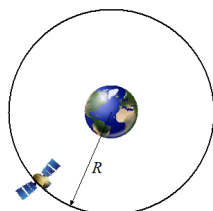


Nombre y apellidos: _____

1. Se pretende situar un **satélite artificial** de **100 kg** en una **órbita** circular a **300 km** de **altura** sobre la **superficie** terrestre. **Calcula**:



- a) La **velocidad** que ha de poseer el satélite para girar en esa **órbita**.

Justifica la fórmula de la **velocidad orbital**. $v = 7,73 \cdot 10^3 \text{ m/s}$ (0,5 pt.)

- b) La **energía** que fue **preciso** comunicarle para situarlo a esa **altura**.

Justifica la fórmula de la **energía**. $E_n = 3,27 \cdot 10^9 \text{ J}$ (1 pt.)

- c) El **período de rotación** que posee el satélite en **órbita**. (0,5 pt.)

$$T = 5421 \text{ s}$$

Datos: $R_T = 6370 \text{ km}$, $g_0 = 9,81 \text{ m/s}^2$

2. Situamos **dos cargas puntuales** de **+10 μC** en los puntos **A(-1,0)** y **B(3,0)**.

$$\vec{E}_T = 2290\vec{i} + 19940\vec{j} \frac{\text{N}}{\text{C}} \quad V_C \approx 6,52 \cdot 10^4 \text{ V}$$

- a) Calcula el **campo eléctrico** y el **potencial eléctrico** en el punto **C(0,2)**. (1,5 pt.)

- b) Calcula el **trabajo** para llevar una carga negativa de **-5 μC** desde **(0,2)** hasta **(0,0)**. (1 pt.)

$$W_{C0} = 0,27 \text{ J}$$

Dato: $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$

3. Una esfera metálica de masa **m = 8 g** y carga **q = +7 μC** , cuelga de un **hilo** de **10 cm** de longitud situado entre dos láminas metálicas paralelas de cargas iguales y de signo contrario. Calcular:

- a) El **ángulo** que forma el hilo con la **vertical** si entre las láminas existe un **campo electrostático uniforme** **E = 2,5 · 10³ N/C**. $\alpha \approx 12,57^\circ$ (1 pt.)

- b) Si las láminas **se descargan**, ¿cuál será la **velocidad** de la esfera al pasar por la **vertical**? (1 pt.)

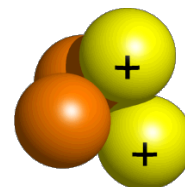
Dato: $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ $v \approx 0,217 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

4. **CUESTIÓN JUSTIFICADA**: Un **protón** y una **partícula alfa** ($q_{\text{alfa}} = 2 \cdot q_{\text{protón}}$; $m_{\text{alfa}} = 4 \cdot m_{\text{protón}}$) penetran, con la **misma velocidad**, en un **campo magnético uniforme perpendicularmente** a las líneas del campo. **Justifica** cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera:

- a) Las partículas **atraviesan** el campo **sin desviarse**.

- b) El **protón** describe una **órbita circular** de **mayor radio**.

- c) La **partícula alfa** describe una **órbita circular** de **mayor radio**.



(1,5 pt.)

💡 CUESTIONES RÁPIDAS (Sin justificación)

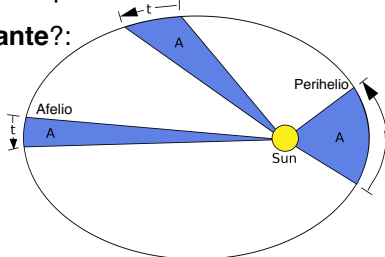
$$\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{r} \times \vec{F} = \vec{M}$$

momento de la fuerza



- I. Un **satélite gira** alrededor de un planeta describiendo una **órbita elíptica**. ¿Cuál de las siguientes **magnitudes** permanece **constante**?:

- a) **Momento angular.**
- b) Momento lineal.
- c) Energía potencial.



$$\begin{aligned} \vec{r} \times \vec{F} &= 0 \Rightarrow \vec{r} \parallel \vec{F} \Rightarrow \alpha = 0 \\ \Rightarrow \frac{d\vec{L}}{dt} &= 0 \Rightarrow \vec{L} = \text{cte} \\ \Rightarrow |\vec{r} \times \vec{p}| &= \text{cte} \quad (0,5 \text{ pt.}) \end{aligned}$$

- II. Dentro de un campo eléctrico, las **cargas positivas** se **mueven**:

- a) En el **sentido** de los **potenciales crecientes**.
- b) En el **sentido** de los **potenciales decrecientes**.
- c) **Depende** del **signo** de la **carga** que crea el **campo eléctrico**.

