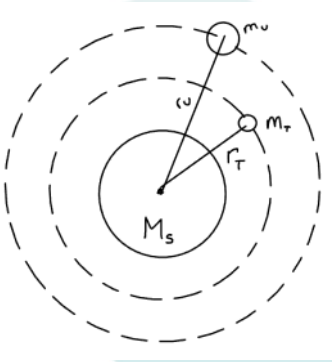
Física PAU_2023 Cuestiones

CUESTIÓN 1 - Interacción gravitatoria

Deduce razonadamente la expresión del periodo 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 radios $r_T = 1{,}5 \cdot 10^{11}$ m y $r_U = 2{,}9 \cdot 10^{12}$ m respectivamente, calcula el periodo orbital de Urano en años terrestres. Utiliza exclusivamente los datos del enunciado.



$F_g = F_c$

$\frac{G M_S \cancel{m}}{r^2} = \cancel{m} \cdot a_n \rightarrow a_n = \frac{v^2}{r}$

$\frac{G M_S}{r^{\cancel{2}}} = \frac{v^2}{\cancel{r}} \rightarrow v = \omega \cdot r$

$\frac{G M_S}{r} = \omega^2 \cdot r^2 \rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T}$

$\rightarrow G M_S = \frac{4\pi^2 r^3}{T^2} \rightarrow \boxed{T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{G M_S}}}$

$\rightarrow \frac{T^2}{r^3} = K \rightarrow$ cte para todos los cuerpos que orbitan alrededor del sol

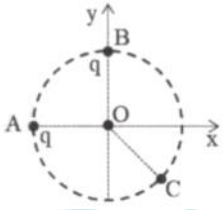
De esta forma, por la 3ª ley de Kepler $\rightarrow \frac{T_T^2}{r_T^3} = \frac{T_U^2}{r_U^3}$

Despejando el periodo de Urano (T_U) y sabiendo que $T_T = 1$ año:

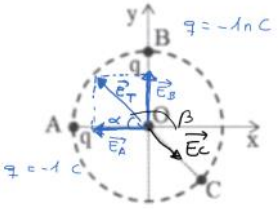
$T_U^2 = \frac{r_U^3}{r_T^3} \cdot \cancel{T_T^2}^{\,1} \rightarrow T_U = \sqrt{\frac{(2{,}9 \cdot 10^{12})^3}{(1{,}5 \cdot 10^{11})^3}} \Rightarrow \boxed{T_U = 85 \text{ años terrestres}}$

CUESTIÓN 2 - Interacción electromagnética

Dos cargas puntuales $q = -1$ 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 de la carga 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.



$q_A = q_B$ $\quad A = (-r, 0)$ $\quad B = (0, r)$



Las líneas de campo terminan en las cargas negativas situadas en A y B.

El ángulo que forma $\vec{E}_T$ con la horizontal, al ser las cargas iguales y la distancia al punto O igual, será de 45°. Y el ángulo $\beta = 180° - 45° = 135°$

Para que en el pto O el campo se anule, por el principio de superposición:

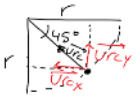
$$\vec{E}_T = \vec{E}_A + \vec{E}_B + \vec{E}_C = 0 \longrightarrow \vec{E}_A + \vec{E}_B = -\vec{E}_C$$

Por tanto, la carga tendrá que ser negativa para que el vector $\vec{E}_C$ se dirija al punto C.

$$\begin{cases} \vec{E}_A = K \cdot \dfrac{q_A}{r_A} \cdot \vec{u}_{r_A} = \dfrac{Kq}{r}(-1,0) = \left(-\dfrac{Kq}{r}, 0\right) \text{ N/C} \\ \vec{E}_B = K \dfrac{q_B}{r_B} \cdot \vec{u}_{r_B} = \dfrac{Kq}{r}(0,1) = \left(0, \dfrac{Kq}{r}\right) \text{ N/C} \end{cases}$$

$$\vec{E}_A + \vec{E}_B = \left(\frac{1}{r}, -\frac{1}{r}\right) \longrightarrow \vec{E}_C = -(\vec{E}_A + \vec{E}_B) = \left(-\frac{Kq}{r}, \frac{Kq}{r}\right) \text{ N/C}$$

r_C:



$$\vec{u}_{rc} = \left(\frac{-\cancel{r} \cdot \cos 45°}{\cancel{r}}, \frac{\cancel{r}\, \text{sen } 45°}{\cancel{r}}\right) = \left(-\frac{\sqrt{2}}{2}, \frac{\sqrt{2}}{2}\right)$$

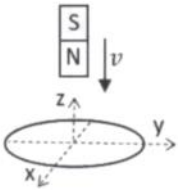
$$\vec{E}_C = K \frac{q_C}{r_C} \cdot \vec{u}_{rc} = K \frac{q_C}{r}\left(-\frac{\sqrt{2}}{2}, \frac{\sqrt{2}}{2}\right) = \left(\frac{-\sqrt{2}Kq_C}{2r}, \frac{\sqrt{2}Kq_C}{2r}\right) \text{ N/C}$$

