



PAU COMUNIDAD VALENCIANA



FÍSICA

Campo gravitatorio

Junio 2025 (RESERVA) • Problema 1A

Interacción gravitatoria

OPCIÓN A

La órbita de la Tierra alrededor del Sol es aproximadamente circular, tiene un radio de 149,6 millones de km y un periodo de 365,25 días. Deduce razonadamente:

- La expresión que permite calcular la masa del Sol, determina su valor y calcula la aceleración de la gravedad sobre su superficie. (1 punto)
- La expresión de la velocidad mínima que necesitaría un objeto para que, al lanzarlo desde la superficie del Sol, se pueda alejar indefinidamente de éste. Calcula su valor. (1 punto)

Datos: constante de gravitación universal, $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$; radio del Sol, $R = 6,96 \cdot 10^5 \text{ km}$

www.angelc...

Interacción gravitatoria

La órbita de la Tierra alrededor del Sol es aproximadamente circular, tiene un radio de 149,6 millones de km y un periodo de 365,25 días. Deduce razonadamente:

a) La expresión que permite calcular la masa del Sol, determina su valor y calcula la aceleración de la gravedad sobre su superficie

Datos: constante de gravitación universal, $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 / \text{kg}^2$, radio del Sol, $R = 6,96 \cdot 10^5 \text{ km}$

Solución: Suponiendo que la órbita es circular, aplicando el segundo principio de la dinámica de Newton escribimos que:

$$F_g = m \cdot a_c \longrightarrow \frac{G \cdot M \cdot m}{r^2} = \frac{m \cdot v^2}{r} \longrightarrow v^2 = \frac{G \cdot M}{r} \longrightarrow M = \frac{v^2 \cdot r}{G}$$

Se debe expresar la masa del Sol en función del radio (r) y del período T . Recordamos que: $v = \frac{2\pi \cdot r}{T} \longrightarrow v^2 = \frac{4\pi^2 \cdot r^2}{T^2}$

$$\text{Sustituyendo: } M = \frac{v^2 \cdot r}{G} = \frac{\frac{4\pi^2 \cdot r^2}{T^2} \cdot r}{G} = \frac{4\pi^2 \cdot r^3}{T^2 \cdot G}$$

La expresión que permite calcular la masa del Sol en función de los datos del ejercicio es:

$$M = \frac{4\pi^2 \cdot r^3}{T^2 \cdot G}$$

Interacción gravitatoria

La órbita de la Tierra alrededor del Sol es aproximadamente circular, tiene un radio de 149,6 millones de km y un periodo de 365,25 días. Deduce razonadamente:

a) La expresión que permite calcular la masa del Sol, **determina su valor** y calcula la aceleración de la gravedad sobre su superficie

Datos: constante de gravitación universal, $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 / \text{kg}^2$, radio del Sol, $R = 6,96 \cdot 10^5 \text{ km}$

Solución: Se determina el valor de la masa del Sol. Para ello, expreso en primer lugar radio y período en unidades del SI.

$$r = 149,6 \cdot 10^6 \text{ km} \cdot \frac{10^3 \text{ m}}{1 \text{ km}} = 1,496 \cdot 10^{11} \text{ m}$$

$$T = 365,25 \text{ días} \cdot \frac{24 \text{ h}}{1 \text{ día}} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 3,15576 \cdot 10^7 \text{ s}$$

$$M = \frac{4\pi^2 \cdot r^3}{T^2 \cdot G} = \frac{4\pi^2 \cdot (1,496 \cdot 10^{11})^3}{(3,15576 \cdot 10^7)^2 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11}} = 1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg}$$

La masa del Sol es: **$1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg}$**

Interacción gravitatoria

La órbita de la Tierra alrededor del Sol es aproximadamente circular, tiene un radio de 149,6 millones de km y un periodo de 365,25 días. Deduce razonadamente:

a) La expresión que permite calcular la masa del Sol, determina su valor y **calcula la aceleración de la gravedad sobre su superficie.**

Datos: constante de gravitación universal, $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 / \text{kg}^2$, radio del Sol, $R = 6,96 \cdot 10^5 \text{ km}$

Solución: Se aplica la fórmula de la gravedad en la superficie del Sol. Se expresa su radio en unidades del SI.

$$R = 6,96 \cdot 10^5 \text{ km} \cdot \frac{10^3 \text{ m}}{1 \text{ km}} = 6,96 \cdot 10^8 \text{ m}$$

$$g_{\text{Sol}} = \frac{G \cdot M}{R^2} = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 1,99 \cdot 10^{30}}{(6,96 \cdot 10^8)^2} = 274 \text{ m/s}^2$$

La aceleración de la gravedad sobre su superficie es **274 m/s²**.

Interacción gravitatoria

b) La expresión de la velocidad mínima que necesitaría un objeto para que, al lanzarlo desde la superficie del Sol, se pueda alejar indefinidamente de éste. Calcula su valor.

Datos: constante de gravitación universal, $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 / \text{kg}^2$, radio del Sol, $R = 6,96 \cdot 10^5 \text{ km}$

La velocidad de escape es la mínima velocidad de lanzamiento de un cuerpo que le permitiría llegar al infinito sin velocidad, es decir, que pueda escapar de la acción gravitatoria del astro.

Matemáticamente, se deduce a partir de la ley de la conservación de la energía mecánica, teniendo en cuenta que la energía potencial en el infinito es nula y también lo es su energía cinética. La energía cinética inicial del objeto es la energía cinética de escape. Y la energía potencial inicial es la energía potencial del objeto en la superficie del planeta.

Se aplica el principio de conservación de la energía mecánica.

$$E_{c0} + E_{p0} = E_{c\infty} + E_{p\infty} \rightarrow \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_{esc}^2 - G \cdot \frac{M \cdot m}{R} = 0 \rightarrow \frac{1}{2} \cdot \cancel{m} \cdot v_{esc}^2 = G \cdot \frac{M \cdot \cancel{m}}{R} \rightarrow v_{esc} = \sqrt{\frac{2 \cdot G \cdot M}{R}}$$

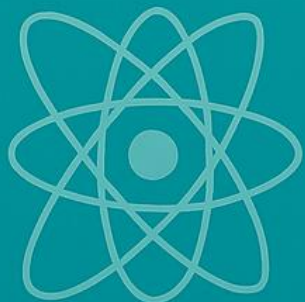
Se sustituyen los datos en unidades del SI.

$$v_{esc} = \sqrt{\frac{2 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 1,99 \cdot 10^{30}}{6,96 \cdot 10^8}} = 6,18 \cdot 10^5 \text{ m/s}$$

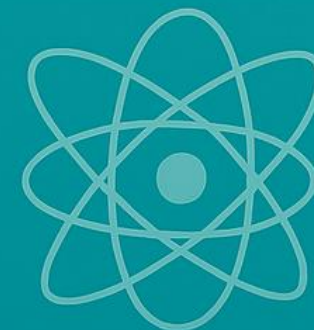
La velocidad de escape es $6,18 \cdot 10^5 \text{ m/s}$.



PAU COMUNIDAD VALENCIANA



$$F = h$$
$$l = v$$



$$l = v$$

$$E = mc - h$$

FÍSICA

Campo gravitatorio

Junio 2025 (RESERVA)

Problema 1 B

Interacción gravitatoria

OPCIÓN B

En septiembre de 2023, la NASA y otras agencias espaciales celebraron el éxito de la misión OSIRIS-REx, que trajo muestras del asteroide Bennu a la Tierra. Se sabe que Bennu tiene un diámetro de aproximadamente 493 m y una masa estimada de $6 \cdot 10^{10}$ kg.

- Se envió de vuelta a la Tierra un contenedor de 46 kg con muestras del asteroide. Este llegó a la atmósfera superior (133 km de altura) con una velocidad de 44500 km/h e inició las maniobras de frenado. Finalmente aterrizó en un campo de pruebas en Utah ¿Cuánta energía mecánica perdió en el descenso, hasta aterrizar? (1 punto)
- Calcula cuántas veces menos pesará este contenedor situado en la superficie de Bennu en comparación con su peso en la superficie de la Tierra. Supón que Bennu tiene forma esférica y es homogéneo. (1 punto)

Datos: constante de gravitación universal, $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ Nm²/kg²; radio de la Tierra, $R_T = 6370$ km; masa de la Tierra, $M_T = 6 \cdot 10^{24}$ kg

Interacción gravitatoria

En septiembre de 2023, la NASA y otras agencias espaciales celebraron el éxito de la misión OSIRIS-REx, que trajo muestras del asteroide Bennu a la Tierra. Se sabe que Bennu tiene un diámetro de aproximadamente 493 m y una masa estimada de $6 \cdot 10^{10}$ kg.

a) Se envió de vuelta a la Tierra un contenedor de 46 kg con muestras del asteroide. Este llegó a la atmósfera superior (133 km de altura) con una velocidad de 44500 km/h e inició las maniobras de frenado. Finalmente aterrizó en un campo de pruebas en Utah ¿Cuánta energía mecánica perdió en el descenso, hasta aterrizar?

Datos: constante de gravitación universal, $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 / \text{kg}^2$, radio de la Tierra, $R_T = 6370 \text{ km}$, masa de la Tierra, $M_T = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$

Solución: Calculo el incremento de la energía mecánica.

$$\Delta E_m = \Delta E_c + \Delta E_p = (\cancel{E_c(\text{abajo})} - E_c(\text{arriba})) + (E_p(\text{abajo}) - E_p(\text{arriba}))$$

$$\Delta E_m = -\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 + \frac{-G \cdot M_T \cdot m}{R_T} - \frac{-G \cdot M_T \cdot m}{R_T + h} = -\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 - G \cdot M_T \cdot m \cdot \left(\frac{1}{R_T} - \frac{1}{R_T + h} \right)$$

Se expresan los datos en las unidades adecuadas.

$$R_T = 6370 \text{ km} \cdot \frac{10^3 \text{ m}}{1 \text{ km}} = 6,370 \cdot 10^6 \text{ m} \quad h = 133 \text{ km} \cdot \frac{10^3 \text{ m}}{1 \text{ km}} = 1,33 \cdot 10^5 \text{ m}$$

$$v = 44500 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 1,236 \cdot 10^4 \text{ m/s} \quad \text{©Angel Cuesta Arza}$$

Interacción gravitatoria

En septiembre de 2023, la NASA y otras agencias espaciales celebraron el éxito de la misión OSIRIS-REx, que trajo muestras del asteroide Bennu a la Tierra. Se sabe que Bennu tiene un diámetro de aproximadamente 493 m y una masa estimada de $6 \cdot 10^{10}$ kg.

a) Se envió de vuelta a la Tierra un contenedor de 46 kg con muestras del asteroide. Este llegó a la atmósfera superior (133 km de altura) con una velocidad de 44500 km/h e inició las maniobras de frenado. Finalmente aterrizó en un campo de pruebas en Utah ¿Cuánta energía mecánica perdió en el descenso, hasta aterrizar?

