

## Guía 1. Electrostática

Constantes:  $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \frac{C^2}{N \cdot m^2}$ ;  $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$ ;

$e^- = -1,6 \times 10^{-19} C$ ;  $m_e = 9,1 \times 10^{-31} kg$ ;  $m_p = 1836 m_e$

Geometría: **Esfera de radio R.** Superficie:  $S = 4\pi R^2$ ; volumen:  $V = 4\pi R^3/3$

**Cilindro de radio R y largo L.** Superficie lateral:  $S = 2\pi R L$ ; volumen:  $V = \pi R^2 L$

### A. Fuerza de Coulomb

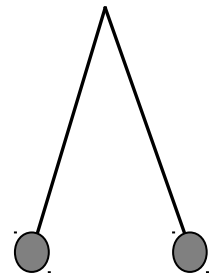
**1.** Calcule la fuerza coulombiana (repulsiva) entre dos protones en un núcleo de hierro, sabiendo que la separación promedio es  $4 \times 10^{-15} m$ .

**2.** El átomo de hidrógeno en el modelo de Bohr de 1913 consiste en un electrón (carga  $e^-$ ) que se mueve en una órbita circular de radio  $R = 5,29 \times 10^{-11} m$  alrededor de un protón (carga  $e^+ = -e^-$ ) debido a la fuerza de Coulomb atractiva entre ambos. ¿Cuál sería la velocidad orbital del electrón y su energía cinética (expresada en eV) para este modelo? ( $1 eV = 1,6 \times 10^{-19} J$ ).

Resp.:  $2,19 \times 10^6 m/s$ ;  $13.6 eV$

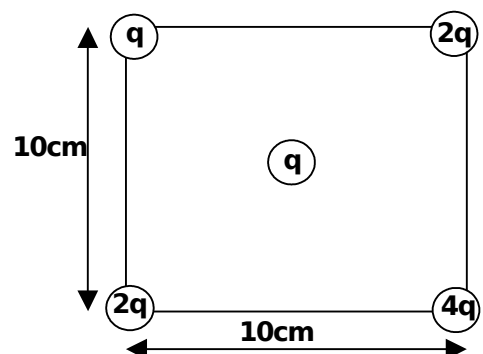
Nota:  $13.6 eV$  es efectivamente la energía del electrón en el átomo de hidrógeno. Este modelo clásico (no cuántico) tiene como presupuesto que los electrones pueden describir órbitas circulares estables en torno al núcleo, sin irradiar energía.

**3.** Dos esferas pequeñas de  $0.3 g$  cada una cargadas con  $Q$  (igual para ambas), están sujetas a hilos ideales de  $5 cm$  de longitud y cuelgan de un punto en común. Se observa que debido a la repulsión los hilos se separan formando un ángulo de  $30^\circ$  con la vertical. Halle el valor de  $Q$ .



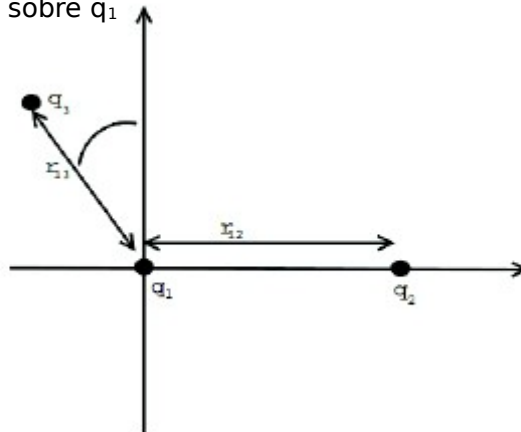
Resp:  $2.18 \times 10^{-8} C$ .

**4.** Halle la fuerza sobre una partícula de carga  $q = 1\mu C$  colocada en el centro de un cuadrado de  $10 cm$  de lado, cuando se han ubicado partículas de cargas  $q$ ,  $2q$ ,  $4q$  y  $2q$  en los cuatro vértices como se muestra en la figura.



