

- 1- Utilice la expresión completa de la ley de Coulomb para establecer la fuerza que ejerce una partícula de carga  $Q_1 = 30\mu C$  situada en la posición  $(1.2mm, 0.4mm, -2.2mm)$ , sobre otra de carga  $Q_2 = -15\mu C$  situada en  $(0mm, -1.4mm, 2.5mm)$ . Como ayuda, recuerde que el resultado debe ser un vector de la forma

$$\vec{F}_{21} = (?? N, ?? N, ?? N)$$

donde los símbolos ?? deben reemplazarse por constantes.

- 2- En ciertas circunstancias podemos estar interesados en calcular el módulo de la fuerza ejercida entre dos partículas cargadas, en cuyo caso puede deducirse de la expresión general de la ley de Coulomb la siguiente forma simplificada

$$F_{21} = \frac{k |Q_1| |Q_2|}{|\vec{r}_2 - \vec{r}_1|^2}$$

donde  $F_{21}$  representa el módulo del vector  $\vec{F}_{21}$ , mientras que  $|Q_1|$  y  $|Q_2|$  representan los valores absolutos de las cargas respectivas.

¿Cuál será la distancia entre dos partículas puntuales cuyas cargas son de  $-1,48\mu C$  y  $+3,12\mu C$ , si el módulo de la fuerza electrostática entre ellas es de  $5 N$ ? ¿Podría especular acerca de si la fuerza es atractiva o repulsiva?

- 3- Algunos datos sobre partículas subatómicas... La unidad elemental de carga eléctrica en la naturaleza vale  $e = 1.6 \times 10^{-19} C$ ; los electrones tienen carga  $-e$  y los protones tienen carga  $+e$ . La masa del electrón es  $m_e = 9,1 \times 10^{-31} Kg$  y la del protón es 1.839 veces mayor. Esto es  $m_p = 1,67 \times 10^{-27} Kg$ .

El módulo de la fuerza electrostática ejercida entre dos iones positivos idénticos es de  $3,7 \times 10^{-9} N$ , cuando los mismos están separados una distancia de  $5 \times 10^{-10} m$ .

a) Halle la carga de cada ión.

b) Suponiendo que los iones han sido producidos a partir de átomos neutros, ¿Cuántos electrones han sido sustraídos para producir cada ión?

c) ¿En qué factor se incrementaría el módulo de la fuerza entre los iones, si la distancia entre ellos disminuyera a la mitad?

- 4- Suponga que dos electrones se encuentran en posiciones fijas de modo que la distancia entre ellos es  $D$ . En estas condiciones, se dan interacciones tanto eléctricas como gravitatorias. Determine cuántas veces mayor resulta una respecto de la otra (recuerde que la constante de gravitación universal es  $G = 6,67 \times 10^{-11} Nm^2Kg^{-2}$ ).

5- Evaluando órdenes de magnitud...

Es bien sabido que cuando dos cargas puntuales idénticas se encuentran próximas, se repelen. Un caso práctico que admite esta modelización podría ser el de dos esferas pequeñas (digamos de  $1\text{ cm}^3$  de volumen), cada una de las cuales posee una carga positiva de  $1C$ . Para evitar el alejamiento por repulsión electrostática entre las esferas, se las ata mediante una cuerda de  $1\text{ m}$  de largo.

a) Calcule la tensión de la cuerda.

b) Si las esferas fueran por ejemplo de aluminio, la distancia entre átomos es de  $1\text{ Armstrong}$ , que equivale a  $10^{-10}\text{ m}$ . Para cargar positivamente las esferas, se le podrían extraer electrones libres (cada átomo aporta uno de estos electrones). Con este sistema, ¿Cuál será la carga máxima que podrá adquirir cada esfera? Discuta el resultado.