Datos: constante de gravitación universal, $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 / \text{kg}^2$, radio de la Tierra, $R_T = 6370 \text{ km}$, masa de la Tierra, $M_T = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$

Se sustituyen los datos en la fórmula deducida anteriormente.
$$\Delta E_m = -\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 - G \cdot M_T \cdot m \cdot \left(\frac{1}{R_T} - \frac{1}{R_T + h} \right)$$

$$\Delta E_m = -\frac{1}{2} \cdot 46 \cdot (1,236 \cdot 10^4)^2 - 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{24} \cdot 46 \cdot \left(\frac{1}{6,370 \cdot 10^6} - \frac{1}{6,370 \cdot 10^6 + 1,33 \cdot 10^5} \right)$$

$$\Delta E_m = -3,57 \cdot 10^9 \text{ J}$$

El contenedor perdió en el descenso $3,57 \cdot 10^9 \text{ J}$ de energía mecánica. Esta energía se pierde, fundamentalmente, por el rozamiento del objeto con la atmósfera terrestre.

Interacción gravitatoria

En septiembre de 2023, la NASA y otras agencias espaciales celebraron el éxito de la misión OSIRIS-REx, que trajo muestras del asteroide Bennu a la Tierra. Se sabe que Bennu tiene un diámetro de aproximadamente 493 m y una masa estimada de $6 \cdot 10^{10}$ kg.

b) **Calcula cuántas veces menos pesará este contenedor situado en la superficie de Bennu en comparación con su peso en la superficie de la Tierra. Supón que Bennu tiene forma esférica y es homogéneo.**

Datos: constante de gravitación universal, $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ N m² /kg², radio de la Tierra, $R_T = 6370$ km , masa de la Tierra, $M_T = 6 \cdot 10^{24}$ kg

Se calcula la relación entre los pesos. El peso es la fuerza con la que el objeto es atraído por el campo gravitatorio.

$$\frac{P_T}{P_B} = \frac{m \cdot g_T}{m \cdot g_B} = \frac{g_T}{g_B} = \frac{\frac{G \cdot M_T}{(R_T)^2}}{\frac{G \cdot M_B}{(R_B)^2}} = \frac{M_T \cdot (R_B)^2}{M_B \cdot (R_T)^2} = \frac{M_T \cdot \left(\frac{D_B}{2}\right)^2}{M_B \cdot (R_T)^2} = \frac{6 \cdot 10^{24} \cdot \left(\frac{493}{2}\right)^2}{6 \cdot 10^{10} \cdot (6,370 \cdot 10^6)^2} \approx 1,50 \cdot 10^5$$

El contenedor pesa unas **150000 veces menos** en la superficie de Bennu en comparación con su peso en la superficie de la Tierra. Para que os hagáis una idea, el contenedor en Bennu pesaría unos **0,003 N**.



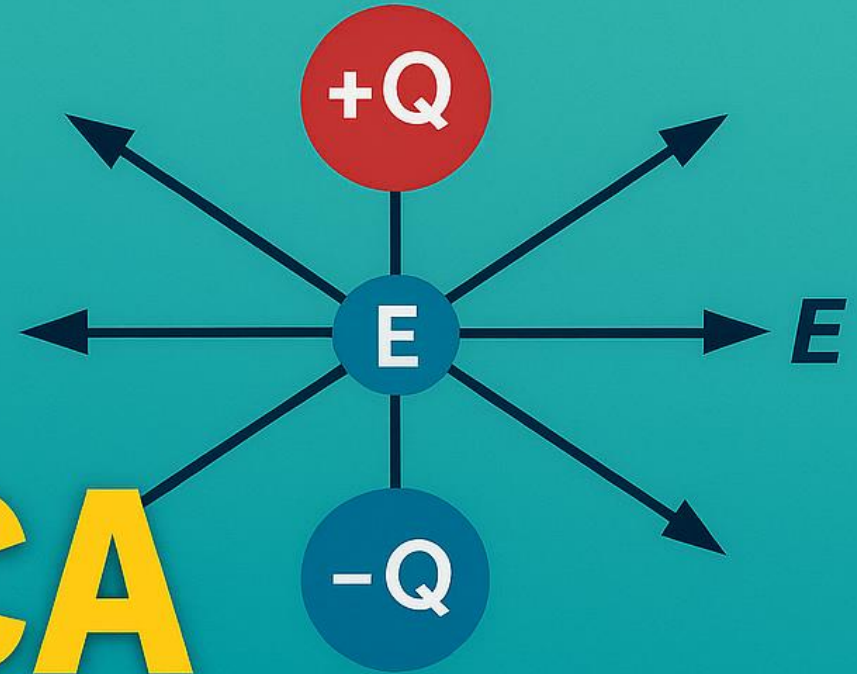
PAU COMUNIDAD VALENCIANA



FÍSICA

Campo eléctrico

Junio 2025 (RESERVA) • CUESTIÓN 2A



Campo eléctrico

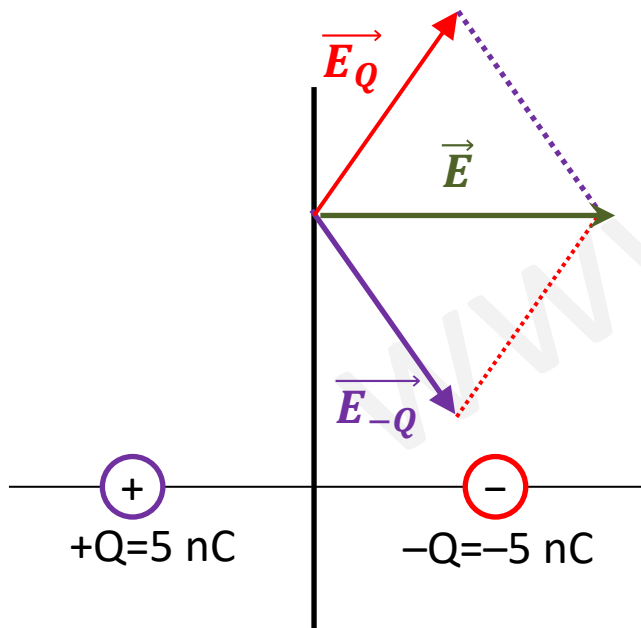
OPCIÓN A

Un dipolo eléctrico está formado por dos cargas, $+Q$ y $-Q$, separadas por una distancia $2d = 0,1$ m, siendo $Q = 5$ nC. La carga $+Q$ se sitúa en el punto $(-d, 0)$ y la carga $-Q$ en el punto $(d, 0)$. Calcula el valor del vector campo eléctrico en un punto P de coordenadas $(0, 2d)$. Representa gráficamente los vectores campo eléctrico de cada carga y el total en dicho punto.

Dato: constante de Coulomb, $k = 9 \cdot 10^9$ N m²/C²

Solución: En primer lugar, representaré gráficamente los vectores campo eléctrico de cada carga y el total.

La dirección y sentido del vector campo eléctrico en un punto vienen dados por la dirección y sentido de la fuerza que experimentaría una carga positiva colocada en ese punto.



Campo eléctrico

Aplico la fórmula del campo eléctrico para cada una de las cargas:

$$\vec{r}_Q = (0, 2d) - (-d, 0) = (d, 2d) \rightarrow |\vec{r}_Q| = \sqrt{d^2 + (2d)^2} = \sqrt{5d^2} = \sqrt{5 \cdot 0,05^2} = 0,1118 \text{ m}$$

$$\vec{u}_Q = \frac{\vec{r}_Q}{|\vec{r}_Q|} = \frac{(d, 2d)}{d \cdot \sqrt{5}} = \frac{1}{\sqrt{5}} \vec{i} + \frac{2}{\sqrt{5}} \vec{j}$$

$$\vec{E}_Q = k \cdot \frac{Q}{r_Q^2} \cdot \vec{u}_Q = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{(5 \cdot 10^{-9})}{(0,1118)^2} \cdot \left(\frac{1}{\sqrt{5}} \vec{i} + \frac{2}{\sqrt{5}} \vec{j} \right) = 1610 \vec{i} + 3220 \vec{j} \text{ (N/C)}$$

$$\vec{r}_{-Q} = (0, 2d) - (d, 0) = (-d, 2d) \rightarrow |\vec{r}_{-Q}| = \sqrt{(-d)^2 + (2d)^2} = \sqrt{5d^2} = \sqrt{5 \cdot 0,05^2} = 0,1118 \text{ m}$$

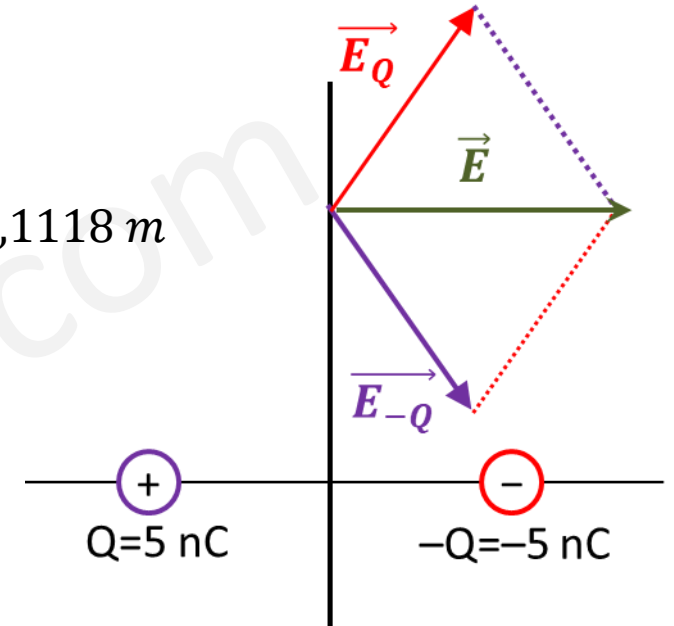
$$\vec{u}_{-Q} = \frac{\vec{r}_{-Q}}{|\vec{r}_{-Q}|} = \frac{(-d, 2d)}{d \cdot \sqrt{5}} = \frac{-1}{\sqrt{5}} \vec{i} + \frac{2}{\sqrt{5}} \vec{j}$$

$$\vec{E}_{-Q} = k \cdot \frac{Q}{r_{-Q}^2} \cdot \vec{u}_{-Q} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{(-5 \cdot 10^{-9})}{(0,1118)^2} \cdot \left(\frac{-1}{\sqrt{5}} \vec{i} + \frac{2}{\sqrt{5}} \vec{j} \right) = 1610 \vec{i} - 3220 \vec{j} \text{ (N/C)}$$

Aplico el principio de superposición:

$$\vec{E} = \vec{E}_Q + \vec{E}_{-Q} = 1610 \vec{i} + 3220 \vec{j} + 1610 \vec{i} - 3220 \vec{j} = 3220 \vec{i} \text{ (N/C)}$$

