

POTENCIAL

eléctrico

→ Energía

→ Cargas puntuales

EJERCICIOS

- PARA RESOLVER •
- EN CLASE

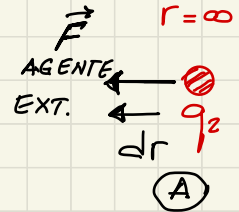
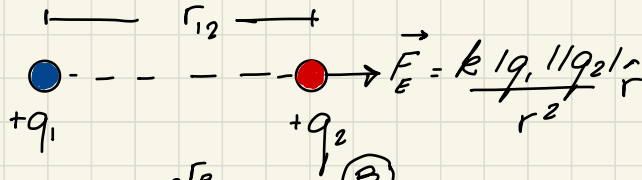
INGA

claudia
contreras

1

Energía Potencial Eléctrica de un par de partículas con carga

$$k = 9 \times 10^9$$



$$W_{A \rightarrow B} = \int_A^B \vec{F}_{AG. \text{ EXT.}} \cdot d\vec{r} = \int_{r_A}^{r_B} -k \frac{|q_1| |q_2|}{r^2} dr = k |q_1| |q_2| \int_{\infty}^{r_{12}} -\frac{dr}{r^2}$$

$$W_{A \rightarrow B} = k |q_1| |q_2| \left(\frac{1}{r} \Big|_{\infty}^{r_{12}} \right) = \frac{k |q_1| |q_2|}{r_{12}}$$

$$U = \frac{k q_1 q_2}{r_{12}} \quad \text{Joules}$$

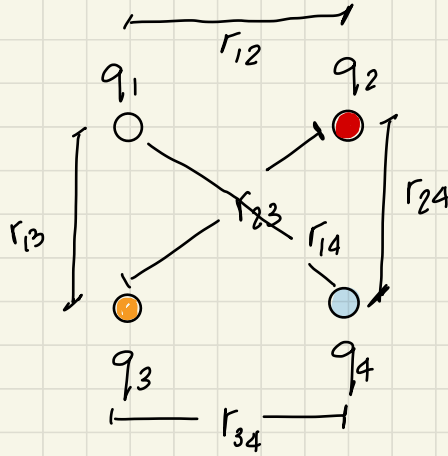
La energía potencial eléctrica de dos cargas puntuales es el trabajo que debe realizar un agente externo para acercar dos cargas q_1 y q_2 , que originalmente estaban muy lejos la una de la otra.

$$U \Rightarrow + \quad \text{si } q_1 \text{ y } q_2 \text{ mismo signo}$$

$$U \Rightarrow - \quad \text{si } q_1 \text{ y } q_2 \text{ signo opuesto}$$

$$U = \emptyset \quad r \rightarrow \infty$$

Energía Potencial Eléctrica de un sistema de partículas con carga



$$U_{\text{SISTEMA}} = k \frac{q_1 q_2}{r_{12}} + k \frac{q_1 q_3}{r_{13}} + k \frac{q_2 q_3}{r_{23}} \\ + k \frac{q_1 q_4}{r_{14}} + k \frac{q_2 q_4}{r_{24}} + k \frac{q_3 q_4}{r_{34}}$$

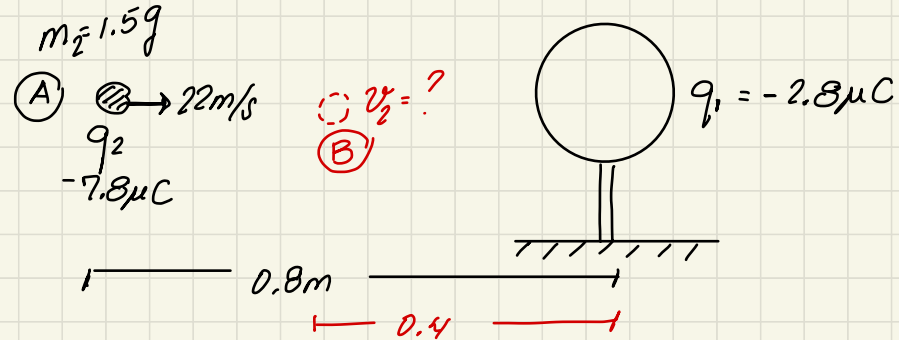
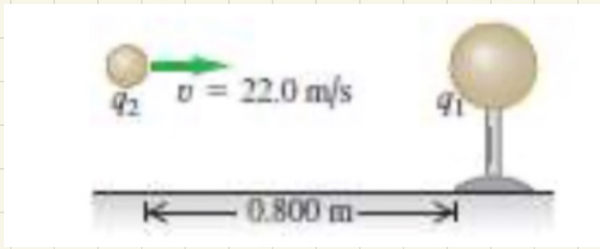
Recordar: $W_{\text{AGENTE-EXTERNO}} = +\Delta U = U_f - U_o$

