

PROBLEMAS DE CAMPO ELÉCTRICO

1) Dos pequeñas esferas cargadas están separadas una distancia de 5 cm. La carga de una de las esferas es cuatro veces la de la otra y entre ambas existe una fuerza de atracción de 0,15 N. Calcule: a) la carga de cada esfera y b) el módulo del campo eléctrico en el punto medio del segmento que las une. $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$. Solución: a) $1'02 \cdot 10^{-7} \text{ C}$, $-4'08 \cdot 10^{-7} \text{ C}$. b) $7'34 \cdot 10^6 \cdot \mathbf{i} \text{ N/C}$

2) Determine la carga negativa de una partícula, cuya masa es 3,8 g, para que permanezca suspendida en un campo eléctrico de 4500 N C^{-1} . Haga una representación gráfica de las fuerzas que actúan sobre la partícula. $g = 9,8 \text{ m s}^{-2}$. Solución:

3) Dos cargas puntuales iguales, de $-3 \mu\text{C}$ cada una, están situadas en los puntos A (2,5) m y B (8,2) m. a) Represente en un esquema las fuerzas que se ejercen entre las cargas y calcule la intensidad de campo eléctrico en el punto P (2,0) m. b) Determine el trabajo necesario para trasladar una carga de $1 \mu\text{C}$ desde el punto P (2,0) m hasta el punto O (0,0). Comente el resultado obtenido. $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$. Solución:

4) Un péndulo consta de una esfera de 20 g, carga eléctrica desconocida y dimensiones despreciables, que cuelga de un hilo de 1 m de longitud. Para determinar el valor de su carga se coloca en un campo eléctrico uniforme y horizontal de $E = 5,7 \cdot 10^4 \text{ N C}^{-1}$ y se observa que el hilo del péndulo se coloca formando 45° con la vertical. a) Dibuje en un esquema el campo eléctrico y todas las fuerzas que actúan sobre la esfera y explique, cualitativamente, cómo ha cambiado la energía del péndulo al aplicar el campo eléctrico. b) Calcule el valor de la carga de la esfera y de las fuerzas que actúan sobre ella. $g = 9,8 \text{ m s}^{-2}$

5) Dos partículas puntuales iguales, de 5 g y cargadas eléctricamente, están suspendidas del mismo punto por medio de hilos, aislantes e iguales, de 20 cm de longitud. El ángulo que forma cada hilo con la vertical es de 12° . a) Calcule la carga de cada partícula y la tensión en los hilos. b) Determine razonadamente cuánto debería variar la carga de las partículas para que el ángulo permaneciera constante si duplicáramos su masa. $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$; $g = 9,8 \text{ m s}^{-1}$

6) Una partícula de carga $+3 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ está situada en un campo eléctrico uniforme dirigido en el sentido negativo del eje OX. Para moverla en el sentido positivo de dicho eje una distancia de 5 cm, se aplica una fuerza constante que realiza un trabajo de $6 \cdot 10^{-5} \text{ J}$ y la variación de energía cinética de la partícula es $+4,5 \cdot 10^{-5} \text{ J}$. a) Haga un esquema de las fuerzas que actúan sobre la partícula y determine la fuerza aplicada. b) Analice energéticamente el proceso y calcule el trabajo de la fuerza eléctrica y el campo eléctrico.

7) Dos cargas de $-2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ y $+4 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ se encuentran fijas en los puntos (0,0) y (0,2) m, respectivamente. a) Calcule el valor del campo eléctrico en el punto (1,1) m. b) Determine el trabajo necesario para trasladar una carga de $+6 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ desde el punto (1,1) al (0,1) m y explique el significado del signo obtenido. $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$

8) Una partícula de 1 g y carga $+4 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ se deja en libertad en el origen de coordenadas. En esa región existe un campo eléctrico uniforme de 2000 N C^{-1} dirigido en el sentido positivo del eje OX. a) Describa el tipo de movimiento que realiza la partícula y calcule su aceleración y el tiempo que tarda en recorrer la distancia al punto P(5,0) m. b) Calcule la velocidad de la partícula en el punto P y la variación de su energía potencial eléctrica entre el origen y dicho punto. Nota: Desprecie el efecto gravitatorio en la trayectoria de la partícula.

9) Una partícula de 20 g y cargada con $-2 \cdot 10^{-6}$ C, se deja caer desde una altura de 50 cm. Además del campo gravitatorio, existe un campo eléctrico de $2 \cdot 10^4$ V m⁻¹ en dirección vertical y sentido hacia abajo. a) Dibuje un esquema de las fuerzas que actúan sobre la partícula y determine la aceleración con la que cae. ¿Con qué velocidad llegará al suelo? b) Razone si se conserva la energía mecánica de la partícula durante su movimiento. Determine el trabajo que realiza cada fuerza a la que está sometida la partícula.

$$g = 9,8 \text{ m s}^{-2}$$

10) Dos partículas de 25 g y con igual carga eléctrica se suspenden de un mismo punto mediante hilos inextensibles de masa despreciable y 80 cm de longitud. En la situación de equilibrio los hilos forman un ángulo de 45° con la vertical.

