

## BOLETÍN 3 (C. ELÉCTRICO Y POTENCIAL)

- Dos esferas iguales, de radio 1 cm y masa 9,81 gramos están suspendidas del mismo punto por medio de sendos hilos de seda de longitud 19 cm. Ambas esferas están cargadas negativamente con la misma carga eléctrica en magnitud.

¿Cuánto vale esa carga si en el equilibrio el ángulo que forman los dos hilos es de  $90^\circ$ ? (Sol:  $9,25 \times 10^{-7}$  C).

¿A cuántos electrones equivale la carga contenida en cada esfera? (Sol:  $5,8 \times 10^{12}$ )

¿Cuál es la fuerza de gravitación que existe entre las esferas en el equilibrio? (Sol:  $8 \times 10^{-14}$  N)

Carga del electrón:  $e = 1,6 \times 10^{-19}$  C

Constante de Gravitación Universal:  $G = 6,67 \times 10^{-11}$  en unidades del S.I.
- Una carga puntual positiva de  $10^{-2}$  C está situada en el origen de un sistema de coordenadas. Se coloca otra carga puntual negativa de  $-2 \times 10^{-2}$  C sobre el eje y a 1 metro del origen. Determine el campo eléctrico creado por esta distribución en los puntos: A(2,0) m, B(1,3)m, C(0.5,0.5) m y D(3,4) m.

(Sol:  $\mathbf{E}_A = (-9.7, 16.1)$  N/C,  $\mathbf{E}_B = (-13.2, -23.6)$  N/C,  $\mathbf{E}_C = (-127, 382)$  N/C)
- La configuración de la molécula de amoníaco es aproximadamente la de un tetraedro regular, con tres iones  $\text{H}^+$  formando la base (en el plano xy) y un ión  $\text{N}^{3-}$  en el vértice del tetraedro. La longitud de cada lado es 1.64 Å. Calcular la fuerza que actúa sobre cada ión. (Sol.:  $6 \mathbf{k}$  sobre cada  $\text{H}^+$ ;  $-3 \mathbf{k}$  sobre el  $\text{N}^{3-}$ ;  $C = 8.56 \times 10^{-9}$  N.)
- Dos cargas positivas iguales a q están en el eje y; una está en  $y = a$  y la otra en  $y = -a$ .

  - Demostrar que el campo eléctrico en el eje x está dirigido a lo largo de dicho eje, con  $E_x = 2kqx(x^2 + a^2)^{-3/2}$ .
  - Demostrar que, cerca de  $x = 0$ ,  $E_x \approx 2kqx/a^3$ .
  - Demostrar que para  $x \gg a$ ,  $E_x \approx 2kq/x^2$ . Explicar porqué era esperable este resultado antes de calcularlo.
  - En  $x = 0$  es  $E_x = 0$ , luego una carga testigo  $q_0$  estaría en equilibrio en el origen. Estudiar la estabilidad del equilibrio para  $q_0 < 0$  (Sol.: estable respecto a desplazamientos a lo largo del eje x; inestable respecto a desplazamientos a lo largo del eje y) y  $q_0 > 0$  (Sol.: al revés).
  - ¿Qué ocurre si la carga testigo se desplaza ligeramente de la posición de equilibrio? (Sol.: si el desplazamiento es a lo largo de una dirección estable, la carga testigo efectuará un movimiento armónico simple en torno al origen; si el desplazamiento es a lo largo de una dirección inestable, la carga testigo será atraída por una de las dos cargas q --eje y-- o se alejará del origen --eje x--)
  - Hallar el valor y signo de la carga  $q_0$  que habría que situar en el origen para que la fuerza neta sobre las tres cargas sea cero. (Sol.:  $-q/4$ )
- Un electrón con energía cinética  $2 \times 10^{-16}$  J se mueve en el sentido positivo del eje x. En la región comprendida entre  $x = 0$  y  $x = 4$  cm hay un campo eléctrico de  $2 \times 10^4$  N/C dirigido según el sentido positivo del eje y.

  - Calcular la ecuación de la trayectoria del electrón en la región del campo eléctrico.
  - ¿A qué distancia del eje x se encuentra el electrón cuando sale de la región de campo eléctrico? (Sol.:  $y = -6.4$  mm)
  - ¿Bajo qué ángulo con respecto al eje x se mueve el electrón? (Sol.:  $-17.7^\circ$ )
  - ¿A qué distancia del eje x se encuentra el electrón cuando  $x = 16$  cm? (Sol.:  $-4.48$  cm)
- Un hilo delgado posee una densidad de carga uniforme  $\lambda = 1$  C/cm, está curvado en forma de semicircunferencia de radio  $R = 10$  cm, siendo el centro de esta semicircunferencia el (0,0), y ocupa la parte negativa del eje x. Calcule el módulo, dirección y sentido del campo eléctrico en el centro de la circunferencia. (Sol:  $\mathbf{E} = (1.8 \times 10^7, 0)$  N/C).

7. En el centro geométrico de un cubo de 2 m de arista tenemos una carga de 50  $\mu\text{C}$ . Calcule el módulo de la intensidad del campo en el centro de una de las caras y el flujo que atravesará cada una de ellas. (Sol:  $E = 4.5 \cdot 10^5 \text{ N/C}$  ;  $\Phi = 2.25 \cdot 10^6 \text{ Nm}^2/\text{C}$ ).
8. Calcular la fuerza que actúa sobre un dipolo eléctrico de momento dipolar  $\vec{p}$  en el campo de una carga puntual para distancias muy grandes comparadas con la longitud del dipolo.
9. Una carga de magnitud  $2.5 \cdot 10^{-8} \text{ C}$  se coloca en un campo eléctrico uniforme de intensidad  $5 \cdot 10^4 \text{ N/C}$  dirigido hacia arriba. ¿Cuál es el trabajo que realiza el campo cuando la carga se desplaza...?
- ~~45~~ 45 cm hacia la derecha.
  - ~~80~~ 80 cm hacia abajo.
  - ~~260~~ 260 cm en un ángulo de  $45^\circ$  por encima de la horizontal
10. El potencial en un punto de coordenadas (x,y,z) viene dado por la expresión:  $V = 5x + 2y^2 + z^3$ , en la que x, y, z se expresan en metros y V en voltios. Determine el campo en el punto (3,1,-1) m. (Sol:  $\mathbf{E} = (5,4,-3) \text{ V/m}$ ).
11. Escribir la ecuación de las superficies equipotenciales creadas por dos hilos paralelos y muy largos cargados uniformemente con densidades lineales de carga  $+\lambda$  y  $-\lambda$ .
12. Dos conductores esféricos de 10 y 20 cm de diámetro tienen cargas de 4 y 5 C respectivamente, se ponen en contacto y luego se separan, ¿Cuál será la densidad de carga de cada una? (Sol:  $95.5 \text{ C/m}^2$  y  $47.7 \text{ C/m}^2$ ).
13. La estructura de ciertas sales cristalinas está formada por iones de un tipo rodeados cada uno por seis iones de signo contrario. Considere seis iones, cada uno con carga  $+e$ , colocados a una distancia de  $1.5 \cdot 10^{-10} \text{ m}$  del origen de coordenadas, cada uno en la dirección de un semieje. Encuentre la energía de un ión negativo, de carga  $-e$  situado en el origen de coordenadas. Traten los iones como cargas puntuales. (Sol:  $-57.6 \text{ eV}$ ).