

## Tema 1. Fundamentos de electrostática

1. Sabiendo que en las proximidades de la corteza terrestre hay un campo eléctrico uniforme de  $100 \text{ V/m}$ , dirigido hacia la Tierra, calcula la carga que debe tener un cabello de  $2 \cdot 10^{-3} \text{ g}$  de masa para que quede suspendido en el aire. Datos:  $g=10 \text{ m/s}^2$

[Solución:  $q = -0.2 \mu\text{C}$ ]

2. Dos cargas fijas  $Q_1=3\mu\text{C}$  y  $Q_2=-5\mu\text{C}$  se encuentran alineadas y separadas por una distancia  $D=20 \text{ cm}$ . Calcular: a) El campo eléctrico en el punto medio de la línea recta que une ambas cargas b) ¿Cuál es la energía potencial que tendrá una carga  $Q_3=20 \text{ nC}$  situada en ese punto? Datos:  $k=9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$

[Solución:  $\mathbf{E}=7.2 \cdot 10^6 \text{ i N/C}$ ;  $U=-3.6 \cdot 10^{-3} \text{ J}$ ]

3. Dos partículas de cargas  $q_1=2\mu\text{C}$  y  $q_2=4\mu\text{C}$  se encuentran fijas en el vacío y están separadas una distancia de  $30 \text{ cm}$ . Si soltamos  $q_2$ , determinar su energía cinética cuando partiendo del reposo se haya desplazado  $20 \text{ cm}$ . Datos:  $k=9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$

[Solución:  $E_C=96 \text{ mJ}$ ]

4. Un campo eléctrico viene determinado por la expresión  $\vec{E} = 2 \cdot x^3 \vec{i} \text{ kN/C}$ . Determina la diferencia de potencial entre los puntos de coordenadas  $(1,1,1) \text{ m}$  y  $(2,1,3) \text{ m}$

[Solución:  $\Delta V=-(15/2) \text{ V}$ ]

5. El potencial electrostático en cierta región del espacio está dado por  $V = 2x^2 - y^2 + z^2$ , donde  $x, y, z$  se expresan en metros y  $V$  en voltios. Determinar: (a) El vector campo eléctrico en el punto  $(1,2,3)$ , (b) El trabajo que realizaría el campo sobre una carga puntual  $q = 2 \mu\text{C}$  que se desplazase desde el punto  $(1,2,3)$  hasta el  $(3,3,3)$ .

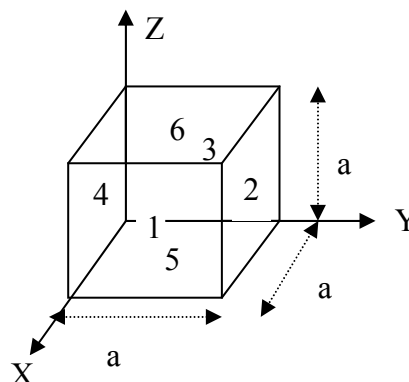
[Solución:  $\mathbf{E}(1,2,3) = -4\mathbf{i}+4\mathbf{j}-6\mathbf{k} \text{ N/C}$ ;  $W=-22 \mu\text{J}$ ]

6. El haz de electrones en el interior del tubo de rayos catódicos (tubo de imagen) de un televisor es acelerado por una diferencia de potencial de  $10000 \text{ V}$ . ¿Con qué velocidad impacta cada electrón sobre la pantalla del televisor? ¿Qué energía transportan? Dato: masa del electrón  $= 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ .

[Solución:  $v=6 \cdot 10^7 \text{ m/s}$ ;  $E_C=1.6 \cdot 10^{-15} \text{ J}$ ]

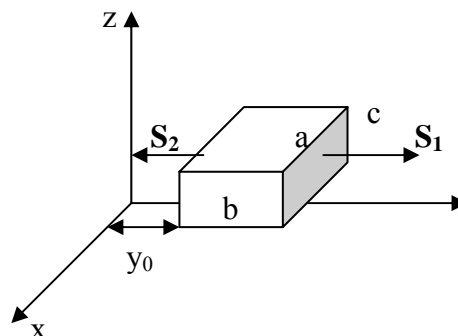
7. Considera la superficie cúbica cerrada de lado  $a$  que muestra la figura (el número de cara se especifica en el centro de cada cara). En esta región existe un campo eléctrico uniforme de valor  $\vec{E} = E_0 \vec{i}$ . Calcula el flujo del campo eléctrico a través de cada una de las caras del cubo y la carga total en su interior