$$W_{\text{F.ELECT.}} = -\Delta U$$

Conservación de la energía

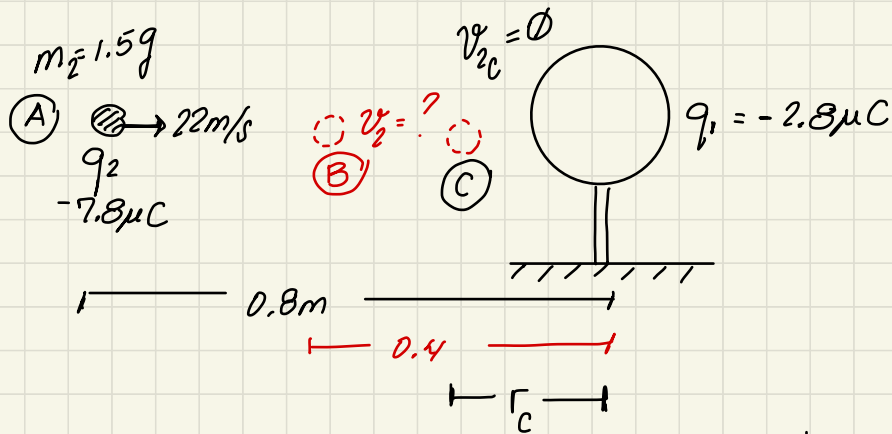
$$E_{\text{MEC}_A} + W_{\text{OTRAS}} = E_{\text{MEC}_{\text{FINAL}_B}} \\ \downarrow \qquad \qquad \qquad \downarrow \\ U_A + K_A \qquad \qquad \qquad U_B + K_B$$

Problema 1. Una esfera metálica pequeña tiene una carga neta $q_1 = -2.80\mu\text{C}$ y se mantiene estacionaria por medio de un soporte aislante. Una segunda esfera metálica pequeña con carga neta $q_2 = -7.80\mu\text{C}$ y masa 1.5 g es proyectada hacia q_1 . Cuando las dos esferas están a una distancia de 0.800m una de otra q_2 se mueve con una rapidez de 22 m/s . Suponga que las dos esferas pueden considerarse como cargas puntuales y que se ignora la fuerza de gravedad. A) ¿Cuál es la rapidez de q_2 cuando está a 0.400m de q_1 . B) ¿qué tan cerca de q_1 llega q_2 ?



$$\begin{aligned}
 a) \quad E_{\text{MECA}} + W_{\text{OTRAS}} &= E_{\text{MEC}B} \\
 U_A + K_A &= U_B + K_B \\
 \frac{k q_1 q_2}{0.8} + \frac{1}{2} m_2 v_{2A}^2 &= \frac{k q_1 q_2}{0.4} + \frac{1}{2} m_2 v_{2B}^2 \\
 v_{2B} &= \sqrt{\frac{2 \left(k q_1 q_2 \left(\frac{1}{0.8} - \frac{1}{0.4} \right) + \frac{1}{2} m_2 v_{2A}^2 \right)}{m_2}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 v_{2B} &= \sqrt{\frac{2 \left(9 \times 10^9 (-2.8 \times 10^{-6}) (-7.8 \times 10^{-6}) \left(\frac{1}{0.8} - \frac{1}{0.4} \right) + \frac{1}{2} (1.5 \times 10^{-3}) 22^2 \right)}{1.5 \times 10^{-3}}} \\
 v_{2B} &= 12.51\text{ m/s}
 \end{aligned}$$



