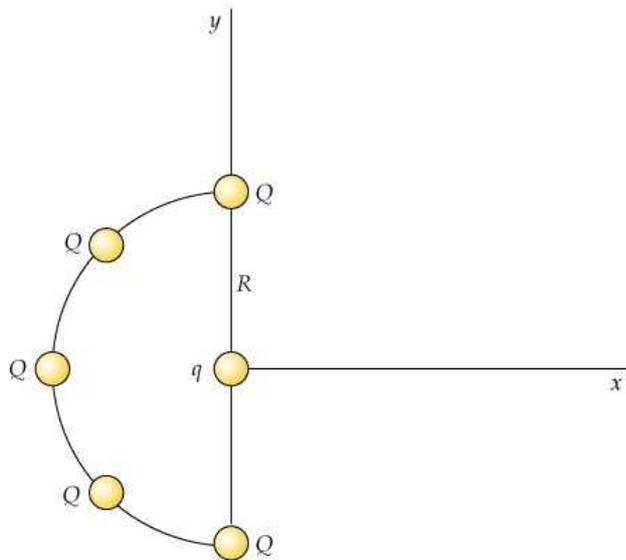


Fundamentos Físicos de Ingeniería de Telecomunicaciones

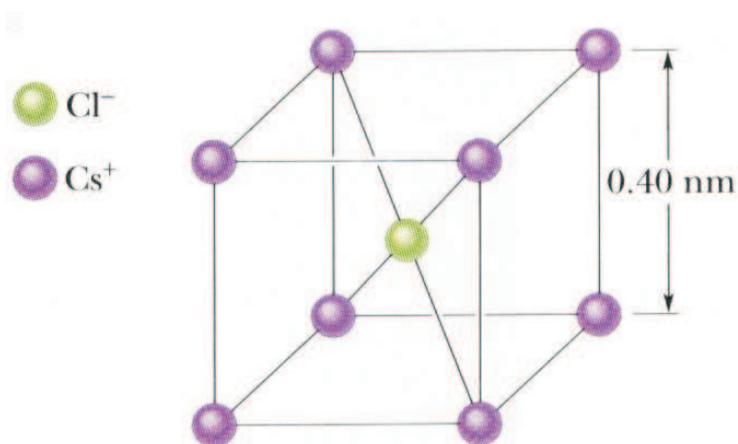
Fuerzas electrostáticas

1. Dos cargas iguales de $3.0 \mu\text{C}$ están sobre el eje y , una en el origen y la otra en $y = 6 \text{ m}$. Una tercera carga $q_3 = 2.0 \mu\text{C}$ está en el eje x en $x = 8 \text{ m}$. Hallar la fuerza ejercida sobre q_3 .
2. Una carga de $5 \mu\text{C}$ se encuentra sobre el eje y en $y = 3 \text{ cm}$ y una segunda carga de $-5 \mu\text{C}$ está sobre el eje y en $y = -3 \text{ cm}$. Determinar la fuerza ejercida sobre una carga de $2 \mu\text{C}$ situada sobre el eje x en $x = 8 \text{ cm}$.
3. Una carga de $-1.0 \mu\text{C}$ está localizada en el origen, una segunda carga de $2.0 \mu\text{C}$ está localizada en $x = 0, y = 0.1 \text{ m}$ y una tercera de $4.0 \mu\text{C}$ en $x = 2 \text{ m}, y = 0$. Determinar las fuerzas que actúan sobre cada una de las cargas.
4. Cinco cargas iguales Q están igualmente espaciadas en un semicírculo de radio R como indica la figura 22.30. Determinar la fuerza que se ejerce sobre una carga q situada en el centro del semicírculo.

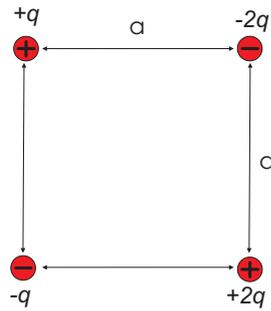


5. Dos cargas iguales positivas de valor $q_1 = q_2 = 6 \text{ nC}$ están sobre el eje y en puntos $y_1 = +3 \text{ cm}$ e $y_2 = -3 \text{ cm}$. (a) ¿Cuál es el valor y dirección del campo eléctrico sobre el eje x en $x = 4 \text{ cm}$? (b) ¿Cuál es la fuerza ejercida sobre una tercera carga $q_0 = 2 \text{ nC}$ situada en el punto $x = 4 \text{ cm}$?
6. Una carga puntual de $-5 \mu\text{C}$ está localizada en $x = 4 \text{ m}, y = 2 \text{ m}$. Una segunda carga puntual de $12 \mu\text{C}$ está localizada en $x = 1 \text{ m}, y = 7 \text{ m}$. (a) Determinar la magnitud y dirección del campo eléctrico en $x = -1 \text{ m}, y = 0$. (b) Calcular la magnitud y dirección de la fuerza sobre un electron situado en $x = -1 \text{ m}, y = 0$.