El campo eléctrico total es $\vec{E} = 3,22 \cdot 10^3 \vec{i} \text{ (N/C)}$





PAU COMUNIDAD VALENCIANA



FÍSICA

Campo magnético

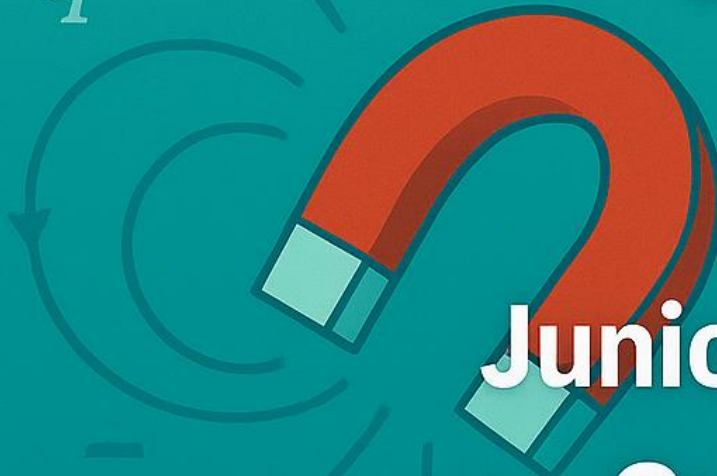
$$\frac{B}{q} = F$$

$$F = qv\bar{B}$$

$$F = qvB$$

Junio 2025 (RESERVA)

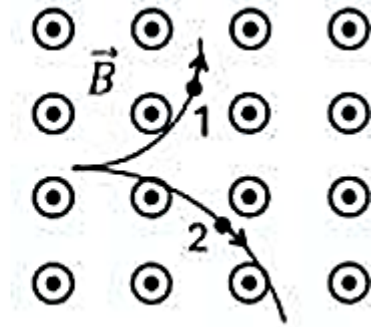
Cuestión 2 B



Campo magnético

OPCIÓN B

En una región donde existe un campo magnético uniforme se observa la traza de dos partículas cuyas cargas eléctricas tienen el mismo valor absoluto y el mismo módulo de velocidad. Explica el motivo por el cual se curvan sus trayectorias. Razona cuál de estas dos partículas será positiva y cuál negativa. Realiza una representación gráfica de los vectores involucrados. Razona cuál de las dos partículas tendrá mayor masa.



Solución:

La ley de Lorentz establece que una carga q , que se mueve con una velocidad \vec{v} en el seno de un campo magnético \vec{B} , recibe una fuerza que viene dada por:

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

$$F_m = |q| \cdot v \cdot B \cdot \text{sen}(\alpha)$$

Al ser la fuerza perpendicular simultáneamente a la velocidad y al campo magnético, **la fuerza de Lorentz actúa como una fuerza centrípeta y obliga a cada partícula a describir un arco de circunferencia**. Se deduce la expresión del radio de la circunferencia.

$$F_m = |q| \cdot v \cdot B \cdot \text{sen}(\alpha)$$

$$F_c = m \cdot \frac{v^2}{R}$$

$$|q| \cdot v \cdot B \cdot \text{sen}(\alpha) = m \cdot \frac{v^2}{R} \xrightarrow[\text{sen}(90^\circ) = 1]{\alpha = 90^\circ} R = \frac{m \cdot v}{|q| \cdot B}$$

Campo magnético

OPCIÓN B

En una región donde existe un campo magnético uniforme se observa la traza de dos partículas cuyas cargas eléctricas tienen el mismo valor absoluto y el mismo módulo de velocidad. Explica el motivo por el cual se curvan sus trayectorias. Razona cuál de estas dos partículas será positiva y cuál negativa. Realiza una representación gráfica de los vectores involucrados. Razona cuál de las dos partículas tendrá mayor masa.

Para determinar el signo de la carga podemos utilizar la regla de la mano derecha

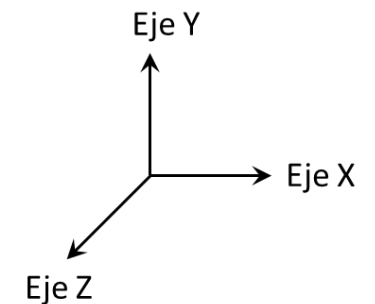
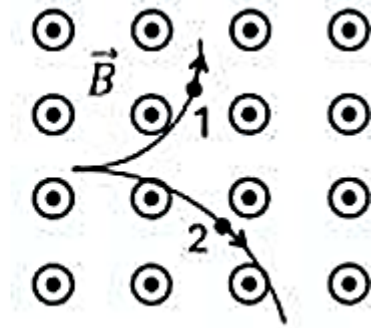
Observamos que la velocidad va hacia la derecha y el campo magnético tiene el sentido saliente de la hoja. Si se aplica la regla de la mano derecha se observa que la fuerza va hacia abajo. Lo cual nos indica que **la trayectoria 2 es la asociada a una carga de signo positivo**. Podríamos comprobar esto aplicando la ley de Lorentz de forma cuantitativa.

$$\vec{F} = q \cdot (\vec{v} \times \vec{B}) = q \cdot \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ v_0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & B \end{vmatrix} = -q \cdot v_0 \cdot B \cdot \vec{j}$$

Si $q > 0$, $\vec{F} = -|\vec{F}| \cdot \vec{j}$
Si $q < 0$, $\vec{F} = |\vec{F}| \cdot \vec{j}$

Puesto que el sentido de la fuerza para una carga positiva es el negativo del eje Y, podemos afirmar (de nuevo) que **la trayectoria 2 es la asociada a una carga de signo positivo**.

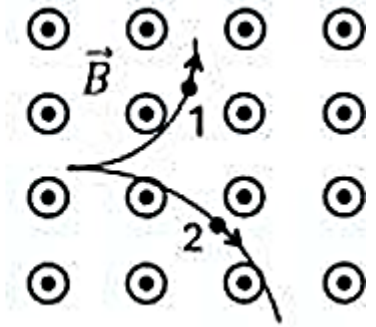
Puesto que el sentido de la fuerza para una carga negativa es justo el contrario, **la trayectoria 1 corresponde a la carga negativa**.



Campo magnético

OPCIÓN B

En una región donde existe un campo magnético uniforme se observa la traza de dos partículas cuyas cargas eléctricas tienen el mismo valor absoluto y el mismo módulo de velocidad. Explica el motivo por el cual se curvan sus trayectorias. Razona cuál de estas dos partículas será positiva y cuál negativa. Realiza una representación gráfica de los vectores involucrados. Razona cuál de las dos partículas tendrá mayor masa.

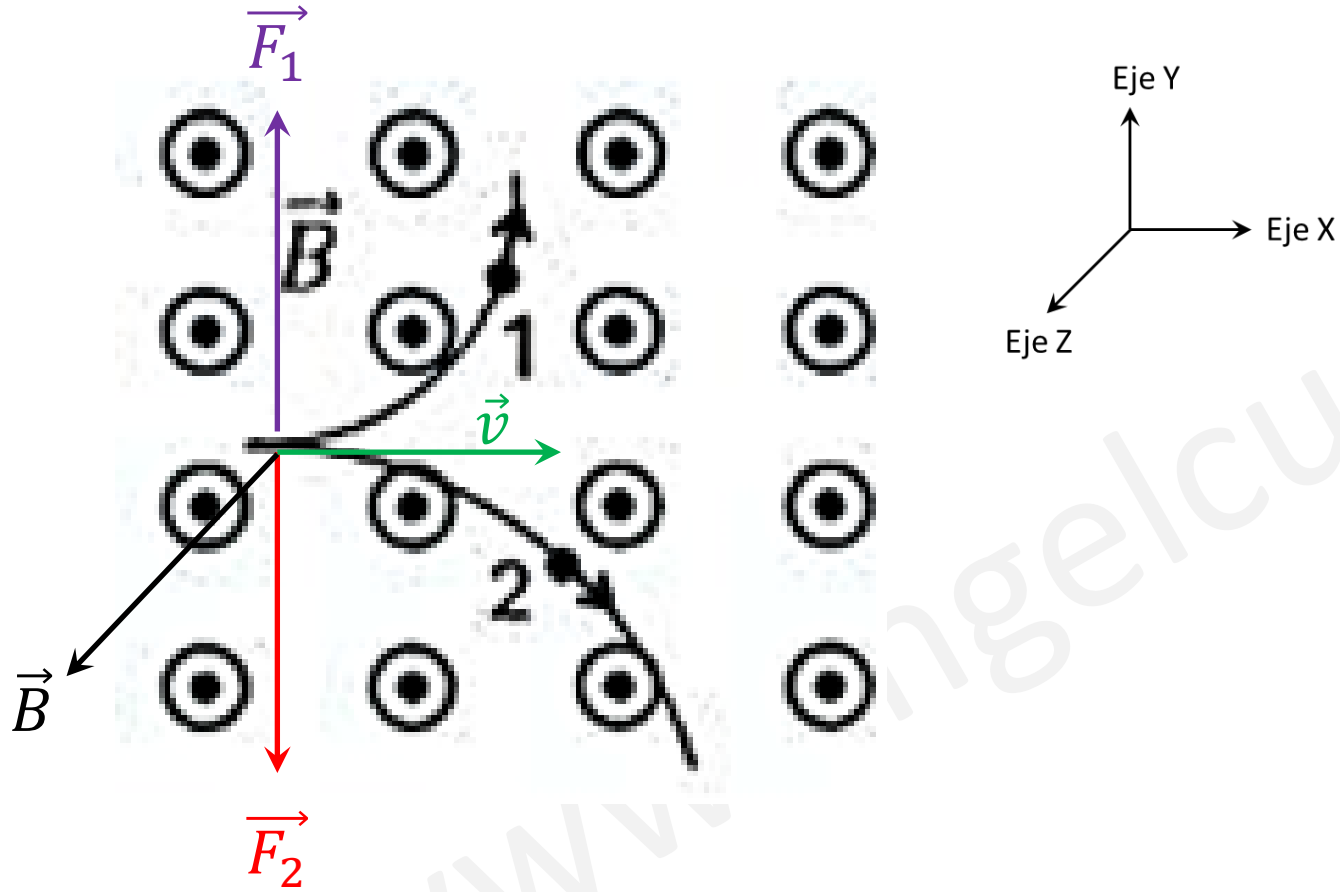


Recordamos que: $R = \frac{m \cdot v}{|q| \cdot B}$

Comparo los radios. Es evidente que: $R_1 < R_2 \longrightarrow \frac{m_1 \cdot v}{|q| \cdot B} < \frac{m_2 \cdot v}{|q| \cdot B} \longrightarrow m_1 < m_2$

