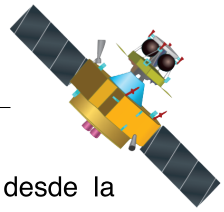
Nombre y apellidos: ____



1. La misión china ***Chang'e 5*** acaba de trasladar una muestra de $3\ kg$ de rocas lunares desde la superficie de la Luna hasta el orbitador que describe una órbita circular a $200\ km$ sobre su superficie. Calcula la **energía necesaria** para **satelizar** la muestra desde la superficie de la Luna hasta el orbitador. **Justifica** las fórmulas. Datos: $R_{Luna} = 1.737\ km$, $g_{0-Luna} = \dfrac{g_{0T}}{6}$, $g_{0T} = 9{,}81\ m/s^2$ (2,5 pt.)

2. Un dipolo eléctrico está formado por por dos cargas se signo opuesto, Q_1 de $2\ \mu C$ en el punto $A(0{,}0)$ y otra carga Q_2 de $-2\ \mu C$ en el punto $B(4{,}0)$.
Datos: Distancias en metros. $K = 9 \cdot 10^9 N \cdot m^2/C^2$. Dibuja un **diagrama**.
   a) Calcula el **vector campo eléctrico** y el **potencial eléctrico** en el punto $C(2{,}2)$. (2 pt.)
   b) ¿Qué **trabajo** es necesario para trasladar una carga desde el infinito hasta $C(2{,}2)$? (0,5 pt.)

3. Un **electrón** penetra en un campo eléctrico **uniforme** entre dos placas cargadas de intensidad $10^5\ \vec{j}\ \dfrac{N}{C}$ con una velocidad de $10^6\ \vec{i}\ m/s$.
   a) Dibuja un **diagrama** y calcula el **vector aceleración** que experimenta el electrón. (1,25 pt.)
   b) ¿**Cuánto se desplaza horizontal y verticalmente** en un tiempo de $1\ ns = 10^{-9}\ s$? (1,25 pt.)

   Datos: $q_e = -1{,}6 \cdot 10^{-19} C$, $m_e = 9{,}1 \cdot 10^{-31} kg$

4. **CUESTIÓN** **(Justifica la respuesta)**. Una carga Q_1 de $2\ mC$ y otra carga del mismo signo Q_2 de valor desconocido, están separadas por una distancia de $2\ m$. El campo eléctrico total es nulo a $40\ cm$ de la carga Q_1. ¿Cuál es el **valor** de Q_2 e **indica si el punto de equilibro está entre las cargas o bien fuera de las cargas**?

   a) $Q_2 = 8\ mC$ b) $Q_2 = 16\ mC$ c) $Q_2 = 32\ mC$ (1,5 pt.)

5. **CUESTIÓN** **(Justifica la respuesta)**. Una carga eléctrica positiva se halla bajo la acción de un **campo eléctrico uniforme**. Su **energía potencial aumenta**:

   a) Si la carga se desplaza en la **misma dirección y sentido** que el campo eléctrico.
   b) Si la carga se desplaza en la **misma dirección y sentido opuesto** al campo eléctrico.
   c) Si la carga se desplaza **perpendicularmente** al campo eléctrico. (1 pt.)

1. La misión china ***Chang'e 5*** acaba de trasladar una muestra de $3\ kg$ de rocas lunares desde la superficie de la Luna hasta el orbitador que describe una órbita circular a $200\ km$ sobre su superficie. Calcula la **energía necesaria** para **satelizar** la muestra desde la superficie de la Luna hasta el orbitador. **Justifica** las fórmulas. Datos: $R_{Luna} = 1.737\ km$, $g_{0-Luna} = \dfrac{g_{0T}}{6}$, $g_{0T} = 9{,}81\ m/s^2$ (2,5 pt.)