[Solución:  $\Phi_{\text{Ecar}2} = \Phi_{\text{Ecar}4} = \Phi_{\text{Ecar}5} = \Phi_{\text{Ecar}6} = 0$   
 $\Phi_{\text{Ecar}1} = E_0 \cdot a^2$   $\Phi_{\text{Ecar}3} = -E_0 \cdot a^2$  ;  $q_t=0$ ]



8. El campo electrostático en que está sumergida la superficie de la figura viene dado en el S.I. por:  $\vec{E} = (4 + 3 \cdot y^2) \cdot \vec{j}$ . Determinar la carga neta encerrada en la superficie. Datos:  $a=0.5$  m,  $b=0.4$  m,  $c=0.3$  m e  $y_0=0.2$  m.

[Solución:  $Q_{\text{encerrada}}=1.27$  pC]



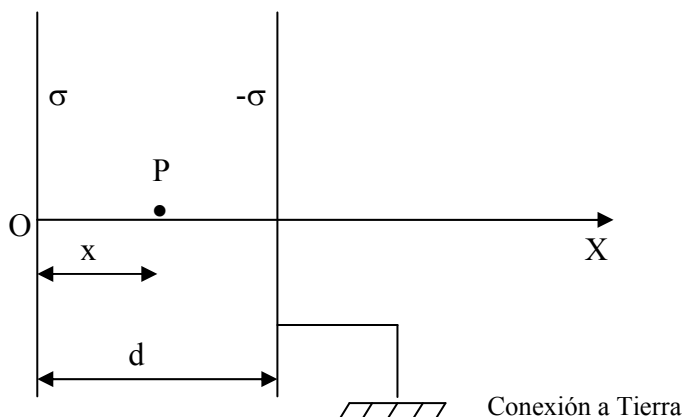
9. En una región del espacio se encuentra situado en la posición  $(-3,0,0)$  un plano indefinido con densidad de carga  $\sigma=3$  C/m<sup>2</sup>. a) Calcular la fuerza eléctrica a la que se encuentra sometida una partícula con carga  $q=1$  nC que está situada en el punto  $(0,0,0)$  y b) Calcular la energía potencial que tiene dicha partícula, si el origen de potenciales  $V=0$  se encuentra en el punto  $(1,0,0)$ . Dato:  $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12}$  C<sup>2</sup>/N m<sup>2</sup>

[Solución:  $\vec{F}=54 \cdot \pi \cdot \vec{i}$  N;  $U=54 \cdot \pi$  J]

10. Una corteza esférica de radio 6cm posee una densidad superficial uniforme de carga  $\sigma=9$  nC/m<sup>2</sup>. (a) ¿Cuál es la carga total sobre la corteza? y (b) Determina el campo eléctrico en  $r_1=2$ cm y  $r_2=10$ cm

[Solución:  $Q=4.1 \cdot 10^{-10}$  C;  $E_{2\text{cm}}=0$  N/C;  $E_{10\text{cm}}=366.5$  N/C]

11. Las dos placas conductoras de la figura tienen densidades superficiales de carga iguales y opuestas ( $\pm \sigma$ ), siendo la separación entre ellas  $d$  mucho menor que sus dimensiones (por lo que podemos considerar las placas como infinitas). Calcular: a) El campo eléctrico en todo el espacio y b) el potencial en todos los puntos del espacio



[Solución:  $\vec{E} = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \vec{i}$  ( $0 < x < d$ );  $\vec{E} = 0$  ( $x > d, x < 0$ );  $V = \frac{(\sigma/\epsilon_0)}{d} (d-x)$  ( $0 < x < d$ )]

12. Un plano indefinido, que coincide con la posición del plano ZY, posee una densidad superficial de carga  $\sigma = 8.85 \times 10^{-12}$  C/m<sup>2</sup>. Paralelo a este plano, en la posición  $x=10$  m, hay un hilo indefinido con una densidad lineal de carga  $\lambda = 8.85 \times 10^{-12}$  C/m. Calcula: (a) El campo eléctrico en los puntos del eje X comprendidos entre el plano y el hilo y (b) La d.d.p. entre los puntos de coordenadas:  $a \equiv (1, 0, 0)$  m y  $b \equiv (9, 0, 0)$  m