Por lo tanto, **la partícula que describe la trayectoria 2 tiene mayor masa.**

Campo magnético





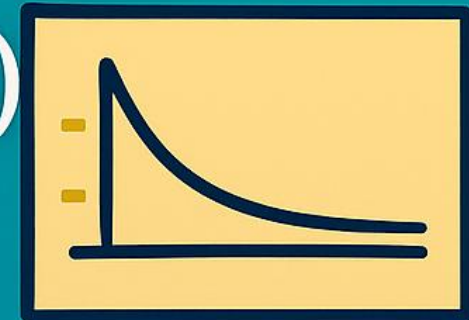
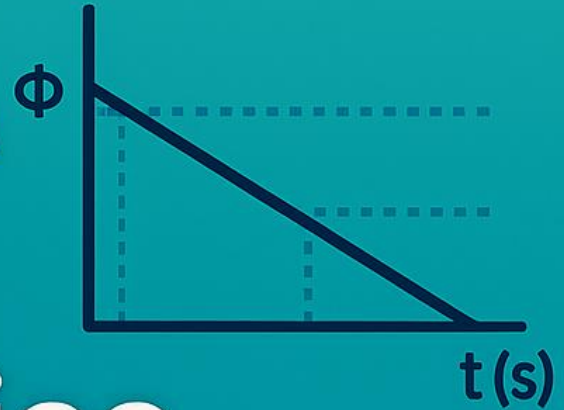
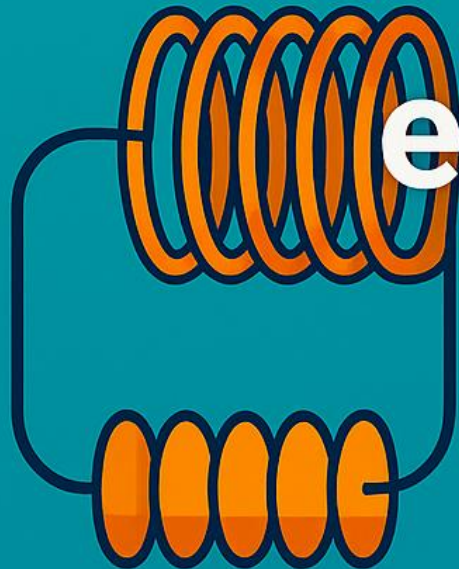
FÍSICA

Inducción

electromagnética

Junio 2025 (RESERVA)

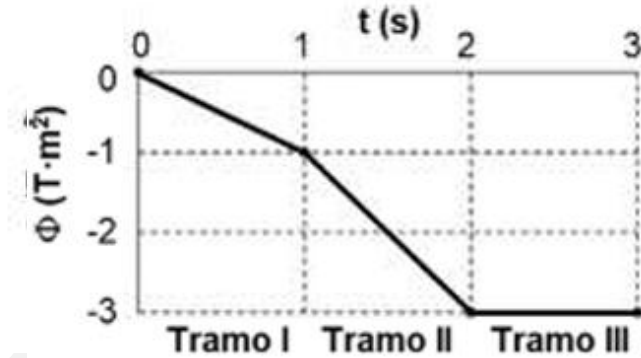
Cuestión 3 A



Inducción electromagnética

OPCIÓN A

La figura representa el valor del flujo magnético que atraviesa una espira plana. Responde razonadamente a las siguientes preguntas, enunciando la ley en la que te basas: ¿en qué tramo la fuerza electromotriz inducida tiene valor nulo? ¿Cuál es el valor de la fuerza electromotriz inducida en el tramo I? ¿En qué tramo es mayor el valor de la corriente eléctrica inducida en la espira?



Solución:

La ley física en la que nos basamos es la ley de Faraday-Lenz.

Ley de Faraday-Lenz: La tensión inducida en un circuito cerrado es directamente proporcional a la rapidez con que cambia en el tiempo el flujo magnético que atraviesa una superficie cualquiera con el circuito como borde. El sentido de la corriente eléctrica debe ser tal, que el campo magnético generado por ella se opone a la variación de flujo que la provocó.

$$\varepsilon = - \frac{d\Phi}{dt}$$

Rapidez con que cambia el flujo magnético con el tiempo.

El signo negativo, nos indica la oposición de la fem al campo inducido.

Inducción electromagnética

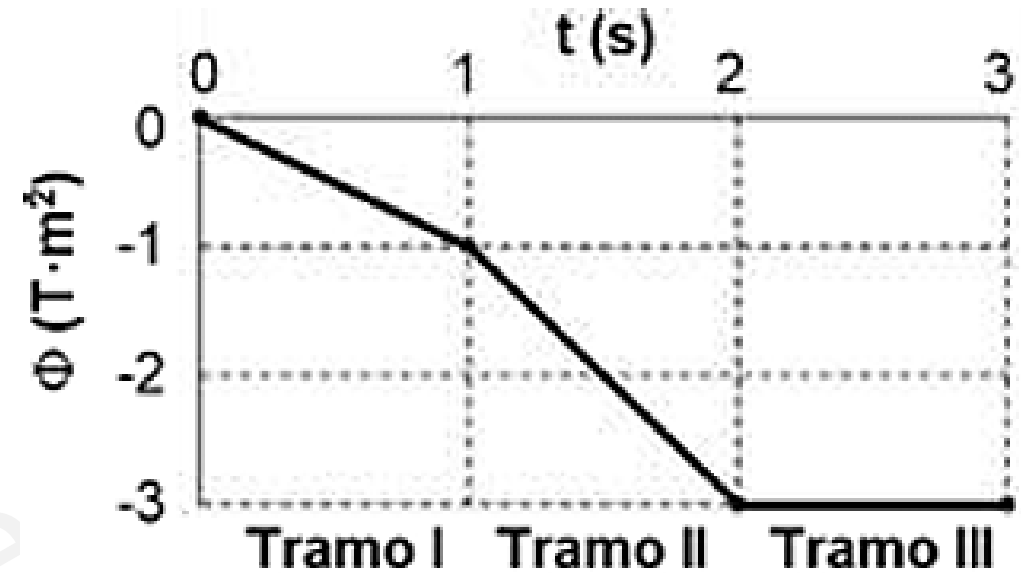
En primer lugar, analizo el gráfico.

El gráfico muestra cómo varía el flujo magnético Φ (en $T \cdot m^2$) con el tiempo t (en segundos). El flujo disminuye linealmente en dos tramos y se mantiene constante en el tercero.

Tramo	Δt (s)	$\Delta\Phi$ ($T \cdot m^2$)	$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ (V)
I	1	-1	1
II	1	-2	2
III	1	0	0

Se puede calcular la fuerza electromotriz inducida mediante la fórmula con incrementos ya que la variación del flujo es constante en los tramos 1 y 2. No es necesario deducir la relación funcional entre el flujo y el tiempo y derivar después, aunque podría hacerse.

Como puede observarse en la tabla, la fuerza electromotriz es nula en el tramo III, en el tramo I es de 1 V y en el tramo II es de 2 V. El módulo de la f.e.m inducida es máximo en el tramo II porque la variación de flujo es la mayor (pendiente más pronunciada).

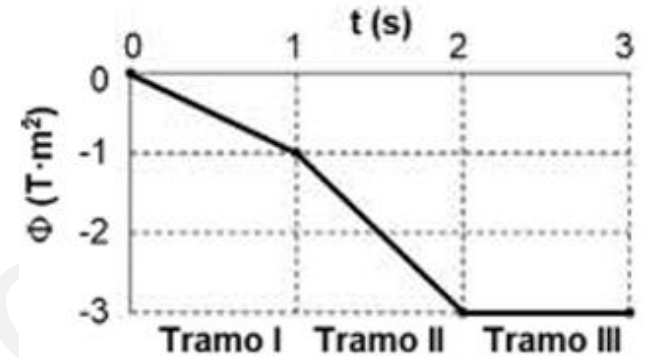


Inducción electromagnética

¿En qué tramo es mayor el valor de la corriente eléctrica inducida en la espira?

La corriente eléctrica inducida es proporcional a la fuerza electromotriz inducida, tal como establece la ley de Ohm.

$$I = \frac{\varepsilon}{R}$$



Por lo tanto, si la espira tiene una resistencia constante, la corriente inducida será **máxima en el tramo II**.

Su valor será: $I_{II} = \frac{2}{R}$



PAU COMUNIDAD VALENCIANA



FÍSICA

Campo magnético

Junio 2025 (RESERVA)

Cuestión 3 B



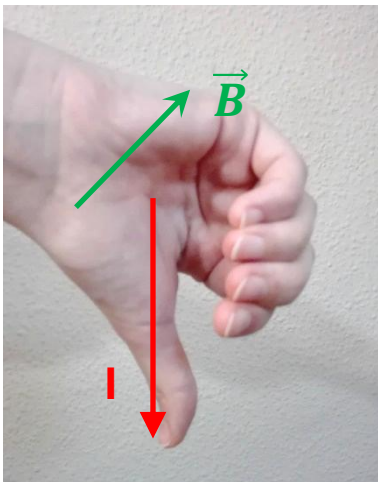
Campo magnético

OPCIÓN B

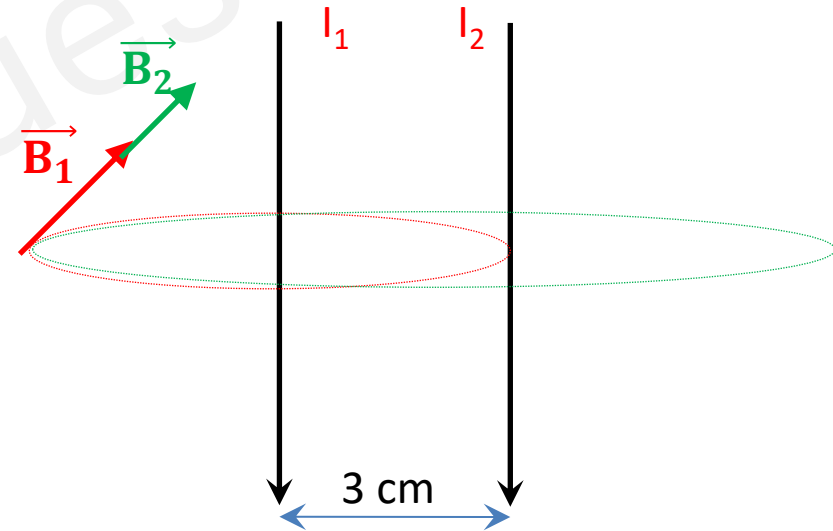
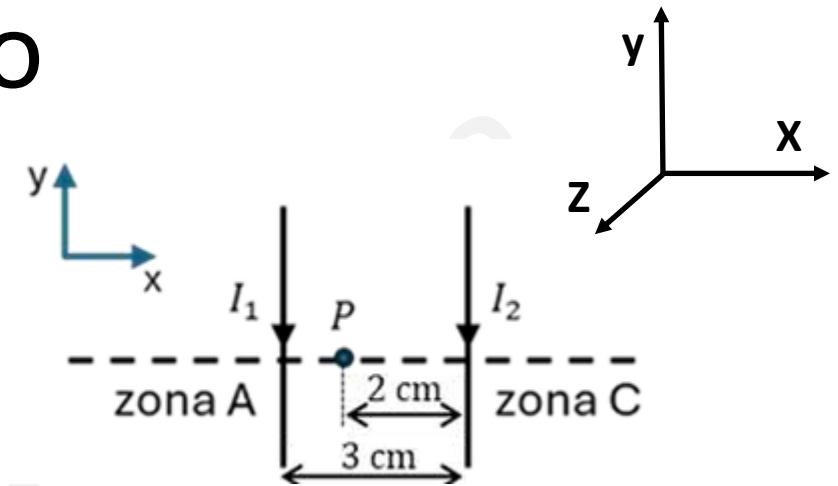
Se tienen dos corrientes paralelas y muy largas, tal y como muestra la figura. Indica razonadamente si en algún punto de la zona A el campo magnético total puede ser nulo. Deduce el valor del cociente I_2/I_1 si el campo magnético total en el punto P es nulo. Razona la dirección y el sentido del campo magnético en la zona C.

