 Con experimentos precisos se ha establecido que las magnitudes de las cargas eléctricas del electrón y del protón son iguales, dentro de un error experimental de  $\pm 10^{-21}$  e, y que la carga eléctrica de un neutrón es de cero a  $\pm 10^{-21}$  e. Suponiendo lo peor acerca de las combinaciones de los errores, ¿cuál es la máxima carga eléctrica imaginable de un átomo de oxígeno, formado por 8 electrones, 8 protones y 8 neutrones? Se debe considerar que los átomos son puntos materiales y comparar la fuerza eléctrica entre dos de esos átomos de oxígeno, con la fuerza gravitacional entre esos átomos. La fuerza neta ¿es de atracción o de repulsión?

a) SOLUCIÓN:

En circunstancias normales, un átomo de oxígeno con 8 electrones, 8 protones y 8 neutrones sería eléctricamente neutro. Sin embargo, si cada una de estas partículas tiene una ligera carga diferencial, la cantidad máxima de carga del átomo de

$$\frac{F_e}{F_g} = \frac{k \frac{q_1 q_2}{r^2}}{G \frac{m_1 m_2}{r^2}} = \frac{k q^2}{G m^2}$$

b) donde m es la masa de los electrones, protones y neutrones en cada átomo de oxígeno. Insertando los valores de los parámetros obtenemos:

$$\frac{F_e}{F_g} = \frac{k q^2}{G m^2} = \frac{\left(8.99 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}\right) (3.8 \times 10^{-39} \text{ C})^2}{\left(6.67 \times 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2}\right) [8(9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}) + 8(1.673 \times 10^{-27} \text{ kg}) + 8(1.675 \times 10^{-27} \text{ kg})]^2}$$

=  $2.8 \times 10^{-6}$ . La fuerza neta es de atracción.

- 2 En un experimento de física elemental se usan dos esferas pequeñas, cada una con  $-2.0 \times 10^{-6}$  C de carga. ¿Cuál es la fuerza eléctrica entre las esferas cuando están a 1.0 m de distancia?

a) SOLUCIÓN:

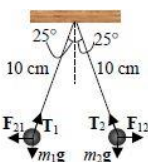
$$F_e = k \frac{q_1 q_2}{r^2} = \left(8.99 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}\right) \frac{(-2.0 \times 10^{-6} \text{ C})(-2.0 \times 10^{-6} \text{ C})}{(1.0 \text{ m})^2}$$

=  $3.6 \times 10^{-2}$  N (repulsión)

- 3 Supóngase que hay dos esferas colgadas por hilos idénticos de 10 cm de longitud, anclados en el mismo punto, como en el ejemplo 5, pero esas esferas tienen distintas masas y cargas. Cuando una porta una carga de  $+2.0 \times 10^{-7}$  C y la otra una de  $+6.0 \times 10^{-8}$  C, los hilos forman el mismo ángulo de equilibrio de  $25^\circ$  con la vertical. ¿Cuál es la masa de cada esfera?

a)

Consider the drawing. The ball on the left has a charge  $q_1 = +2.0 \times 10^{-7}$  C and the ball on the right has a charge  $q_2 = +6.0 \times 10^{-8}$  C. There are three forces acting on each ball: the gravitational force of the Earth, the tension in the thread, and the electric force due to the other ball. Since each ball is in equilibrium, the sum of these forces is equal to zero newtons. Because the angles are the same for both balls and the symmetry of the situation, the tension in both threads is identical. Because of this, the vertical component of the tension is the same for both balls. Thus, the mass of each ball is the same. Therefore, finding the mass of one ball gives the mass of the other. The distance between the two balls is  $r = 2(10 \text{ cm}) \sin 25^\circ$ .



The sum of forces in the horizontal direction for ball 1 is:

$$\sum F_x = T_1 \sin 25^\circ - k \frac{q_1 q_2}{r^2} = 0$$

from which the tension in the left thread can be determined.

$$T_1 = k \frac{q_1 q_2}{r^2 \sin 25^\circ} = \left(8.99 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}\right) \frac{(+2.0 \times 10^{-7} \text{ C})(+6.0 \times 10^{-8} \text{ C})}{(2(0.10 \text{ m}) \sin 25^\circ)^2} = 1.28 \times 10^{-3} \text{ N}$$

The sum of the forces in the vertical direction for ball 1 is:

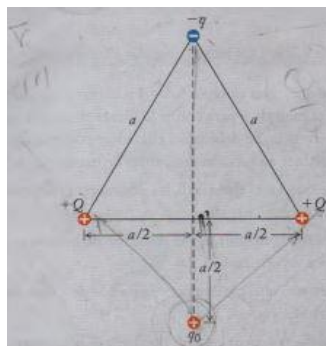
b)

$$\sum F_y = T_1 \cos 25^\circ - m_1 g = 0$$

$$m_1 = \frac{T_1 \cos 25^\circ}{g} = \frac{(1.28 \times 10^{-3} \text{ N}) \cos 25^\circ}{9.81 \text{ m/s}^2} = 1.2 \times 10^{-4} \text{ kg}$$

$$m_1 = m_2 = 1.2 \times 10^{-4} \text{ kg}$$

- 4 Hay dos cargas iguales de +Q en dos vértices de un triángulo equilátero de lado a; una tercera carga de -y está en el otro vértice. A una distancia de a/2, fuera del triángulo y sobre la mediatriz de las cargas de +Q está una carga, q<sub>0</sub> (véase la figura), sobre la cual la fuerza neta es cero. Calcúlese el valor de la relación q/Q.



a)

The sum of electric forces acting on the charge  $q_0$  is zero newtons. Therefore, the x component of the net force must be equal to zero.

$$F_x = k \frac{Qq_0}{\left(\frac{\sqrt{2}}{2}a\right)^2} \cos 45^\circ - k \frac{Qq_0}{\left(\frac{\sqrt{2}}{2}a\right)^2} \cos 45^\circ = 0$$

In the y direction, The distance between the -q charge and  $q_0$  is

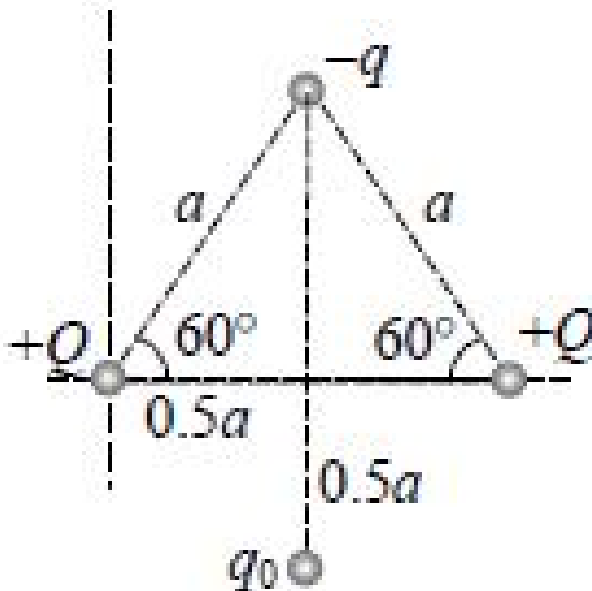
$$r_{y0} = \frac{a}{2} + a \cos 30^\circ = a \left(1 + \frac{\sqrt{3}}{2}\right)$$

$$F_y = k \left[ \frac{qq_0}{a^2 \left(1 + \frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2} - \frac{Qq_0}{\left(\frac{\sqrt{2}}{2}a\right)^2} \sin 45^\circ - \frac{Qq_0}{\left(\frac{\sqrt{2}}{2}a\right)^2} \sin 45^\circ \right]$$

$$= k \left[ \frac{qq_0}{a^2 \left(1 + \frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2} - \frac{Qq_0 \sqrt{2}}{\left(\frac{\sqrt{2}}{2}a\right)^2 \cdot 2} - \frac{Qq_0 \sqrt{2}}{\left(\frac{\sqrt{2}}{2}a\right)^2 \cdot 2} \right] = k \left[ \frac{qq_0}{a^2 \left(1 + \frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2} - \frac{4Qq_0}{\sqrt{2}a^2} \right] = 0$$

$$\frac{q}{Q} = 2\sqrt{2} \left(1 + \frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2 = 9.85$$

b)



- 5 ¿Cuántos electrones y protones hay en un organismo humano de 73 kg de masa? La composición aproximada del cuerpo humano es 70% de oxígeno, 20% de carbono y 10% de hidrógeno.

a) SOLUCIÓN:

Elemento	Porcentaje del cuerpo(%)	Masa (kg)	Número of moles
O	70	51.1	$n_o = \frac{51100 \text{ g}}{16.0 \text{ g/mol}} = 3190 \text{ moles}$
C	20	14.6	$n_c = \frac{14600 \text{ g}}{12.0 \text{ g/mol}} = 1220 \text{ moles}$
H	10	7.3	$n_H = \frac{7300 \text{ g}}{1.01 \text{ g/mol}} = 7230 \text{ moles}$

Cada mol contiene el número de Avogadro de átomos con cada átomo conteniendo su número atómico de electrones y protones. Por lo tanto el número total de electrones o protones en el cuerpo es aproximadamente,

$$N = 6.022 \times 10^{23} \text{ átom./mol} [(3190 \text{ mol O})(8) + (1220 \text{ mol C})(6) + (7230 \text{ mol H})(1)]$$

$$= \underline{2.4 \times 10^{28} \text{ electrones o protones}}$$