en el pto. mayor acercamiento
 $V_{2c} = \phi$

$$E_{MECA} + \cancel{W_{OTRAS}} = E_{MECC}$$

$$U_A + K_A = U_C + \cancel{K_C}$$

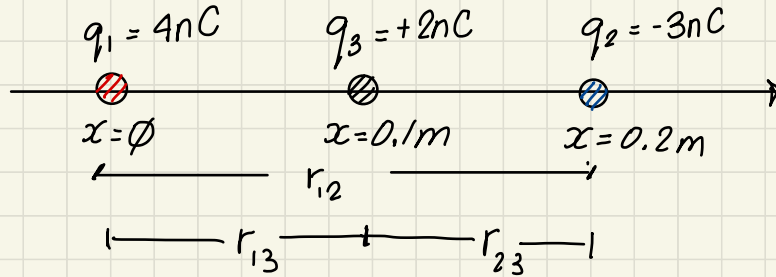
$$\frac{kq_1q_2}{0.8} + \frac{1}{2}m_2v_{2A}^2 = \frac{kq_1q_2}{r_c}$$

$$r_c = \frac{kq_1q_2}{\left(\frac{kq_1q_2}{0.8} + 0.5m_2v_{2A}^2\right)}$$

$$r_c = \frac{9 \times 10^9 (-2.8 \times 10^{-6}) (-7.8 \times 10^{-6})}{\frac{9 \times 10^9 (-2.8 \times 10^{-6}) (-7.8 \times 10^{-6})}{0.8} + 0.5 (1.5 \times 10^{-3}) (22)^2}$$

$$\underline{r_c = 0.32 m}$$

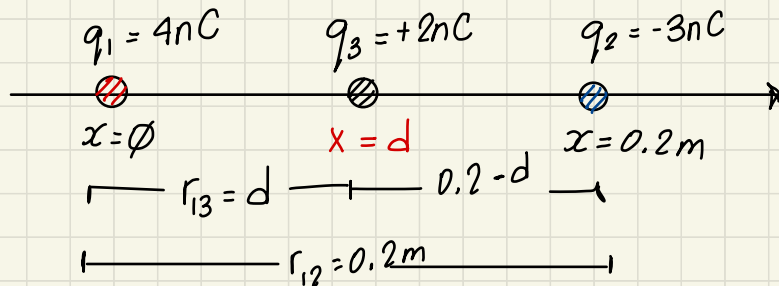
Problema 2. Una carga puntual $q_1 = 4nC$ está situada en el origen y una segunda carga puntual $q_2 = -3nC$ está en el eje "x" en $x = +20cm$. Una tercera carga puntual $q_3 = +2nC$ se coloca en el eje "x" entre q_1 y q_2 . Considere la energía potencial eléctrica de las tres cargas igual a cero cuando están separadas una distancia infinita. a) ¿Cuál es la energía potencial eléctrica de las tres cargas si q_3 se coloca en $x = 10cm$. b) ¿Dónde debe situarse q_3 para que la energía potencial eléctrica del sistema sea cero?



$$U_{\text{SISTEMA}} = k \frac{q_1 q_2}{r_{12}} + k \frac{q_1 q_3}{r_{13}} + k \frac{q_2 q_3}{r_{23}} = 9 \times 10^9 \left(\frac{4 \times 10^{-9} (-3 \times 10^{-9})}{0.2} + \frac{(4 \times 10^{-9}) (2 \times 10^{-9})}{0.1} + \frac{(-3 \times 10^{-9}) (2 \times 10^{-9})}{0.1} \right)$$

$$U_{\text{SISTEMA}} = \underline{-340 \text{ nJ}}$$

b)



$$U_{\text{SISTEMA}} = 0$$

$$\cancel{\frac{q_1 q_2}{r_{12}}} + \cancel{\frac{q_1 q_3}{r_{13}}} + \cancel{\frac{q_2 q_3}{r_{23}}} = 0$$