6- Dos diminutas esferas idénticas de masa  $m = 11,2\text{ g}$  cuelgan de un mismo punto del techo, mediante hilos de seda de igual longitud  $L = 122\text{ cm}$ . Las esferas poseen cargas iguales de magnitud  $Q$ , relativamente pequeñas como para que la separación por repulsión electrostática sea mucho menor que la longitud de los hilos.

a) Bajo las condiciones mencionadas, demuestre que la distancia  $D$  entre las esferas en el equilibrio viene dada por

$$D = \left( \frac{q^2 L}{2\pi\epsilon_0 m g} \right)^{1/3}$$

b) Si la separación es  $D = 4,7\text{ cm}$ , ¿Cuál será el valor de la carga  $Q$ ?

c) ¿Cómo debiera tratarse el problema, si las cargas fueran mucho mayores que la calculada? Discuta y busque una expresión general.

7- Dos partículas cuyas cargas son  $Q_0$  y  $-3Q_0$  se encuentran separadas una distancia  $L$ . Pueden moverse libremente, pero no lo hacen porque cerca de ellas se encuentra una tercera partícula cargada.

a) Encuentre la posición de dicha partícula y su carga, en términos de las constantes  $Q_0$  y  $L$ .

b) Determine la fuerza neta sobre la tercera partícula.

c) ¿Será estable el equilibrio del sistema completo? Justifique.

8- Considere tres resortes iguales de longitud natural  $l = 15\text{ cm}$  y constante  $K = 2\text{ N/m}$ . Tres pequeñas esferas idénticas e igualmente cargadas se fijan respectivamente en un extremo de cada resorte. Los extremos libres de los resortes se unen entre si y el montaje se deja sobre una mesa horizontal hasta que alcanza el equilibrio electrostático. En tales condiciones se observa que

los resortes están igualmente estirados y sus longitudes alcanzan los  $17\text{ cm}$ . Determine la carga de cada esfera.

Ayuda: Recuerde que un resorte estirado satisface que la componente de fuerza hecha por él en la dirección del estiramiento es proporcional al estiramiento; es decir  $F_x = -Kx$ .

- 9- Cuatro partículas igualmente cargadas se encuentran en los vértices de un tetraedro regular, cuyas aristas miden  $1,5\text{ cm}$ . Si el módulo de la fuerza eléctrica que actúa sobre cada partícula es  $F = 50\text{ N}$ , determine la carga de cada partícula.
- 10- Un modelo muy simple de átomo de hidrógeno consiste en suponer que el electrón gira alrededor del protón en una órbita circular a expensas de la interacción electrostática. De especulaciones teóricas debidas a Niels Bohr, se sabe que el radio de cierta órbita es de  $0,528 \times 10^{-10}\text{ m}$ . Determine la fuerza electrostática sobre el electrón, su velocidad tangencial y su frecuencia de rotación.

Observe que la fuerza y la velocidad tangencial deben especificarse como vectores de la forma

$$\vec{F}_{ep} = ( ?? , ?? , ?? )$$
$$\vec{v} = ( ?? , ?? , ?? )$$

donde los símbolos ?? deben reemplazarse por funciones del tiempo.

- 11- Dos partículas igualmente cargadas separadas  $3\text{ mm}$ , se liberan en reposo. Se observa que los módulos de las aceleraciones iniciales son respectivamente  $a_1 = 10\text{ m/s}^2$  y  $a_2 = 20\text{ m/s}^2$ . La masa de la primera partícula es  $m_1 = 6,31 \times 10^{-7}\text{ Kg}$ .
- a) Determine la masa de la segunda partícula.
- b) Determine la carga de cada partícula.
- c) ¿Qué puede decir acerca del signo de las cargas? ¿Y de las orientaciones relativas de los vectores aceleración  $\vec{a}_1$  y  $\vec{a}_2$ ?
- 12- Considere el sistema formado por dos partículas liberadas en reposo, cuando la distancia entre ellas es  $L$ . Las cargas de las partículas son  $q$  y  $Q$ , y sus masas respectivas son  $m$  y  $M$  (con  $M \gg m$ ). Determine la velocidad de la partícula de menor masa, cuando la distancia entre ambas partículas es  $x$ . Analice los casos en que ambas cargas tienen el mismo signo o signos contrarios.