CAMPO ELÉCTRICO FCA 04 ANDALUCÍA

1. 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 15º 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. $K = 9 \cdot 10^9\ N\ m^2\ C^{-2}$; $g = 10\ m\ s^{-2}$

2. Una carga eléctrica positiva se mueve en un campo eléctrico uniforme. Razona cómo varía su energía potencial electrostática si la carga se mueve:

a) En la misma dirección y sentido del campo eléctrico. ¿Y si se mueve en sentido contrario?

b) En dirección perpendicular al campo eléctrico. ¿Y si la carga describe una circunferencia y vuelve al punto de partida?

3. Dos cargas puntuales de + 2 µC, se encuentran situadas sobre el eje X, en los puntos x_1 = - 1 m y x_2 = 1 m, respectivamente.

a) Calcule el potencial electrostático en el punto (0, 0, 5) m.

b) Determine el incremento de energía potencial electrostática al traer una tercera carga de - 3 µC, desde el infinito hasta el punto (0, 0, 5) m.

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

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

b) Discuta que ocurriría si existiera rozamiento.

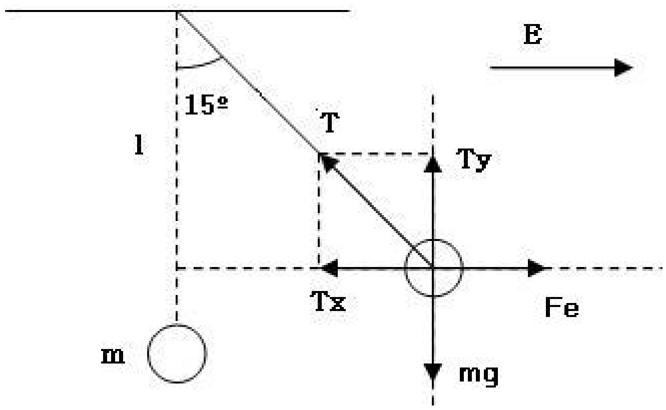
$K = 9 \cdot 10^9\ N\ m^2\ C^{-2}$

Fco. González Funes

CAMPO ELÉCTRICO   FCA 04   ANDALUCÍA

1. –

a) l = 0,2m   E = 10^3 N/C   m = 2 · 10^{-3} Kg $T_X = T \cdot sen15º$ $T_Y = T \cdot \cos 15º$



aplicando las condiciones de equilibrio en los ejes:

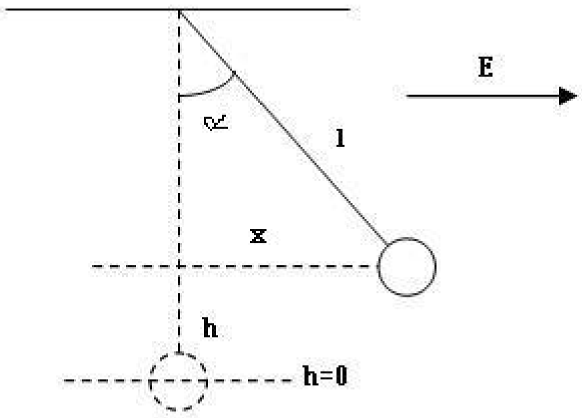
eje OX: $T_X = F_E$ $T \cdot sen15º = Q \cdot E$ (1)

eje OY: $T_Y = m \cdot g$ $T \cdot \cos 15º = m \cdot g$ (2)

dividiendo entre sí las ecuaciones (1) y (2) $tag\,15º = \dfrac{Q \cdot E}{m \cdot g}$

$$Q = \frac{m \cdot g \cdot tag\,15º}{E} = 5,35 \cdot 10^{-6} C$$

b) $x = l \cdot sen\alpha$ $h = l - l \cdot \cos\alpha = l(1 - \cos\alpha)$



Como el sistema está en equilibrio la energía potencial ha de ser mínima. Cuando se aplica el campo eléctrico la energía potencial del sistema es de dos tipos, gravitatoria y eléctrica. Ambas varían con el ángulo α (la gravitatoria crece con α y la eléctrica decrece).