a) Haga un esquema de las fuerzas que actúan sobre cada partícula.

b) Calcule la carga de las partículas y la tensión de los hilos.

$$K = 9 \cdot 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}; g = 9,8 \text{ m s}^{-2}$$

11) Una partícula con carga $2 \cdot 10^{-6}$ C se encuentra en reposo en el punto (0,0). Se aplica un campo eléctrico uniforme de 500 N C⁻¹ en el sentido positivo del eje OY.

a) Describa el movimiento seguido por la partícula y la transformación de energía que tiene lugar a lo largo del mismo.

b) Calcule la diferencia de potencial entre los puntos (0,0) y (0,2) m y el trabajo realizado para desplazar la partícula entre dichos puntos.

$$K = 9 \cdot 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$$

12) Dos cargas $q_1 = -8 \cdot 10^{-9}$ C y $q_2 = \frac{32}{3} \cdot 10^{-9}$ C se colocan en los puntos A (3, 0) m y B (0, -4) m, en el vacío.

a) Dibuje en un esquema el campo eléctrico creado por cada carga en el punto (0, 0) y calcule el campo eléctrico total en dicho punto.

b) Calcule el trabajo necesario para trasladar la carga q_1 desde su posición inicial hasta el punto (0,0).

$$K_e = 9 \cdot 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$$

13) Un electrón se mueve con una velocidad de $2 \cdot 10^6$ m s⁻¹ y penetra en un campo eléctrico uniforme de 400 N C⁻¹, de igual dirección y sentido que su velocidad.

a) Explique cómo cambia la energía del electrón y calcule la distancia que recorre antes de detenerse.

b) ¿Qué ocurriría si la partícula fuese un positrón? Razone la respuesta.

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}; m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

14) Dos cargas puntuales iguales, de $+10^{-5}$ C, se encuentran en el vacío, fijas en los puntos A (0, 0) m y B (0, 3) m.

a) Calcule el campo y el potencial electrostáticos en el punto C (4, 0) m.

b) Si abandonáramos otra carga puntual de $+10^{-7}$ C en el punto C (4, 0) m, ¿Cómo se movería? Justifique la respuesta.

$$K = 9 \cdot 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$$

15) Una partícula con una carga de $2 \cdot 10^{-6}$ C se encuentra en reposo en el punto (0, 0) y se aplica un campo eléctrico uniforme de 100 N C⁻¹, dirigido en el sentido positivo del eje X.

Calcule el trabajo realizado por la fuerza que actúa sobre la partícula en el desplazamiento entre el origen y el punto A y la diferencia de potencial eléctrico entre ambos puntos.

16) Una pequeña esfera de $5 \cdot 10^{-3}$ kg y carga eléctrica q cuelga del extremo inferior de un hilo aislante, inextensible y de masa despreciable, de 0,5 m de longitud. Al aplicar un campo eléctrico horizontal de $2 \cdot 10^2$

V m⁻¹ el hilo se separa de la vertical hasta formar un ángulo de 30°.

a) Dibuje en un esquema las fuerzas que actúan sobre la esfera y determine el valor de la carga q .

b) Haga un análisis energético del proceso y calcule el cambio de energía potencial de la esfera.

$g = 10 \text{ m s}^{-2}$

SOL: a) $Q = 1,44 \cdot 10^{-4} \text{ C}$ b) $\Delta E_P = -3,85 \cdot 10^{-3} \text{ J}$

17) Una partícula de $5 \cdot 10^{-3}$ kg y carga eléctrica $q = -6 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ se mueve con una velocidad de 0,2 m s⁻¹ en el

sentido positivo del eje X y penetra en la región $x > 0$, en la que existe un campo eléctrico uniforme de 500

N C⁻¹ dirigido en el sentido positivo del eje Y.

a) Describa, con ayuda de un esquema, la trayectoria seguida por la partícula y razone si aumenta o disminuye la energía potencial de la partícula en su desplazamiento.

b) Calcule el trabajo realizado por el campo eléctrico en el desplazamiento de la partícula desde el punto

(0, 0) m hasta la posición que ocupa 5 s más tarde.

$g = 10 \text{ m s}^{-2}$

SOL: a) Disminuye tanto la energía potencial gravitatoria como la eléctrica b) $W = -\Delta E_P = 0,3975 \text{ J}$

18) Una carga de $3 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ se encuentra en el origen de coordenadas y otra carga de $-3 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ está situada en

el punto (1,1) m.

a) Dibuje en un esquema el campo eléctrico en el punto B (2,0) m y calcule su valor. ¿Cuál es el potencial

eléctrico en el punto B?

b) Calcule el trabajo necesario para desplazar una carga de $10 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ desde el punto A (1,0) m hasta el punto

B (2,0) m.

