



CAMPO ELECTROSTÁTICO

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Relación de problemas

1. Una carga de 2 mC está en el vacío situada en P₁ (3, -2, -4) y otra carga de -5 μC está situada en P₂ (2, -4, 2). a) Calcular el vector fuerza sobre la carga negativa. b) ¿Cuál es la intensidad de la fuerza sobre la carga P₁? **NOTA:** Las distancias se miden en metros.

SOL: a) $\vec{F}_{12} = 0,343\vec{i} + 0,686\vec{j} - 2,057\vec{k}$ N ; b) 2,195 N

2. Calcular la intensidad del campo eléctrico en un punto M (3, -4, 2) del espacio libre, originado por: a) una carga Q₁ = 2 μC situada en P₁ (0, 0, 0); b) una carga Q₂ = 3 μC situada en P₂ (-1, 2, 3); y c) las cargas Q₁ y Q₂. Las coordenadas vienen expresadas en metros.

SOL: a) $\vec{E}_1 = 345,8\vec{i} - 461,0\vec{j} + 230,5\vec{k}$ N/C ; b) $\vec{E}_2 = 279,9\vec{i} - 419,9\vec{j} - 70,0\vec{k}$ N/C ; c) $\vec{E}_{12} = 625,7\vec{i} - 880,9\vec{j} + 160,5\vec{k}$ N/C

3. Una varilla de dieléctrico, cargada con una densidad lineal de carga λ, se dobla hasta formar un arco de circunferencia de radio R como muestra la figura 1. Calcular el campo eléctrico en el centro de curvatura de dicho arco.

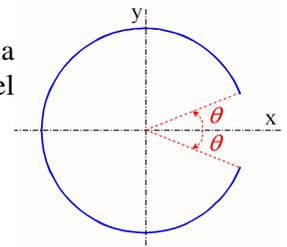


Figura 1

SOL: $\vec{E} = \frac{2\lambda K_0 \sin\theta}{R} \vec{i}$

4. Un aro circular metálico de radio R, formado por un hilo conductor de sección despreciable comparada con R, se carga con una densidad lineal $\lambda = \lambda_0 \sin(\frac{1}{2}\theta)$, siendo θ el ángulo medido respecto de un radio fijo (eje X) y λ₀ el valor de λ para θ = π rad. Determinar el campo eléctrico en el centro del aro.

SOL: $E_y = E_z = 0$, $E_x = \frac{4\lambda_0 K_0}{3R}$

5. Sobre una mesa lisa está sujeta una varilla de longitud ℓ que tiene una carga +Q uniformemente distribuida. A una distancia d de uno de sus extremos se halla una carga puntual +q

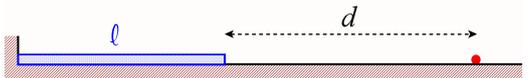


Figura 2

de masa m. El sistema se esquematiza en la figura 2. a) Determinar la aceleración inicial de la carga puntual. b) Obtener la velocidad de la carga puntual cuando ha recorrido una distancia 2d.

SOL: a) $a = \frac{K_0 Q q}{m d (d + \ell)}$ b) $v = \sqrt{\frac{2K_0 Q q}{m \ell} \ln\left(\frac{3(d + \ell)}{3d + \ell}\right)}$

6. Determinar la densidad de carga que debe tener un cascarón esférico de radio R del cual cuelga una esferita de masa m y carga q, como muestra la figura 3, para que la tensión del hilo que sujeta dicha esferita sea nula.

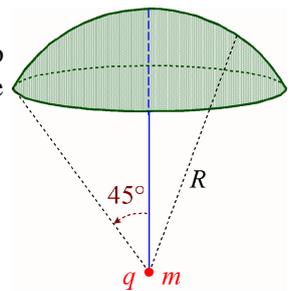


Figura 3

SOL: $\sigma = - 8 m g \epsilon_0 / q$

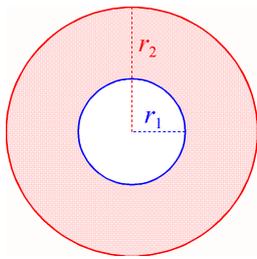


Figura 4

7. Una esfera de radio r_2 con un hueco concéntrico en su interior de radio r_1 , tiene una carga Q uniformemente distribuida en todo su volumen (zona oscura de la figura 4). Determine el campo eléctrico a una distancia r en los tres casos siguientes: a) $r < r_1$; b) $r_1 < r < r_2$; c) $r > r_2$

SOL: a) $E = 0$ b) $E = \frac{K_0 Q}{r^2} \frac{(r^3 - r_1^3)}{(r_2^3 - r_1^3)}$ c) $E = \frac{K_0 Q}{r^2}$

8. Un modelo muy simple de neutrón consiste en considerar a dicha partícula como una esfera de radio $R_1 = 1$ fm en la que la parte central, de radio $R_2 = 0,5$ fm está cargada positivamente con carga $+e$. Esta parte central estaría rodeada por una capa de carga total $-e$ como se indica en la figura 5. Suponiendo que en ambas capas la carga está uniformemente distribuida en el volumen que ocupa, encuéntrase la magnitud y dirección del campo eléctrico a las distancias, respecto del centro del neutrón de: a) 0,25 fm; b) 0,5 fm; c) 0,75 fm y d) 1 fm.