Calculemos la energía de satelización : $\boxed{E_{necesaria} = Em_B - Em_A}$ Energía de satelización [J]

$$E_{m_A} + E_{necesaria} = E_{m_B}$$

$$-G\frac{Mm}{R_L} + 0 + E_{necesaria} = -G\frac{Mm}{r} + \frac{1}{2}mv^2 ,$$

En B, está en órbita: $G\dfrac{M\cdot \cancel{m}}{r^{\cancel{2}}} = \cancel{m}\dfrac{v^2}{\cancel{r}} \Rightarrow G\dfrac{M}{r} = v^2$

$$E_{necesaria} = -G\frac{Mm}{r} + \frac{1}{2}mv^2 + G\frac{Mm}{R_L}$$

$$E_{necesaria} = -G\frac{Mm}{r} + \frac{1}{2}m\, G\frac{M}{r} + G\frac{Mm}{R_L}$$

Energía de satelización [J]

$$E_{necesaria} = GMm\left(-\frac{1}{r} + \frac{1}{2r} + \frac{1}{R_L}\right) = GMm\cdot\left(\frac{1}{R_L} - \frac{1}{2\cdot r}\right) \Rightarrow E_{necesaria} = GMm\cdot\left(\frac{1}{R_L} - \frac{1}{2\cdot r}\right) ,$$

$G\cdot M = g_0\cdot R_L^2$, luego: $E_{necesaria} = g_0\, R_L^2\, m\cdot\left(\dfrac{1}{R_L} - \dfrac{1}{2\cdot r}\right) = 1{,}635\cdot(1{,}737\cdot 10^6)^2\cdot 3\cdot\left(\dfrac{1}{1{,}737\cdot 10^6} - \dfrac{1}{2\cdot 1{,}937\cdot 10^6}\right) \approx 4699847.172173$ J

En la Luna $g_0 = \dfrac{g_{0T}}{6} = \dfrac{9{,}81}{6} = 1{,}635\ m/s^2$

$r = R_L + h = (1737 + 200)\ km = 1{,}937\cdot 10^6\ m$

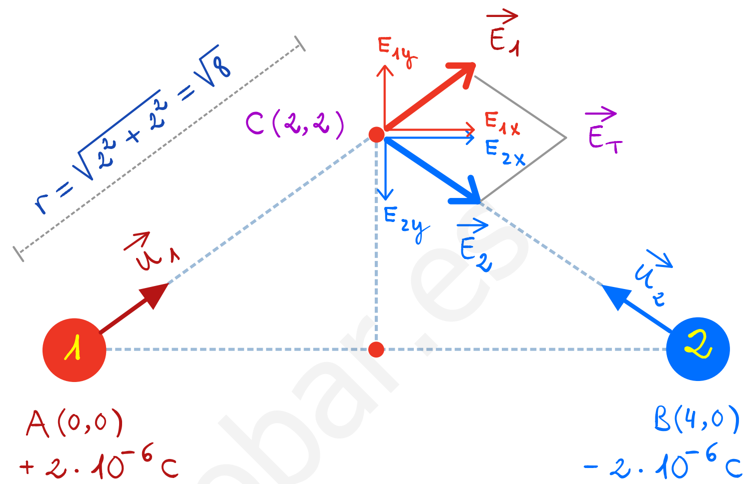
$E_{necesaria} \simeq 4{,}7\cdot 10^6$ J   Como es lógico, la energía de satelización es positiva.

Nota: Esta energía es 4 órdenes de magnitud (10^4 veces) más pequeña que una energía de satelización típica desde La Tierra.

2. Un dipolo eléctrico está formado por por dos cargas se signo opuesto, Q_1 de $2\ \mu C$ en el punto $A(0{,}0)$ y otra carga Q_2 de $-2\ \mu C$ en el punto $B(4{,}0)$.
Datos: Distancias en metros. $K = 9 \cdot 10^9 N \cdot m^2/C^2$. Dibuja un **diagrama**.

a) Calcula el **vector campo eléctrico** y el **potencial eléctrico** en el punto $C(2{,}2)$. (2 pt.)

b) ¿Qué **trabajo** es necesario para trasladar una carga desde el infinito hasta $C(2{,}2)$? (0,5 pt.)



a) Por la simetría del problema, se cancelan las componentes verticales del campo total en C.