Representamos gráficamente la situación:

Para definir el sentido del campo magnético, utilizamos la regla de la mano derecha. Podemos comprobar en la zona A, que los campos magnéticos \vec{B}_1 y \vec{B}_2 son entrantes.



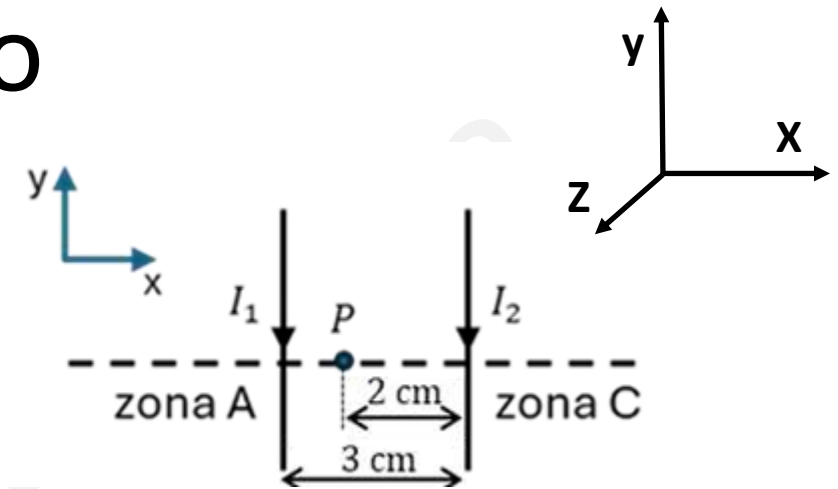
En este caso, los campos magnéticos (\vec{B}_1 y \vec{B}_2) tendrán la dirección del Eje Z en su sentido negativo (entrante), por ello, **es imposible que el campo magnético se anule en la zona A.**



Campo magnético

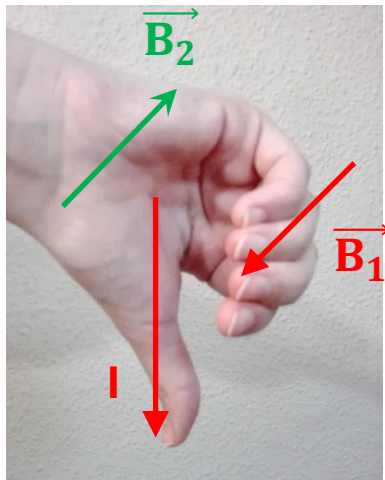
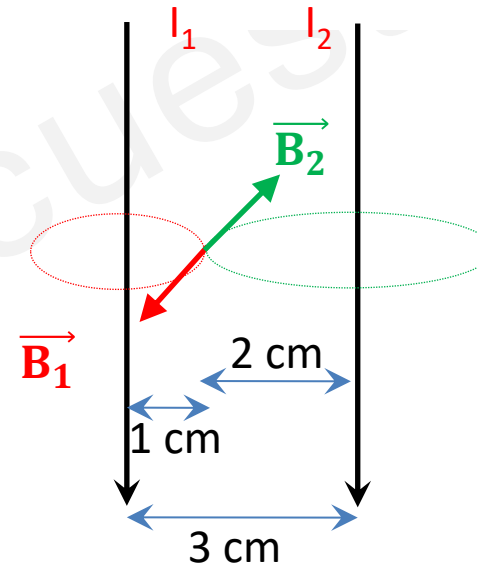
OPCIÓN B

Se tienen dos corrientes paralelas y muy largas, tal y como muestra la figura. Indica razonadamente si en algún punto de la zona A el campo magnético total puede ser nulo. Deduce el valor del cociente I_2/I_1 si el campo magnético total en el punto P es nulo. Razona la dirección y el sentido del campo magnético en la zona C.



Representamos gráficamente la situación:

Para definir el sentido del campo magnético, utilizamos la regla de la mano derecha. Podemos comprobar en este caso, que \vec{B}_1 es saliente y \vec{B}_2 es entrante.



Calculamos el campo magnético generado por cada hilo conductor en el punto P . Para ello se aplica la ley de Biot y Savart (o la de Ampere). Pero se hace en la siguiente diapositiva.

Campo magnético

Calculamos el campo magnético generado por cada hilo conductor. Para ello se aplica la fórmula que se puede deducir a partir la ley de Biot y Savart o de la ley de Ampere.

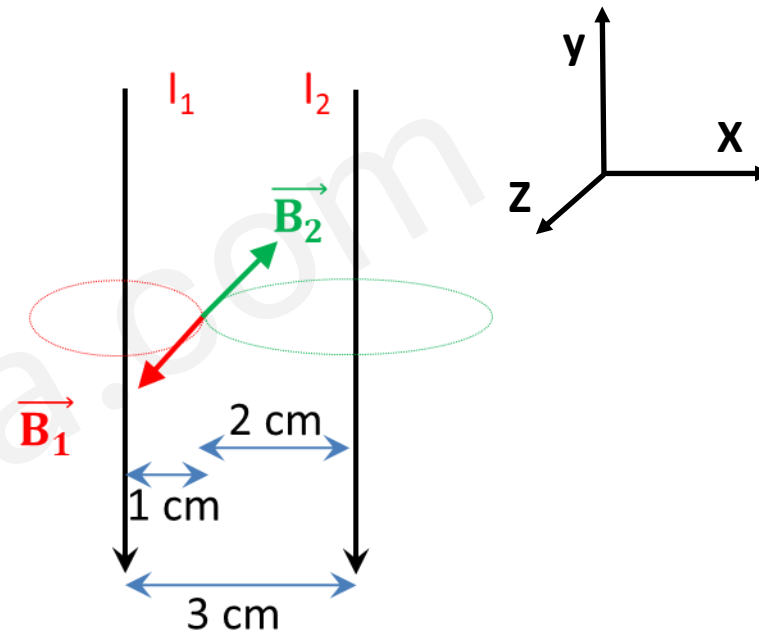
$$\vec{B}_1 = \frac{\mu_0 \cdot I_1}{2\pi \cdot d_1} \vec{k} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot I_1}{2\pi \cdot 0,01} \vec{k} = 2 \cdot 10^{-5} \cdot I_1 \vec{k} \text{ (T)}$$

$$\vec{B}_2 = \frac{\mu_0 \cdot I_2}{2\pi \cdot d_2} (-\vec{k}) = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot I_2}{2\pi \cdot 0,02} (-\vec{k}) = -1 \cdot 10^{-5} \cdot I_2 \vec{k} \text{ (T)}$$

Aplicando el principio de superposición: $\vec{B}_T = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 = 2 \cdot 10^{-5} \cdot I_1 \vec{k} - 1 \cdot 10^{-5} \cdot I_2 \vec{k} = 0 \vec{k}$

$$2 \cdot 10^{-5} \cdot I_1 \vec{k} = 1 \cdot 10^{-5} \cdot I_2 \vec{k} \longrightarrow 2 \cdot I_1 = I_2 \longrightarrow \frac{I_2}{I_1} = 2$$

El valor del cociente I_2/I_1 es **2**.



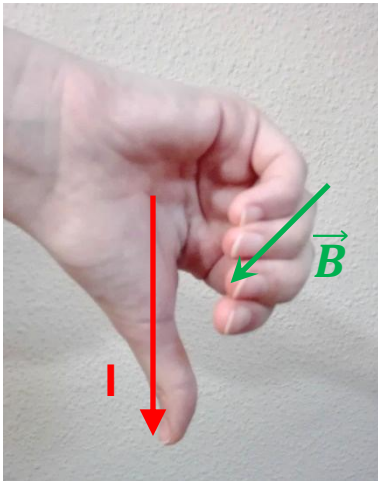
Campo magnético

OPCIÓN B

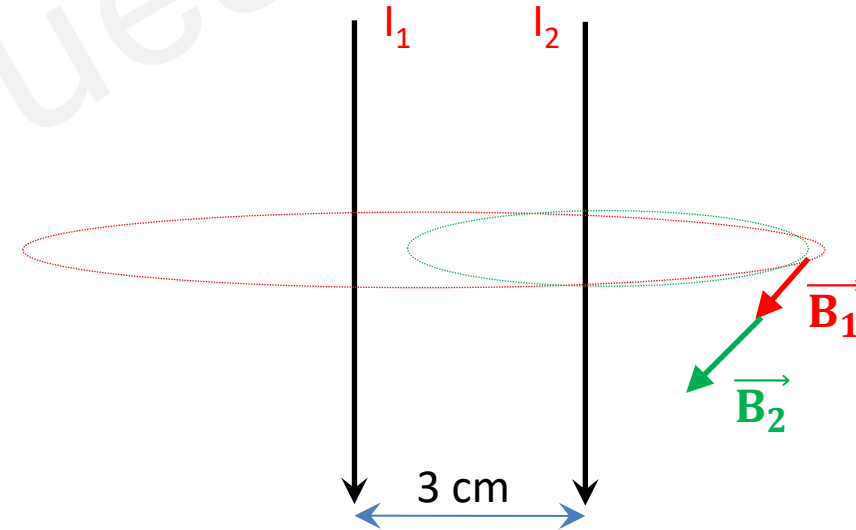
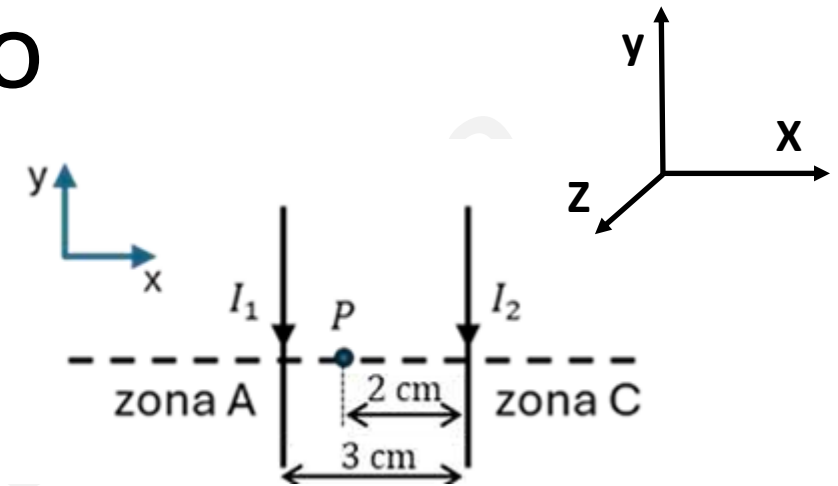
Se tienen dos corrientes paralelas y muy largas, tal y como muestra la figura. Indica razonadamente si en algún punto de la zona A el campo magnético total puede ser nulo. Deduce el valor del cociente I_2/I_1 si el campo magnético total en el punto P es nulo. Razona la dirección y el sentido del campo magnético en la zona C.

