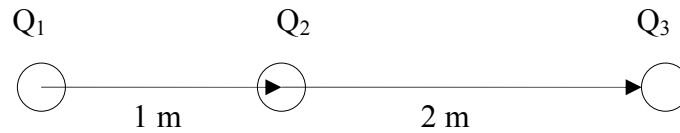




### Ejercicio nº 1

Calcula la fuerza sobre la carga  $q_3$

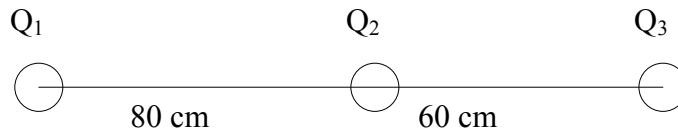
Datos:  $q_1 = 12 \mu\text{C}$ ,  $q_2 = 4 \mu\text{C}$  y  $q_3 = -5 \mu\text{C}$



### Ejercicio nº 2

Calcula la fuerza sobre la carga  $q_3$

Datos:  $q_1 = 6 \mu\text{C}$ ,  $q_2 = -4 \mu\text{C}$  y  $q_3 = -9 \mu\text{C}$



### Ejercicio nº 3

Dos cargas eléctricas ( $q_1 = 4 \mu\text{C}$  y  $q_2 = 6 \mu\text{C}$ ) se encuentran separadas 4 metros. Calcula el vector campo eléctrico y el potencial eléctrico en el punto medio de la recta que une las dos cargas.

### Ejercicio nº 4

Dos cargas eléctricas ( $q_1 = 8 \mu\text{C}$  y  $q_2 = -8 \mu\text{C}$ ) se encuentran separadas 60 cm. Calcula el vector campo eléctrico y el potencial eléctrico en el punto medio de la recta que une las dos cargas.

### Ejercicio nº 5

Calcula en que punto de la recta que une dos cargas ( $q_1 = 4 \mu\text{C}$  y  $q_2 = 2 \mu\text{C}$ ) separadas 80 cm se anula el vector campo eléctrico. ¿Puede anularse el potencial eléctrico en algún punto de la recta que une las dos cargas?


### Ejercicio nº 6

De dos hilos de 1'4 m de longitud, sujetos al mismo punto del techo, cuelgan dos esferillas iguales, de 2 gramos de masa cada una. Se cargan idénticamente ambas esferillas, con lo cual se repelen hasta que los hilos forman entre sí un ángulo de  $30^\circ$ . Hallar la carga eléctrica comunicada a cada esfera.

### Ejercicio nº 7

Tenemos dos partículas cargadas:  $q_1 = 2 \mu\text{C}$  en el punto (0,4) y  $q_2 = -2 \mu\text{C}$  en el punto (5,0). Determina:

- El vector campo eléctrico en el punto P (5,4)
- El potencial eléctrico en el mismo punto.
- El trabajo realizado por las fuerzas del campo al trasladar otra carga  $q_3 = 2 \mu\text{C}$  del punto P (5,4) al origen O (0,0)

	<b>FÍSICA Y QUÍMICA 1º Bachillerato</b> <b>Ejercicios: Electrostática (II)</b>	2(7)
	Autor: Manuel Díaz Escalera ( <a href="http://www.fgdiazescalera.com">http://www.fgdiazescalera.com</a> ) Colegio Sagrado Corazón, Sevilla (España)	

### Ejercicio nº 8

Un protón es acelerado desde el reposo por una diferencia de potencial de 16000 V. Calcula la velocidad final.

Datos:  $q_p = 1,6 \cdot 10^{-19}$  C,  $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$  kg

### Ejercicio nº 9

Un condensador tiene una diferencia de potencial de 10000 V y una separación entre las armaduras de 60 cm. En el punto medio se suelta un protón en reposo.

- Dibuja el condensador, el campo eléctrico y la fuerza sobre el protón. Indica el potencial de cada armadura.
- Determina el campo eléctrico en el interior del condensador.
- Determina la aceleración del protón.
- Calcula el tiempo que tarda el protón en alcanzar la armadura cargada negativamente.

### Ejercicio nº 10

Un protón penetra en una región del espacio donde existe un campo eléctrico de 10000 N/C con una velocidad inicial de 2000 m/s. Determina la velocidad a los 2 ns suponiendo:

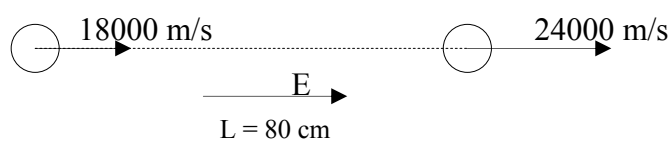
- La velocidad del protón y el vector campo eléctrico tienen la misma dirección y sentido.
- La velocidad del protón y el vector campo eléctrico tiene la misma dirección y sentido contrario.