Calculamos los vectores unitarios:

$$r_1 = r_2 = r = \sqrt{2^2+2^2} = \sqrt{8} = 2\sqrt{2}$$

$$\vec{u}_1 = \frac{(2,2)-(0,0)}{\sqrt{2^2+2^2}} = \frac{(2,2)}{\sqrt{8}} = \frac{2}{\sqrt{8}}\vec{i} + \frac{2}{\sqrt{8}}\vec{j}$$

$$\vec{u}_1 = \frac{1}{\sqrt{2}}\vec{i} + \frac{1}{\sqrt{2}}\vec{j}$$

$$\vec{u}_2 = \frac{(2,2)-(4,0)}{\sqrt{2^2+2^2}} = \frac{(-2,2)}{\sqrt{8}} = -\frac{2}{\sqrt{8}}\vec{i} + \frac{2}{\sqrt{8}}\vec{j} = -\frac{1}{\sqrt{2}}\vec{i} + \frac{1}{\sqrt{2}}\vec{j}$$; Calculamos el campo:

$$\vec{E}_1 = K\frac{Q_1}{r_1^2}\vec{u}_1 = 9\cdot 10^9 \cdot \frac{2\cdot 10^{-6}}{\sqrt{8}^2}\cdot\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\vec{i} + \frac{1}{\sqrt{2}}\vec{j}\right) \simeq 1{,}59\cdot 10^3\,\vec{i} + 1{,}59\cdot 10^3\,\vec{j}\ \frac{N}{C}$$

$$\vec{E}_2 = K\frac{Q_2}{r_2^2}\vec{u}_2 = 9\cdot 10^9 \cdot \frac{-2\cdot 10^{-6}}{\sqrt{8}^2}\cdot\left(-\frac{1}{\sqrt{2}}\vec{i} + \frac{1}{\sqrt{2}}\vec{j}\right) \simeq 1{,}59\cdot 10^3\,\vec{i} - 1{,}59\cdot 10^3\,\vec{j}\ \frac{N}{C}$$

$$\vec{E}_T = 1{,}59\cdot 10^3\,\vec{i} + 1{,}59\cdot 10^3\,\vec{i} = 3{,}18\cdot 10^3\,\vec{i}\ \frac{N}{C},$$

(hacia la derecha)

Ahora calculamos el potencial:

$$V_T = V_1 + V_2 = KQ\left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}\right)$$

$$V_T = 9\cdot 10^9 \cdot \frac{2\cdot 10^{-6}}{\sqrt{8}} + 9\cdot 10^9\cdot\frac{-2\cdot 10^{-6}}{\sqrt{8}} = 0\ V$$ (se equilibran)

b) $\boxed{W_{\infty\to c} = -q\,(V_c - V_\infty)}$ Trabajo eléctrico $\quad V_\infty = K\frac{Q}{\infty} = 0\,V$

$$W_{\infty\to c} = -q\,(V_c - V_\infty) = -q\,(0-0) = 0\ J$$

No hay que hacer ningún trabajo porque los puntos son equipotenciales.

Principio de superposición

$$\boxed{\vec{E}_T = K\cdot\sum_{i=1}^{n}\frac{q_i}{r_i^2}\cdot\vec{u}_{ri}}$$

$$\boxed{\vec{E}_T = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \ldots}$$