(0,5 pt.)

- III. El **potencial** y la **intensidad** de **campo eléctrico** de una **esfera** conductora de radio **R** y carga **Q** son, respectivamente:

- a) **Potencial nulo** y **campo constante** en el **interior** de la esfera.
- b) **Potencial constante** en el **exterior** y **potencial nulo** en el **interior**.
- c) **Potencial constante** y **campo nulo** en el **interior** de la esfera.

$$\Delta V = -E \cdot d$$

(0,5 pt.)

- IV. Un **campo magnético constante B** ejerce una fuerza sobre una carga eléctrica:

- a) Si la **carga** está en **reposo**.
- b) Si la **carga** se mueve **perpendicularmente** a **B**.
- c) Si la **carga** se mueve **paralelamente** a **B**.

(0,5 pt.)

$$\vec{v} \perp \vec{B} \Rightarrow \alpha = 90^\circ \Rightarrow \sin \alpha = 1 \Rightarrow F_m = |q| \cdot v \cdot B$$



COMPLEMENTARIOS

C1 Tres **condensadores** A, B y C, de **2 μF**, **4 μF** y **6 μF** respectivamente, se montan: los dos primeros **A y B**, en **paralelo**, y este **conjunto** en **serie** con el condensador **C**. En los extremos de la asociación, se establece una diferencia de **potencial** de **1000 V**. Calcular:

- a) La **capacidad equivalente** de la **asociación**. $C_T = 3 \mu F$ (0,5 pt.)
- b) La **carga total** almacenada. $Q_T = 3 \cdot 10^{-3} C$ (0,25 pt.)
- c) La **carga** y el **potencial** de **cada condensador**. $Q_A = 1 \cdot 10^{-3} C$ (0,5 pt.)
- d) La **energía total** de la **asociación** de condensadores. $Q_B = 2 \cdot 10^{-3} C$ (0,25 pt.)

$$E_p = 1,5 J \quad V_A = V_B = V_C = 500 V \quad Q_C = 3 \cdot 10^{-3} C$$

- C2** Una **carga** positiva de **5 μC** se mueve con una **velocidad** dada por la expresión: $\vec{v} = 5\vec{i} - 5\vec{k} \text{ m/s}$ en el interior de un **campo magnético** dado por $\vec{B} = \vec{i} + 2\vec{j} - \vec{k} \text{ T}$.

Calcula el **vector fuerza** que actúa sobre esa carga.

(0,5 pt.)

$$\vec{F}_m = 5 \cdot 10^{-5} \vec{i} + 5 \cdot 10^{-5} \vec{j} \text{ N}$$

1. Se pretende situar un **satélite artificial** de **100 kg** en una **órbita** circular a **300 km** de **altura** sobre la **superficie** terrestre.

Datos: $R_T = 6370 \text{ km}$, $g_0 = 9,81 \text{ m/s}^2$

Calcula:

a. La **velocidad** que ha de poseer el **satélite** para girar en esa **órbita**. **Justifica** la fórmula de la **velocidad orbital**.

En órbita $F_g = F_c$ Condición de órbita

$$r = (6370 + 300) \text{ km}$$

$$r = 6670 \text{ km} = 6,67 \cdot 10^6 \text{ m}$$

$$G \frac{M_T m}{r^2} = m \cdot \frac{v^2}{r} \Rightarrow G \frac{M_T}{r} = v^2 \Rightarrow v = \sqrt{G \frac{M_T}{r}}$$

$$g_0 = G \frac{M_T}{R_T^2} \Rightarrow G M_T = g_0 \cdot R_T^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{g_0 R_T^2}{r}} \text{ velocidad orbital}$$

$$v = \sqrt{\frac{9,81 \times (6370 \times 10^3)^2}{(6370 + 300) \times 10^3}} \approx 7725,222897 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 7725 \text{ m/s} = 7,73 \cdot 10^3 \text{ m/s}$$

b. La **energía** que fue **preciso** comunicarle para situarlo a esa **altura**. **Justifica** la **fórmula** de la **energía**.