Resp.:  $5,4 N$  hacia el vértice con carga  $q$

5. Se tienen 3 cargas  $q_1 = -1 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ ,  $q_2 = 3 \cdot 10^{-6} \text{ C}$  y  $q_3 = -2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$  dispuestas como se representa en la figura, donde la distancia entre  $q_1$  y  $q_2$  es 15 cm y entre  $q_1$  y  $q_3$  es 10 cm, y el ángulo de inclinación respecto al eje vertical es  $30^\circ$ . Calcule la fuerza total (en módulo, dirección y sentido) que actúa sobre  $q_1$

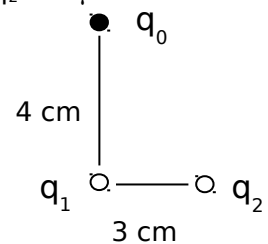


Resp: 2.61 N;  $-36.6^\circ$ .

## B. Campo y potencial eléctrico

6. Una partícula de carga  $q_1 = 5 \mu\text{C}$  está ubicada a 3 cm de otra de carga  $q_2 = -3 \mu\text{C}$ .

a) Halle la fuerza que sufre una partícula carga  $q_0 = 1 \mu\text{C}$  ubicada a 4 cm de  $q_1$  sobre la recta perpendicular a que une a  $q_1$  y  $q_2$  (ver figura).



b) ¿Cuál es el campo que generan  $q_1$  y  $q_2$  en el punto donde se ubica  $q_0$ ?

c) ¿Cuál es el campo eléctrico generado en todo el espacio por las dos cargas  $q_1$  y  $q_2$ ? Dibuje las líneas de campo.

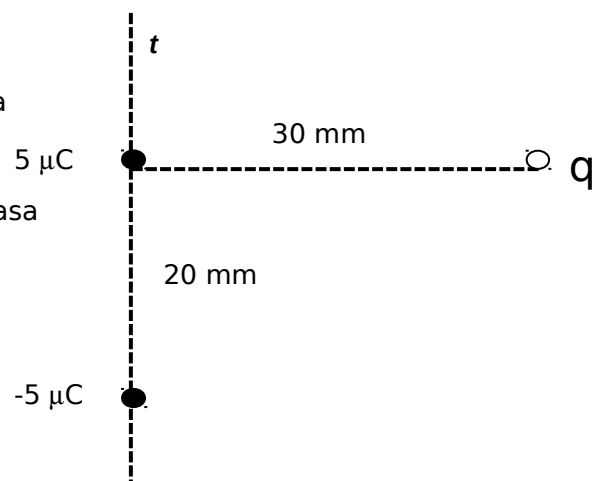
7. Dos partículas de carga  $q$  y  $-q$  ( $q > 0$ ) están separadas una distancia  $d$  (**dipolo eléctrico**)

a) Dibuje las líneas de campo eléctrico y las superficies equipotenciales.

b) Halle el potencial en el plano equidistante entre ambas partículas.

8. Dado un dipolo eléctrico como el de la figura,

a) Calcule la fuerza sobre una carga  $q = 10 \text{ mC}$  en la posición indicada.



b) Calcule el campo eléctrico sobre la recta  $t$  que pasa por las dos cargas del dipolo

### C. Teorema de Gauss

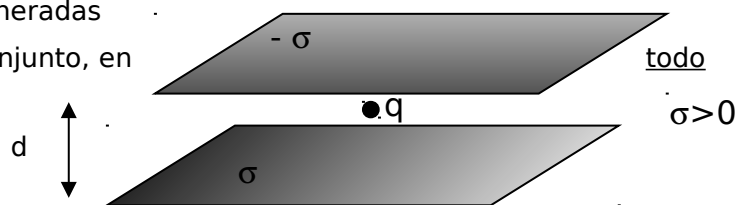
9. Para las siguientes configuraciones uniformes de carga eléctrica dibuje las líneas de campo y las superficies equipotenciales. Calcule el campo eléctrico en todo el espacio.