$$\frac{(4 \times 10^{-9})(-3 \times 10^{-9})}{0.2} + \frac{(4 \times 10^{-9})(2 \times 10^{-9})}{d} + \frac{(-3 \times 10^{-9})(2 \times 10^{-9})}{0.2 - d} = 0$$

$$-6 \times 10^{-17} + \frac{8 \times 10^{-18}}{d} - \frac{6 \times 10^{-18}}{0.2 - d} = 0$$

$$\underline{x = 0.07\text{m}}$$

Potencial Eléctrico de Partículas con carga (V) Volts

$$U = qV$$

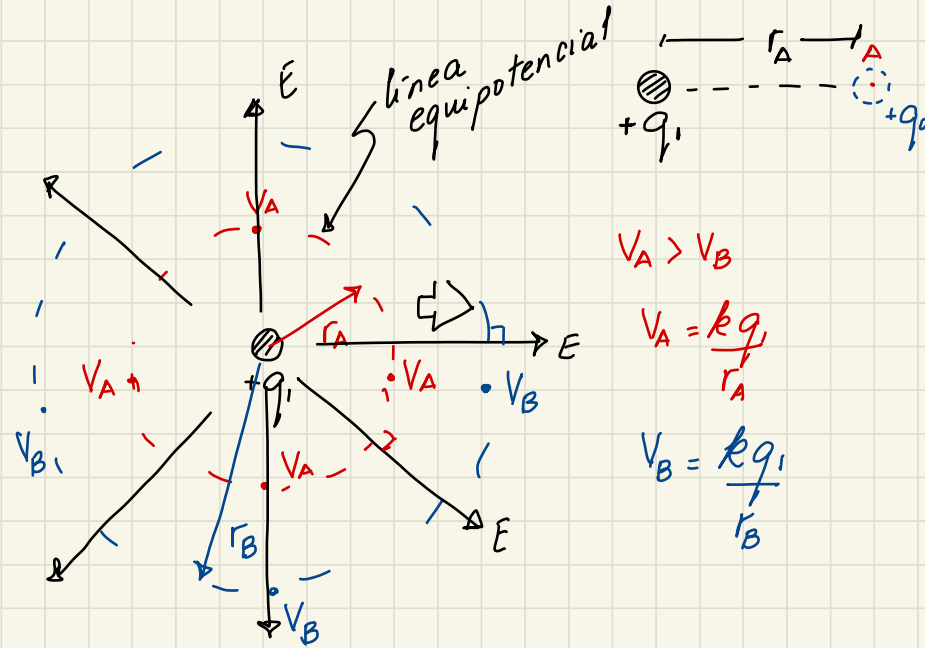
$$V_A = \frac{U}{q_0} = \frac{kq_1q_0}{r_A} \quad \left(\frac{J}{C}\right)$$

$$1 \frac{J}{C} = 1 \text{ Voltio}$$

$$V_A = \frac{kq_1}{r_A}$$

$$V = \frac{kq}{r}$$

$$V \begin{cases} + & \text{si } q > 0 \\ - & \text{si } q < 0 \\ 0 & \text{si } r \rightarrow \infty \end{cases}$$