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

$$E_{\text{necesaria}} = E_{m_B} - E_{m_A} \text{ Energía de satelización}$$

$$-G \frac{Mm}{R_T} + E_{\text{necesaria}} = -G \frac{Mm}{r} + \frac{1}{2} m v^2, r = R_T + h, \Delta \text{ partir de ahora } M = M_T$$

$$\text{En B, está en órbita: } G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r} \Rightarrow G \frac{M}{r} = v^2$$

$$E_n = -G \frac{Mm}{r} + \frac{1}{2} m v^2 + G \frac{Mm}{R_T} = -G \frac{Mm}{r} + \frac{1}{2} m G \frac{M}{r} + G \frac{Mm}{R_T}$$

$$E_n = G M m \left(-\frac{1}{r} + \frac{1}{2r} + \frac{1}{R_T} \right) = G M m \left(\frac{1}{R_T} - \frac{1}{2r} \right), r = R_T + h, G M = g_0 \cdot R_T^2$$

$$E_n = g_0 R_T^2 m \left(\frac{1}{R_T} - \frac{1}{2r} \right) \text{ Energía de satelización}$$

$$E_n = 9,81 \times (6370 \times 10^3)^2 \times 100 \times \left(\frac{1}{6370 \times 10^3} - \frac{1}{2 \times (6370 + 300) \times 10^3} \right) = 3265016559,22039 \text{ J} \approx 3,27 \cdot 10^9 \text{ J}$$

c. El **periodo de rotación** que posee el satélite en **órbita**.

$$v = \frac{2\pi r}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2 \times \pi \times (6370 + 300) \times 10^3}{7,73 \times 10^3} \approx 5421,584217 \text{ s} \approx 5421 \text{ s} = 5,421 \cdot 10^3 \text{ s}$$

2. Situamos dos **cargas puntuales** de $+10 \mu\text{C}$ en los puntos **A(-1,0)** y **B(3,0)**.

a) Calcula el **campo eléctrico** y el **potencial eléctrico** en el punto **C(0,2)**.

$$\vec{AC} = \frac{(0,2) - (-1,0)}{\sqrt{5}} = \frac{1}{\sqrt{5}} \vec{i} + \frac{2}{\sqrt{5}} \vec{j}$$

$$\vec{BC} = \frac{(0,2) - (3,0)}{\sqrt{13}} = -\frac{3}{\sqrt{13}} \vec{i} + \frac{2}{\sqrt{13}} \vec{j}$$

$$\vec{E}_1 = k \frac{Q_1}{r_1^2} \cdot \vec{u}_1 = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{10 \cdot 10^{-6}}{5} \cdot \left(\frac{1}{\sqrt{5}} \vec{i} + \frac{2}{\sqrt{5}} \vec{j} \right)$$

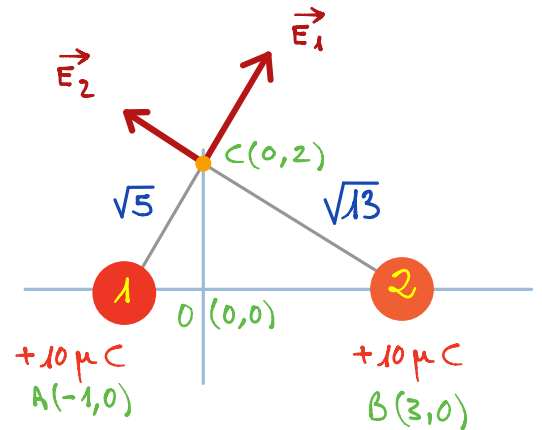
$$\vec{E}_2 = k \frac{Q_2}{r_2^2} \cdot \vec{u}_2 = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{10 \cdot 10^{-6}}{13} \cdot \left(-\frac{3}{\sqrt{13}} \vec{i} + \frac{2}{\sqrt{13}} \vec{j} \right)$$

$$\vec{E}_1 = 8050 \vec{i} + 16100 \vec{j}$$

$$\vec{E}_2 = -5760 \vec{i} + 3840 \vec{j}$$

$$\vec{E}_T = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = 2290 \vec{i} + 19940 \vec{j} \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