Dato: 1 ns =  $1 \cdot 10^{-9}$  s

### Ejercicio nº 11

Un protón penetra en una región del espacio donde existe un campo eléctrico con una velocidad inicial de 18000 m/s paralela al vector campo eléctrico. Recorre 80 cm y sale con una velocidad de 24000 m/s. Determina la diferencia de potencial.

- Empleando la conservación de la energía mecánica
- Empleando la cinemática y la dinámica (velocidad, aceleración, fuerza, ...)



### Ejercicio nº 12

Tenemos dos partículas cargadas:  $q_1 = 6 \mu\text{C}$  en el punto (0,4) y  $q_2 = -3 \mu\text{C}$  en el punto (-5,0). Determina:

- El vector campo eléctrico en el origen  $O(0,0)$
- El potencial eléctrico en el mismo punto.
- La aceleración sobre una partícula de 1 g cargada ( $q_3 = 4 \mu\text{C}$ ) que se coloca en el origen.

### Ejercicio nº 13

Un condensador tiene una diferencia de potencial desconocida y una separación entre las armaduras de 6 mm. Junto a la lámina cargada positivamente se suelta un protón. El



protón se desplaza en la dirección y sentido de la lámina cargada negativamente. Al alcanzar la lámina negativa el protón tiene una velocidad de 8000 m/s.

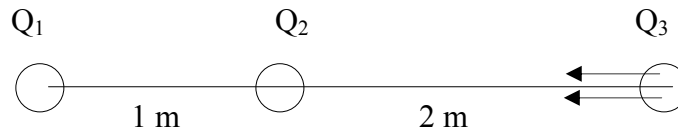
- Dibuja el condensador, el campo eléctrico y la fuerza sobre el protón.
- Determina la diferencia de potencial.

### Ejercicio nº 14

Un conductor esférico, de 2 cm de radio, tiene una carga eléctrica de 2 C. Se pone en contacto con un segundo conductor esférico descargado de 4 cm de radio y a continuación se separan. Calcula el potencial final de los conductores.

## RESPUESTAS

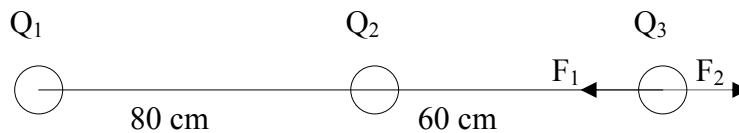
### Solución nº 1



$$F_1 = k \frac{q_1 q_3}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{-6} \cdot 5 \cdot 10^{-6} / 3^2 = 0,06 \text{ N}$$

$$F_2 = k \frac{q_3 q_2}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot 4 \cdot 10^{-6} \cdot 5 \cdot 10^{-6} / 2^2 = 0,045 \text{ N} \rightarrow F_T = F_1 + F_2 = 0,105 \text{ N}$$

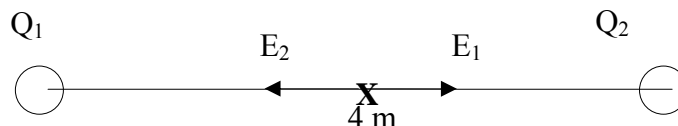
### Solución nº 2



$$F_1 = k \frac{q_1 q_3}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot 6 \cdot 10^{-6} \cdot 9 \cdot 10^{-6} / 1,4^2 = 0,25 \text{ N}$$

$$F_2 = k \frac{q_3 q_2}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot 4 \cdot 10^{-6} \cdot 9 \cdot 10^{-6} / 0,6^2 = 0,9 \text{ N} \rightarrow F_T = F_2 - F_1 = 0,65 \text{ N}$$

### Solución nº 3



$$E_1 = K \cdot q_1 / r^2 = 9 \cdot 10^9 \cdot 4 \cdot 10^{-6} / 2^2 = 9000 \text{ N/C}$$

