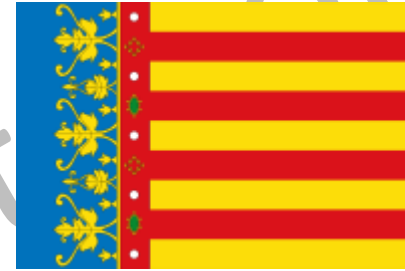


# Selectividad Comunidad Valenciana



Física



Problema 1

Interacción gravitatoria

Junio 2023

# Interacción gravitatoria

El satélite Sentinel 1 se utiliza para la monitorización del suelo terrestre por teledetección. Tiene una masa  $m=2200$  kg y completa 14,5 órbitas circulares alrededor de la Tierra cada día.

a) Deduce la relación entre el radio de la órbita, la masa de la Tierra y la velocidad angular del Sentinel 1. Calcula la altura a la que se encuentra orbitando.

b) Calcula la velocidad orbital, la energía cinética y la energía mecánica del Sentinel 1.

**Datos:** constante de gravitación universal,  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$ ; masa de la Tierra,  $M = 6,0 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ ; radio de la Tierra,  $R = 6370 \text{ km}$ .

**Solución:** En primer lugar, relaciono la velocidad angular orbital con los datos dados.

La única fuerza que actúa sobre el satélite es la fuerza gravitatoria.

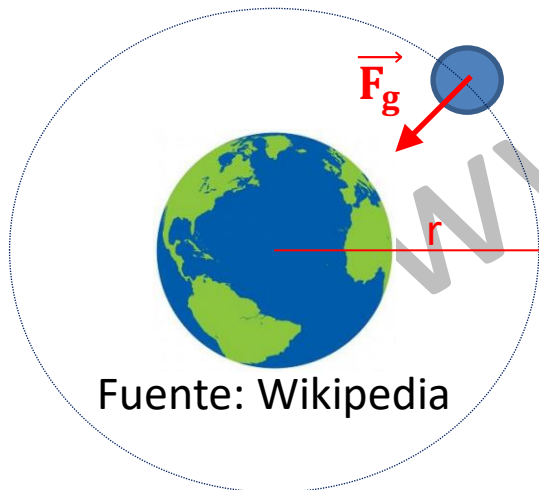
Puesto que el movimiento del Sentinel 1 es circular uniforme, según el segundo principio de la dinámica de Newton, podemos escribir:

$$F_g = m \cdot a_c \longrightarrow \frac{G \cdot M \cdot m}{r^2} = \frac{m \cdot (v_{orb})^2}{r} \longrightarrow \frac{G \cdot M}{r} = (v_{orb})^2$$

Despejando:

$$r = \frac{G \cdot M}{(v_{orb})^2} = \frac{G \cdot M}{(\omega_{orb} \cdot r)^2} = \frac{G \cdot M}{(\omega_{orb})^2 \cdot r^2}$$

Seguimos en la siguiente diapositiva.



# Interacción gravitatoria

El satélite Sentinel 1 se utiliza para la monitorización del suelo terrestre por teledetección. Tiene una masa  $m=2200$  kg y completa 14,5 órbitas circulares alrededor de la Tierra cada día.

a) Deduce la relación entre el radio de la órbita, la masa de la Tierra y la velocidad angular del Sentinel 1. Calcula la altura a la que se encuentra orbitando.

$$r = \frac{G \cdot M}{(\omega_{orb})^2 \cdot r^2} \longrightarrow (\omega_{orb})^2 \cdot r^3 = G \cdot M \longrightarrow (\omega_{orb})^2 = \frac{G \cdot M}{r^3} \longrightarrow \boxed{\omega_{orb} = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r^3}}}$$

Para calcular la altura, se debe relacionar el valor del radio orbital con el período. Partimos de la expresión obtenida antes.

$$\frac{G \cdot M}{r} = (v_{orb})^2 \xrightarrow{v_{orb} = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{T}} \left(\frac{2 \cdot \pi \cdot r}{T}\right)^2 = \frac{G \cdot M}{r} \longrightarrow \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot r^2}{T^2} = \frac{G \cdot M}{r} \longrightarrow r^3 = \frac{G \cdot M \cdot T^2}{4 \cdot \pi^2}$$

$$r = \sqrt[3]{\frac{G \cdot M \cdot T^2}{4 \cdot \pi^2}} \longrightarrow R + h = \sqrt[3]{\frac{G \cdot M \cdot T^2}{4 \cdot \pi^2}} \longrightarrow h = \sqrt[3]{\frac{G \cdot M \cdot T^2}{4 \cdot \pi^2}} - R$$

Debo calcular el período para poder terminar el ejercicio. Sigo en la siguiente diapositiva.

# Interacción gravitatoria

El satélite Sentinel 1 se utiliza para la monitorización del suelo terrestre por teledetección. Tiene una masa  $m=2200$  kg y completa 14,5 órbitas circulares alrededor de la Tierra cada día.

a) Deduce la relación entre el radio de la órbita, la masa de la Tierra y la velocidad angular del Sentinel 1. Calcula la altura a la que se encuentra orbitando.

Calculo el período a partir de su definición:  $T = \frac{t}{n^{\circ} \text{ de vueltas}} = \frac{86400}{14,5} = 5958,62 \text{ s}$

Calculo el radio orbital a partir de la fórmula deducida anteriormente.  $h = \sqrt[3]{\frac{G \cdot M \cdot T^2}{4 \cdot \pi^2}} - R$

Se expresa el radio de la Tierra en metros  $R = 6370 \text{ km} = 6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$

$$h = \sqrt[3]{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{24} \cdot (5958,62)^2}{4 \cdot \pi^2}} - 6,37 \cdot 10^6 = 7,43 \cdot 10^5 \text{ m} = 743 \text{ km}$$

El valor de la altura sobre la superficie terrestre es **743 km.**

# Interacción gravitatoria

b) Calcula la velocidad orbital, la energía cinética y la energía mecánica del Sentinel 1.

Se calcula la velocidad orbital con los datos y expresiones obtenidos en el apartado anterior.  $\frac{G \cdot M}{r} = (v_{orb})^2$

$$v_{orb} = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r}} = \sqrt{\frac{G \cdot M}{R + h}} = \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{24}}{6,37 \cdot 10^6 + 7,43 \cdot 10^5}} = 7500,88 \text{ m/s}$$

La velocidad orbital es **7500,88 m/s**.

Se calcula la energía cinética.  $E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_{orb}^2 = \frac{1}{2} \cdot 2200 \cdot 7500,88^2 = 6,19 \cdot 10^{10} \text{ J}$

La energía cinética del satélite es  **$6,19 \cdot 10^{10} \text{ J}$** .

Se calcula la energía mecánica.

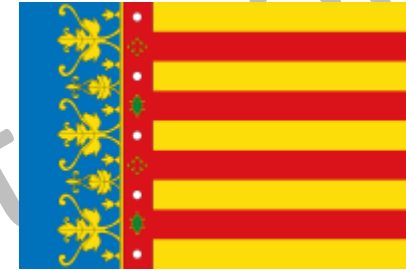
$$E_m = E_c + E_p = E_c - G \cdot \frac{M \cdot m}{r} = 6,19 \cdot 10^{10} - 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{6 \cdot 10^{24} \cdot 2200}{6,37 \cdot 10^6 + 7,43 \cdot 10^5}$$

$E_m = -6,19 \cdot 10^{10} \text{ J}$  La energía mecánica del satélite es  **$-6,19 \cdot 10^{10} \text{ J}$** .