Hacia arriba y hacia la derecha ya que la carga en A está más cerca y su repulsión es mayor.



$$V_C = k \frac{Q_1}{r_1} + k \frac{Q_2}{r_2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{10 \cdot 10^{-6}}{\sqrt{5}} + 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{10 \cdot 10^{-6}}{\sqrt{13}} = 9 \times 10^9 \times 10 \times 10^{-6} \times \left(\frac{1}{\sqrt{5}} + \frac{1}{\sqrt{13}} \right) \approx 65210.732425 \text{ V}$$

$$V_C \approx 65211 \text{ V} \approx 6,52 \cdot 10^4 \text{ V}$$

b) Calcula el **trabajo** para llevar una **carga** negativa de $-5 \mu\text{C}$ desde **(0,2)** hasta **(0,0)**.

$$V_0 = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{10 \cdot 10^{-6}}{1} + 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{10 \cdot 10^{-6}}{3} = 9 \cdot 10^5 \cdot \left(1 + \frac{1}{3} \right) = 120000 \text{ V}$$

$$W_{C0} = -q (V_0 - V_C)$$

$$W_{C0} = -(-5 \cdot 10^{-6} \text{ C}) \cdot (120000 - 65211) \text{ V} \approx 0,27 \text{ J}$$

$W_{C0} = 0,27 \text{ J} > 0$ porque lo realizan espontáneamente las fuerzas del campo.

3. Una esfera metálica de masa $m = 8 \text{ g}$ y carga $q = +7\mu\text{C}$, cuelga de un **hilo** de **10 cm** de longitud situado entre dos láminas metálicas paralelas de cargas iguales y de signo contrario. Dato: $g = 9,81 \text{ m/s}^2$. Calcular:

a) El **ángulo** que forma el **hilo** con la **vertical** si entre las láminas existe un **campo electrostático uniforme** $E = 2,5 \cdot 10^3 \text{ N/C}$.

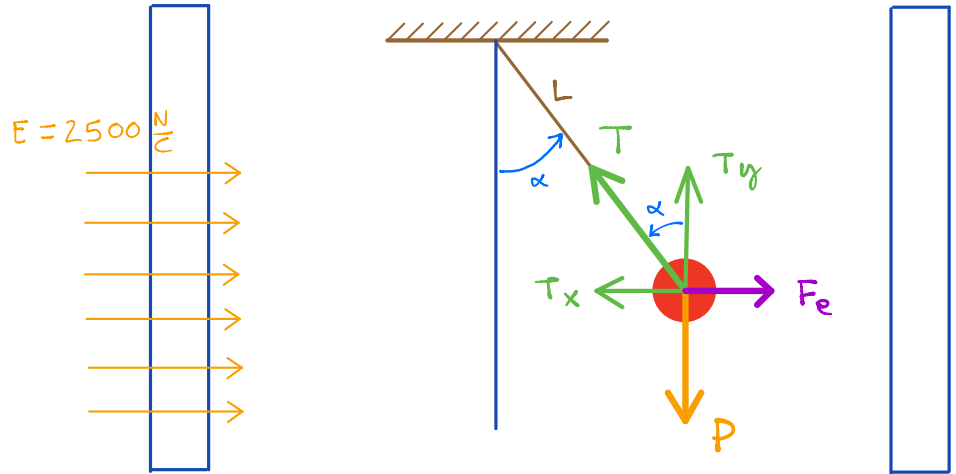
$$m = 8 \text{ g} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