Campo eléctrico

$$\left[K = 9\cdot 10^9\ \frac{N\cdot m^2}{C^2}\right]$$

$$\boxed{V_T = K\cdot\sum_{i=1}^{n}\frac{q_i}{r_i}}$$

$$\boxed{V_T = V_1 + V_2 + \ldots}$$

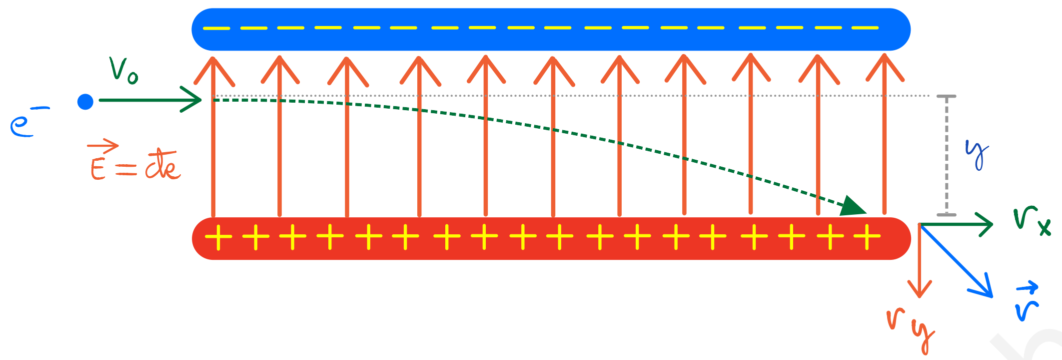
Potencial eléctrico

3. Un **electrón** penetra en un campo eléctrico **uniforme** entre dos placas cargadas de intensidad $10^5 \, \vec{j} \, \frac{N}{C}$ con una velocidad de $10^6 \, \vec{i} \; m/s$.

a) Dibuja un **diagrama** y calcula el **vector aceleración** que experimenta el electrón. (1,25 pt.)

b) ¿**Cuánto se desplaza horizontal y verticalmente** en un tiempo de $1 \; ns = 10^{-9} \; s$? (1,25 pt.)

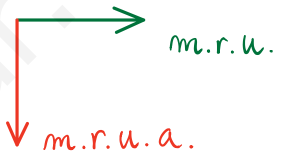
Datos: $q_e = -1{,}6 \cdot 10^{-19} C$, $m_e = 9{,}1 \cdot 10^{-31} kg$



- Datos: $t = 10^{-9} s$

$\vec{V}_0 = 10^6 \, \vec{i} \, \frac{m}{s}$

$\vec{E} = 10^5 \, \vec{j} \, \frac{N}{C}$



a) $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \Rightarrow \boxed{\vec{F} = q \cdot \vec{E}} = m \cdot \vec{a}$

$q \cdot \vec{E} = m \cdot \vec{a}$

$$\boxed{\vec{a} = \frac{q \cdot \vec{E}}{m}}$$

$$\vec{a} = \frac{q \cdot \vec{E}}{m} = \frac{-1{,}6 \cdot 10^{-19} C \cdot 10^5 \frac{N}{C}}{9{,}1 \cdot 10^{-31} kg} \, \vec{j} = -1{,}758 \cdot 10^{16} \, \vec{j} \; m/s^2 \quad (\text{hacia abajo})$$

b) En horizontal describe un m.r.u. ($v = cte$)

$$x = v_0 \cdot t = 10^6 \frac{m}{s} \cdot 10^{-9} s = 10^{-3} m = 1 \; mm$$

El desplazamiento lateral describe un MRUA en vertical hacia abajo.

$$y = \frac{1}{2} a t^2 = -\frac{1}{2} \cdot 1{,}758 \cdot 10^{16} \left(10^{-9}\right)^2 \simeq 0{,}00879 \; m = -8{,}79 \cdot 10^{-3} m = -8{,}79 \; mm$$

(hacia abajo)