$K = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$

SOL: a) $E_B = 2796 \text{ i} - 9546 \text{ j NC}^{-1}$; $V_B = -5592 \text{ V}$ b) $W = 0,056 \text{ J}$

19) Dos cargas puntuales $q_1 = -4 \text{ C}$ y $q_2 = 2 \text{ C}$ se encuentran en los puntos (0, 0) y (1, 0) m, respectivamente.

a) Determine el valor del campo eléctrico en el punto (0, 3) m.

b) Razone que trabajo hay que realizar para trasladar una carga $q_3 = 5 \text{ C}$ desde el infinito hasta el punto

(0, 3) m e interprete el signo del resultado.

$K = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$

SOL: a) $E = 3,46 \cdot 10^9 \text{ N C}^{-1}$; b) $W = 3,15 \cdot 10^{10} \text{ J}$

20) Dos cargas eléctricas puntuales, positivas e iguales están situadas en los puntos A y B de una recta

horizontal. Conteste razonadamente a las siguientes cuestiones:

a) ¿Puede ser nulo el potencial en algún punto del espacio que rodea a ambas cargas? ¿Y el campo eléctrico?

b) Si separamos las cargas a una distancia doble de la inicial, ¿se reduce a la mitad la energía potencial del

sistema?

SOL: a) El potencial, no. El campo en el centro del segmento que las une ; b) Sí.

21) Considere dos cargas eléctricas puntuales $q_1 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ y $q_2 = -4 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ separadas 0,1 m.

a) Determine el valor del campo eléctrico en el punto medio del segmento que une ambas cargas. ¿Puede ser

nulo el campo en algún punto de la recta que las une? Conteste razonadamente con ayuda de un esquema.

b) Razone si es posible que el potencial eléctrico se anule en algún punto de dicha recta y, en su caso, calcule

la distancia de ese punto a las cargas.

$$K = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$$

SOL: a) $E = 2,16 \cdot 10^7 \text{ N C}^{-1}$;

b) $V = 0$ para $x = 0,033 \text{ m}$ de q_1 , en el segmento que las une.

22) Una bolita 1 g, cargada con $+5 \cdot 10^{-6} \text{ C}$, pende de un hilo que forma 60° con la vertical en una región en la

que existe un campo eléctrico uniforme en dirección horizontal.

a) Explique con ayuda de un esquema qué fuerzas actúan sobre la bolita y calcule el valor del campo eléctrico.

b) Razone que cambios experimentaría la situación de la bolita si: i) se duplicara el campo eléctrico; ii) se

duplicara la masa de la bolita.

$$g = 10 \text{ m s}^{-2}$$

SOL: a) $E = 3464 \text{ N C}^{-1}$; b) i) $\alpha = 73,9^\circ$; ii) $\alpha = 40,9^\circ$

23) El potencial eléctrico en un punto P, creado por una carga Q situada en el origen, es 800 V y el campo

eléctrico en P es 400 N C^{-1} .

a) Determine el valor de Q y la distancia del punto P al origen.

b) Calcule el trabajo que se realiza al desplazar otra carga $q = 1,2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ desde el punto (3, 0) m al

punto (0, 3) m. Explique por qué no hay que especificar la trayectoria seguida.

$$K = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$$

SOL: a) $Q = 1,77 \cdot 10^{-7} \text{ C}$ b) $W = 0 \text{ J}$

24) Una bolita de plástico de 2 g se encuentra suspendida de un hilo de 20 cm de longitud y, al aplicar un

campo eléctrico uniforme y horizontal de 1000 N C^{-1} , el hilo forma un ángulo de 15° con la vertical.

a) Dibuje en un esquema el campo eléctrico y todas las fuerzas que actúan sobre la esfera y determine su

carga eléctrica.

b) Explique cómo cambia la energía potencial de la esfera al aplicar el campo eléctrico.

$$g = 10 \text{ m s}^{-2}$$

SOL: a) $Q = 5,35 \cdot 10^{-6} \text{ C}$

25) Una partícula de masa m y carga -10^{-6} C se encuentra en reposo al estar sometida al campo gravitatorio

terrestre y a un campo eléctrico uniforme $E = 100 \text{ N C}^{-1}$ de la misma dirección.

a) Haga un esquema de las fuerzas que actúan sobre la partícula y calcule su masa.

b) Analice el movimiento de la partícula si el campo eléctrico aumentara a 120 N C^{-1} y determine su aceleración.

$$g = 10 \text{ m s}^{-2}$$

$$\text{SOL: a) } m = 10^{-5} \text{ Kg b) } a = 2 \text{ m s}^{-2}$$

26) Un electrón se mueve con una velocidad de $5 \cdot 10^5 \text{ m s}^{-1}$ y penetra en un campo eléctrico de 50 N C^{-1} de igual dirección y sentido que la velocidad.

a) Haga un análisis energético del problema y calcule la distancia que recorre el electrón antes de detenerse.

b) Razone qué ocurriría si la partícula incidente fuera un protón.