# Selectividad Comunidad Valenciana



Física



Problema 2

Interacción electromagnética

Junio 2023

# Interacción electromagnética

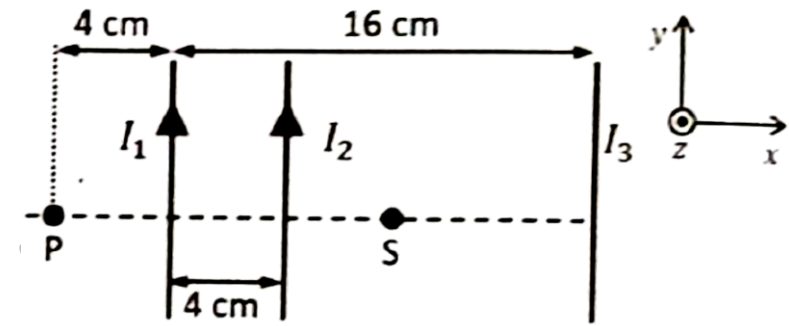
Se tienen tres conductores rectilíneos muy largos y paralelos entre sí. Por dos de los conductores circulan corrientes eléctricas  $I_1=2,0$  A e  $I_2=4,0$  A en el sentido que se indica en la figura.

a) Calcula la intensidad y el sentido de la corriente en el otro conductor  $I_3$  para que el campo magnético en el punto P de la figura sea nulo.

b) El vector campo magnético en el punto S es  $\vec{B}_S = -7,5 \cdot 10^{-7} \vec{k}$  (T), determina la fuerza que actúa sobre una carga de  $1 \mu\text{C}$  que pasa por S con una velocidad  $\vec{v} = -10^5 \vec{j}$  (m/s).

Dato: permeabilidad magnética del vacío,  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$

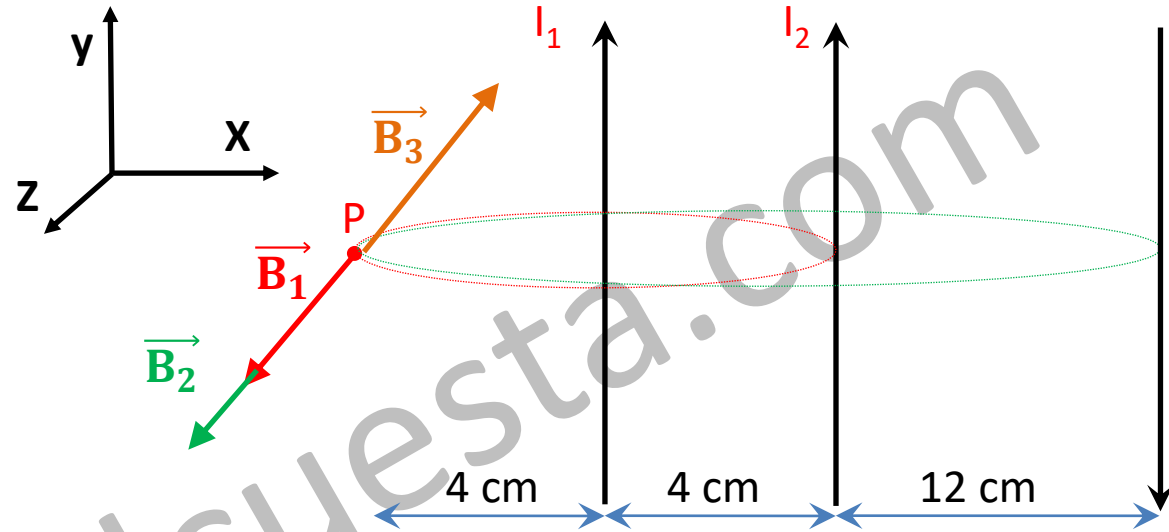
**Solución:** Hacemos un esquema de la situación en la siguiente diapositiva.



# Interacción electromagnética

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 este caso, los campos magnéticos ( $\vec{B}_1$  y  $\vec{B}_2$ ) tendrán la dirección del Eje Z en su sentido positivo (saliente), para que se anulen los campos en el punto P, el campo  $\vec{B}_3$  debe tener sentido entrante. Para ello, la corriente debe circular en el sentido negativo del eje Y.

Calculamos el campo magnético generado por cada hilo conductor.  
Para ello se aplica la ley de Biot y Savart.

$$\vec{B}_1 = \frac{\mu_0 \cdot I_1}{2\pi \cdot d_1} \vec{k} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 2}{2\pi \cdot 0,04} \vec{k} = 1 \cdot 10^{-5} \vec{k} \text{ (T)}$$

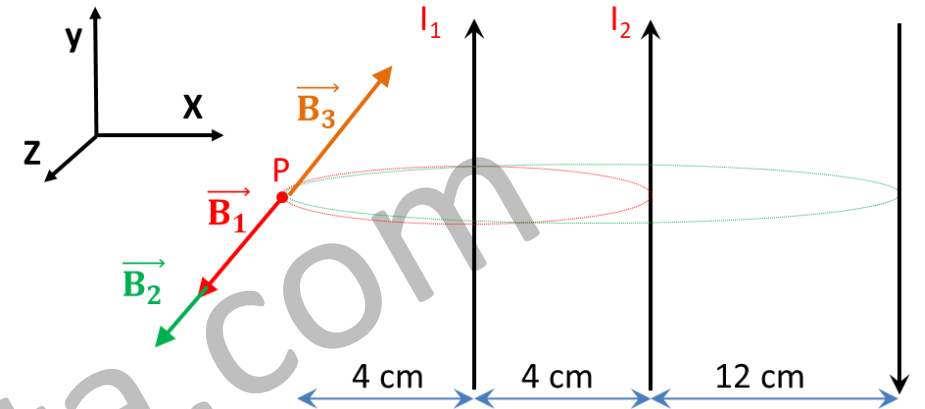
$$\vec{B}_2 = \frac{\mu_0 \cdot I_2}{2\pi \cdot d_2} \vec{k} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 4}{2\pi \cdot 0,08} \vec{k} = 1 \cdot 10^{-5} \vec{k} \text{ (T)}$$

$$\vec{B}_3 = \frac{\mu_0 \cdot I_3}{2\pi \cdot d_3} (-\vec{k}) = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot I_3}{2\pi \cdot 0,20} (-\vec{k}) = -1 \cdot 10^{-6} \cdot I_3 \vec{k} \text{ (T)}$$

Aplicando el principio de superposición:  $\vec{B}_T = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3 = 1 \cdot 10^{-5} \vec{k} + 1 \cdot 10^{-5} \vec{k} - 1 \cdot 10^{-6} \cdot I_3 \vec{k} = 0 \vec{k}$

$$2 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-6} \cdot I_3 = 0 \longrightarrow I_3 = \frac{2 \cdot 10^{-5}}{1 \cdot 10^{-6}} = 20 \text{ A}$$

La intensidad de corriente del tercer conductor es **20 A**,  
en el sentido negativo del eje Y.



# Interacción electromagnética

b) El vector campo magnético en el punto S es  $\vec{B}_S = -7,5 \cdot 10^{-7} \vec{k}$  (T), determina la fuerza que actúa sobre una carga de  $1 \mu\text{C}$  que pasa por S con una velocidad  $\vec{v} = -10^5 \vec{j}$  (m/s).

Una carga en movimiento que entra en una zona en la cual hay un campo magnético, sufre una fuerza que viene dada por la **ley de Lorentz**.

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

$$\vec{F}_m = 1 \cdot 10^{-6} \cdot (-10^5 \vec{j} \times (-7,5 \cdot 10^{-7} \vec{k})) = 1 \cdot 10^{-6} \cdot \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 0 & -10^5 & 0 \\ 0 & 0 & -7,5 \cdot 10^{-7} \end{vmatrix}$$

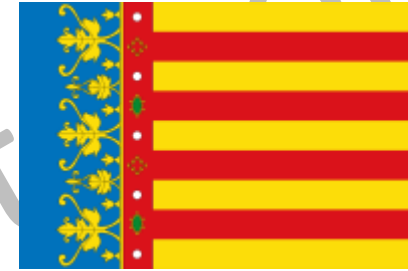
$$\vec{F}_m = 7,5 \cdot 10^{-8} \vec{i} \text{ (N)}$$

La fuerza en el punto S que recibirá la carga q será de  $7,5 \cdot 10^{-8} \vec{i}$  (N)

# Selectividad Comunidad Valenciana



Física



Problema 3

ONDAS

Junio 2023

# ONDAS

Una onda armónica se propaga hacia la izquierda por la superficie de un estanque y provoca la oscilación de una boya que pasa de la posición más baja a la más alta en 3 s. La figura representa la onda y la boya (círculo negro) en los instantes  $t=0$  y  $t=3$  s.

a) Determina la amplitud, longitud de onda, período, frecuencia y la velocidad de propagación de la onda.

b) Determina la fase inicial y escribe la función de onda (utilizando la función seno). ¿Cuál es la velocidad de la boya en el instante  $t=3$  s?