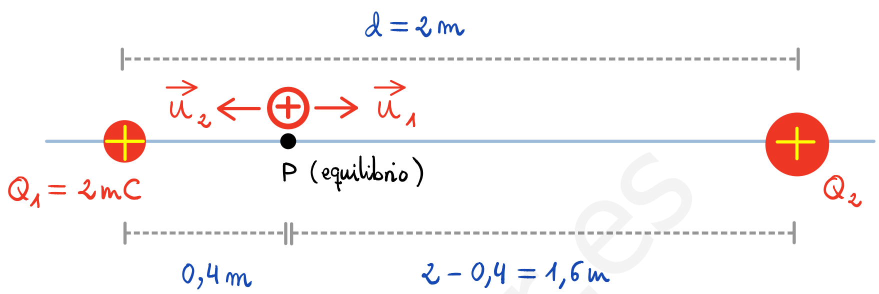
negativo negativo

4. **CUESTIÓN** 💡 **(Justifica la respuesta)**. Una carga Q_1 de $2\ mC$ y otra carga del mismo signo Q_2 de valor desconocido, están separadas por una distancia de $2\ m$. El campo eléctrico total es nulo a $40\ cm$ de la carga Q_1. ¿Cuál es el **valor** de Q_2 e **indica si el punto de equilibrio está entre las cargas o bien fuera de las cargas**?

a) $Q_2 = 8\ mC$ b) $Q_2 = 16\ mC$ c) $Q_2 = 32\ mC$ (1,5 pt.)

$\vec{E}_T = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = 0\ \frac{N}{C}$

Mismo signo
Cargas distintas (magnitud)
Equilibrio: cerca de la carga pequeña (interior)



Los campos en el punto de equilibrio P son opuestos, pero de la misma magnitud (módulo).

$\vec{E}_1 + \vec{E}_2 = 0$

$|\vec{E}_1|\,\vec{\imath} + |\vec{E}_2|\,(-\vec{\imath}) = 0$

$|\vec{E}_1|\,\cancel{\vec{\imath}} = |\vec{E}_2|\,\cancel{\vec{\imath}}$

$|\vec{E}_1| = |\vec{E}_2|$

$\cancel{K}\dfrac{|Q_1|}{r_1^2} = \cancel{K}\dfrac{|Q_2|}{r_2^2}$

$|Q_2| = r_2^2\,\dfrac{|Q_1|}{r_1^2}$

$|Q_2| = 1{,}6^2 \cdot \dfrac{2\,mC}{0{,}4^2} = 32\,mC$

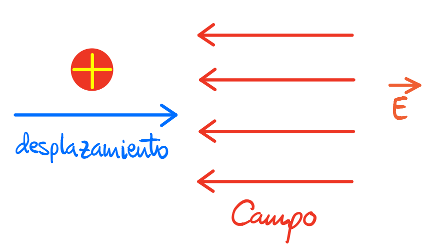
La opción correcta es la c

5. **CUESTIÓN** 💡 **(Justifica la respuesta)**. Una carga eléctrica positiva se halla bajo la acción de un **campo eléctrico uniforme**. Su **energía potencial aumenta**:

a) Si la carga se desplaza en la **misma dirección y sentido** que el campo eléctrico.
b) Si la carga se desplaza en la **misma dirección y sentido opuesto** al campo eléctrico.
c) Si la carga se desplaza **perpendicularmente** al campo eléctrico. (1 pt.)

$\boxed{W_{A\to B} = -q\cdot(V_B - V_A) = \Delta E_C = -\Delta E_P}$ Trabajo eléctrico $\boxed{\Delta E_{P\,AB} = q\cdot\Delta V_{AB}}$ Trabajo eléctrico

$\boxed{\Delta V = -E\cdot d}$ $\boxed{|\Delta V| = E\cdot d}$ Relación campo - potencial



Si aumenta su energía potencial $\Delta E_P > 0$ y $\Delta E_C < 0$

$-q\cdot(V_B - V_A) = -\Delta E_P \Rightarrow (V_B - V_A) = \Delta V_{AB} > 0$

$\Delta V = -E\cdot d > 0 \Rightarrow E\cdot d < 0$ luego el campo tiene sentido opuesto al desplazamiento

Otro modo de justificar la cuestión es demostrar que las cargas positivas se mueven espontáneamente en el sentido del campo y hacia donde los potenciales son decrecientes, aumentando su energía cinética. En este caso ocurre todo lo contrario (se mueve en contra de las fuerzas del campo). La opción correcta es la b