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} ; m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg} ; m_p = 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\text{SOL: a) } x = 0,014 \text{ m b) } a = 4,7 \cdot 10^9 \text{ m s}^{-2}$$

27) Una partícula con carga $2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ se encuentra en reposo en el punto (0,0). Se aplica un campo eléctrico

uniforme de 500 N C^{-1} en el sentido positivo del eje OY.

a) Describa el movimiento seguido por la partícula y la transformación de energía que tiene lugar a lo largo del mismo.

b) Calcule la diferencia de potencial entre los puntos (0,0) y (0,2) m y el trabajo realizado para desplazar la partícula entre dichos puntos.

$$\text{SOL: b) } V_A - V_B = 1000 \text{ V} ; W = 2 \cdot 10^{-3} \text{ J}$$

28) Una esfera pequeña de 100 g, cargada con 10^{-3} C , está sujeta al extremo de un hilo aislante, inextensible y de masa despreciable, suspendido del otro extremo fijo.

a) Determine la intensidad del campo eléctrico uniforme, dirigido horizontalmente, para que la esfera se encuentre en reposo y el hilo forme un ángulo de 30° con la vertical.

b) Calcule la tensión que soporta el hilo en las condiciones anteriores.

$$g = 10 \text{ m s}^{-2}$$

$$\text{SOL: a) } E = 577,35 \text{ N C}^{-1} \text{ b) } T = 1,15 \text{ N}$$

29) El campo eléctrico en las proximidades de la superficie de la Tierra es aproximadamente 150 N C^{-1} , dirigido hacia abajo.

a) Compare las fuerzas eléctrica y gravitatoria que actúan sobre un electrón situado en esa región.

b) ¿Qué carga debería suministrarse a un clip metálico sujetapapeles de 1 g para que la fuerza eléctrica

equilibre su peso cerca de la superficie de la Tierra?

$$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg} ; e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} ; g = 10 \text{ m s}^{-2}$$

$$\text{SOL: a) } F_E = 2,4 \cdot 10^{-17} \text{ N} ; F_G = 9,1 \cdot 10^{-30} \text{ N b) } Q = -6,67 \cdot 10^{-5} \text{ C}$$

30) Un electrón, con una velocidad de $6 \cdot 10^6 \text{ m s}^{-1}$, penetra en un campo eléctrico uniforme y su velocidad se

anula a una distancia de 20 cm desde su entrada en la región del campo.

a) Razone cuáles son la dirección y el sentido del campo eléctrico.

b) Calcule su módulo.

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} ; m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

SOL: b) $E = 512 \text{ N C}^{-1}$

31) Dos bloques idénticos situados sobre una superficie horizontal y sin rozamiento, se unen entre sí mediante un resorte de constante $k = 100 \text{ N m}^{-1}$. Al cargar los bloques con la misma carga Q , se separan una distancia $x = 0,4 \text{ m}$.

a) Calcule el valor de la carga Q que se suministró a cada bloque.

b) Discuta que ocurriría si existiera rozamiento.

$K = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$; $g = 10 \text{ m s}^{-2}$

SOL: a) Para resolver el problema sería necesario conocer d , que es la longitud del resorte en reposo:

$K \text{ elástica} \cdot x$

Q^2

$\frac{1}{2} (d + x) b) x < 0,4 \text{ m}$

K

32) Dos cargas puntuales de $+2 \mu\text{C}$, se encuentran situadas sobre el eje X , en los puntos $x_1 = -1 \text{ m}$ y

$x_2 = 1 \text{ m}$, respectivamente.

a) Calcule el potencial electrostático en el punto $(0, 0, 5) \text{ m}$.

b) Determine el incremento de energía potencial electrostática al traer una tercera carga de $-3 \mu\text{C}$, desde el

infinito hasta el punto $(0, 0, 5) \text{ m}$.

SOL: a) $V = 7060 \text{ V}$ b) $\Delta E_P = -0,021 \text{ J}$

33) Una esfera de plástico de 2 g se encuentra suspendida de un hilo de 20 cm de longitud y al aplicar un

campo eléctrico uniforme y horizontal de 10^3 N/C , el hilo forma un ángulo de 15° con la vertical.

a) Dibuje en un esquema el campo eléctrico y todas las fuerzas que actúan sobre la esfera, y determine su carga eléctrica.

b) Explique cómo cambia la energía potencial de la esfera al aplicar el campo eléctrico.

$K = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$; $g = 10 \text{ m s}^{-2}$

34) Dos cargas $q_1 = 10^{-6} \text{ C}$ y $q_2 = -4 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ están situadas a 2 m una de otra.

a) Analice, haciendo uso de las representaciones gráficas necesarias, en qué lugar a lo largo de la recta que

las une, se anula la intensidad del campo electrostático creado por estas cargas.

b) Determine la situación de dicho punto y calcule el potencial electrostático en él.

$K = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$; $g = 10 \text{ m s}^{-2}$

SOL: b) $x = 0,5 \text{ m}$ (a la derecha de q_2); $V = 5280 \text{ V}$.