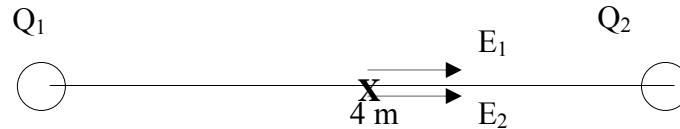
$$E_2 = 9 \cdot 10^9 \cdot 6 \cdot 10^{-6} / 2^2 = 13500 \text{ N/C} \rightarrow E_T = E_2 - E_1 = 4500 \text{ N/C}$$

$$V_1 = K \cdot q_1 / r = 9 \cdot 10^9 \cdot 4 \cdot 10^{-6} / 2 = 18000 \text{ V}$$

$$V_2 = K \cdot q_2 / r = 9 \cdot 10^9 \cdot 6 \cdot 10^{-6} / 2 = 27000 \text{ V} \rightarrow V_T = V_1 + V_2 = 45000 \text{ V}$$

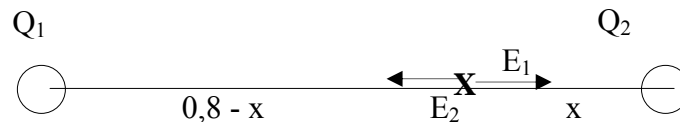


**Solución nº 4**



$$E_1 = K \cdot q_1 / r^2 = 9 \cdot 10^9 \cdot 8 \cdot 10^{-6} / 0,3^2 = 8 \cdot 10^5 \text{ N/C}$$
$$E_2 = 9 \cdot 10^9 \cdot 8 \cdot 10^{-6} / 0,3^2 = 8 \cdot 10^5 \text{ N/C} \rightarrow E_T = E_2 + E_1 = 16 \cdot 10^5 \text{ N/C}$$
$$V_1 = K \cdot q_1 / r = 9 \cdot 10^9 \cdot 8 \cdot 10^{-6} / 0,3$$
$$V_2 = K \cdot q_2 / r = 9 \cdot 10^9 \cdot (-8 \cdot 10^{-6}) / 0,3 \rightarrow V_T = V_1 + V_2 = 0 \text{ V}$$

**Solución nº 5**



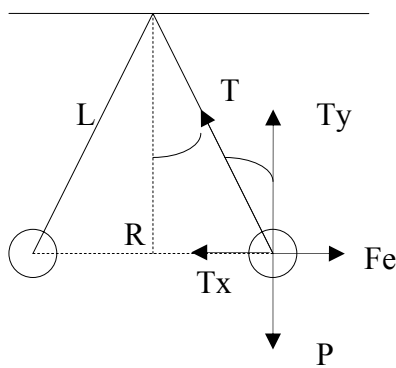
$$E_1 = K \cdot q_1 / r^2 = 9 \cdot 10^9 \cdot 4 \cdot 10^{-6} / (0,8-x)^2$$
$$E_2 = K \cdot q_2 / r^2 = 9 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{-6} / x^2$$

En el punto X los módulos son iguales:

$$E_1 = E_2 \rightarrow 9 \cdot 10^9 \cdot 4 \cdot 10^{-6} / (0,8-x)^2 = 9 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{-6} / x^2 \rightarrow 4 / (0,8-x)^2 = 2 / x^2 \rightarrow$$
$$4x^2 = 2(0,8-x)^2 \rightarrow 2x = \sqrt{2} (0,8-x) \rightarrow x = 0,33 \text{ m} = 33 \text{ cm}$$

$$V_1 = K \cdot q_1 / r > 0$$
$$V_2 = K \cdot q_2 / r > 0 \rightarrow V_T = V_1 + V_2 > 0 \text{ (no puede anularse)}$$

**Solución nº 6**



Primero determinamos R (la distancia que separa las cargas)

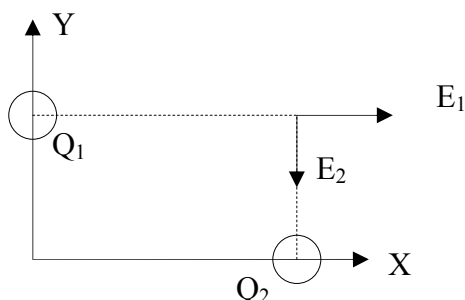
$$\text{sen}15 = \frac{R/2}{L} \rightarrow R = 2L\text{sen}15 = 0,72 \text{ m}$$

$$P = T_y \rightarrow (1) \quad mg = T \cdot \text{cos}15$$
$$F_e = T_x \rightarrow (2) \quad kQ^2/R^2 = T \cdot \text{sen}15$$