- Un hilo recto infinito con densidad lineal  $\lambda$ .
- Una superficie esférica de radio R con densidad superficial  $\sigma$ .
- Una esfera maciza de radio R con densidad volumétrica  $\rho$ .
- Un plano infinito con densidad superficial  $\sigma$ .
- Un cilindro hueco infinito con densidad superficial  $\sigma$ .
- Un cilindro macizo infinito con densidad volumétrica  $\rho$ .

### Superposición de campos

10. Se disponen dos planos infinitos, paralelos, separados por una distancia d, con distribuciones de carga superficial uniformes  $\sigma$  y  $-\sigma$ , respectivamente.

a) Dibuje las líneas de campo eléctrico generadas por cada plano separadamente, y por el conjunto, en el espacio.



b) Calcule el campo eléctrico en todo el espacio.

c) Calcule la fuerza sobre una partícula de carga  $q > 0$  ubicada entre los dos planos.

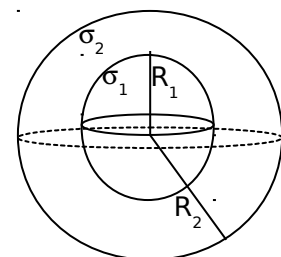
d) Calcule la diferencia de potencial entre ambos planos.

11. Considere dos planos paralelos de área  $2 \text{ cm}^2$ , separados por  $0,1 \text{ mm}$ , con densidades de carga  $\sigma$  iguales y de signo contrario.

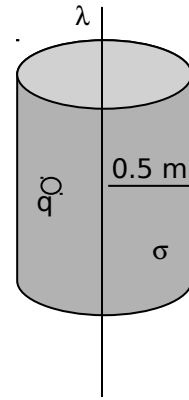
a) ¿Cuál es valor de la densidad superficial de carga, si el campo medido entre las placas es de  $60000 \text{ V/m}$ ?

b) Calcule la carga de cada plano y la diferencia de potencial entre ellos.

12. Calcule el campo eléctrico generado en todo el espacio por dos superficies esféricas concéntricas, cargadas la interior y la exterior con densidades superficiales  $\sigma_1$  y  $\sigma_2$  respectivamente. Además, halle cuánto vale el campo el eléctrico en el caso que las cargas totales de las superficies satisfacen  $Q_1 = -Q_2$ .



**13.** Calcule el campo eléctrico en todo el espacio generado por un hilo recto infinito con densidad de carga lineal  $\lambda = 2 \text{ C/m}$ , ubicado en el eje de un cilindro infinito con densidad de carga superficial  $\sigma = -1 \text{ C/m}^2$  y radio  $R = 0,5 \text{ m}$ .



a) ¿Qué fuerza se ejerce sobre una partícula de carga  $q = 3 \text{ C}$  ubicada a una distancia de  $0,3 \text{ m}$  del hilo?

b) Calcule la densidad de carga superficial del cilindro para que el campo eléctrico sea nulo en su exterior ( $r > R$ ).

## D. Capacitores

**14.** Se aplica una diferencia de potencial de  $10000 \text{ V}$  a dos láminas planas de  $2 \text{ m}^2$  de área, separadas  $1 \text{ mm}$ , a las que se ha efectuado vacío. Calcule

- Su capacidad
- La carga en cada lámina
- El campo eléctrico entre las placas
- ¿Qué cambia en los ítems anteriores si se llena el espacio entre las placas con papel cuya constante dieléctrica es  $\epsilon = 3.5\epsilon_0$ ? Compare los resultados

**15.** Se aproxima una célula como un capacitor esférico, tal que en el interior hay un exceso de iones negativos, y en el líquido intersticial (exterior de la célula) hay un número igual de iones positivos. Los iones forman finas capas de carga a cada lado de la membrana celular de espesor  $10 \text{ nm}$  y constante dieléctrica  $\epsilon = 8\epsilon_0$ . Sabiendo que la diferencia de potencial entre el interior y el exterior de la célula es  $70 \text{ mV}$ , calcule:

- La capacidad por unidad de área de la membrana
- El campo eléctrico en el interior de la membrana (en módulo dirección y sentido)