Representamos gráficamente la situación:

Para definir el sentido del campo magnético, utilizamos la regla de la mano derecha. Podemos comprobar en este caso, que los campos magnéticos \vec{B}_1 y \vec{B}_2 son salientes.

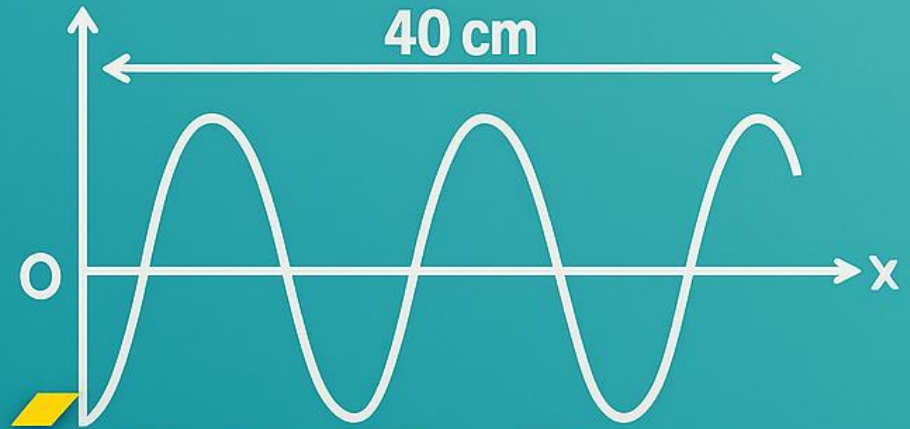


En la zona C, los campos magnéticos (\vec{B}_1 y \vec{B}_2) y el campo magnético total tendrán **la dirección del Eje Z en su sentido positivo**.





PAU COMUNIDAD VALENCIANA



FÍSICA

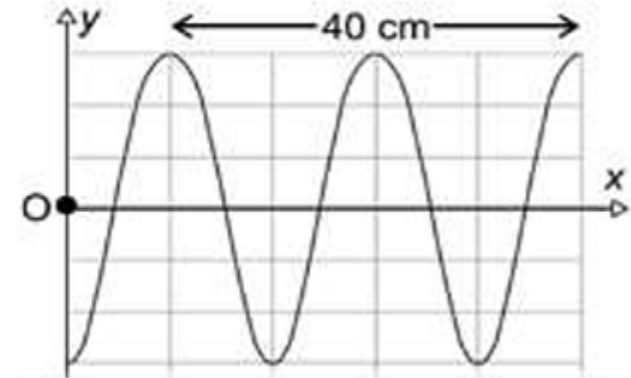
Ondas

Junio 2025 (RESERVA) Cuestión 4A

OPCIÓN A

En la figura se muestra la propagación de una onda transversal sinusoidal para el instante $t = 1$ s. La onda se mueve hacia la derecha sobre el eje x , su periodo es $T = 2$ s y su amplitud $A = 20$ cm. Si el punto O es el origen de coordenadas, determina razonadamente:

- La longitud de onda, la frecuencia angular, la velocidad de propagación, la fase inicial y escribe la función de onda. (1 punto)
- La expresión de la velocidad de vibración. Calcula dicha velocidad para $t = 10$ s y $x = 1$ m. (1 punto)



La ecuación de la onda es: $y(x, t) = A \cdot \text{sen}(\omega \cdot t - k \cdot x + \theta_0)$ Signo negativo del argumento ya que se mueve en el sentido positivo del eje OX.

Del enunciado y de la gráfica disponemos de:

Amplitud; $A = 0,20$ m Período; $T = 2$ s Longitud de onda; $\lambda = 20$ cm = $0,20$ m

A partir del período se obtiene la frecuencia angular. $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2} = \pi$ rad/s

Calculo la velocidad de propagación de la onda. $v_p = \frac{\lambda}{T} = \frac{0,20}{2} = 0,10$ m/s

Para calcular la fase inicial, debemos tener en cuenta que para $t = 1$ s, $x = 0$ m $\rightarrow y = -A$

$$-A = A \cdot \text{sen}(\pi \cdot 1 - k \cdot 0 + \theta_0) \rightarrow \text{sen}(\pi + \theta_0) = -1 \rightarrow \pi + \theta_0 = \frac{3\pi}{2} \rightarrow \theta_0 = \frac{\pi}{2} \text{ rad}$$

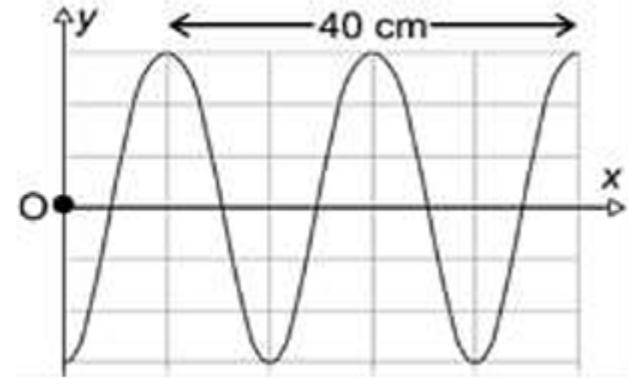
Calculo el número de onda para poder escribir la función de onda. $k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{0,20} = 10\pi$ rad/m

Ondas

OPCIÓN A

En la figura se muestra la propagación de una onda transversal sinusoidal para el instante $t = 1$ s. La onda se mueve hacia la derecha sobre el eje x , su periodo es $T = 2$ s y su amplitud $A = 20$ cm. Si el punto O es el origen de coordenadas, determina razonadamente:

- La longitud de onda, la frecuencia angular, la velocidad de propagación, la fase inicial y escribe la función de onda. (1 punto)
- La expresión de la velocidad de vibración. Calcula dicha velocidad para $t = 10$ s y $x = 1$ m. (1 punto)



Damos la solución al apartado a).

Las magnitudes pedidas son: $\lambda = 0,20$ m; $\omega = \pi$ rad/s; $v_p = 0,10$ m/s; $\theta_0 = \frac{\pi}{2}$ rad

La función de onda es: $y(x, t) = 0,20 \cdot \text{sen} \left(\pi \cdot t - 10\pi \cdot x + \frac{\pi}{2} \right)$ (m)

Ondas

b) La expresión de la velocidad de vibración. Calcula dicha velocidad para $t = 10 \text{ s}$ y $x = 1 \text{ m}$.

De apartado anterior disponemos de la función de onda. $y(x, t) = 0,20 \cdot \text{sen} \left(\pi \cdot t - 10\pi \cdot x + \frac{\pi}{2} \right)$

La velocidad de vibración se obtiene derivando respecto del tiempo.

$$v = \frac{\partial y}{\partial t} = 0,20 \cdot \pi \cdot \text{cos} \left(\pi \cdot t - 10\pi \cdot x + \frac{\pi}{2} \right) \quad \text{Sustituyo } t = 10 \text{ s } \text{ y } x = 1 \text{ m} \text{ con la calculadora en radianes.}$$

$$v = 0,20 \cdot \pi \cdot \text{cos} \left(\pi \cdot 10 - 10\pi \cdot 1 + \frac{\pi}{2} \right) = 0,20 \cdot \pi \cdot \text{cos} \left(\frac{\pi}{2} \right) = \mathbf{0 \text{ m/s}}$$

La velocidad de vibración de un punto situado a $x = 1 \text{ m}$ del foco emisor para $t = 10 \text{ s}$, es de $\mathbf{0 \text{ m/s}}$, lo que nos indica que está en un máximo o en un mínimo de vibración.

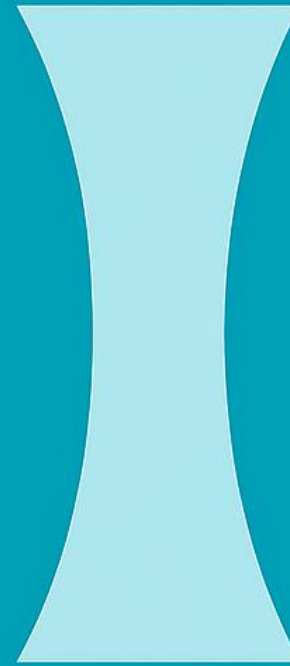


PAU COMUNIDAD VALENCIANA



FÍSICA

**Óptica
geométrica**



Junio 2025 (RESERVA)

Cuestión 4 B

ÓPTICA GEOMÉTRICA

OPCIÓN B

Un objeto está situado 20 cm a la izquierda de una lente de -4 dioptrías. Se pide:

- Calcular la posición de la imagen. Realiza un trazado de rayos con la posición de la imagen, del objeto, de la lente y de los puntos focales. Indica las características de la imagen que se forma. (1 punto)
- ¿Qué distancia y hacia dónde habría que mover el objeto para que la imagen tenga la mitad del tamaño del objeto y a derechas? (1 punto)

Solución: Para los cálculos utilizaremos la normativa **DIN**.

Se calcula la distancia focal de la lente a partir de la potencia. $P = \frac{1}{f'} \longrightarrow f' = \frac{1}{P} = \frac{1}{-4} = -0,25 \text{ m} = -25 \text{ cm}$

Se plantea la ecuación de las lentes delgadas y se calcula la posición de la imagen.