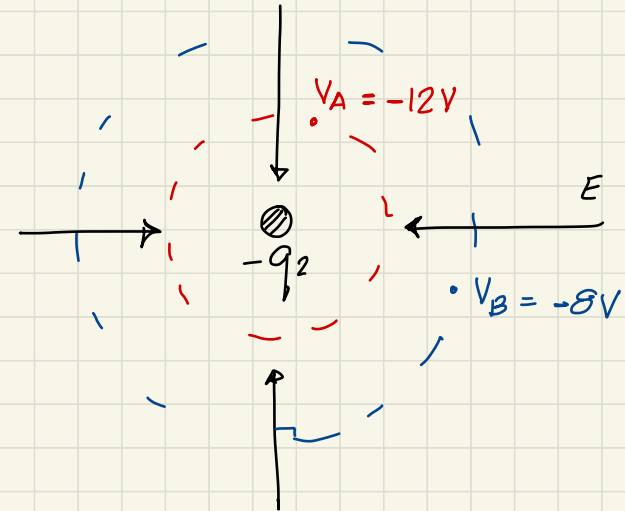


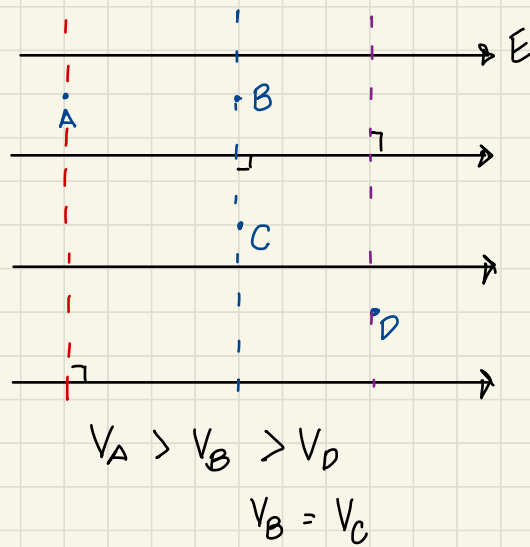
$$V_A > V_B$$

$$V_A = \frac{kq_1}{r_A}$$

$$V_B = \frac{kq_1}{r_B}$$

El potencial eléctrico disminuye a medida que nos movemos en dirección del campo eléctrico.





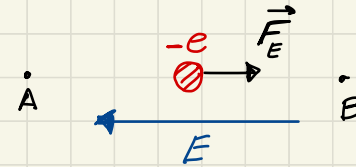
Entre los puntos A y B existe una diferencia de potencial que es negativa.

$V_A - V_B < 0$. Si entre los puntos se coloca un electrón, ¿qué sucede?

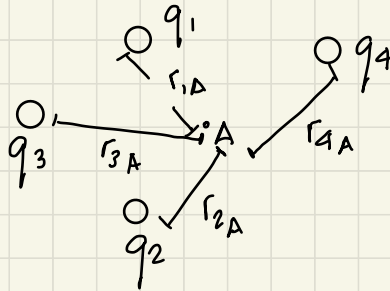
- a). Se acelera hacia A
- b). Permanece inmóvil
- c). Se acelera hacia a B

$$V_A - V_B < 0$$

$$V_A < V_B$$



Potencial Eléctrico de un sistema de partículas con carga



$$V_A = V_{A1} + V_{A2} + V_{A3} + V_{A4}$$

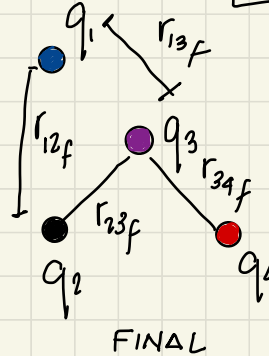
$$V_A = \frac{kq_1}{r_{1A}} + \frac{kq_2}{r_{2A}} + \frac{kq_3}{r_{3A}} + \frac{kq_4}{r_{4A}}$$

Trabajemos con conceptos de trabajo

Cuánto trabajo se requiere para mover q_3 al centro del cuadrado

método 1

$$W = +\Delta U = U_f - U_o$$



$$U_f = \frac{kq_1q_2}{r_{12f}} + \frac{kq_1q_3}{r_{13f}} + \frac{kq_1q_4}{r_{14f}} + \frac{kq_2q_3}{r_{23f}} + \frac{kq_2q_4}{r_{24f}} + \frac{kq_3q_4}{r_{34f}}$$

$$U_o = \frac{kq_1q_2}{r_{12o}} + \frac{kq_1q_3}{r_{13o}} + \frac{kq_1q_4}{r_{14o}} + \frac{kq_2q_3}{r_{23o}} + \frac{kq_2q_4}{r_{24o}} + \frac{kq_3q_4}{r_{34o}}$$