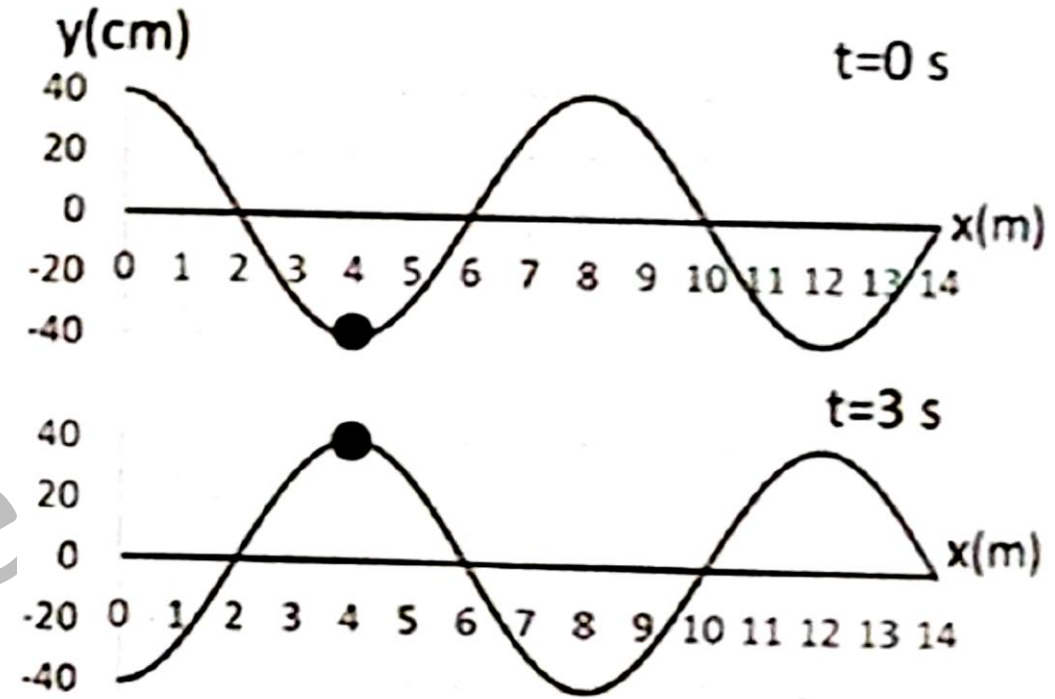
## Solución:

De los datos del enunciado se deduce que **el período es 6 segundos**. Puesto que tarda 3 segundos en ir del punto más alto al más bajo, y en regresar tarda otros 3 segundos.

Observando las gráficas se concluye que la **amplitud es 0,4 m** (40 cm) y la **longitud de onda 8 m** (distancia entre dos puntos en fase, en este caso he tomado dos máximos consecutivos).

La frecuencia es la inversa del período.  $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{6} = 0,167 \text{ Hz}$

La velocidad de propagación será:  $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{8}{6} = 1,33 \text{ m/s}$



# ONDAS

b) Determina la fase inicial y escribe la función de onda (utilizando la función seno). ¿Cuál es la velocidad de la boya en el instante  $t=3$  s?

La ecuación de la onda es:  $y(x, t) = A \cdot \text{sen}(\omega \cdot t + k \cdot x + \varphi_0)$

Al moverse la onda de derecha a izquierdas e debe poner el signo positivo en el interior del seno.

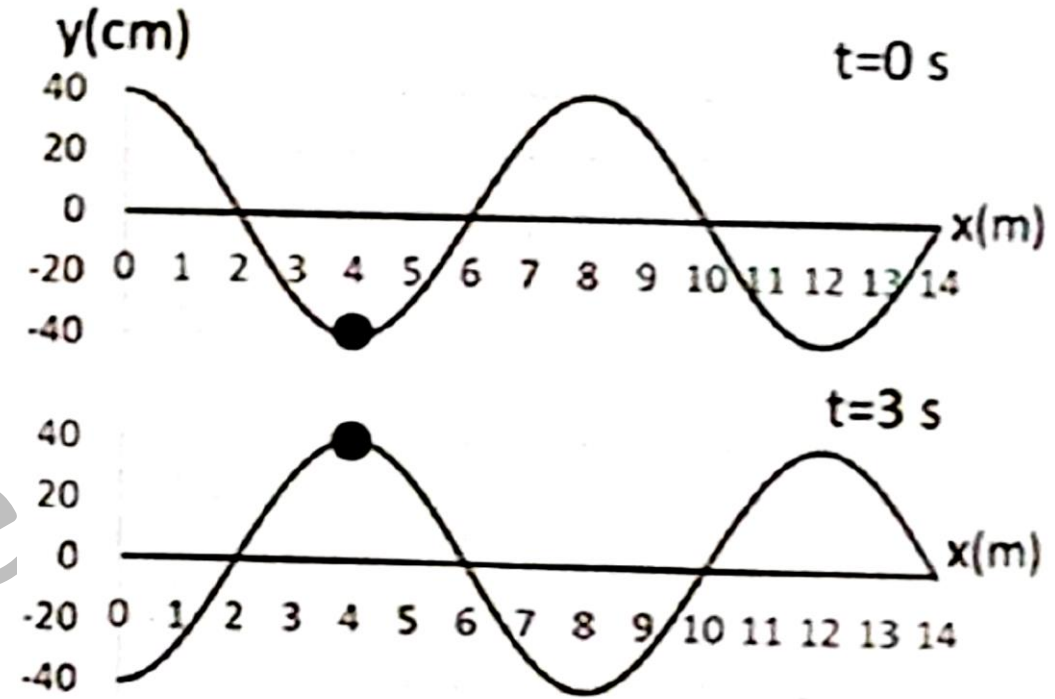
Se observa que la onda parte desde la máxima amplitud positiva, lo cual implica que la fase inicial sea  $\pi/2$ .

Se calculan la frecuencia angular y el número de onda.

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{6} = \frac{\pi}{3} \text{ rad/s} \quad k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{8} = \frac{\pi}{4} \text{ rad/m}$$

La ecuación de la onda será:

$$y(x, t) = 0,4 \cdot \text{sen} \left( \frac{\pi}{3} \cdot t + \frac{\pi}{4} \cdot x + \frac{\pi}{2} \right)$$



# ONDAS

b) Determina la fase inicial y escribe la función de onda (utilizando la función seno). ¿Cuál es la velocidad de la boya en el instante  $t=3$  s?

Recordamos la ecuación de la onda.  $y(x, t) = 0,4 \cdot \text{sen} \left( \frac{\pi}{3} \cdot t + \frac{\pi}{4} \cdot x + \frac{\pi}{2} \right)$

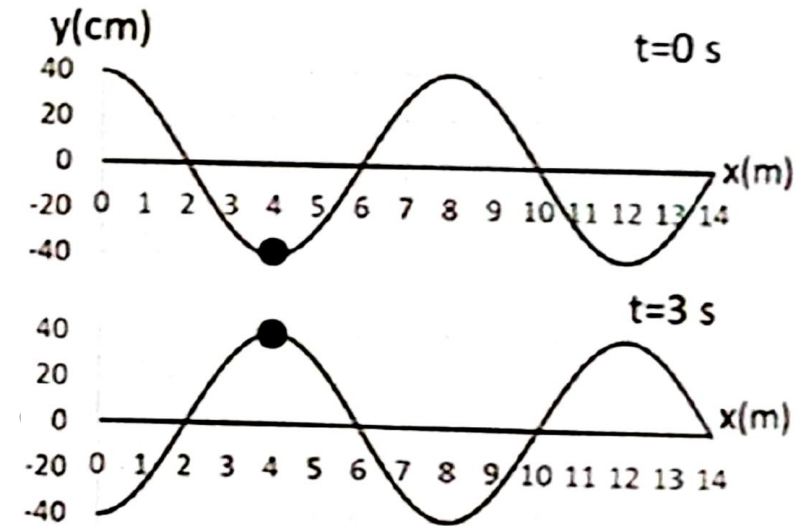
La velocidad de vibración se obtiene derivando respecto del tiempo.

$$v(x, t) = \frac{dy}{dt} = 0,4 \cdot \frac{\pi}{3} \cdot \cos \left( \frac{\pi}{3} \cdot t + \frac{\pi}{4} \cdot x + \frac{\pi}{2} \right)$$

La boya, vemos en la gráfica, que está a 4 metros de distancia del origen. Sustituyo  $t=3$  s y  $x=4$  m con la calculadora en radianes.

$$v(4,3) = 0,4 \cdot \frac{\pi}{3} \cdot \cos \left( \frac{\pi}{3} \cdot 3 + \frac{\pi}{4} \cdot 4 + \frac{\pi}{2} \right) = 0 \text{ m/s}$$

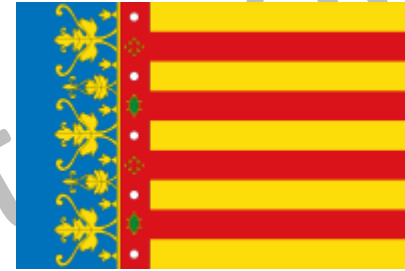
La velocidad de la boya a los 3 segundos **es nula**, puesto que está en un máximo. No haría falta hacer cálculos, pero se han hecho con fines pedagógicos.