Esta condición de mínimo nos puede servir para calcular la carga y comprobar que nos da el mismo resultado que en el apartado anterior.

$$E_P = E_{P(grav)} + E_{P(elec)} \qquad E_{P(grav)} = m \cdot g \cdot h = m \cdot g \cdot l(1 - \cos\alpha)$$

para calcular la energía potencia eléctrica, lo hacemos por el trabajo que realiza la fuerza eléctrica sobre la carga al desplazarla una distancia x

$$W_{(elec)} = -\Delta E_{P(elec)} = E_{P(inicial)} - E_{P(final)}$$

considerando cero la energía potencial inicial nos queda

$$E_{P\,elec(final)} = -W_{elec} = -F_E \cdot x = -Q \cdot E \cdot l \cdot sen\,\alpha$$

sustituyendo en la ecuación de la energía potencial total

$$E_P = m \cdot g \cdot l\left(1 - \cos\alpha\right) - Q \cdot E \cdot l \cdot sen\,\alpha$$

al ser mínima respecto al ángulo α

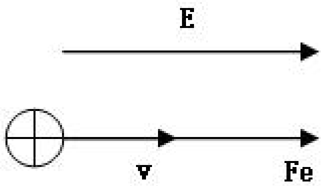
$$\frac{\partial E_P}{\partial \alpha} = 0 = m \cdot g \cdot l \cdot sen\,\alpha - Q \cdot E \cdot l \cdot \cos\alpha$$

$$m \cdot g \cdot l \cdot sen\,\alpha = Q \cdot E \cdot l \cdot \cos\alpha \qquad Q = \frac{m \cdot g \cdot tag\alpha}{E} = 5,35 \cdot 10^{-6}\,C$$

como queríamos demostrar.

2. –

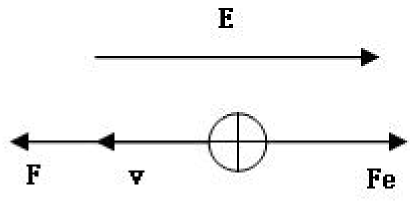
a)



como el campo eléctrico es conservativo $W = -\Delta E_P = E_{P(inicial)} - E_{P(final)}$

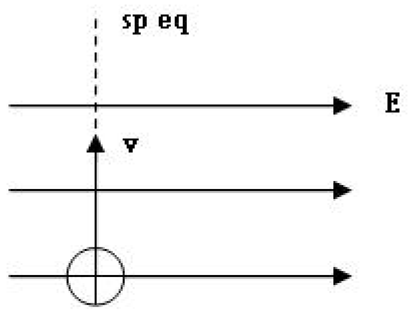
al moverse la carga positiva en la dirección del campo, el trabajo es positivo lo que implica $E_{P(inicial)} > E_{P(final)}$ luego la energía potencial disminuye.

Si la carga positiva se mueve en dirección contraria al campo



el trabajo eléctrico es negativo lo cual implica $E_{P(inicial)} < E_{P(final)}$, la energía potencial aumenta.

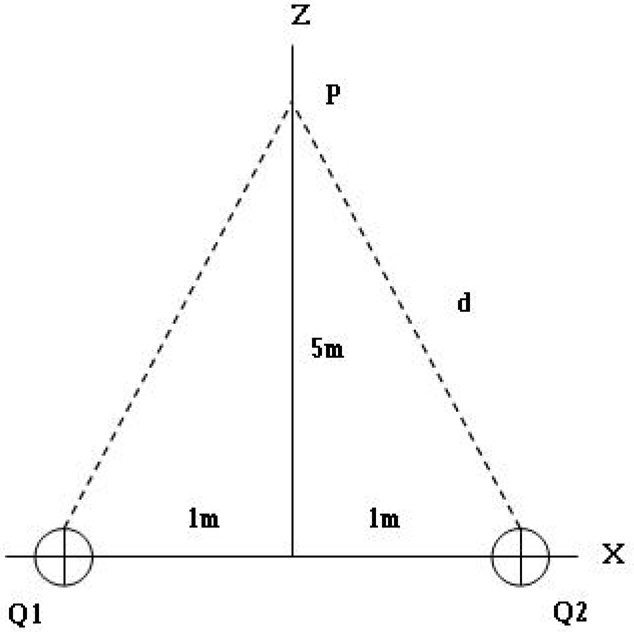
b)



como la carga positiva se mueve por una superficie equipotencial, no hay variación de la energía potencial.