$$q = 7 \mu\text{C} = 7 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

$$l = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$$

$$E = 2500 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

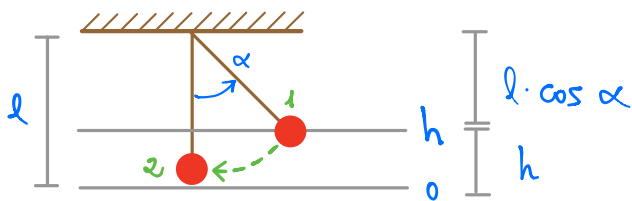


$$\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a} \quad (2^{\text{a}} \text{ ley de Newton})$$

$$\left. \begin{array}{l} F_e - T_x = 0 \\ T_y - P = 0 \end{array} \right\} \left. \begin{array}{l} |q| \cdot E = T \cdot \sin \alpha \\ m \cdot g = T \cdot \cos \alpha \end{array} \right\} \div \quad \frac{|q|E}{mg} = \frac{T \cdot \sin \alpha}{T \cdot \cos \alpha} = \tan \alpha$$

$$\alpha = \arctan \frac{|q|E}{mg} = \tan^{-1} \left(\frac{7 \times 10^{-6} \times 2,5 \times 10^3}{8 \times 10^{-3} \times 9,81} \right) \approx 12,570544^\circ \Rightarrow \alpha \approx 12,57^\circ$$

b) Si las láminas se **descargan**, ¿cuál será la **velocidad** de la esfera al pasar por la **vertical**?



$$\cancel{E_{c1}} + E_{p1} = E_{c2} + \cancel{E_{p2}}$$

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2$$

$$E_p = mgh$$

Podemos escoger donde $h = 0$

$$\cancel{mgh} = \frac{1}{2} \cancel{m} v^2$$

$\uparrow \quad \quad \uparrow$
 $h_1 \quad \quad v_2$

$$h + l \cdot \cos \alpha = l$$

$$h = l - l \cdot \cos \alpha$$

$$h = l (1 - \cos \alpha)$$

$$h = 0,1 \text{ m} (1 - 0,976) = 0,0024 \text{ m}$$

$$h = 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 9,81 \times 2,4 \times 10^{-3}} \approx 0,216998 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v \approx 0,217 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

4. **CUESTIÓN JUSTIFICADA:** Un **protón** y una **partícula alfa** ($q_{\alpha} = 2 \cdot q_{\text{protón}}$; $m_{\alpha} = 4 \cdot m_{\text{protón}}$) penetran, con la **misma velocidad**, en un **campo magnético uniforme perpendicularmente** a las líneas del campo. Justifica cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera:

- a) Las partículas **atraviesan** el campo **sin desviarse**.
- b) El **protón** describe una **órbita circular** de **mayor radio**.
- c) La **partícula alfa** describe una **órbita circular** de **mayor radio**.

$$\vec{v} \perp \vec{B} \Rightarrow \alpha = 90^\circ \Rightarrow \sin \alpha = 1 \Rightarrow F_m = |q| \cdot v \cdot B$$

$$F_m = F_c \Rightarrow |q| \cdot v \cdot B = m \cdot \frac{v^2}{r} \Rightarrow r = \frac{m \cdot v}{|q| \cdot B}$$

$$r_p = \frac{m_p \cdot v}{q_p \cdot B}$$

$$r_{\alpha} = \frac{m_{\alpha} \cdot v}{q_{\alpha} \cdot B} = \frac{4 \cdot m_p \cdot v}{2 \cdot q_p \cdot B} = 2 \cdot r_p$$

La **partícula α** describe una **órbita circular** con el **doblo de radio** que el **protón**.

C2 Una carga positiva de **5 μC** se mueve con una **velocidad** dada por la expresión: $\vec{v} = 5\vec{i} - 5\vec{k} \text{ m/s}$
 en el interior de un **campo magnético** dado por: $\vec{B} = \vec{i} + 2\vec{j} - \vec{k} \text{ T}$

Calcula el vector **fuerza** que actúa sobre esa **carga**.