# Selectividad Comunidad Valenciana



Física



Problema 4

Física del Siglo XX

Junio 2023

# Física del Siglo XX

En una excavación arqueológica se ha encontrado un tótem de madera cuyo contenido en  $^{14}_6\text{C}$  es el 53% del que tienen las maderas de árboles actuales de la misma zona.

a) Determina en que año fue realizado el tótem.

b) El isótopo  $^{14}_6\text{C}$  se desintegra según  $^{14}_6\text{C} \rightarrow ^{14}_7\text{N} + X$ . La partícula  $X$  tiene una energía total  $E = 0,667 \text{ MeV}$  y una energía cinética  $E_c = 0,156 \text{ MeV}$  ¿De qué tipo de radiactividad se trata? Calcula la energía en reposo y la masa de la partícula.

**Datos:** período de semidesintegración  $^{14}_6\text{C}$ ,  $T_{1/2} = 5730 \text{ años}$ ; velocidad de la luz en el vacío,  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ ; carga elemental,  $q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .

# Física del Siglo XX

En una excavación arqueológica se ha encontrado un tótem de madera cuyo contenido en  $^{14}_6\text{C}$  es el 53% del que tienen las madres de árboles actuales de la misma zona.

a) **Determina en que año fue realizado el tótem.**

Se aplica la ecuación de la desintegración radiactiva (al final del vídeo te muestro como deducirla, por si tienes interés).

Para poder utilizarla se calcula la constante de desintegración ( $\lambda$ ) a partir del período de semidesintegración ( $T_{1/2}$ ).

$$\lambda = \frac{\text{Ln}(2)}{T_{1/2}} = \frac{\text{Ln}(2)}{5730} = 1,21 \cdot 10^{-4} \text{ años}^{-1}$$

Se despeja el tiempo del exponente de la ecuación de desintegración radiactiva.

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \longrightarrow \text{Ln}(N) = \text{Ln}(N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}) \longrightarrow \text{Ln}(N) = \text{Ln}(N_0) + \text{Ln}(e^{-\lambda \cdot t}) \longrightarrow \text{Ln}(N) = \text{Ln}(N_0) - \lambda \cdot t$$

$$\text{Ln}(N) - \text{Ln}(N_0) = \lambda \cdot t \longrightarrow \text{Ln}\left(\frac{N}{N_0}\right) = -\lambda \cdot t \longrightarrow t = \frac{\text{Ln}\left(\frac{N}{N_0}\right)}{-\lambda}$$

Se tiene en cuenta que:  $N = 0,53 \cdot N_0$

$$t = \frac{\text{Ln}\left(\frac{0,53 \cdot N_0}{N_0}\right)}{-1,21 \cdot 10^{-4}} = \frac{\text{Ln}(0,53)}{-1,21 \cdot 10^{-4}} = 5247 \text{ años}$$

El tótem fue realizado hace 5247 años. Puesto que estamos en el año 2023, el tótem fue realizado en el año **3224 antes de Cristo**.

# Física del Siglo XX

b) El isótopo  $^{14}_6\text{C}$  se desintegra según  $^{14}_6\text{C} \rightarrow ^{14}_7\text{N} + X$ . La partícula  $X$  tiene una energía total  $E = 0,667 \text{ MeV}$  y una energía cinética  $E_c = 0,156 \text{ MeV}$  ¿De qué tipo de radiactividad se trata? Calcula la energía en reposo y la masa de la partícula.

Según la segunda ley de Soddy, cuando un átomo radiactivo emite una partícula  $\beta$ , su número atómico aumenta en una unidad. Este es el caso en el que nos encontramos, por eso la partícula emitida es un electrón y estamos ante una **radiación  $\beta^-$** .

También podríamos llegar a la misma conclusión si aplicáramos la conservación de las partículas.

$$^{14}_6\text{C} \rightarrow ^{14}_7\text{N} + \frac{A}{Z}\text{X} \longrightarrow \begin{cases} 14 = 14 + A \\ 6 = 7 + Z \end{cases} \longrightarrow \begin{cases} A = 0 \\ Z = -1 \end{cases}$$

Por lo tanto, la partícula emitida es un electrón y la **radiación es  $\beta^-$** .

La energía en reposo es la diferencia entre la energía total y la energía cinética.

$$E_0 = E - E_c = 0,667 - 0,156 = \mathbf{0,511 \text{ MeV}}$$
 Se expresa en Julios, para poder calcular la masa en reposo.

$$0,511 \text{ MeV} \cdot \frac{10^6 \text{ eV}}{\text{MeV}} \cdot \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{1 \text{ eV}} = \mathbf{8,176 \cdot 10^{-14} \text{ J}}$$

La energía en reposo de la partícula es  $\mathbf{8,176 \cdot 10^{-14} \text{ J}}$  y su masa es  $\mathbf{9,08 \cdot 10^{-31} \text{ kg}}$ .

$$E_0 = m_0 \cdot c^2 \longrightarrow m_0 = \frac{E_0}{c^2} = \frac{8,176 \cdot 10^{-14}}{(3 \cdot 10^8)^2} = \mathbf{9,08 \cdot 10^{-31} \text{ kg}}$$

©Angel Cuesta Arza

# BONUS

## Deducción de la ecuación de desintegración radiactiva.

$$\frac{dN}{dt} = -\lambda \cdot N$$

La variación del número de núcleos radiactivos con el tiempo es proporcional al número de núcleos radiactivos. Es negativa porque el número de núcleos disminuye con el tiempo.

La ecuación que hemos escrito arriba es una ecuación diferencial. Para poder resolverla, debemos integrarla.

Condiciones iniciales:  $t = 0$ ;  $N = N_0$

Separo las variables:  $dN = -\lambda \cdot N dt \longrightarrow \frac{dN}{N} = -\lambda dt$

Ahora ya podemos integrar, definiendo los límites de integración con las condiciones iniciales.

$$\int_{N_0}^N \frac{dN}{N} = \int_0^t -\lambda dt \longrightarrow [Ln(N)]_{N_0}^N = -\lambda \cdot [t]_0^t \longrightarrow Ln(N) - Ln(N_0) = -\lambda \cdot (t - 0)$$

$$Ln\left(\frac{N}{N_0}\right) = -\lambda \cdot t \longrightarrow \left(\frac{N}{N_0}\right) = e^{-\lambda \cdot t} \longrightarrow N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$$

Que es la ley que queríamos obtener.



**ÁNGEL CUESTA**  
Tu profesor en la red

SUSCRÍBETE

# Selectividad Comunidad Valenciana



Física



Interacción gravitatoria

Cuestión 1

Junio 2023

# Interacción gravitatoria

Deduca razonadamente la expresión del período de un planeta en una órbita circular alrededor del Sol, en función del radio de la órbita y de la masa del Sol. Suponiendo que las órbitas de la Tierra y Urano son circulares, de radio  $r_T = 1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}$  y  $r_U = 2,9 \cdot 10^{12} \text{ m}$  respectivamente, calcula el período orbital de Urano en años terrestres. Utiliza exclusivamente los datos del enunciado.

## Solución:

Se debe deducir la relación que hay entre el período orbital del planeta con su distancia media al Sol.