Si se desplaza por una línea cerrada (circunferencia), la posición inicial y final es la misma y como el campo eléctrico es conservativo, no hay variación de energía potencial.

3. – a) $Q_1 = Q_2 = 2\ \mu C$ $d = \sqrt{5^2 + 1^2} = \sqrt{26}$ m



$V = K \cdot \dfrac{Q}{r}$ $V_1 = V_2 = 9 \cdot 10^9 \dfrac{\left(2 \cdot 10^{-6}\right)^2}{\sqrt{26}} = 3.530V$ $V_T = V_1 + V_2 = 7.060V$

b) La energía potencial del sistema formado por Q_1 y Q_2 es

$$E_P = K \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{\left(2 \cdot 10^{-6}\right)^2}{2} = 0,018\,J$$

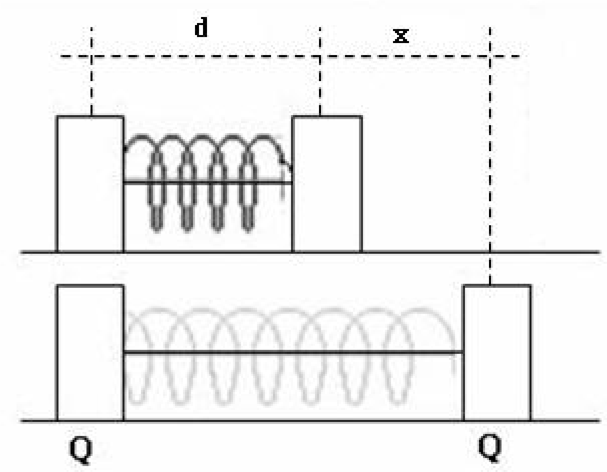
cuando traemos desde el infinito Q_3 = -3 μC hasta el punto P, la nueva energía potencial del sistema viene dada por

$E_P = K \cdot \left(\dfrac{Q_1 \cdot Q_2}{r_{1,2}} + \dfrac{Q_1 \cdot Q_3}{r_{1,3}} + \dfrac{Q_2 \cdot Q_3}{r_{2,3}} \right)$, sustituyendo los datos y teniendo en cuenta que $r_{1,2}$ = 2m y que $r_{1,3} = r_{2,3} = \sqrt{26}$ m $E_P = -3,18 \cdot 10^{-3}$ J

$$\Delta E_P = E_{P(final)} - E_{P(inicial)} = -0,021\,J$$

4. – K_{elas} = 100 N/m x = 0,4 m

a)



Para calcular el valor de Q aplicamos el equilibrio dinámico en el que los módulos de la fuerza elástica y electrostática son iguales

$$F_{ELEC} = F_{ELAS} \qquad K \cdot \frac{Q^2}{(d+x)^2} = K_{ELAS} \cdot x \qquad Q = \sqrt{\frac{K_{ELAS} \cdot X}{K}} \cdot (d+x)$$

también podemos llegar a la misma ecuación partiendo de la condición de mínimo de la energía potencial del sistema en equilibrio

$$E_P = E_{P(ELAS)} + E_{P(ELEC)} = \frac{1}{2} \cdot K_{ELAS} \cdot x^2 + \frac{K \cdot Q^2}{(d+x)}$$

$$\frac{\partial E_P}{\partial x} = 0 = K_{ELAS} \cdot x - \frac{K \cdot Q^2}{(d+x)^2} \qquad K_{ELAS} \cdot x = \frac{K \cdot Q^2}{(d+x)^2}$$

$$Q = \sqrt{\frac{K_{ELAS} \cdot x}{K}} \cdot (d+x)$$

para resolver el problema sería necesario conocer d que es la longitud del resorte en reposo.

b) Si existiera rozamiento x < 0,4 m porque parte de la energía se perdería en forma de calor debido al rozamiento.