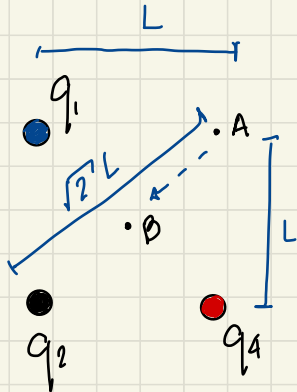
método 2

$$W = U_f - U_o$$

$$U = qV$$

$$W = q_3V_f - q_3V_o = q_3(V_f - V_o)$$

$$W = q_3(V_B - V_A)$$



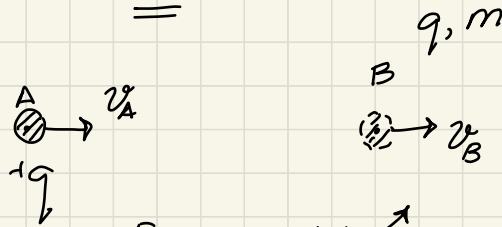
$$V_A = \frac{kq_1}{r_{1A}} + \frac{kq_2}{r_{2A}} + \frac{kq_4}{r_{4A}}$$

$$V_B = \frac{kq_1}{r_{1B}} + \frac{kq_2}{r_{2B}} + \frac{kq_4}{r_{4B}}$$

Problemas de conservación de la energía

$$U = qV$$

una partícula se desplaza en el pto. A con una rapidez v_A , al llegar a B su rapidez es v_B . Si la partícula tiene una carga q , y una masa m . ¿cuáles V_{AB} ?



$$V_{AB} = V_A - V_B$$

$$V_{BA} = V_B - V_A$$

$$E_{MECA} + \cancel{W_{OTRAS}} = E_{MECB}$$

$$U_A + K_A = U_B + K_B$$

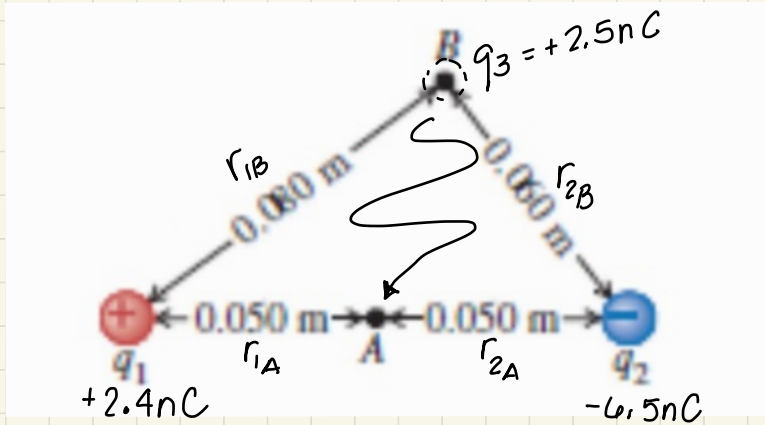
$$qV_A + \frac{1}{2}mv_A^2 = qV_B + \frac{1}{2}mv_B^2$$

$$q(V_A - V_B) = \frac{1}{2}m(v_B^2 - v_A^2)$$

$$V_A - V_B = \frac{\frac{1}{2}m(v_B^2 - v_A^2)}{q}$$

q

Problema 3. Dos cargas puntuales $q_1 = +2.4nC$ y $q_2 = -6.5nC$ están separadas $0.100m$. El punto A está a la mitad de la distancia entre ellas; el punto B está a $0.0800m$ de q_1 y a $0.06m$ de q_2 . a) Calcule el potencial eléctrico en el punto A; b) el potencial en el punto B; c) el trabajo realizado por el campo sobre una carga $q_3 = +2.5nC$ que viaja del punto B al punto A.