35) Dos pequeñas bolitas, de 20 g cada una, están sujetas por hilos de $2,0 \text{ m}$ de longitud suspendidas de un

punto común. Cuando ambas se cargan con la misma carga eléctrica, los hilos se separan hasta formar un

ángulo de 15° . Suponga que se encuentran en el vacío, próximas a la superficie de la Tierra:

a) Calcule la carga eléctrica comunicada a cada bolita.

b) Se duplica la carga eléctrica de la bolita de la derecha. Dibuje en un esquema las dos situaciones (antes y

después de duplicar la carga de una de las bolitas) e indique todas las fuerzas que actúan sobre ambas bolitas

en la nueva situación de equilibrio.

$$K = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}; g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

$$\text{SOL: a) } Q = 9 \cdot 10^{-7} \text{ C}$$

36) Dos cargas puntuales iguales, de $-1,2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ cada una, están situadas en los puntos A (0, 8) m y B (6, 0)

m. Una tercera carga, de $-1,5 \cdot 10^{-6} \text{ C}$, se sitúa en el punto P (3, 4) m.

a) Represente en un esquema las fuerzas que se ejercen entre las cargas y calcule la resultante sobre la tercera carga.

b) Calcule la energía potencial de dicha carga.

$$K = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$$

$$\text{SOL: a) } F_{\text{res}} = 0 \text{ N}; \text{ b) } E_p = 6,48 \cdot 10^{-3} \text{ J.}$$

37) El campo eléctrico en un punto P, creado por una carga q situada en el origen, es de $2000 \text{ N} \cdot \text{C}^{-1}$ y el potencial eléctrico en P es de 6000 V .

a) Determine el valor de q y la distancia del punto P al origen.

b) Calcule el trabajo realizado al desplazar otra carga $Q = 1,2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ desde el punto (3, 0) m al punto (0, 3)

m. Explique por qué no hay que especificar la trayectoria seguida.

$$K = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$$

$$\text{SOL: a) } Q = 2 \cdot 10^{-6} \text{ C} \text{ y } d = 3 \text{ m}; \text{ b) } W = 0.$$

38) Dos cargas $q_1 = -2 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ y $q_2 = 5 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ están fijas en los puntos $x_1 = -0,3 \text{ m}$ y $x_2 = 0,3 \text{ m}$ del eje OX, respectivamente.

a) Dibuje las fuerzas que actúan sobre cada carga y determine su valor.

b) Calcule el valor de la energía potencial del sistema formado por las dos cargas y haga una representación aproximada de la energía potencial del sistema en función de la distancia entre las cargas.

$$K = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$$

$$\text{SOL: a) } F_{1,2} = F_{2,1} = 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ N}; \text{ b) } E_p = -1,5 \cdot 10^{-5} \text{ J}$$

39) Dos partículas de 10 g se encuentran suspendidas por dos hilos de 30 cm desde un mismo punto. Si se les suministra a ambas partículas la misma carga, se separan de modo que los hilos forman entre sí un ángulo de 60° .

a) Dibuje en un diagrama las fuerzas que actúan sobre las partículas y analice la energía del sistema en esa situación.

b) Calcule el valor de la carga que se suministra a cada partícula.

$$K = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}; g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

$$\text{SOL: b) } Q = 7,6 \cdot 10^{-7} \text{ C}$$

40) Una carga puntual Q crea un campo electrostático. Al trasladar una carga q desde un punto A al infinito, se realiza un trabajo de 5 J . Si se traslada desde el infinito hasta otro punto C, el trabajo es de 10 J .

a) ¿Qué trabajo se realiza al llevar la carga desde el punto C hasta el A? ¿En qué propiedad del campo electrostático se basa la respuesta?

b) Si $q = -2C$, ¿cuánto vale el potencial en los punto A y C? Si el punto A es el más próximo a la carga Q, ¿cuál es el signo de Q? ¿por qué?

41) Determine, razonadamente en qué punto (o puntos) del plano XY es nula la intensidad de campo eléctrico creado por dos cargas idénticas de $q_1 = q_2 = -4 \cdot 10^{-6} \text{ C}$, situadas respectivamente en los puntos (-2,0) y (2,0). ¿Es también nulo el potencial en ese punto (o puntos)? Calcule en cualquier caso su valor.

$$K_e = 9 \cdot 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{C}^{-2}$$

42) Una partícula de carga $6 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ se encuentra en reposo en el punto (0,0). Se aplica un campo eléctrico uniforme de 500 N/C , dirigido en el sentido positivo del eje OY.

a) Describa la trayectoria seguida por la partícula hasta el instante en que se encuentra en el punto A, situado a 2 m del origen. ¿Aumenta o disminuye la energía potencial de la partícula en dicho desplazamiento?, ¿en qué se convierte dicha variación de energía?

b) Calcule el trabajo realizado por el campo en el desplazamiento de la partícula y la diferencia de potencial entre el origen y el punto A.