7. Una carga puntual de $5 \mu\text{C}$ está localizada en $x = 1 \text{ m}$, $y = 3 \text{ m}$ y otra de $-4 \mu\text{C}$ está localizada en $x = 2 \text{ m}$, $y = -2 \text{ m}$. (a) Determinar la magnitud y dirección del campo eléctrico en $x = -3 \text{ m}$, $y = 1 \text{ m}$. (b) Determinar la magnitud y dirección de la fuerza sobre un protón en $x = -3 \text{ m}$, $y = 1 \text{ m}$.
8. Tres cargas puntuales positivas iguales están situadas en los vértices de un triángulo equilátero. Hacer un esquema de las líneas de fuerza en el plano del triángulo.
9. Las partículas libres (libres para moverse) con cargas $+q$ y $+4q$ están situadas a una distancia L . Una tercera carga se sitúa de forma que el conjunto de las tres cargas está en equilibrio. (a) Encontrar la posición, magnitud y signo de la tercera carga. (b) Demostrar que el equilibrio es inestable.
10. (a) ¿Qué cargas positivas iguales habría que situar en las superficies de la Tierra y la Luna para neutralizar su atracción gravitacional? ¿Necesitamos conocer la distancia entre la Tierra y la Luna para resolver este problema? ¿Por qué o por qué no? (b) ¿Cuántos kg de hidrógeno se necesitaría para proporcionar la carga positiva calculada en (a)?
11. En la estructura cristalina del CsCl en condiciones normales, los iones Cs^+ se sitúan en las esquinas de un cubo y los Cl^- están en el centro de dicho cubo. La arista del cubo es de 0.40 nm . Los iones Cs^+ tienen un electrón menos (tienen carga $+e$), mientras que los Cs^- lo tienen en exceso (tienen carga $-e$). (a) ¿Cuál es la magnitud de la fuerza electrostática neta ejercida sobre el ion Cl^- por los ocho iones Cs^+ en las esquinas del cubo? (b) Si se pierde un ion de Cs^+ se dice que el cristal tiene un defecto; ¿cuál es la magnitud de la fuerza electrostática neta ejercida sobre el Cl^- por los siete iones de Cs^+ restantes?

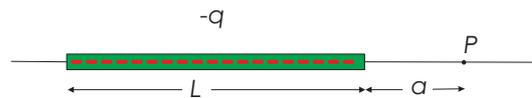


12. ¿Cuál es la magnitud y dirección del campo eléctrico en el centro de un cuadrado como el de la figura, con $q = 1.0 \times 10^{-8} \text{ C}$ y $a = 5.0 \text{ cm}$?



13. En la figura se muestra una barra no conductora de longitud L y carga $-q$, uniformemente distribuida a lo largo de su longitud.

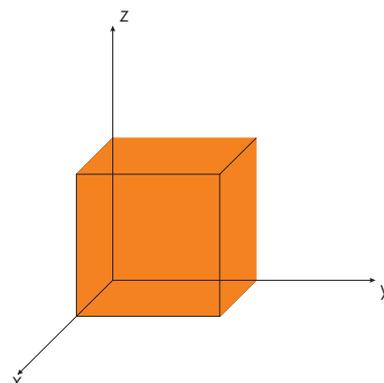
- (a) ¿Cuál es la densidad lineal de carga de la barra?
- (b) ¿Cuál es el campo eléctrico en el punto P , a una distancia a del extremo de la barra?
- (c) Si P estuviera muy lejos de la barra, ésta parecería una carga puntual. Demostrar que la respuesta a (b) se reduce a la expresión del campo eléctrico de una carga puntual si $a \gg L$.



14. Sea un disco de plástico de radio R y carga q . ¿A qué distancia a lo largo del eje central del disco el campo eléctrico tiene la misma magnitud que sobre su superficie?

15. Un cubo de aristas de 1.40 m de longitud, orientado como muestra la figura, está situado en una región de campo eléctrico uniforme. Encontrar el flujo del campo eléctrico sobre la cara derecha del cubo (ver figura) si el campo eléctrico, en newtons por coulomb, viene dado por

- (a) $6.00\vec{i}$
- (b) $-2.00\vec{j}$
- (c) $-3.00\vec{k}$
- (d) ¿Cuál es el flujo total a través del cubo para cada uno de estos campos?