$$V_A = \frac{kq_1}{r_{1A}} + \frac{kq_2}{r_{2A}}$$

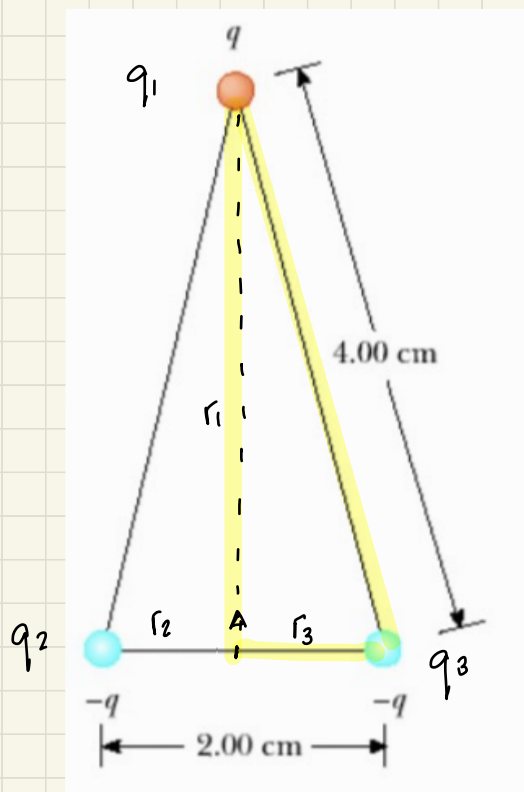
$$V_A = 9 \times 10^9 \left(\frac{+2.4 \times 10^{-9}}{0.05} - \frac{6.5 \times 10^{-9}}{0.05} \right) = \underline{-738 V}$$

$$V_B = \frac{kq_1}{r_{1B}} + \frac{kq_2}{r_{2B}} = 9 \times 10^9 \left(\frac{+2.4 \times 10^{-9}}{0.08} - \frac{6.5 \times 10^{-9}}{0.06} \right)$$

$$V_B = \underline{-705 V}$$

$$\begin{aligned} c) \quad W_{\text{CAMPO}} &= -\Delta U = U_o - U_f = q_3 [V_B - V_A] = 2.5 \times 10^{-9} (-705 - (-738)) \\ &= \underline{82.5 nJ} \end{aligned}$$

Problema 4. Tres cargas puntuales se encuentran en los vértices de un triángulo isósceles, como se muestra en la figura. Calcule el potencial eléctrico en el punto medio de la base del triángulo. Tome $q = 7.00 \mu\text{C}$.



$$r_1 = \sqrt{0.04^2 - 0.01^2} \text{ m}$$

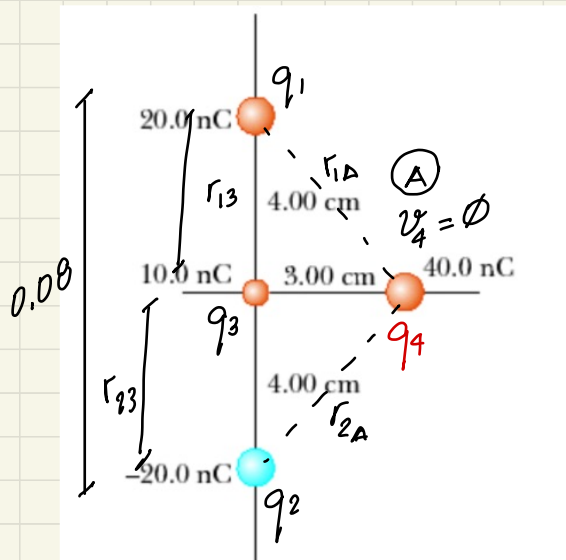
$$r_2 = r_3 = 0.01 \text{ m}$$

$$V_A = \frac{kq_1}{r_1} + \frac{kq_2}{r_2} + \frac{kq_3}{r_3}$$

$$V_A = 9 \times 10^9 \left[\frac{7 \times 10^{-6}}{\sqrt{0.04^2 - 0.01^2}} - \frac{7 \times 10^{-6}}{0.01} - \frac{7 \times 10^{-6}}{0.01} \right]$$

$$\underline{V_A = -10.97 \times 10^6 \text{ Voltios}}$$

Problema 5. Dos partículas, con carga de 20.0 nC y -20.0 nC, se colocan en los puntos con coordenadas (0, 4.00 cm) y (0, -4.00 cm), como se muestra en la figura. Una partícula con carga de 10.0 nC se encuentra en el origen. (a) Encuentre la energía potencial eléctrica de las tres cargas. (b) Una cuarta partícula con una masa de 2.00×10^{-13} kg y una carga de 40.0 nC, se suelta desde el reposo desde el punto (3.00 cm, 0). Encuentre el trabajo que se requiere para alejar esta cuarta partícula a una distancia muy alejada de las otras tres y su rapidez después que se ha alejado a una distancia muy lejos de las otras cargas.