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \longrightarrow \frac{1}{s'} = \frac{1}{f'} + \frac{1}{s} \longrightarrow s' = \frac{1}{\frac{1}{f'} + \frac{1}{s}} = \frac{1}{\frac{1}{-25} + \frac{1}{-20}} = \frac{-100}{9} \approx -11,1 \text{ cm}$$

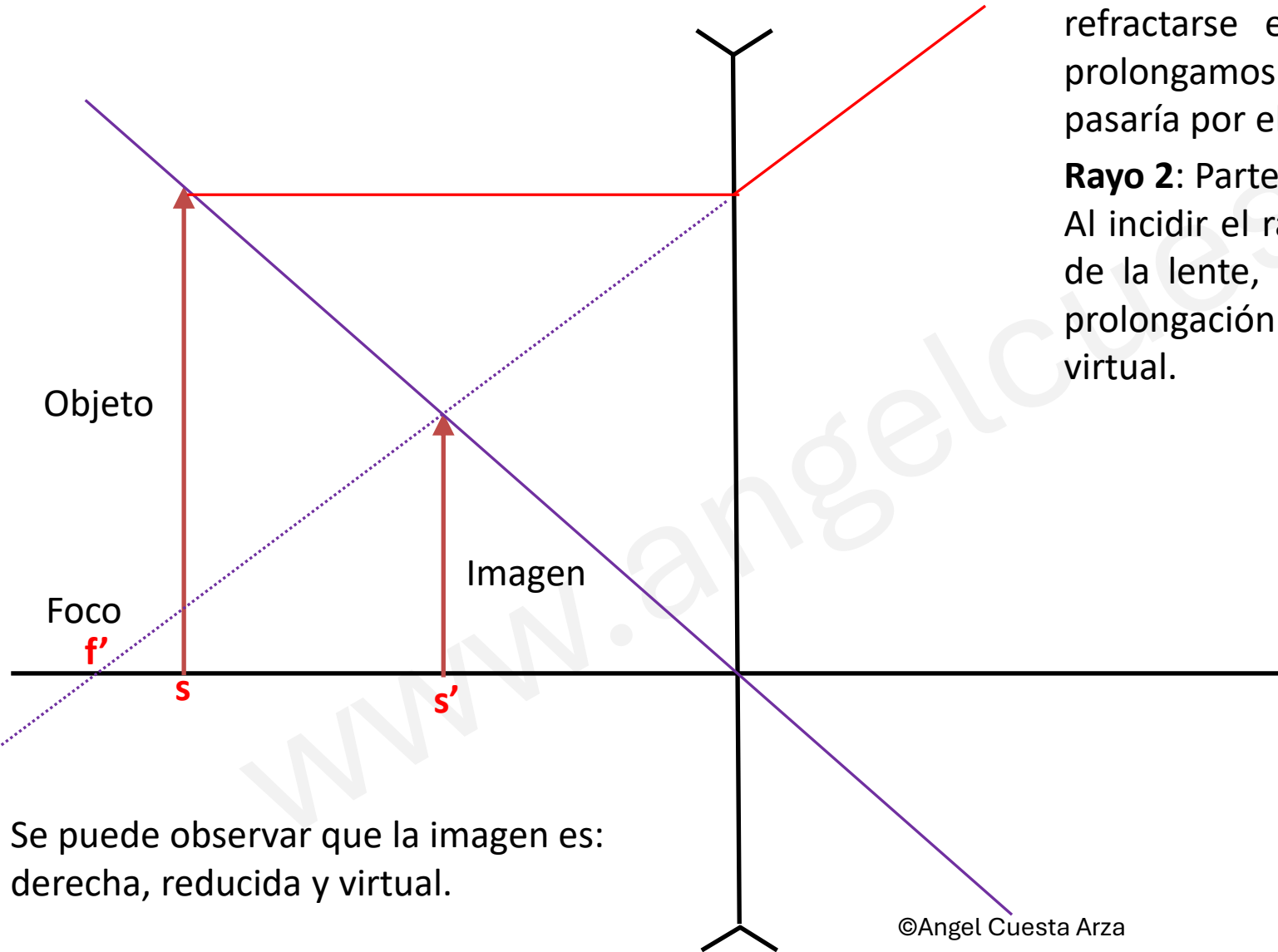
Antes de hacer el trazado de rayos, se calcula la ampliación lateral.

$$A_l = \frac{s'}{s} = \frac{-100/9}{-20} = \frac{5}{9} \approx 0,56$$

La imagen del objeto está 11,1 cm a la izquierda de la lente y es virtual, derecha y reducida. Las distancias focales son $f'=-25$ cm y $f=25$ cm

ÓPTICA GEOMÉTRICA

Diagrama de rayos



Rayo 1: Parte desde el objeto paralelo al eje. Al refractarse en la lente se aleja del eje óptico. Si prolongamos el rayo refractado hacia atrás, el rayo pasaría por el foco, f' .

Rayo 2: Parte desde el objeto hacia el centro de la lente. Al incidir el rayo de forma perpendicular a la superficie de la lente, el rayo no se desviará. Donde corta a la prolongación del rayo refractado, se forma la imagen virtual.

Se puede observar que la imagen es: derecha, reducida y virtual.

ÓPTICA GEOMÉTRICA

b) ¿Qué distancia y hacia dónde habría que mover el objeto para que la imagen tenga la mitad del tamaño del objeto y a derechas?

Se plantea un sistema de ecuaciones, en el que se utilizará la ecuación de la ampliación en función de las distancias del objeto y la imagen a la lente y la ecuación de las lentes delgadas.

Planteamos el sistema.

$$\begin{cases} \frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \\ A_l = \frac{s'}{s} \end{cases} \longrightarrow \begin{cases} \frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \\ s' = A_l \cdot s \end{cases} \xrightarrow{A_l = \frac{1}{2} \text{ (imagen derecha)}} \begin{cases} \frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \\ s' = \frac{1}{2} \cdot s \end{cases} \longrightarrow \frac{1}{\frac{1}{2} \cdot s} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'}$$

$$\frac{2}{s} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \longrightarrow \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \longrightarrow s = f' = -25 \text{ cm}$$

Habría que mover el objeto 5 cm a la izquierda, alejándolo de la lente.

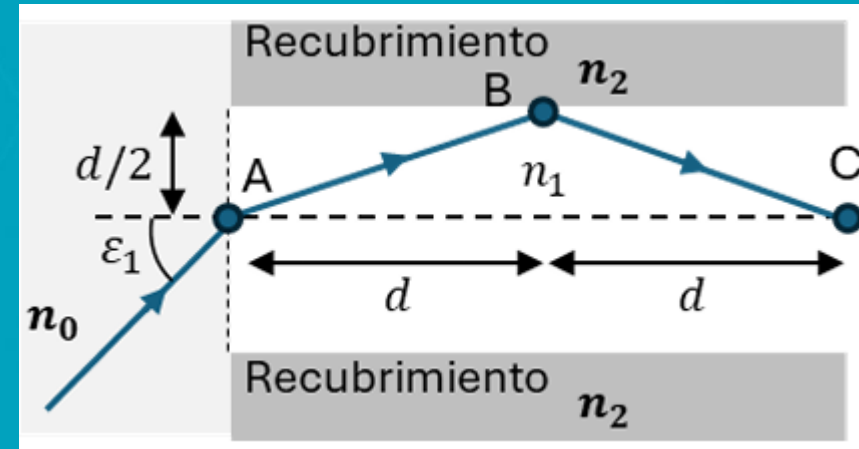


FÍSICA

Vibraciones y Ondas

Junio 2025 (RESERVA)

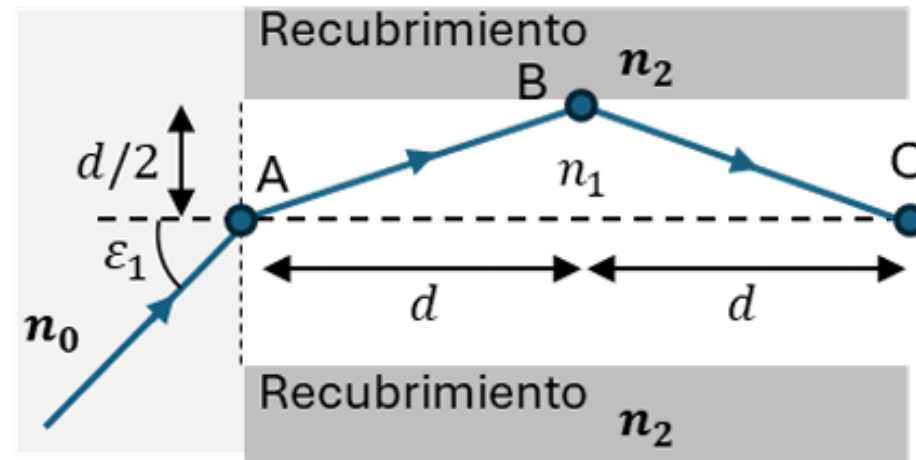
Cuestión 5



LEY DE SNELL

PREGUNTA 5 – CUESTIÓN – Vibraciones y ondas (OBLIGATORIA)

El 19/11/2024 aparecía en prensa la siguiente noticia: “Los berberechos de corazón (*Corculum cardissa*) crean una fibra óptica a través de su concha que ilumina su interior”. Supongamos que podemos simular dicha fibra óptica como un cilindro lleno de una sustancia de índice de refracción $n_1 = 1,55$ y cuyo recubrimiento es una sustancia de índice de refracción n_2 . Indica cómo se denomina el fenómeno que se produce en el punto B ¿Qué es el ángulo límite? Razona cuál de los índices n_1 o n_2 es mayor. Sabiendo que $n_0 = 1,33$, ¿con qué ángulo, ε_1 , debe incidir un rayo de luz en el punto A para que pasando por el punto B salga por el punto C, tal como muestra la figura? Razona todas las respuestas.



El fenómeno que se produce es la **reflexión total interna**. Dicho fenómeno óptico ocurre cuando un rayo de luz que viaja a través de un medio con un índice de refracción más alto incide en la superficie de separación con otro medio con un índice de refracción más bajo, y el ángulo de incidencia es mayor que un cierto ángulo crítico. En este caso, en lugar de refractarse y pasar al segundo medio, la luz se refleja completamente de vuelta al primer medio

LEY DE SNELL

¿Qué es el ángulo límite?

El ángulo límite es el ángulo de incidencia para el cual el ángulo de refracción es de 90 grados, es decir, el rayo refractado se propaga a lo largo de la superficie entre los dos medios.

Razona cuál de los índices n_1 o n_2 es mayor

Se aplica la ley de Snell:

$$n_1 \cdot \text{sen}(\theta_i) = n_2 \cdot \text{sen}(\theta_r) \xrightarrow[\text{sen}(\theta_r) = 1]{\theta_r = 90^\circ} n_1 \cdot \text{sen}(\theta_c) = n_2 \cdot 1 \longrightarrow \text{sen}(\theta_c) = \frac{n_2}{n_1}$$

Dado que el seno de un ángulo debe ser inferior a 1.

$$\text{sen}(\theta_c) = \frac{n_2}{n_1} < 1 \longrightarrow n_2 < n_1$$

Por lo tanto, y tal como se había comentado anteriormente **n_2 es menor que n_1 .**

Calculo el ángulo límite con fines pedagógicos.