Puesto que se supone que el movimiento de los planetas es circular uniforme, según el segundo principio de la dinámica de Newton, podemos escribir:

$$F_g = m \cdot a_c \longrightarrow \frac{G \cdot M_S \cdot \cancel{M_P}}{r^2} = \frac{\cancel{M_P} \cdot v^2}{r} \longrightarrow v^2 = \frac{G \cdot M_S}{r} \xrightarrow{v = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{T}} \left( \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{T} \right)^2 = \frac{G \cdot M_S}{r}$$

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

Una vez deducida la relación calcularemos el período orbital de Urano. Pero eso será en la siguiente diapositiva.

# Interacción gravitatoria

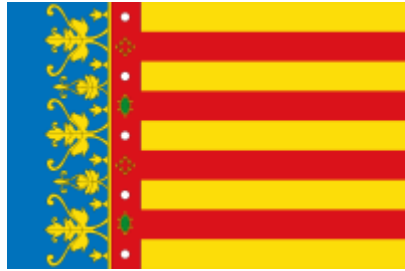
Se dividen las ecuaciones, miembro a miembro, para despejar el período de Urano y se sustituyen los datos del enunciado.

$$\left. \begin{aligned} T_U^2 &= \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot r_U^3}{G \cdot M_S} \\ T_T^2 &= \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot r_T^3}{G \cdot M_S} \end{aligned} \right\} \longrightarrow \frac{T_U^2}{T_T^2} = \frac{\frac{4 \cdot \pi^2 \cdot r_U^3}{G \cdot M_S}}{\frac{4 \cdot \pi^2 \cdot r_T^3}{G \cdot M_S}} \longrightarrow \frac{T_U^2}{T_T^2} = \frac{r_U^3}{r_T^3} \longrightarrow T_U^2 = \frac{r_U^3}{r_T^3} \cdot T_T^2 \longrightarrow T_U = \sqrt{\frac{r_U^3}{r_T^3} \cdot T_T^2}$$

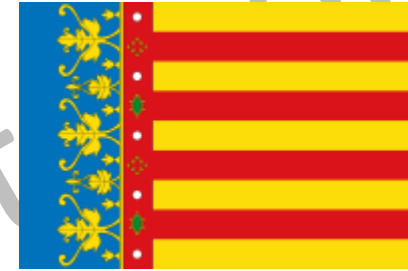
$$T_U = \sqrt{\frac{r_U^3}{r_T^3} \cdot T_T^2} = \sqrt{\frac{(2,9 \cdot 10^{12})^3}{(1,5 \cdot 10^{11})^3} \cdot 1} = 85 \text{ años}$$

El período orbital de Urano son **85 años terrestres**.

# Selectividad Comunidad Valenciana



Física



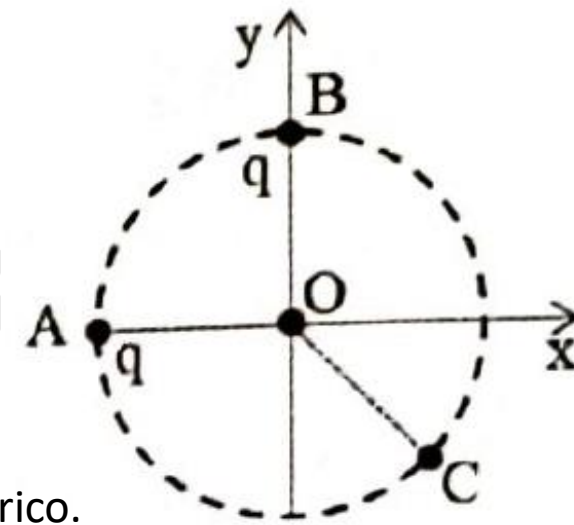
Interacción electrostática

Cuestión 2

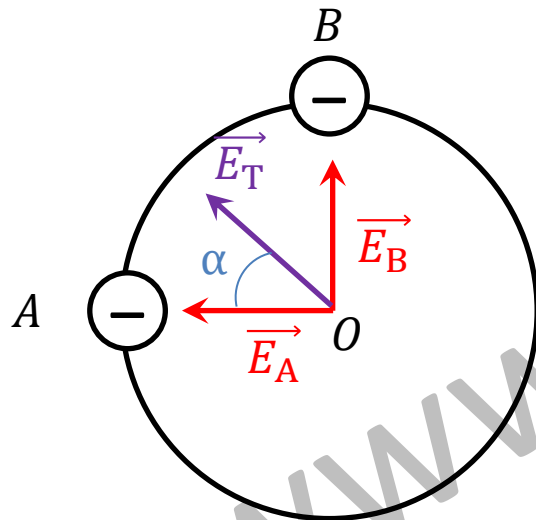
Junio 2023

# Interacción electrostática

Dos cargas puntuales  $q = -1 \text{ nC}$  están situadas en los puntos A y B de la circunferencia de radio  $r$  de la figura. Representa en el punto O el vector campo eléctrico generado por cada carga y el vector campo total, indicando el ángulo que forma este último con el eje X. Razona el signo y valor Q que habrá que situar en el punto C (equidistante de A y B) para que el campo total de las tres cargas sea nulo en el punto O.



**Solución:** Hacemos un esquema de la situación y la representación de los vectores campo eléctrico.



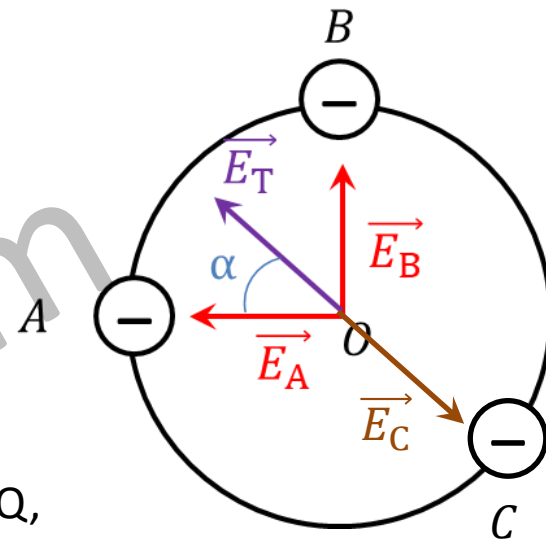
Puesto que el módulo de ambos campos eléctricos es el mismo, podemos calcular el ángulo  $\alpha$  utilizando la tangente.

$$\tan(\alpha) = \frac{|E_B|}{|E_A|} = 1 \longrightarrow \alpha = 45^\circ$$

Por lo tanto, el ángulo que forma con el eje X es **135°**.

# Interacción electrostática

Dos cargas puntuales  $q = -1 \text{ nC}$  están situadas en los puntos A y B de la circunferencia de radio  $r$  de la figura. Representa en el punto O el vector campo eléctrico generado por cada carga y el vector campo total, indicando el ángulo que forma este último con el eje X. Razona el signo y valor  $Q$  que habrá que situar en el punto C (equidistante de A y B) para que el campo total de las tres cargas sea nulo en el punto O.



**Solución:** Hacemos un esquema de la situación. Se observa que el campo generado por la carga  $Q$ , situada en C, debe ser atractivo. Por ello, **el signo de la carga  $Q$  debe ser negativo.**

Para calcular el valor de  $Q$  se debe aplicar el principio de superposición a la suma de los tres campos eléctricos.