[Solución:  $\vec{E} = \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{2\pi r}\right) \vec{i}$  V/m;  $V_b - V_a = -3.65$  V]

13. Dos conductores esféricos descargados, separados por una distancia muy grande, se conectan mediante un hilo conductor de capacidad despreciable. Una carga total  $Q$  de  $20$   $\mu$ C se coloca sobre esta combinación de esferas. Si los radios de las esferas son  $4$  cm

y 6 cm, calcula: (a) El campo eléctrico en la superficie de cada esfera y (b) El potencial eléctrico a una distancia  $R/2$  del centro de cada esfera.

[Solución:  $\mathbf{E}_1=4.5 \cdot 10^7 \text{ N/C}$ ;  $\mathbf{E}_2=3 \cdot 10^7 \text{ N/C}$ ;  $V_1=18 \cdot 10^5 \text{ V}$ ;  $V_2=18 \cdot 10^5 \text{ V}$ ]

**14.** Un plano indefinido posee una densidad superficial de carga  $\sigma = 8.85 \text{ pC}$  y está situado en la posición  $x = 0$ . Paralelo a este plano se encuentra una capa metálica, descargada e indefinida, de espesor comprendido entre las posiciones  $x = 3\text{m}$  y  $x = 4\text{m}$ . Calcular: a) el campo eléctrico en todo el espacio, b) la *d.d.p.* entre las posiciones  $x = 3.5\text{m}$  y  $x = 4.5\text{m}$  y c) el potencial dentro de la capa metálica si el origen de potenciales se establece en  $x = 0$

$$\vec{E} = 0.5(-\hat{i})V/m \ (x < 0); \vec{E} = 0.5(+\hat{i})V/m \ (0 < x < 3);$$

[Solución:  $\vec{E} = 0 \ (3 < x < 4); \vec{E} = 0.5(+\hat{i})V/m \ (x > 4)$  ]

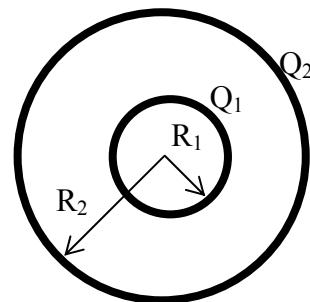
$$V_{4.5} - V_{3.5} = -0.25 \text{ V}; V_3 - V_0 = -1.5 \text{ V}$$

**15.** a) ¿Qué cantidad de carga será necesario añadir a una esfera conductora aislada de radio  $R_1 = 10 \text{ cm}$  para que ésta alcance un potencial de  $500 \text{ V}$ ? b) Si la anterior carga es compartida con otra esfera conductora aislada e inicialmente descargada de radio  $R_2 = 5 \text{ cm}$  de radio (ambas conectadas mediante un fino hilo conductor), ¿cuál será la carga y el potencial final en cada esfera conductora? y c) Una vez cargadas metemos la esfera más pequeña en el interior de la más grande, aisladas entre sí, constituyendo un sistema de dos superficies esféricas concéntricas. Calcular el potencial al que quedan las dos esferas.

[Solución:  $Q=5.6 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ ;  $Q_1=3.7 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ ;  $Q_2=1.86 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ ;  $V_1=V_2=333 \text{ V}$ ;  $V_1=500 \text{ V}$ ;  $V_2=666 \text{ V}$ ]

**16.** Tenemos dos superficies conductoras esféricas concéntricas, de espesor despreciable y radios  $R_1 = 10 \text{ cm}$  y  $R_2 = 20 \text{ cm}$ . La carga neta  $Q_2$  sobre la superficie exterior es  $10^{-10} \text{ C}$ . La diferencia de potencial entre ambas superficies es  $V_1 - V_2 = 10000 \text{ V}$ . Determinar:

- La carga  $Q_1$  de la superficie interior
- Si la superficie interna se conecta a tierra, ¿a qué potencial queda la superficie externa?



[Solución:  $Q_1=2.22 \cdot 10^{-7} \text{ C}$ ;  $V_2=2.25 \text{ V}$ ]