NOTA: 1 fm = 1 fermi = 10^{-15} m

SOL: a) $2,88 \cdot 10^{21}$ N/C ; b) $5,76 \cdot 10^{21}$ N/C ; c) $1,69 \cdot 10^{21}$ N/C ; d) 0

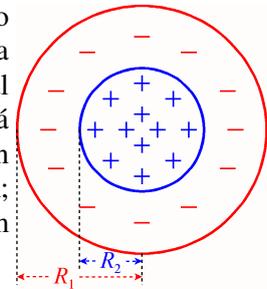


Figura 5

9. Dentro de una esfera maciza no conductora de radio a , hay un campo eléctrico (E_0) radial de magnitud constante. Demostrar que la distribución de carga viene dada por:

$$\rho(r) = \frac{2\epsilon_0 E_0}{r} \quad \text{para } 0 < r < a$$

10. a) Calcular el campo eléctrico creado por una varilla no conductora, infinitamente larga, que tiene una densidad lineal de carga $\lambda = 3 \mu\text{C/m}$ a una distancia de 5 cm. b) Manteniendo la varilla anterior en posición vertical se le ata, mediante un hilo de 20 cm de longitud, una bola de 20 g de masa y $0,2 \mu\text{C}$ de carga (Figura 6). ¿Cuál será la distancia d , respecto de la varilla, a la que la bola queda en equilibrio?

SOL: a) $1,08 \cdot 10^6$ N/C ; b) 9,8 cm

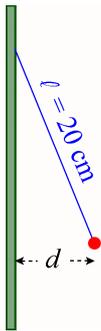


Figura 6

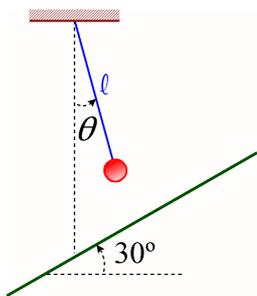


Figura 7

11. Consideremos un péndulo de 20 cm de longitud en el que la masa de la esferita colgante es de 0,1 kg. En sus proximidades se coloca una distribución de carga plana e indefinida, inclinada 30° respecto a la horizontal, como se esquematiza en la figura 7. ¿Qué densidad superficial de carga (σ) debe tener dicha distribución, para que al suministrar a la esferita una carga de 1 nC el ángulo θ que forma el péndulo respecto de la vertical sea de 21° ? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

SOL: $-40,52 \text{ mC/m}^2$

12. Dos cargas de $2 \mu\text{C}$ y $-3 \mu\text{C}$ se encuentran en los puntos $(-3, 0)$ y $(3, 0)$ de un sistema de coordenadas en el que las distancias se miden en metros, respectivamente. ¿En qué punto es cero el campo? ¿Cuánto vale el potencial eléctrico en ese punto?

SOL: $(-29,7, 0)$; $V = -151,53 \text{ V}$

13. Un campo eléctrico uniforme de valor 200 V/m tiene la dirección del eje x . Si una carga de $2 \mu\text{C}$, inicialmente en reposo en el origen de coordenadas, se deja en libertad, determinar: a) ¿cuál es el valor de la diferencia de potencial $V(x = 4 \text{ m}) - V(x = 0 \text{ m})$?, b) ¿cuál es su energía potencial cuando se encuentra en $x = 4 \text{ m}$?, c) ¿cuál es su energía cinética en ese punto?

SOL: a) -800 V ; b) $-1,6 \cdot 10^{-3} \text{ J}$; c) $1,6 \cdot 10^{-3} \text{ J}$

14. Una distribución esférica de carga no uniforme tiene una densidad de carga que viene dada por:

$$\left\{ \begin{array}{l} \rho = \rho_0 \left(1 - \frac{r}{R} \right) \quad \text{para } r \leq R \\ \rho = 0 \quad \text{para } r > R \end{array} \right\} \text{ siendo } \rho_0 \text{ una constante de valor: } \rho_0 = \frac{3Q}{\pi R^3}. \text{ Determinar: a) el campo}$$

eléctrico en todos los puntos del espacio [a1: ($r > R$), a2: ($r < R$) y a3: ($r = R$)] y b) el potencial eléctrico dentro de la distribución de carga, a una distancia $r \leq R$, tomando la base de potenciales en el infinito.

SOL: a1) $\frac{K_0 Q}{r^2}$; a2) $\frac{K_0 Q r}{R^4} (4R - 3r)$; a3) $\frac{K_0 Q}{R^2}$; b) $\frac{K_0 Q}{R^4} (2R^3 + r^3 - 2Rr^2)$

15. Calcular la energía potencial electrostática que posee una distribución esférica de 2 cm de radio, cargada con 3 μC uniformemente distribuidos en todo su volumen.

SOL: 2,43 J