$$V_A = V_{A1} + V_{A2} + V_{A3}$$

$$V_A = \frac{kq_1}{r_{1A}} + \frac{kq_2}{r_{2A}} + \frac{kq_3}{r_{3A}} = \frac{9 \times 10^9 (10 \times 10^{-9})}{0.03} = 3000 \text{ V}$$

$$a) U_{\text{SIST}} = \frac{kq_1q_2}{r_{12}} + \frac{kq_1q_3}{r_{13}} + \frac{kq_2q_3}{r_{23}}$$

$$= 9 \times 10^9 \left[\frac{20 \times 10^{-9} (-20 \times 10^{-9})}{0.08} + \frac{(20 \times 10^{-9})(10 \times 10^{-9})}{0.04} + \frac{(-20 \times 10^{-9})(10 \times 10^{-9})}{0.04} \right]$$

$$U_{\text{SIST}} = \underline{-45 \mu\text{J}}$$

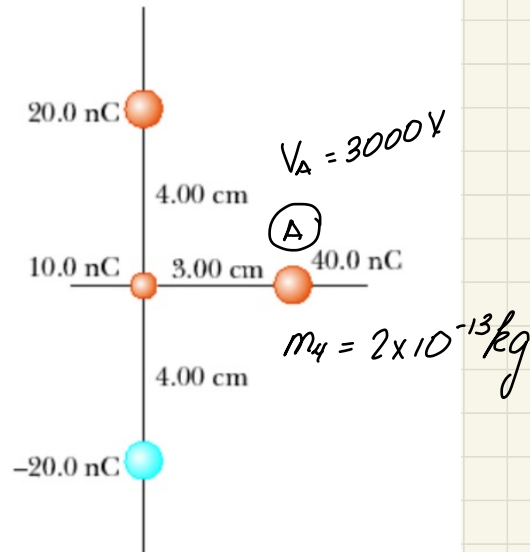
$$b) m_4 = 2 \times 10^{-13} \text{ kg}$$

$$r_B = \infty \quad V_B = 0$$

$$W_{\text{AG.EXT}} = +\Delta U = U_f - U_o = q_4 V_f - q_4 V_o = q_4 (V_B - V_A)$$

$$W_{\text{AG.EXT}} = 40 \times 10^{-9} (0 - 3000)$$

$$= \underline{-120 \mu\text{J}}$$



$$E_{MEC_A} = E_{MEC_B}$$

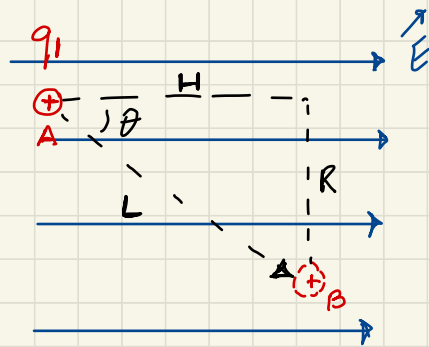
$$U_A + \cancel{K_A} = U_B + K_B$$

$$q_4 V_A = \cancel{q_4 V_B} + \frac{1}{2} m v_B^2$$

$$v_B = \sqrt{\frac{2 q_4 V_A}{m_4}}$$

$$v_B = \sqrt{\frac{2 (40 \times 10^{-9}) (3000)}{2 \times 10^{-13}}}$$

$$v_B = \underline{34,641 \text{ m/s}}$$



$$W = -\Delta U = U_o - U_f$$

$$= q_1 V_A - q_1 V_B$$

$$W_{F.ELECT} A \rightarrow B = \int_A^B q_1 \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

$$a) q_1 E H$$

$$b) q_1 E R$$

$$c) q_1 E L$$