43) Dos cargas puntuales, $q_1 = 3 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ y $q_2 = 12 \cdot 10^{-6} \text{ C}$, están situadas, respectivamente, en los puntos A y B de una recta horizontal, separados 20 cm.

a) Razone cómo varía el campo electrostático entre los punto A y B y representar gráficamente dicha variación en función de la distancia al punto A.

b) ¿Existe algún punto de la recta que contiene a las cargas en el que el campo sea cero? En caso afirmativo, calcule r su posición.

$$K_e = 9 \cdot 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{C}^{-2}$$

44) Dos cargas $q_1 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ y $q_2 = -4 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ están fijas en los puntos $P_1 (0,2) \text{ m}$. y $P_2 (1,0) \text{ m}$., respectivamente.

a) Dibuje el campo eléctrico producido por cada una de las cargas en el punto O (0,0) m. y en el punto P (1,2) m. y calcule r el campo eléctrico total en el punto P.

b) Calcule el trabajo necesario para desplazar una carga $q = -3 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ desde el punto O hasta el punto P y explique el significado físico de dicho trabajo.

$$K_e = 9 \cdot 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{C}^{-2}$$

45) Dos partículas con cargas positivas iguales de $4 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ ocupan dos vértices consecutivos de un cuadrado de 1 m de lado.

a) Calcule el potencial electrostático creado por ambas cargas en el centro del cuadrado. ¿Se modificaría el resultado si las cargas fueran de signos opuestos?

b) Calcule el trabajo necesario para trasladar una carga de $5 \cdot 10^{-7} \text{ C}$ desde uno de los vértices restante hasta el centro del cuadrado. ¿Depende este resultado de la trayectoria seguida por la carga?

$$K_e = 9 \cdot 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{C}^{-2}$$

46) En las proximidades de la superficie terrestre se aplica un campo eléctrico uniforme. Se observa que al soltar una partícula de 2 g cargada con $5 \cdot 10^{-5}$ C permanece en reposo.

- Determine razonadamente las características del campo eléctrico (módulo dirección y sentido).
- Explique que ocurriría si la carga fuera: i) $10 \cdot 10^{-5}$ C ; ii) $-5 \cdot 10^{-5}$ C.

47) Dos cargas puntuales, $q_1 = 2 \cdot 10^{-6}$ C y $q_2 = 8 \cdot 10^{-6}$ C, están situadas en los puntos (-1, 0) m y (2, 0) m, respectivamente.

- Determine en qué punto del segmento que une las dos cargas es nulo el campo y/o el potencial electrostático. ¿Y si fuera $q_1 = -2 \cdot 10^{-6}$ C?
- Explique, sin necesidad de hacer cálculos, si aumenta o disminuye la energía electrostática cuando se traslada otra carga, **Q**, desde el punto (0, 20) m hasta el (0, 10) m.

$$K_e = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$$

48) Un electrón acelera mediante una diferencia de potencial de $5 \cdot 10^3$ V.

- Haga un análisis energético del proceso y calcule la velocidad y la longitud de onda de los electrones, una vez acelerados.
- Explique, sin necesidad de hacer cálculos, los cambios respecto al apartado anterior si la partícula acelerada fuera un protón.

$$h = 6,36 \cdot 10^{-34} \text{ J s} ; e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} ; m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

49) Dos partículas de 10 g se encuentran suspendidas por dos hilos de 30 cm desde un mismo punto. Si se les suministra a ambas partículas la misma carga, se separan de modo que los hilos forman entre sí un ángulo de 60° .

- Dibuje en un diagrama las fuerzas que actúan sobre las partículas y analice la energía del sistema en esa situación.
- Calcule el valor de la carga que se suministra a cada partícula.

$$K_e = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2} ; g = 10 \text{ m s}^{-2}.$$

50) El campo eléctrico en un punto P, creado por una carga q situada en el origen, es de 2000 N C^{-1} y el potencial eléctrico en P es de 6000 V.

- Determine el valor de q y la distancia del punto P al origen. C
- Calcule el trabajo realizado al desplazar otra carga $Q = 1,2 \cdot 10^{-6}$ C desde el punto (3, 0) m al punto (0, 3) m. Explique por qué no hay que especificar la trayectoria seguida.

$$K_e = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$$

51) Dos cargas $q_1 = -2 \cdot 10^{-8}$ C y $q_2 = 5 \cdot 10^{-8}$ C están fijadas en los puntos $x_1 = -0,3$ m. y $x_2 = 0,3$ m del eje OX, respectivamente.

- Dibuje las fuerzas que actúan sobre cada carga y determine su valor.

- b) Calcule el valor de la energía potencial del sistema formado por las dos cargas y haga una representación aproximada de la energía potencial del sistema en función de la distancia entre las cargas.

$$K_e = 9 \cdot 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{C}^{-2}$$

52) Dos cargas puntuales iguales, de $-1,2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ cada una, están situadas en los puntos A (0, 8) m y B (6, 0) m. Una tercera carga, de $-1,5 \cdot 10^{-6} \text{ C}$, se sitúa en el punto P (3,4) m.

- a) Represente en un esquema las fuerzas que se ejercen entre las cargas y calcule la resultante sobre la tercera carga.
b) Calcule la energía potencial de dicha carga.

$$K_e = 9 \cdot 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{C}^{-2}$$

53) Un haz de electrones se acelera, desde el reposo, mediante una diferencia de potencial de 10^4 V .