Dividiendo (2) entre (1):  $\text{tng}15 = kQ^2 / mgR^2$

$$Q^2 = mgR^2 \text{tng}15 / K \rightarrow Q = 5'5 \cdot 10^{-7} \text{ C}$$

**Solución nº 7**



a)  $E_1 = Kq_1/R^2 = 9 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{-6} / 5^2 = 720 \text{ N/C}$   
 $E_2 = KQ_2/R^2 = 9 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{-6} / 4^2 = 1125 \text{ N/C} \rightarrow \vec{E} = 720\vec{i} - 1125\vec{j}$   
b)  $V_1 = kq_1/r = 9 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{-6} / 5 = 3600 \text{ V}$   
 $V_2 = 9 \cdot 10^9 \cdot (-2 \cdot 10^{-6}) / 4 = -4500 \text{ V} \rightarrow V_p = V_1 + V_2 = -900 \text{ V}$   
c) Primero calculamos el potencial en el origen O  
 $V_1 = kq_1/r = 9 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{-6} / 4 = 4500 \text{ V}$   
 $V_2 = 9 \cdot 10^9 \cdot (-2 \cdot 10^{-6}) / 5 = -3600 \text{ V} \rightarrow V_O = V_1 + V_2 = 900 \text{ V}$

$W = -\Delta EP = -q_3 \Delta V = -q_3 (V_O - V_p) = -3,6 \cdot 10^{-3} \text{ J}$

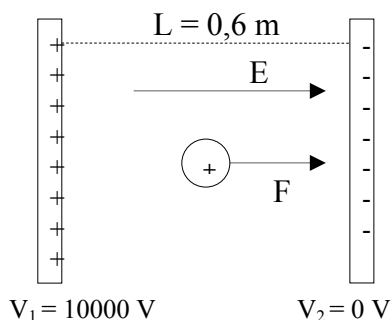
**Solución nº 8**

$\Delta EM = 0 \rightarrow \Delta EC = -\Delta EP \rightarrow \Delta EC = -q_p \Delta V \rightarrow \frac{1}{2} m_p v_p^2 - 0 = -q_p \Delta V$

$\frac{1}{2} 1,67 \cdot 10^{-27} \cdot v_p^2 - 0 = -1,6 \cdot 10^{-19} (-16000) \rightarrow v_p = 1,7 \cdot 10^6 \text{ m/s}$

**Solución nº 9**

a)



b)  $E = \Delta V/L = 10000 / 0,6 = 16666,7 \text{ N/C}$   
c)  $F = qE = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 16666,7 = 2,67 \cdot 10^{-15} \text{ N}$   
 $F = ma \rightarrow a = F/m = 2,67 \cdot 10^{-15} / 1,67 \cdot 10^{-27} = 1,6 \cdot 10^{12} \text{ m/s}^2$   
d)  $e = \frac{1}{2} at^2 \rightarrow t = \sqrt{\frac{2e}{a}} = 6,1 \cdot 10^{-7} \text{ s}$

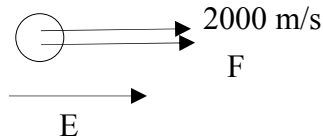
**Solución nº 10**

$F = qE = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 10000 = 1,6 \cdot 10^{-15} \text{ N}$

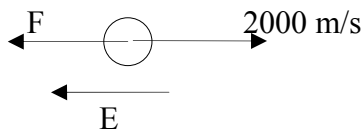


$$F = ma \rightarrow a = F/m = 9,6 \cdot 10^{11} \text{ m/s}^2$$

$$\text{a) } v = v_0 + at = 2000 + 9,6 \cdot 10^{11} \cdot 2 \cdot 10^{-9} = 3920 \text{ m/s}$$



$$\text{b) } v = v_0 - at = 2000 - 9,6 \cdot 10^{11} \cdot 2 \cdot 10^{-9} = 80 \text{ m/s}$$



### Solución nº 11

$$\text{a) } \Delta EM = 0 \rightarrow \Delta EC = -\Delta EP \rightarrow \Delta EC = -q_p \Delta V \rightarrow \frac{1}{2} m_p v_{pf}^2 - \frac{1}{2} m_p v_{pi}^2 = -q_p \Delta V$$

$$\frac{1}{2} 1'67 \cdot 10^{-27} \cdot 24000^2 - \frac{1}{2} 1'67 \cdot 10^{-27} \cdot 18000^2 = -1,6 \cdot 10^{-19} \cdot \Delta V \rightarrow \Delta V = -1'3 \text{ V}$$