Por tanto: $-\dfrac{\cancel{K}q}{\cancel{r}} = -\dfrac{\sqrt{2}\cancel{K}q_C}{2\cancel{r}} \longrightarrow q_C = \dfrac{2}{\sqrt{2}} q = \dfrac{2}{\sqrt{2}}(-1 \cdot 10^{-9})$

$$\longrightarrow \boxed{q_C = \frac{-2 \cdot 10^{-9}}{\sqrt{2}} \text{ C} = -\sqrt{2} \text{ nC}}$$

CUESTIÓN 3 - Interacción electromagnética

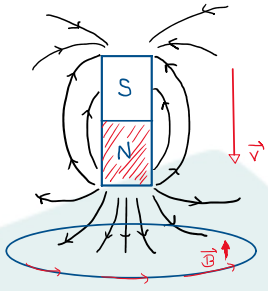
Un imán se mueve con velocidad v, acercándose perpendicularmente al plano de una espira conductora circular, como indica la figura. Razona por qué se induce una corriente en la espira, basándote en la ley que explica este fenómeno. Explica el sentido de la corriente inducida y dibújalo sobre la espira.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



En un imán, Las líneas de campo salen del polo norte y entran por el polo sur. Como el imán se acerca hacia la espira, aumenta el flujo magnético (líneas de campo) a través de la espira. Por tanto, según la ley de Faraday-Henry, al estar variando el flujo magnético se induce una corriente cuya fuerza electromotriz será igual a la velocidad con la que el flujo varía.

Además según la ley de Lenz, el sentido de la corriente inducida en la espira se opone a este aumento. El sentido es tal que el campo magnético creado por la corriente inducida tiende a compensar este aumento y esto ocurre cuando la corriente circula en sentido antihorario.

Si el imán permaneciera en reposo, no habría variación de líneas de campo, por lo que el flujo permanecería constante y no se induciría ninguna corriente en la espira.



CUESTIÓN 4 - Ondas

Una onda armónica está descrita por la función $y(x,t) = A\sin(2\pi f t - kx + \varphi)$, 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 $2v$?

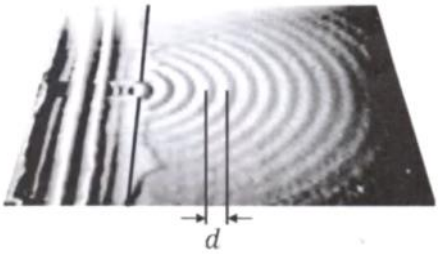
- La frecuencia de una onda solo depende del foco emisor de la misma, por tanto, no variará si cambia de medio la onda. $\longrightarrow f_1 = f_2$
- La fase inicial determina la posición del foco emisor en el instante inicial, por tanto, tampoco variará al cambiar de medio. $\longrightarrow \varphi_1 = \varphi_2$
- El número de onda depende de la longitud de onda, magnitud que sí depende de la velocidad y sí sufrirá variación. Por tanto:

$v_2 = 2v_1 \longrightarrow \lambda_2 \cdot \cancel{f_2} = 2(\lambda_1 \cdot \cancel{f_1}) \longrightarrow \lambda_2 = 2\lambda_1$

$K_2 = \frac{2\pi}{\lambda_2} \longrightarrow K_2 = \frac{2\pi}{2\lambda_1} = \frac{K_1}{2} \longrightarrow$ El nº de ondas (K_2) se reducirá a la mitad.

CUESTIÓN 5 - Ondas

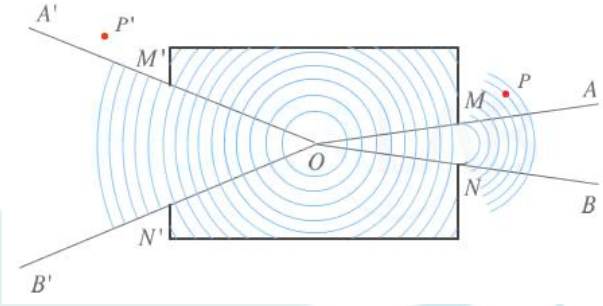
La figura muestra, en un instante fijo, una onda plana que incide desde la izquierda sobre una pared con un pequeño orificio y pasa a ser una onda circular. ¿Cómo se llama este fenómeno? Explica en qué consiste. ¿Qué magnitud física es la distancia d que se representa en la figura?



El fenómeno que se observa es la difracción. Se denomina difracción al fenómeno ondulatorio que ocurre cuando una onda se reproduce al atravesar una abertura o orificio. Tiene lugar cuando el tamaño del orificio es del mismo orden que la longitud de onda del movimiento ondulatorio.