- a) Haga un análisis energético del proceso y calcule la longitud de onda asociada a los electrones tras ser acelerados, indicando las leyes físicas en que se basa.
b) Repita el apartado anterior, si en lugar de electrones, aceleramos protones, en las mismas condiciones.

$$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s} ; e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} ; m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg} ; m_p = 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

54) Dos pequeñas bolitas, de 20 g cada una, están sujetas por hilos de 2,0 m de longitud suspendidas de un punto común. Cuando ambas se cargan con la misma carga eléctrica, los hilos se separan hasta formar un ángulo de 15° . Suponga que se encuentran en el vacío, próximas a la superficie de la Tierra:

- a) Calcule la carga eléctrica comunicada a cada bolita.
b) Se duplica la carga eléctrica de la bolita de la derecha. Dibuje en un esquema las dos situaciones (antes y después de duplicar la carga de una de las bolitas) e indique todas las fuerzas que actúan sobre ambas bolitas en la nueva situación de equilibrio.

$$K = 9 \cdot 10^9 \text{ N m}^2\text{C}^{-2} ; g = 10 \text{ m s}^{-2}$$

55) Dos cargas $q_1 = 10^{-6} \text{ C}$ y $q_2 = -4 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ están situadas a 2 m una de otra.

- a) Analice, haciendo uso de las representaciones gráficas necesarias, en qué lugar a lo largo de la recta que las une, se anula la intensidad del campo electrostático creado por estas cargas.
b) Determine la situación de dicho punto y calcule el potencial electrostático en él.

$$K = 9 \cdot 10^9 \text{ N m}^2\text{C}^{-2}$$

56) Una esfera pequeña de 100 g, cargada con 10^{-3} C , está sujeta al extremo de un hilo aislante, inextensible y de masa despreciable, suspendido del otro extremo fijo. a) Determine la intensidad del campo eléctrico uniforme, dirigido horizontalmente, para que la esfera se encuentre en reposo y el hilo forme un ángulo de 30° con la vertical. b) Calcule la tensión que soporta el hilo en las condiciones anteriores. $g = 10 \text{ ms}^{-2}$

57) El campo eléctrico en las proximidades de la superficie de la Tierra es aproximadamente 150 N C^{-1} , dirigido hacia abajo. a) Compare las fuerzas eléctrica y gravitatoria que actúan sobre un electrón situado en esa región. b) ¿Qué carga debería suministrarse a un clip metálico sujetapapeles de 1 g para que la fuerza eléctrica equilibre su peso cerca de la superficie de la Tierra?

$$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg} ; e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} ; g = 10 \text{ m s}^{-2}$$

58) Un electrón, con una velocidad de $6 \cdot 10^6 \text{ m s}^{-1}$, penetra en un campo eléctrico uniforme y su velocidad se anula a una distancia de 20 cm desde su entrada en la región del campo. a) Razone cuáles son la dirección y el sentido del campo eléctrico.

b) Calcule su módulo.

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} ; m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

59) Un electrón se mueve con una velocidad de $5 \cdot 10^5 \text{ m s}^{-1}$ y penetra en un campo eléctrico de 50 N C^{-1} de igual dirección y sentido que la velocidad.

a) Haga un análisis energético del problema y calcule la distancia que recorre el electrón antes de detenerse.

b) Razone qué ocurriría si la partícula incidente fuera un protón.

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} ; m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg} ; m_p = 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

60) Una partícula con carga $2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ se encuentra en reposo en el punto (0,0). Se aplica un campo eléctrico uniforme de 500 N C^{-1} en el sentido positivo del eje OY.

a) Describa el movimiento seguido por la partícula y la transformación de energía que tiene lugar a lo largo del mismo.

b) Calcule la diferencia de potencial entre los puntos (0,0) y (0,2) m y el trabajo realizado para desplazar la partícula entre dichos puntos.

61) Una partícula de masa m y carga -10^{-6} C se encuentra en reposo al estar sometida al campo gravitatorio terrestre y a un campo eléctrico uniforme $E = 100 \text{ N C}^{-1}$ de la misma dirección.

a) Haga un esquema de las fuerzas que actúan sobre la partícula y calcule su masa.

b) Analice el movimiento de la partícula si el campo eléctrico aumentara a 120 N C^{-1} y determine su aceleración.

$$g = 10 \text{ m s}^{-2}$$

62) Una bolita de plástico de 2 g se encuentra suspendida de un hilo de 20 cm de longitud y, al aplicar un campo eléctrico uniforme y horizontal de 1000 N C^{-1} , el hilo forma un ángulo de 15° con la vertical.

a) Dibuje en un esquema el campo eléctrico y todas las fuerzas que actúan sobre la esfera y determine su carga eléctrica.

b) Explique cómo cambia la energía potencial de la esfera al aplicar el campo eléctrico.