$$\vec{F}_m = q \cdot (\vec{v} \times \vec{B})$$

$$\vec{v} \times \vec{B} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 5 & 0 & -5 \\ 1 & 2 & -1 \end{vmatrix} = -\vec{j} \cdot \begin{vmatrix} 5 & -5 \\ 1 & -1 \end{vmatrix} - 2 \cdot \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{k} \\ 5 & -5 \end{vmatrix} = 10\vec{i} + 10\vec{k}$$

$$\vec{F}_m = 5 \cdot 10^{-6} \cdot (10\vec{i} + 10\vec{k}) = 5 \cdot 10^{-5} \vec{i} + 5 \cdot 10^{-5} \vec{k} \text{ N}$$

C1 Tres **condensadores** A, B y C, de **2 μF** , **4 μF** y **6 μF** respectivamente, se montan: los dos primeros **A y B**, en **paralelo**, y este conjunto en **serie** con el condensador **C**. En los extremos de la asociación, se establece una diferencia de potencial de **1000 V**. Calcular:

La **capacidad equivalente** de la asociación.

La **carga total** almacenada.

La **carga y el potencial** de cada **condensador**.

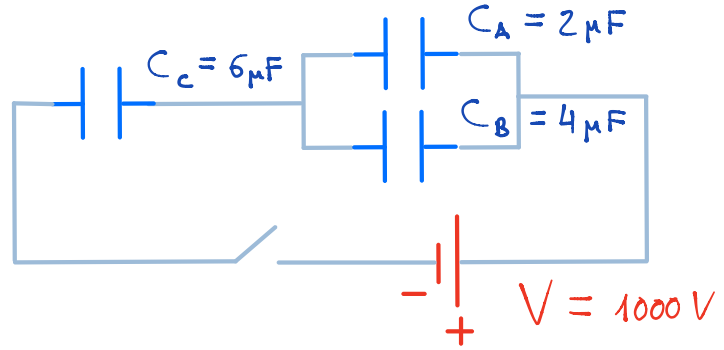
La **energía total** de la asociación de condensadores.

$$C_p = C_A + C_B = 2 \mu\text{F} + 4 \mu\text{F}$$

$$C_p = 6 \mu\text{F}$$

$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_C} + \frac{1}{C_p} = \frac{1}{6 \mu\text{F}} + \frac{1}{6 \mu\text{F}}$$

$$\frac{1}{C_T} = \frac{2}{6 \mu\text{F}} \Rightarrow C_T = 3 \mu\text{F}$$



$$C_T = \frac{Q_T}{V_T} \Rightarrow Q_T = C_T \cdot V_T = 3 \cdot 10^{-6} \text{ F} \cdot 10^3 \text{ V} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ C}$$

$$Q_T = Q_C = Q_p = 3 \cdot 10^{-3} \text{ C}$$

$$\left. \begin{aligned} V_C &= \frac{Q_C}{C_C} = \frac{3 \cdot 10^{-3} \text{ C}}{6 \mu\text{F}} = 500 \text{ V} \\ V_p &= \frac{Q_p}{C_p} = \frac{3 \cdot 10^{-3} \text{ C}}{6 \mu\text{F}} = 500 \text{ V} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} 500 \text{ V} + 500 \text{ V} &= 1000 \text{ V} \\ V_C + V_p &= V_T \end{aligned} \right\} \begin{aligned} V_A &= V_B = V_p = 500 \text{ V} \\ V_A &= V_B = V_C = 500 \text{ V} \end{aligned}$$

$$\left. \begin{aligned} Q_A &= C_A \cdot V_A = 2 \cdot 10^{-6} \text{ F} \cdot 500 \text{ V} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ C} \\ Q_B &= C_B \cdot V_B = 4 \cdot 10^{-6} \text{ F} \cdot 500 \text{ V} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ C} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} Q_A + Q_B &= Q_p \\ 1 \cdot 10^{-3} \text{ C} + 2 \cdot 10^{-3} \text{ C} &= 3 \cdot 10^{-3} \text{ C} \end{aligned}$$

$$\boxed{E_p = \frac{Q^2}{2C} = \frac{V^2 C}{2} = \frac{VQ}{2}} \quad \text{Energía de un Condensador}$$

$$E_p = \frac{V \cdot Q}{2} = \frac{10^3 \text{ V} \cdot 3 \cdot 10^{-3} \text{ C}}{2} = 1,5 \text{ J}$$