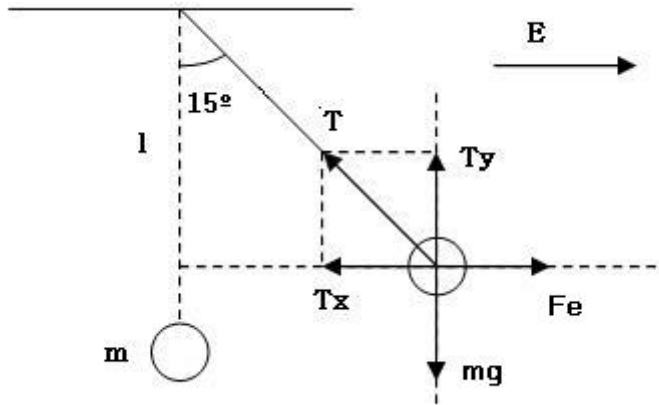


1. Una esfera de plástico de 2 g se encuentra suspendida de un hilo de 20 cm de longitud y al aplicar un campo eléctrico uniforme y horizontal de  $10^3 \text{ N/C}$ , el hilo forma un ángulo de  $15^\circ$  con la vertical.
  - a) Dibuje en un esquema el campo eléctrico y todas las fuerzas que actúan sobre la esfera, y determine su carga eléctrica.
  - b) Explique cómo cambia la energía potencial de la esfera al aplicar el campo eléctrico.  $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$ ;  $g = 10 \text{ m/s}^2$
  
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  $+2 \mu\text{C}$ , 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  $(0, 0, 5) \text{ m}$ .
  
4. Dos bloques idénticos situados sobre una superficie horizontal y sin rozamiento, se unen entre si 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.
$$K = 9 \cdot 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$$

1. -

a)  $l = 0,2\text{m}$     $E = 10^3 \text{ N/C}$     $m = 2 \cdot 10^{-3} \text{ Kg}$     $T_x = T \cdot \text{sen}15^\circ$     $T_y = T \cdot \text{cos}15^\circ$



aplicando las condiciones de equilibrio en los ejes:

eje OX:  $T_x = F_E$     $T \cdot \text{sen}15^\circ = Q \cdot E$  (1)

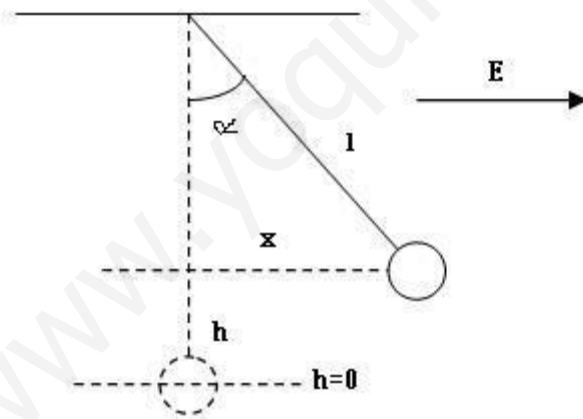
eje OY:  $T_y = m \cdot g$     $T \cdot \text{cos}15^\circ = m \cdot g$  (2)

dividiendo entre sí las ecuaciones (1) y (2)

$$\text{tag}15^\circ = \frac{Q \cdot E}{m \cdot g}$$

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

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



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  $\alpha$  (la gravitatoria crece con  $\alpha$  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.

$$E_p = E_{p(\text{grav})} + E_{p(\text{elec})} \quad E_{p(\text{grav})} = m \cdot g \cdot h = m \cdot g \cdot l(1 - \text{cos}\alpha)$$

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

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

**CAMPO ELÉCTRICO FCA 04 ANDALUCÍA**

considerando cero la energía potencial inicial nos queda

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

sustituyendo en la ecuación de la energía potencial total

$$E_P = m \cdot g \cdot l(1 - \cos \alpha) - Q \cdot E \cdot l \cdot \text{sen } \alpha$$

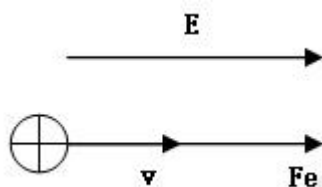
al ser mínima respecto al ángulo  $\alpha$

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

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

como queríamos demostrar.