$$g = 10 \text{ m s}^{-2}$$

63) El potencial eléctrico en un punto P, creado por una carga Q situada en el origen, es 800 V y el campo eléctrico en P es 400 N C^{-1} .

a) Determine el valor de Q y la distancia del punto P al origen.

b) Calcule el trabajo que se realiza al desplazar otra carga $q = 1,2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ desde el punto (3, 0) m al punto (0, 3) m. Explique por qué no hay que especificar la trayectoria seguida.

$$K = 9 \cdot 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$$

64) Una bolita de 1 g, cargada con $+5 \cdot 10^{-6} \text{ C}$, pende de un hilo que forma un ángulo de 60° con la vertical, en una región en la que existe un campo eléctrico uniforme en dirección horizontal.

a) Explique, con ayuda de un esquema, qué fuerzas actúan sobre la bolita y calcule el valor del campo eléctrico.

b) Razone qué cambios experimentaría la situación de la bolita si: i) se duplicara el campo eléctrico; ii) si se duplicase la masa de la bolita.

$$g = 10 \text{ m s}^{-2}$$

65) Considere dos cargas eléctricas puntuales de $q_1 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ y $q_2 = -4 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ separadas una distancia de 0,1 m.

a) Determine el valor del campo eléctrico en el punto medio del segmento que une ambas cargas. ¿Puede ser nulo el campo eléctrico en algún punto de la recta que las une? Conteste razonadamente con ayuda de un esquema.

b) Razone si es posible que el potencial eléctrico se anule en algún punto de dicha recta y, en su caso, calcule la distancia de dicho punto a las cargas.

$$K = 9 \cdot 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$$

66) Dos cargas puntuales de $q_1 = -4 \text{ C}$ y $q_2 = 2 \text{ C}$ se encuentran en los puntos (0,0) y (1,0) m respectivamente

a) Determine el valor del campo eléctrico en el punto (0,3) m.

b) Razone qué trabajo que hay que realizar para trasladar una carga puntual $q_3 = 5 \text{ C}$ desde el infinito hasta el punto (0,3) m e interprete el signo del resultado.

$$K = 9 \cdot 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$$

67) Una partícula de $5 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$ y carga eléctrica $q = -6 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ se mueve con una velocidad de $0,2 \text{ m s}^{-1}$ en el sentido positivo del eje X y penetra en la región $x > 0$, en la que existe un campo eléctrico uniforme de 500 N C^{-1} dirigido en el sentido positivo del eje Y.

a) Describa, con ayuda de un esquema, la trayectoria seguida por la partícula y razone si aumenta o disminuye la energía potencial de la partícula en su desplazamiento.

b) Calcule el trabajo realizado por el campo eléctrico en el desplazamiento de la partícula desde el punto (0, 0) m hasta la posición que ocupa 5 s más tarde.

$$g = 10 \text{ m s}^{-2}$$

68) Una pequeña esfera de $5 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$ y carga eléctrica q cuelga del extremo inferior de un hilo aislante, inextensible y de masa despreciable, de 0,5 m de longitud. Al aplicar un campo eléctrico horizontal de $2 \cdot 10^2 \text{ V m}^{-1}$ el hilo se separa de la vertical hasta formar un ángulo de 30° .

a) Dibuje en un esquema las fuerzas que actúan sobre la esfera y determine el valor de la carga q .

b) Haga un análisis energético del proceso y calcule el cambio de energía potencial de la esfera.

$$g = 10 \text{ m s}^{-2}$$

69) Una carga de $3 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ se encuentra en el origen de coordenadas y otra carga de $-3 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ está situada en el punto (1,1) m.

a) Dibuje en un esquema el campo eléctrico en el punto B (2,0) m y calcule su valor. ¿Cuál es el potencial eléctrico en el punto B?

b) Calcule el trabajo necesario para desplazar una carga de $10 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ desde el punto A (1,0) m hasta el punto B (2,0) m.

$$K = 9 \cdot 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$$

70) Una partícula con una carga de $2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ se encuentra en reposo en el punto (0, 0) y se aplica un campo eléctrico uniforme de 100 N C^{-1} , dirigido en el sentido positivo del eje X.

a) Describa razonadamente la trayectoria seguida por la partícula hasta el instante en que se encuentra en un punto A, situado a 4 m del origen. Razone si aumenta o disminuye la energía potencial de la partícula en dicho desplazamiento y en qué se convierte dicha variación de energía.

b) Calcule el trabajo realizado por la fuerza que actúa sobre la partícula en el desplazamiento entre el origen y el punto A y la diferencia de potencial eléctrico entre ambos puntos.

71) Dos cargas puntuales iguales, de $+10^{-5} \text{ C}$, se encuentran en el vacío, fijas en los puntos A (0, 0) m y B (0, 3) m.

a) Calcule el campo y el potencial electrostáticos en el punto C (4, 0) m.

b) Si abandonáramos otra carga puntual de $+10^{-7} \text{ C}$ en el punto C (4, 0) m, ¿Cómo se movería? Justifique la respuesta.

$$K = 9 \cdot 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$$