Calculo en primer lugar,  $\vec{E}_A$  y  $\vec{E}_B$ . Para ello, calcularé su módulo (son iguales) y le asignaré dirección y sentido en base al esquema representado.

$$|\vec{E}_A| = |\vec{E}_B| = K \cdot \frac{|q|}{r^2} = K \cdot \frac{|-1 \cdot 10^{-9}|}{r^2} = \frac{K \cdot 10^{-9}}{r^2} \longrightarrow \begin{cases} \vec{E}_A = \frac{-K \cdot 10^{-9}}{r^2} \vec{i} \\ \vec{E}_B = \frac{K \cdot 10^{-9}}{r^2} \vec{j} \end{cases}$$

$$\vec{E}_A + \vec{E}_B + \vec{E}_C = \vec{0} \longrightarrow \vec{E}_C = -\vec{E}_A - \vec{E}_B$$

# Interacción electrostática

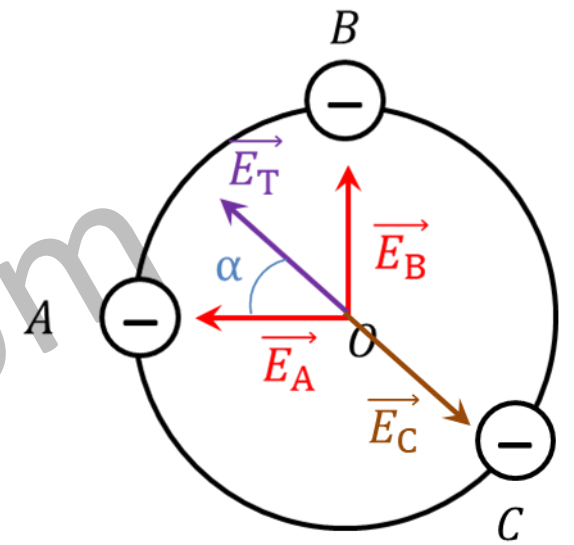
Se calcula el vector campo eléctrico generado por la carga que hay en C

$$\vec{E}_C = -\vec{E}_A - \vec{E}_B = \frac{K \cdot 10^{-9}}{r^2} \vec{i} - \frac{K \cdot 10^{-9}}{r^2} \vec{j}$$

$$|\vec{E}_C| = \sqrt{\left(\frac{K \cdot 10^{-9}}{r^2}\right)^2 + \left(-\frac{K \cdot 10^{-9}}{r^2}\right)^2} = \sqrt{2 \cdot \left(\frac{K \cdot 10^{-9}}{r^2}\right)^2} = \sqrt{2} \cdot \left(\frac{K \cdot 10^{-9}}{r^2}\right)$$

$$|\vec{E}_C| = K \cdot \frac{|Q|}{r^2} \longrightarrow \sqrt{2} \cdot \left(\frac{K \cdot 10^{-9}}{r^2}\right) = K \cdot \frac{|Q|}{r^2} \longrightarrow \sqrt{2} \cdot 10^{-9} = |Q| \longrightarrow |Q| = 1,41 \cdot 10^{-9} \text{ C}$$

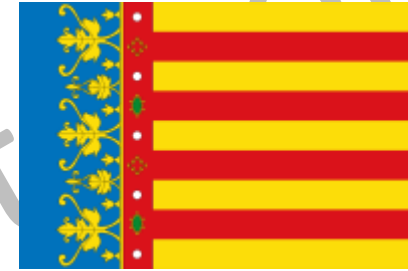
Puesto que habíamos dicho que el signo de Q era negativo, podemos afirmar que  $Q = -1,41 \cdot 10^{-9} \text{ C}$



# Selectividad Comunidad Valenciana



Física



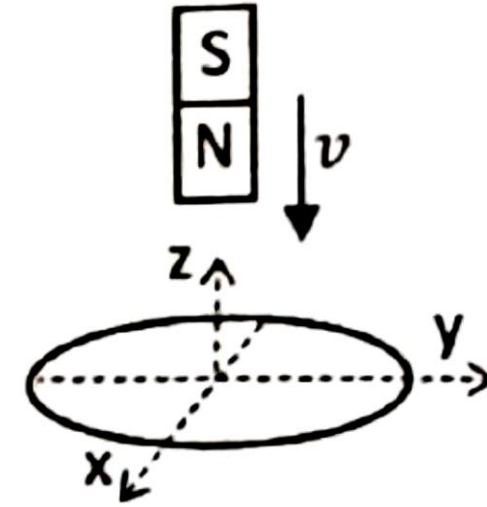
Interacción electromagnética

Cuestión 3

Junio 2023

# Interacción electromagnética

Un imán se mueve con velocidad  $v$ , acercándose perpendicularmente al plano de una espira conductora circular, como indica la figura. Razona por qué se induce una corriente en la espira, basándote en la ley que explica este fenómeno. Explica el sentido de la corriente inducida y dibújalo sobre la espira. ¿Cuál es la corriente inducida si el imán permanece quieto?



**Solución:**

Para poder explicar el ejercicio debemos tener en cuenta dos leyes de la física referidas a la inducción de una corriente eléctrica a partir de un campo magnético.

**Ley de Faraday-Henry:** 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.

**Ley de Lenz:** 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.

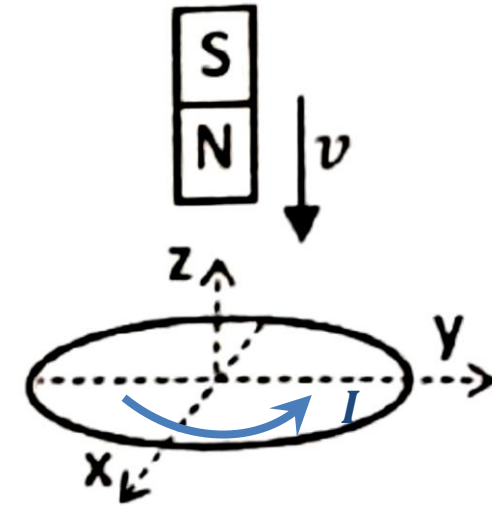
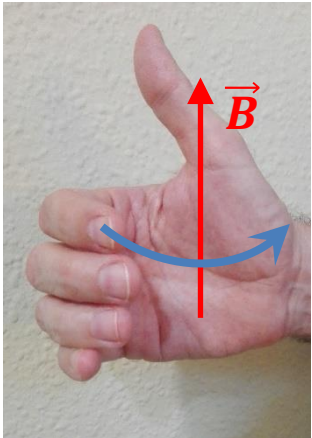
El signo negativo, nos indica la oposición de la fem a la variación de flujo magnético.

# Interacción electromagnética

Al acercar el imán a la espira, se produce un aumento del campo magnético que hay en la espira. Ello provoca un aumento en el flujo magnético, ya que éste es proporcional al campo magnético.  $\Phi = |\vec{B}| \cdot |\vec{S}| \cdot \cos(\alpha)$

Dicha variación, según la ley de Faraday-Henry induce una corriente eléctrica en la espira.

Para definir el sentido de la corriente inducida, se debe recurrir a la ley de Lenz. La corriente inducida tendrá un sentido tal, que se generará un campo que tendrá el sentido positivo del eje Z. Por ello, y según la regla de la mano derecha, el sentido de la corriente **será antihorario**.

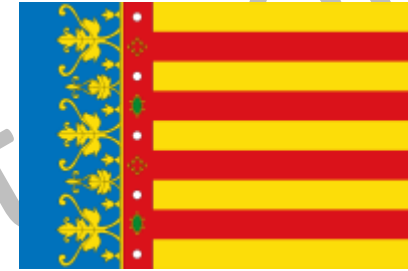


Por último, siguiendo el mismo razonamiento, si el imán está quieto, no se produce variación de flujo magnético y por ello no se induce corriente eléctrica en la espira.

# Selectividad Comunidad Valenciana



Física



Ondas

Cuestión 4

Junio 2023

# Ondas

Una onda armónica está descrita por la función  $y(x, t) = A \cdot \sin(2\pi ft - kx + \varphi)$  y se propaga por un medio con velocidad  $v$ . ¿Cómo cambian su frecuencia, número de onda y fase inicial cuando esta onda pasa a otro medio donde su velocidad de propagación es  $2v$ ?

**Solución:** La **frecuencia permanece constante**, ya que esta magnitud sólo depende del foco que ha generado la onda. Por lo tanto, permanecerá invariante cuando la onda pase de un medio a otro.

La velocidad de propagación se puede calcular mediante la ecuación:  $v = \lambda \cdot f$

Medio 1:  $v = \lambda_1 \cdot f$

Medio 2:  $2v = \lambda_2 \cdot f$

Dividiendo miembro a miembro.  $\frac{2v}{v} = \frac{\lambda_2 \cdot f}{\lambda_1 \cdot f} \longrightarrow 2 = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \longrightarrow \lambda_2 = 2\lambda_1$

Comparamos ahora, el número de onda en cada uno de los dos medios.