Los efectos observados serán distintos según las dimensiones del orificio respecto a la longitud de onda propagada sean grandes (orificio izquierdo) o pequeñas (orificio derecho):

- Si el orificio es muy grande respecto a la longitud de onda, las ondas se propagan solamente dentro del cono creado y, por tanto, en los puntos situados fuera de dicho cono, punto P' por ejemplo, no se experimentará perturbación.
- Si el orificio es pequeño respecto a la longitud de onda, según el **principio de Huygens**, se crea un nuevo foco emisor de ondas, propagándose estas en todas direcciones. El punto P recibe la perturbación, a pesar de estar fuera el cono de rayos. Todo sucede como si, al llegar al orificio, los rayos se doblaran (difracción) en todas las direcciones.

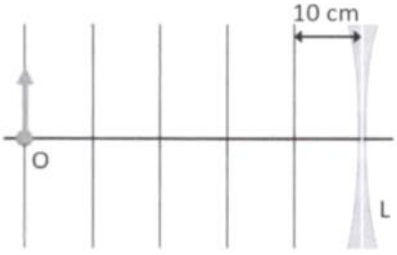


La difracción no ocurre únicamente ante orificios, también ante cualquier obstáculo o borde afilado con un tamaño comparable a la longitud de onda. Por ejemplo, si te sitúas tras una esquina podrás escuchar las conversaciones que ocurren justo al otro lado, aunque no seas capaz de verlas.

La distancia **d** que se da en el enunciado es la longitud de onda

CUESTIÓN 6 - 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 $10\,\text{cm}$ de la lente. Determina la distancia focal imagen de la lente, la potencia de la lente en dioptrías y el tamaño de la imagen si el objeto mide $5\,\text{cm}$.

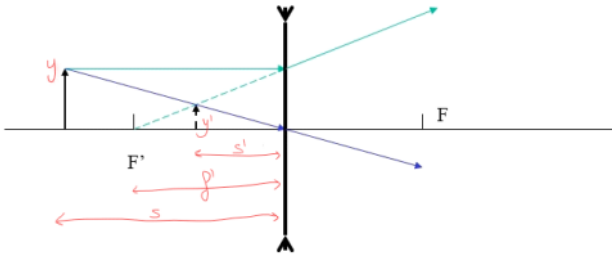


Según la figura del enunciado, la posición del objeto es s' = −50 cm.
Por otro lado, la imagen es virtual (s' < 0) y se encuentra a 10 cm de la lente, por tanto, s' = −10 cm.

- $\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \longrightarrow \frac{1}{-10} - \frac{1}{-50} = \frac{1}{f'} \longrightarrow \boxed{f' = -12{,}5\text{ cm}} \longrightarrow f' < 0$ LENTE DIVERGENTE

- $P = \frac{1}{f'} \rightarrow P = \frac{1}{-0'125} = \boxed{-8D}$

- $A_L \Rightarrow \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \rightarrow y' = \frac{s'}{s} \cdot y = \frac{-10}{-50} \cdot 5 = \boxed{1cm}$



CUESTIÓN 7- Física del siglo XX

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

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

Energía en reposo del neutrón $\rightarrow E_0 = m_0 c^2 \rightarrow E_0 = 940\ MeV$

La energía total relativista $\rightarrow E = E_0 + E_c \rightarrow E = 940 + 50 = 990\ MeV$

La relación será: $\frac{E}{E_0} = \frac{990}{940} \approx 1'0532$

Por otro lado, sabemos que: $E = m \cdot c^2 = \gamma m_0 \cdot c^2 = \gamma \cdot E_0 \Rightarrow \gamma = \frac{E}{E_0}$

Como $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \rightarrow 1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2 = \frac{1}{\gamma^2} \rightarrow v/c = \sqrt{1 - \frac{1}{\gamma^2}} \rightarrow \frac{v}{c} = \sqrt{1 - \frac{(990)^2}{(940)^2}}$

$\rightarrow v = 0'3138c = \boxed{9'41 \cdot 10^7\ m/s}$

CUESTIÓN 8 - Física del siglo XX

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

Datos: carga eléctrica elemental, $q = 1{,}6 \cdot 10^{-19}\ \mathrm{C}$; constante de Planck, $h = 6{,}63 \cdot 10^{-34}\ \mathrm{J \cdot s}$; velocidad de la luz en el vacío, $c = 3 \cdot 10^8\ \mathrm{m/s}$.

$$f_0 = \frac{c}{\lambda_{máx}} = \frac{3 \cdot 10^8}{540 \cdot 10^{-9}} = 5'56 \cdot 10^{14}\ Hz$$

- $E_f = W_0 + E_c \rightarrow E_c = E_f - W_0$

  $\rightarrow E_c = (h \cdot f) - (h f_0)$

- $E_c = q \cdot \Delta V$

$q \cdot \Delta V = hf - hf_0 \rightarrow \Delta V = \frac{h(f - f_0)}{q}$

sustituyendo valores:

$$\boxed{\Delta V = 4'14 \cdot 10^{-5} f - 2'3\ (\text{voltios})}$$