16. Cierta carga está distribuida uniformemente en el volumen de cilíndrico de radio R infinitamente largo.

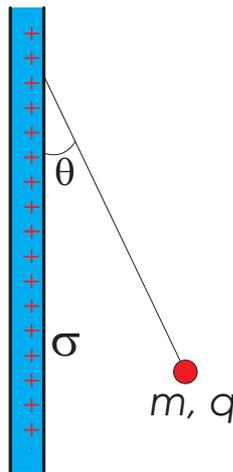
(a) Demostrar que, a una distancia r del eje del cilindro (para $r < R$),

$$E = \frac{\rho r}{2\epsilon_0},$$

donde ρ es la densidad volumétrica de carga.

(b) Escribir la expresión para E cuando $r > R$.

17. En la figura, una pequeña esfera no conductora de masa $m = 1,0$ mg y carga $q = 2,0 \times 10^{-8}$ C (distribuida uniformemente en su volumen) cuelga de un hilo fijado a un plano no conductor cargado uniformemente, de manera que forma un ángulo de 30° con la vertical (la figura muestra la sección del plano). Considerando la fuerza gravitacional sobre la bola y suponiendo que el plano cargado se extiende lejos tanto verticalmente como fuera de la hoja, calcular la densidad superficial σ del plano.



18. En un artículo de 1911, Ernest Rutherford dijo: "Para tener una idea de la fuerza requerida para desviar una partícula α un ángulo grande, consideremos un átomo como formado por una carga positiva puntual Ze en su centro rodeado por una distribución de carga negativa $-Ze$ uniformemente distribuida en una esfera de radio R . El campo eléctrico a una distancia r del centro del átomo es:

$$E = \frac{Ze}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r^2} - \frac{r}{R^3} \right) .$$

Verificar esta ecuación.

19. En un relámpago, la diferencia de potencial entre la nube y la tierra era de 10^9 V y la cantidad de carga transferida 30 C.

(a) ¿Cuál es la disminución de energía asociada a dicha transferencia de carga?

- (b) Si toda esta energía fuera utilizada en acelerar un automóvil de 1000 kg de peso desde el reposo, ¿cuál sería la velocidad final del automóvil?
- (c) Si la energía pudiera ser utilizada para derretir el hielo, ¿cuánto hielo se derretiría a 0° C? El calor de fusión del hielo es de 3.33×10^5 J/kg.

20. El campo eléctrico dentro de una esfera no conductora de radio R con la carga distribuida uniformemente en su volumen está dirigido radialmente y su magnitud es

$$E(r) = \frac{qr}{4\pi\epsilon_0 R^3}.$$

Aquí q (positivo o negativo) es la carga total en la esfera y r es la distancia desde el centro de la esfera.

- (a) Tomando $V = 0$ en el centro de la esfera, encontrar el potencial $V(r)$ dentro de la esfera.
- (b) ¿Cuál es la diferencia de potencial eléctrico entre un punto de la superficie de la esfera y el centro de la esfera?
- (c) Si q es positiva, ¿cuál de estos dos puntos está a mayor potencial?

21. Una carga q se distribuye uniformemente en un volumen esférico de radio R .

- (a) Tomando $V = 0$ en el infinito, demostrar que el potencial a una distancia r del centro, donde $r < R$, viene dado por

$$V = \frac{q(3R^2 - r^2)}{8\pi\epsilon_0 R^3}.$$

- (b) ¿Por qué este resultado difiere del del apartado (a) del problema anterior?
- (c) ¿Cuál es la diferencia de potencial entre un punto en la superficie de la esfera y un punto del centro?
- (d) ¿Por qué este resultado no difiere del obtenido en el apartado (b) del problema anterior?

22. Dos esferas metálicas pequeñas, A y B de masas $m_A = 5.00$ g y $m_B = 10.0$ g tienen la misma carga positiva $q = 5.00$ μC . Las esferas están conectadas por un hilo de masa despreciable de longitud $d = 1.00$ m, mucho mayor que el radio de las esferas.

- (a) ¿Cuál es la energía potencial eléctrica del sistema?
- (b) Suponer que cortamos el hilo. En ese instante, ¿cuál es la aceleración de cada esfera?
- (c) Después de un largo tiempo desde que se cortó el hilo, ¿cuál es la velocidad de cada esfera?

23. Una gota esférica de agua tiene una carga de 30 pC y un potencial de 500 V en su superficie (tomando $V = 0$ en el infinito).

- (a) ¿Cuál es el radio de la gota?
- (b) Si dos gotas con el mismo radio y carga se combinan para formar una única gota, ¿cuál es el potencial en la superficie de la nueva gota?