Medio 1:  $k_1 = \frac{2\pi}{\lambda_1}$

Medio 2:  $k_2 = \frac{2\pi}{\lambda_2}$

Dividiendo miembro a miembro.  $\frac{k_2}{k_1} = \frac{\frac{2\pi}{\lambda_2}}{\frac{2\pi}{\lambda_1}} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\lambda_1}{2\lambda_1} = \frac{1}{2} \longrightarrow k_2 = \frac{1}{2}k_1$

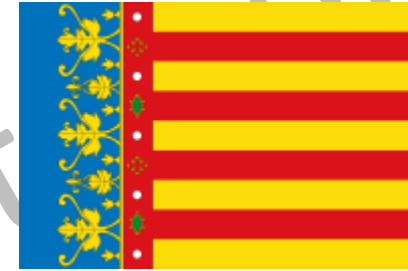
**El número de onda se reduce a la mitad.**

La **fase inicial permanece constante**, ya que esta determina la posición del foco emisor en el instante inicial.

# Selectividad Comunidad Valenciana



Física



Ondas

Cuestión 5

Junio 2023

www.angelcuestion.com

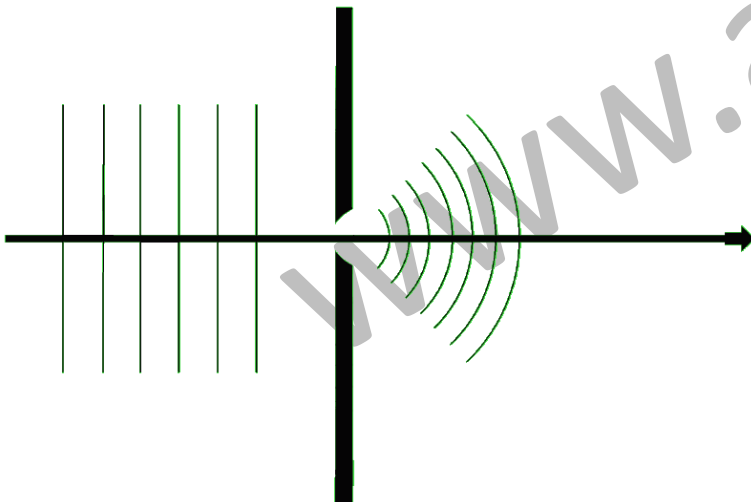
# Ondas

La figura muestra, en un instante fijo, una onda plana que incide desde la izquierda sobre una pared con un pequeño orificio y pasa a ser una onda circular. ¿Cómo se llama este fenómeno? Explica en qué consiste. ¿Qué magnitud física es la distancia  $d$  que se representa en la figura?

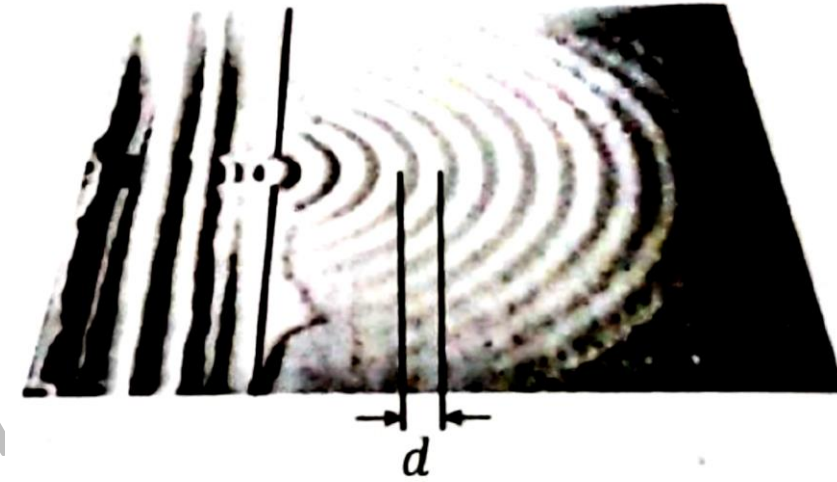
**Solución:**

El fenómeno que se observa en la figura es la **difracción de una onda**.

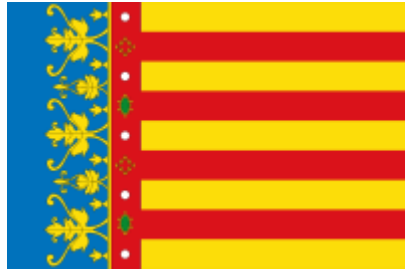
La difracción es la propiedad que tienen las ondas de rodear los obstáculos en determinadas condiciones. Cuando una onda llega a un obstáculo (abertura o punto material) de dimensiones similares a su longitud de onda, ésta se convierte en un nuevo foco emisor de la onda. Según el principio de Huygens todo punto de un frente de onda puede considerarse como origen de ondas secundarias que se propagan en todas las direcciones del espacio. En este caso, el orificio se convierte en el nuevo foco de la onda.



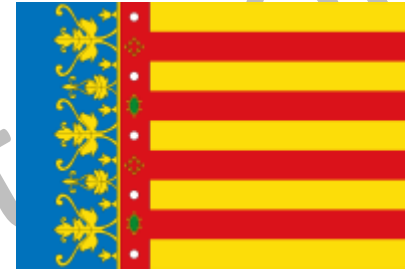
La magnitud física que representa  $d$ , es la longitud de onda, la distancia mínima entre dos puntos que están en fase.



# Selectividad Comunidad Valenciana



Física



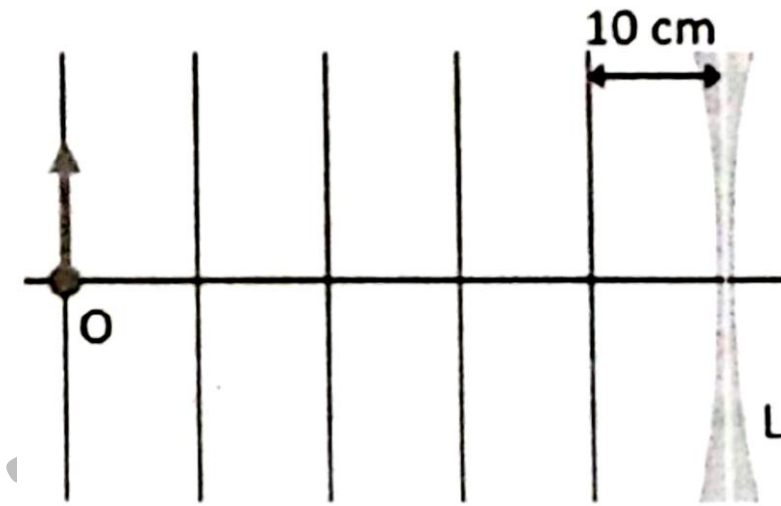
Óptica geométrica

Cuestión 6

Junio 2023

# Óptica geométrica

En la figura se muestra una lente, L, y la posición de un objeto, O. La imagen es virtual y se encuentra a 10 cm de la lente. Determina la distancia focal de la imagen de la lente, la potencia de la lente en dioptrías y el tamaño de la imagen si el objeto mide 5 cm.



**Solución:**

Tomamos datos de la figura, utilizamos el criterio de signos DIN.

$$s = -50 \text{ cm}; \quad s' = -10 \text{ cm}; \quad y = 5 \text{ cm}$$

La ecuación de las lentes delgadas nos permite calcular la distancia focal de esta lente divergente.

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \longrightarrow \frac{1}{-10} - \frac{1}{-50} = \frac{1}{f'} \longrightarrow \frac{-2}{25} = \frac{1}{f'} \longrightarrow f' = -12,5 \text{ cm} = -0,125 \text{ m}$$

La potencia de la lente es la inversa de la distancia focal expresada en metros.  $P = \frac{1}{f'} = \frac{1}{-0,125} = -8 \text{ dioptrías}$ .