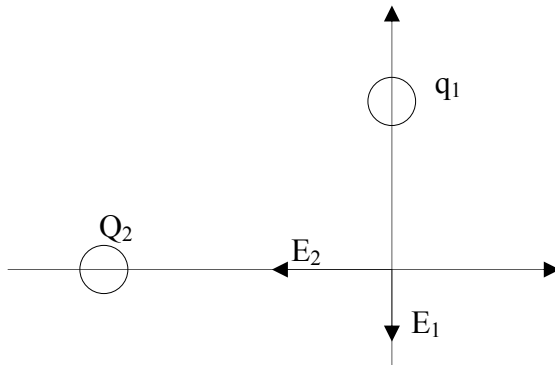
$$\text{b) } v_f^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot e \rightarrow 24000^2 = 18000^2 + 2 \cdot a \cdot 0,8 \rightarrow a = 1'6 \cdot 10^8 \text{ m/s}^2$$

$$F = m \cdot a = 2'7 \cdot 10^{-19} \text{ N}$$

$$F = q_p \cdot E \rightarrow E = F/q_p = 1,7 \text{ N/C}$$

$$E = |\Delta V|/L \rightarrow |\Delta V| = E \cdot L = 1'36 \text{ V} \rightarrow \Delta V = -1'36 \text{ V}$$

### Solución nº 12



$$\text{a) } E_1 = Kq_1/R^2 = 9 \cdot 10^9 \cdot 6 \cdot 10^{-6} / 4^2 = 3375 \text{ N/C}$$

$$E_2 = KQ_2/R^2 = 9 \cdot 10^9 \cdot 3 \cdot 10^{-6} / 5^2 = 1080 \text{ N/C} \rightarrow \vec{E} = -1080\vec{i} - 3375\vec{j}$$

$$\text{b) } V_1 = kq_1/r = 9 \cdot 10^9 \cdot 6 \cdot 10^{-6} / 4 = 13500 \text{ V}$$

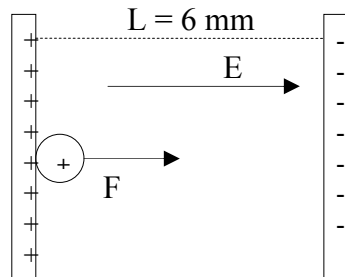
$$V_2 = 9 \cdot 10^9 \cdot (-3 \cdot 10^{-6}) / 5 = -5400 \text{ V} \rightarrow V_p = V_1 + V_2 = 8100 \text{ V}$$

$$\text{c) } \vec{F} = q\vec{E} = 4 \cdot 10^{-6} (-1080\vec{i} - 3375\vec{j}) = -4,3 \cdot 10^{-3}\vec{i} - 0,0135\vec{j} \rightarrow F = 0,014 \text{ N}$$

$$F = m \cdot a \rightarrow a = F/m = 14,2 \text{ m/s}^2$$

### Solución nº 13

a)



$$b) v_f^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot e \rightarrow 8000^2 = 0 + 2 \cdot a \cdot 6 \cdot 10^{-3} \rightarrow a = 5'3 \cdot 10^9 \text{ m/s}^2$$

$$F = m \cdot a = 1'67 \cdot 10^{-27} \cdot 5'3 \cdot 10^9 = 8,8 \cdot 10^{-18} \text{ N}$$

$$F = qE \rightarrow E = 55 \text{ N/C}; E = |\Delta V| / L \rightarrow |\Delta V| = E \cdot L = 0,33 \text{ V} \rightarrow \Delta V = -0,33 \text{ V}$$

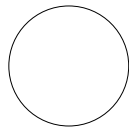
### Solución nº 14

$$R_1 = 2 \text{ cm}$$



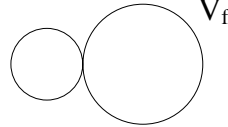
$$Q_{1i} = 2 \text{ C}$$

$$R_1 = 4 \text{ cm}$$



$$Q_{2i} = 0 \text{ C}$$

$$V_f$$



$$Q_{1f}$$

$$Q_{2f}$$

$$Q_i = Q_{1i} + Q_{2i} = 2 \text{ C}$$

$$Q_f = Q_{1f} + Q_{2f} \rightarrow Q_i = Q_f \rightarrow (1) \quad Q_{1f} + Q_{2f} = 2$$

$$V_{1f} = V_{2f} \rightarrow kQ_{1f}/R_1 = kQ_{2f}/R_2 \rightarrow Q_{1f}/0,02 = Q_{2f}/0,04 \rightarrow (2) \quad Q_{2f} = 2 Q_{1f}$$

Tenemos dos ecuaciones con dos incógnitas (1) y (2). Sustituyendo:

$$Q_{1f} + Q_{2f} = 2; \quad Q_{1f} + 2 Q_{1f} = 2 \rightarrow Q_{1f} = 0,67 \text{ C} \text{ y } Q_{2f} = 1,34 \text{ C}$$

$$\text{Determinamos el potencial: } V_{1f} = KQ_{1f}/R_1 = 3 \cdot 10^{11} \text{ V}$$