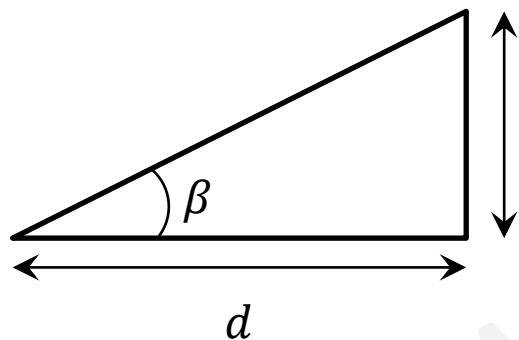
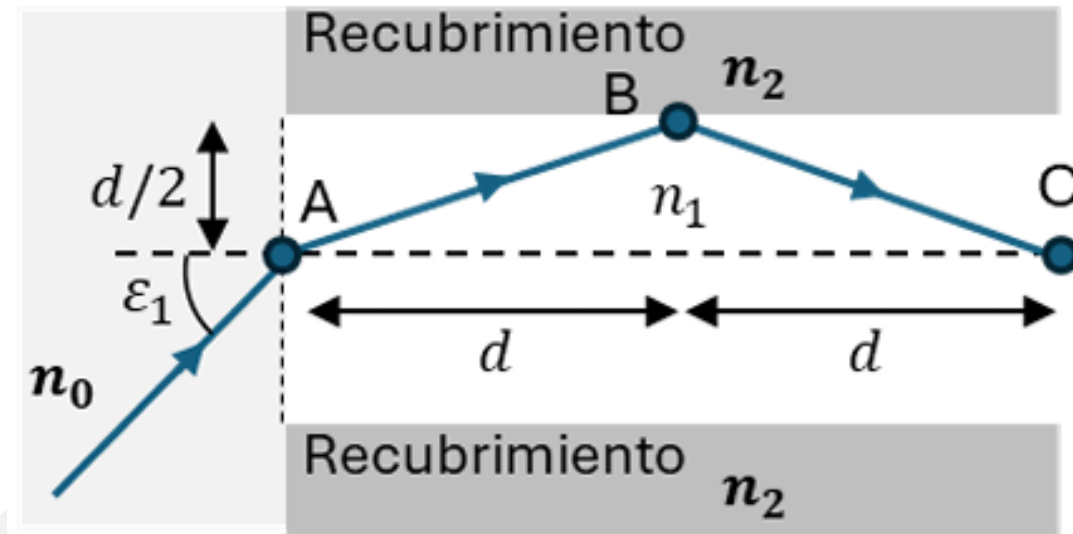
$$\text{sen}(\theta_c) = \frac{1,33}{1,55} \longrightarrow \theta_c = \text{arcsen}(0,86) = 59,1^\circ$$

El ángulo límite es $\theta_c = 59,1^\circ$, medido respecto de la normal de la superficie.

LEY DE SNELL

Sabiendo que $n_0=1,33$, ¿con qué ángulo, ε_1 , debe incidir un rayo de luz en el punto A para que pasando por el punto B salga por el punto C, tal como muestra la figura? Razona todas las respuestas.

Calculo el ángulo de refracción del rayo desde el medio con índice de refracción n_0 al medio con índice de refracción n_1 . Para ello, utilizo la trigonometría.



$$d/2 \quad \tan(\beta) = \frac{d/2}{d} = 1/2 \longrightarrow \beta = \arctan\left(\frac{1}{2}\right) = 26,57^\circ$$

$$\text{Se aplica la ley de Snell: } n_0 \cdot \text{sen}(\varepsilon_1) = n_1 \cdot \text{sen}(\beta) \longrightarrow \text{sen}(\varepsilon_1) = \frac{n_1 \cdot \text{sen}(\beta)}{n_0} = \frac{1,55 \cdot \text{sen}(26,57^\circ)}{1,33} = 0,52$$

$$\varepsilon_1 = \arcsen(0,52) = 31,4^\circ$$

El ángulo de incidencia ε_1 es **31,4°**



PAU COMUNIDAD VALENCIANA

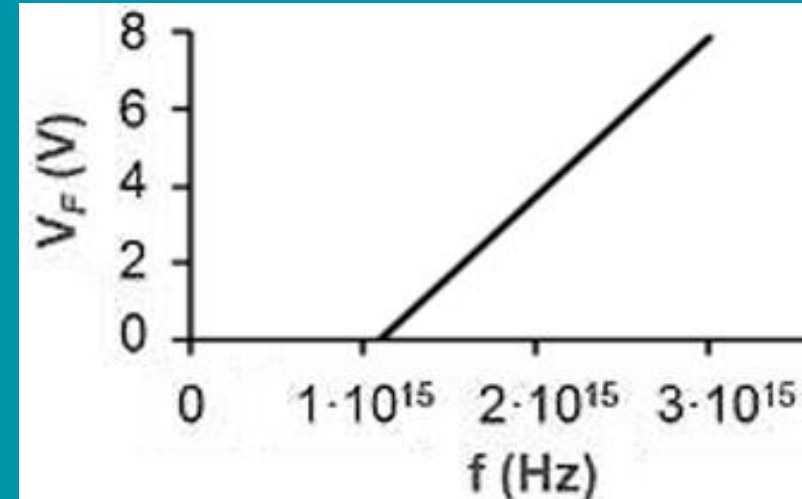


FÍSICA

Efecto Fotoeléctrico

Junio 2025 (RESERVA)

Cuestión 6A



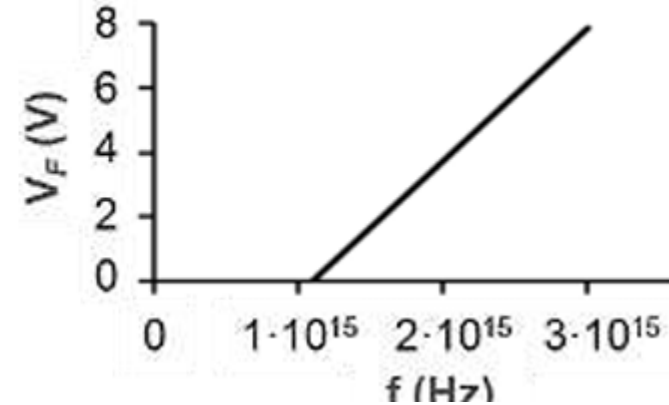
EFECTO FOTOELÉCTRICO

PREGUNTA 6 – CUESTIÓN – Física relativista, nuclear, cuántica y de partículas (elige una de las dos opciones)

OPCIÓN A

En la gráfica adjunta se representa el potencial de frenado, V_F , de los electrones emitidos por un metal en función de la frecuencia, f , de la luz que incide sobre él. Nombra y explica el fenómeno. Sabiendo que la ecuación de la recta es $V_F = 4,12 \cdot 10^{-15}f - 4,5$, determina el valor de la constante de Planck y el de la frecuencia umbral.

Dato: carga elemental, $q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$



Solución:

El fenómeno del que trata el ejercicio es el **efecto fotoeléctrico**: cuando la luz incide sobre la superficie metálica, cada fotón de energía $E_f = h \cdot f$ puede arrancar un electrón si supera el trabajo de extracción W_{ext} . El electrón sale con una energía cinética.

Para detener los electrones emitidos, se crea un campo eléctrico que hace un trabajo sobre los electrones igual a la energía cinética éstos que tienen.

$$W = q \cdot V_F = E_c$$

La ecuación del efecto fotoeléctrico es: $E_f = W_{ext} + E_c$

Podemos escribir la ecuación del efecto fotoeléctrico en función del potencial de frenado. $E_f = W_{ext} + q \cdot V_F$

$$h \cdot f = h \cdot f_0 + q \cdot V_F \rightarrow h \cdot f - h \cdot f_0 = q \cdot V_F \rightarrow V_F = \frac{h}{q} \cdot f - \frac{h \cdot f_0}{q} = 4,12 \cdot 10^{-15} \cdot f - 4,5$$

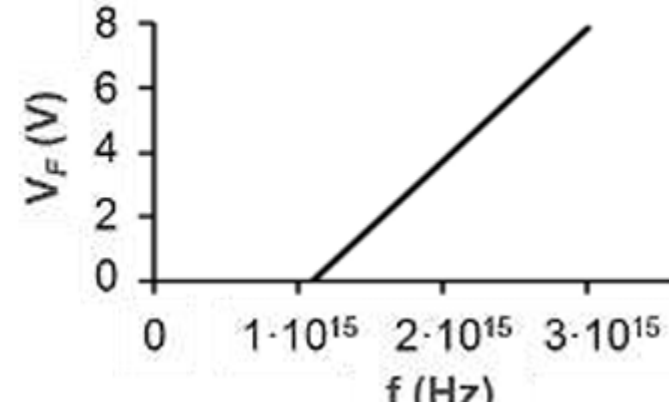
EFECTO FOTOELÉCTRICO

PREGUNTA 6 – CUESTIÓN – Física relativista, nuclear, cuántica y de partículas (elige una de las dos opciones)

OPCIÓN A

En la gráfica adjunta se representa el potencial de frenado, V_F , de los electrones emitidos por un metal en función de la frecuencia, f , de la luz que incide sobre él. Nombra y explica el fenómeno. Sabiendo que la ecuación de la recta es $V_F = 4,12 \cdot 10^{-15} f - 4,5$, determina el valor de la constante de Planck y el de la frecuencia umbral.

Dato: carga elemental, $q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$



Se iguala término a término: $V_F = \frac{h}{q} \cdot f - \frac{h \cdot f_0}{q} = 4,12 \cdot 10^{-15} \cdot f - 4,5 \rightarrow \frac{h}{q} = 4,12 \cdot 10^{-15}$

$h = 4,12 \cdot 10^{-15} \cdot q = 4,12 \cdot 10^{-15} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 6,59 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ Valor bastante parecido al real $6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

La frecuencia umbral se calcula igualando el voltaje de frenado a cero.

$$0 = 4,12 \cdot 10^{-15} \cdot f_0 - 4,5 \rightarrow f_0 = \frac{4,5}{4,12 \cdot 10^{-15}} = 1,09 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

Los valores pedidos son: $h = 6,59 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ y $f_0 = 1,09 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$



PAU COMUNIDAD VALENCIANA



FÍSICA

Fotones y Láser

Junio 2025 (RESERVA)

Cuestión 6B



Fotones y láser

Un puntero láser emite luz monocromática de frecuencia $f = 5,6 \cdot 10^{14}$ Hz con una potencia $P = 5$ mW. ¿Cuál es la energía de un fotón? Calcula cuántos fotones emite el puntero en un minuto ¿Qué longitud de onda tiene la radiación emitida?

Datos: velocidad de la luz en el vacío, $c = 3 \cdot 10^8$ m/s; constante de Planck, $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J s

Solución: Se calcula la energía del fotón con la ecuación de Planck.

$$E = h \cdot f = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 5,6 \cdot 10^{14} = 3,71 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

La energía de un fotón es **$3,71 \cdot 10^{-19} \text{ J}$** .

Calculo la energía que emite el laser en 1 minuto (60 segundos) $E = P \cdot t = 5 \cdot 10^{-3} \cdot 60 = 0,3 \text{ J}$

Se recuerda que 1 mW equivale a 10^{-3} W.

Se calcula el número de fotones. Utilizaré factores de conversión.

$$0,3 \text{ J} \cdot \frac{1 \text{ fotón}}{3,71 \cdot 10^{-19} \text{ J}} = 8,09 \cdot 10^{17} \text{ fotones}$$

El número de fotones emitidos en un minuto es **$8,09 \cdot 10^{17}$** .

Fotones y láser

Un puntero láser emite luz monocromática de frecuencia $f = 5,6 \cdot 10^{14}$ Hz con una potencia $P = 5$ mW. ¿Cuál es la energía de un fotón? Calcula cuántos fotones emite el puntero en un minuto ¿Qué longitud de onda tiene la radiación emitida?

Datos: velocidad de la luz en el vacío, $c = 3 \cdot 10^8$ m/s; constante de Planck, $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J s

Solución: Se calcula longitud de onda de la radiación emitida por el puntero láser.

$$c = \lambda \cdot f \quad \rightarrow \quad \lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{5,6 \cdot 10^{14}} = 5,36 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 536 \text{ nm}$$

La longitud de onda de la radiación emitida es **536 nm**.