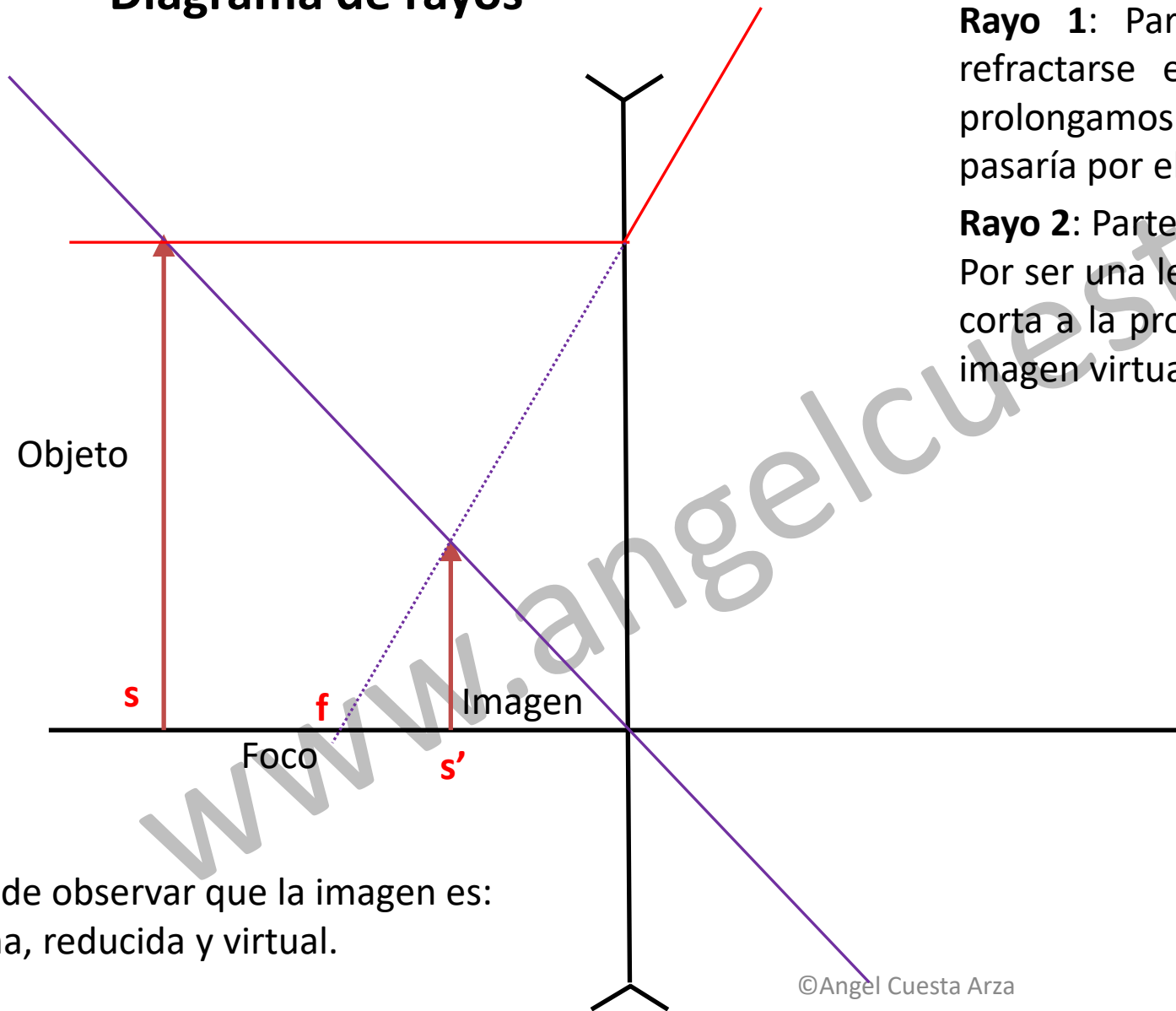
El tamaño de la imagen se obtiene a partir de la fórmula de la ampliación lateral.

$$A = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \longrightarrow \frac{y'}{5} = \frac{-10}{-50} \longrightarrow y' = 1 \text{ cm}$$

La distancia focal de la lente es **-12,5 cm**, la potencia es **-8 dioptrías** y el tamaño de la imagen es **1 cm**.

# Óptica geométrica

## Diagrama de rayos

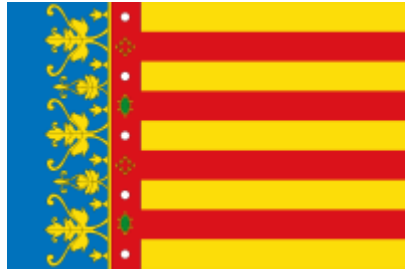


**Rayo 1:** Parte desde el objeto paralelo al eje. Al refractarse en la lente se aleja del eje óptico. Si prolongamos el rayo refractado hacia atrás, el rayo pasaría por el foco,  $f'$ .

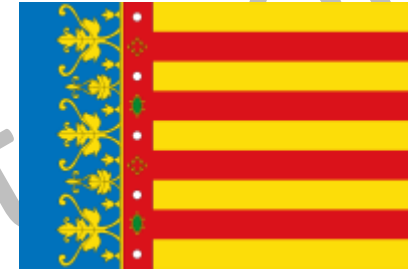
**Rayo 2:** Parte desde el objeto hacia el centro de la lente. Por ser una lente delgada, el rayo no se desviará. Donde corta a la prolongación del rayo refractado, se forma la imagen virtual.

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

# Selectividad Comunidad Valenciana



Física



Teoría de la relatividad

Cuestión 7

Junio 2023

# Teoría de la relatividad

Un neutrón tiene una energía cinética relativista de 50 MeV. Determina la relación (cociente) entre la energía total del neutrón y su energía en reposo. Calcula la velocidad del neutrón.

**Datos:** masa del neutrón,  $m_0=940 \text{ MeV}/c^2$ ; velocidad de la luz en el vacío,  $c=3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ .

**Solución:**

Se parte del cociente de energías y se desarrollan las fórmulas correspondientes:

$$\frac{E}{E_0} = \frac{E_0 + E_c}{E_0} = \frac{940 + 50}{940} = \frac{990}{940} \approx 1,0532$$

El valor de la relación es **1,0532**

Por otro lado, y partiendo del mismo cociente.

$$\frac{E}{E_0} = \frac{m \cdot c^2}{m_0 \cdot c^2} = \frac{\gamma \cdot m_0 \cdot c^2}{m_0 \cdot c^2} = \gamma = 1,0532 \quad \text{A partir del coeficiente de Lorentz se despaja la velocidad del neutrón.}$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} \longrightarrow \sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2} = \frac{1}{\gamma} \longrightarrow 1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2 = \frac{1}{\gamma^2} \longrightarrow \left(\frac{v}{c}\right)^2 = 1 - \frac{1}{\gamma^2} \longrightarrow \frac{v}{c} = \sqrt{1 - \frac{1}{\gamma^2}}$$

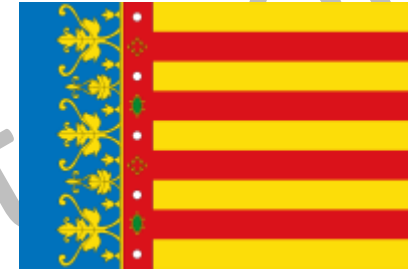
$$v = c \cdot \sqrt{1 - \frac{1}{\gamma^2}} = 3 \cdot 10^8 \cdot \sqrt{1 - \frac{1}{1,0532^2}} \approx 9,41 \cdot 10^7 \text{ m/s}$$

La velocidad del neutrón es  **$9,41 \cdot 10^7 \text{ m/s}$**

# Selectividad Comunidad Valenciana



Física



Efecto fotoeléctrico

Cuestión 8

Junio 2023

# Efecto fotoeléctrico

El potencial de frenado de una célula fotoeléctrica es nulo cuando la luz incidente tiene una longitud de onda umbral  $\lambda_0 = 540 \text{ nm}$ . Determina la frecuencia umbral. Obtén la expresión del potencial de frenado  $\Delta V$  en función de la frecuencia  $f$  de la luz incidente y explica en qué te basas para deducirla.

Datos: carga eléctrica elemental,  $q=1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ; constante de Planck,  $h=6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ , velocidad de la luz en el vacío,  $c=3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ .

## Solución:

Se calcula la frecuencia umbral a partir de la longitud de onda umbral:

$$c = \lambda_0 \cdot f_0 \longrightarrow f_0 = \frac{c}{\lambda_0} = \frac{3 \cdot 10^8}{540 \cdot 10^{-9}} = 5,56 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

El valor de la frecuencia umbral  $f_0$  es  **$5,56 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$** .

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.

$$W = q \cdot \Delta V = E_c$$

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.  $E_f = W_{ext} + q \cdot \Delta V$

$$h \cdot f = h \cdot f_0 + q \cdot \Delta V \longrightarrow h \cdot f - h \cdot f_0 = q \cdot \Delta V \longrightarrow$$

$$\Delta V = \frac{h \cdot f - h \cdot f_0}{q} = 4,15 \cdot 10^{-15} \cdot f - 2,3$$