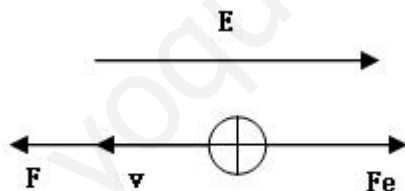
2. -  
a)



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

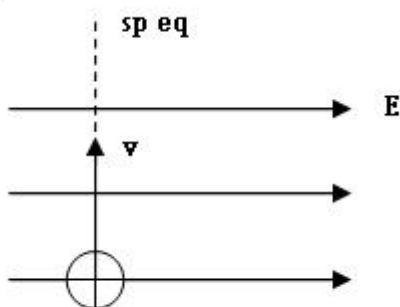
al moverse la carga positiva en la dirección del campo, el trabajo es positivo lo que implica  $E_{P(inicial)} > E_{P(final)}$  luego la energía potencial disminuye.

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)

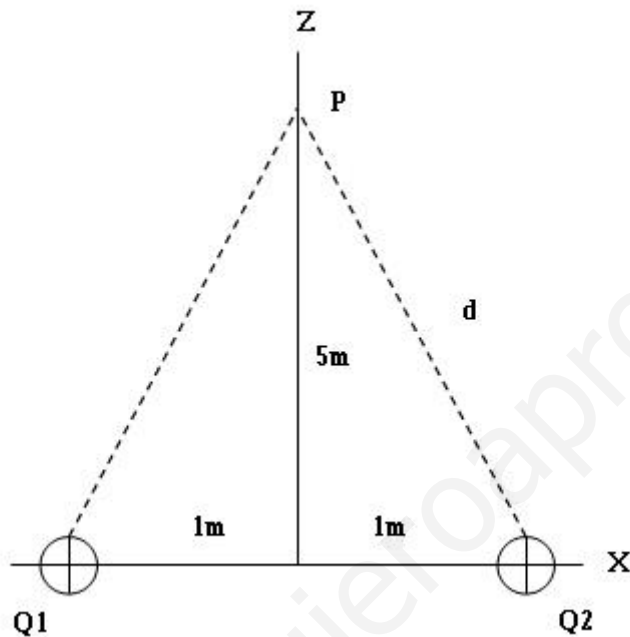


**CAMPO ELÉCTRICO FCA 04 ANDALUCÍA**

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)  $Q_1 = Q_2 = 2 \mu\text{C}$       $d = \sqrt{5^2 + 1^2} = \sqrt{26} \text{ m}$



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

b) La energía potencial del sistema formado por Q1 y Q2 es

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

cuando traemos desde el infinito Q3 = -3 μC hasta el punto P, la nueva energía potencial del sistema viene dada por

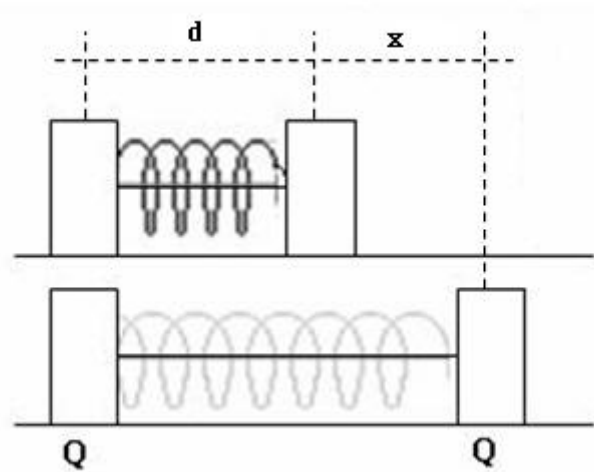
$$E_p = K \cdot \left( \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r_{1,2}} + \frac{Q_1 \cdot Q_3}{r_{1,3}} + \frac{Q_2 \cdot Q_3}{r_{2,3}} \right), \text{ sustituyendo los datos y teniendo en cuenta}$$

que  $r_{1,2} = 2\text{m}$  y que  $r_{1,3} = r_{2,3} = \sqrt{26} \text{ m}$       $E_p = -3,18 \cdot 10^{-3} J$

$$\Delta E_p = E_{p(\text{final})} - E_{p(\text{inicial})} = -0,021 J$$

4. –  $K_{\text{elas}} = 100 \text{ N/m}$      $x = 0,4 \text{ m}$

a)



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

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

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

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

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

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

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

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