EXAMEN PARCIAL I DE FÍSICA **2º BACHILLERATO**

3ª EVALUACIÓN

Nombre:
Apellidos:

---

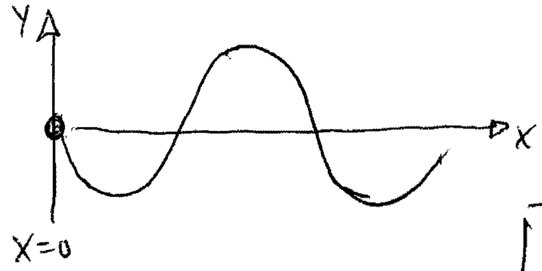
1. Por una cuerda tensa se propaga, en el sentido positivo del eje de las *X*, una onda sinusoidal transversal a una velocidad de $10\ ms^{-1}$. Los puntos de la cuerda oscilan con una frecuencia $f = 2\ Hz$. En el instante $t = 0$, el punto de la cuerda en $x = 0$ pasa por la posición de equilibrio con una velocidad de oscilación transversal negativa de $-1\ ms^{-1}$. Determina: **(5p)**
    a) La ecuación de la onda.
    b) El valor de la elongación del punto $x = 5\ m$ a los $4\ s$.
    c) El desfase entre dos puntos separados por $2{,}5\ m$.
    d) La energía que transmite dicha onda y la aceleración máxima que sufre un punto de la cuerda.
    e) En un instante dado, fijamos el punto $x = 5\ m$, de manera que no puede oscilar. Explica qué le sucede a la onda y halla su nueva ecuación.

2. El índice de refracción entre dos fluidos (*1* y *2*) es $n_{21} = 1{,}5$. Si un frente de ondas plano incide sobre una superficie lisa que separa ambos medios formando un ángulo de 60^o con ella, determina: **(3p)**
    a) El ángulo que forman los rayos refractados con la normal a la superficie.
    b) La longitud de la onda incidente, si la de la refractada es de $3\ m$.
    c) Enuncia el Principio de Huygens y utilízalo para explicar la ley que estás utilizando.

3. Una fuente puntual emite sonido uniformemente en todas las direcciones. A una distancia de 50 m el nivel acústico es de 60 dB. **(2p)**
    a) ¿Cuál es la intensidad sonora en ese punto? ¿Cuál es la potencia del sonido emitido por la fuente?
    b) ¿A qué distancia dejará de ser audible el sonido?

    Dato: Intensidad umbral $I_0 = 10^{-12}\ W \cdot m^{-2}$

1-



a) La ecuación de una onda armónica que se propaga en el eje +OX:

$$\boxed{y(x,t) = A \operatorname{sen}(kx - \omega t + \varphi_0)}$$

$V = 10 \, ms^{-1}$

$f = 2 \, Hz$

$y(0,0) = 0 \, m$

$V(0,0) = -1 \, ms^{-1}$

En primer lugar, determinamos la frecuencia angular (ω) y el nº de ondas (k)

$$\boxed{\omega = 2\pi f = 4\pi \text{ rad/s}} \qquad \boxed{\lambda = \frac{2\pi}{k} = 5 \, m}$$

La veloc. de propagación: $\boxed{V = \lambda \cdot f = \frac{2\pi}{k} \cdot f} \Rightarrow \boxed{k = 2\pi \frac{f}{V} = 2\pi \cdot \frac{2}{10} = \frac{2}{5}\pi m^{-1}}$

Ahora determinamos la amplitud: la velocidad en la posición de equilibrio, es la máxima velocidad que alcanza una partícula de la cuerda.

$$V(x,t) = \frac{dy}{dt} = -A\omega \boxed{\cos(kx - \omega t + \varphi_0)}$$

La función acotada entre 1 y -1.

Así: $\boxed{V_{máx} = A\omega} \Rightarrow \boxed{A = \frac{V_{máx}}{\omega} = \frac{1}{4\pi} \, m = 0{,}08 \, m}$

Por último, determinamos la fase inicial:

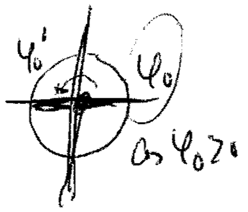
$$y(0,0) = A \operatorname{sen} \varphi_0 = 0 \Rightarrow \operatorname{sen} \varphi_0 = 0$$

$$V(0,0) = -A\omega \cos \varphi_0 = -1$$

$$\cos \varphi_0 > 0$$

$\varphi_0 = 0$ rad

~~$\varphi_0' = \pi$ rad~~



Sustituyendo todos los valores:

$$\boxed{y(x,t) = 0{,}08 \operatorname{sen}\left(\frac{2}{5}\pi x - 4\pi t\right) m}$$

b) $y(5,4) = 0{,}08 \operatorname{sen}\left(\frac{2}{5}\pi \cdot 5 - 4\pi \cdot 4\right) = 0{,}08 \operatorname{sen}(-14\pi) = \boxed{0 \, m}$

Posición de equilibrio

c) El desfase entre ambos puntos viene dado por la diferencia de fase entre ambos estados de vibración:

$$\Delta x = 2,5\,m = \tfrac{5}{2}\,m \qquad \left.\begin{array}{l} y(x_1,t) = A \operatorname{sen}(\mathbb{K}x_1 - \omega t + \varphi_0) \\ y(x_2,t) = A \operatorname{sen}(\mathbb{K}x_2 - \omega t + \varphi_0) \end{array}\right\} \quad \Delta\varphi = \mathbb{K}\cdot\Delta x$$

$$\boxed{\Delta\varphi = \frac{2}{5}\pi \cdot \frac{5}{2} = \pi \text{ rad}}$$

d) Al tratarse de una onda unidimensional ideal (sin absorción del medio), no tiene atenuación, por lo que la energía transmitida es la misma que la energía del M.A.S. de $x=0$:

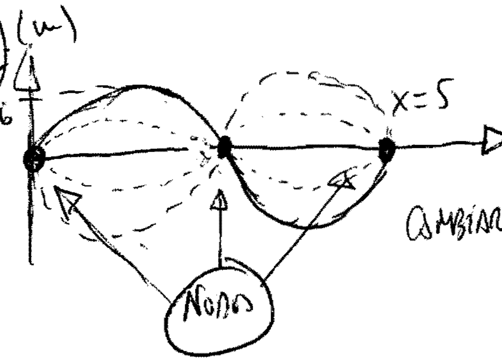
$$\boxed{E_m = E_c + E_p = \frac{1}{2}Kx^2} \rightarrow E_m = \frac{1}{2} m v_{máx}^2 = \frac{1}{2} m \text{ J}$$

La aceleración máxima: $a(x,t) = \dfrac{d^2y}{dt^2} = A\omega^2 \operatorname{sen}(\mathbb{K}x - \omega t + \varphi_0)$

se deduce a partir del factor que multiplica al seno (acotado entre -1 y 1) $\Rightarrow a_{máx} = A\omega^2$

$$\boxed{a_{máx} = \frac{1}{4\pi}\cdot(4\pi)^2 = 4\pi = 12,6\,m\,s^{-2}}$$

e)



Al llegar al extremo fijo, la onda va a sufrir una reflexión. Cambiará su sentido y va a sufrir una interferencia consigo misma; aplicando el ppio de superposición: $\boxed{y_R = y_1 + y_2}$

$$\left.\begin{array}{l} y_1 = 0,08 \operatorname{sen}\overbrace{\left(\frac{2}{5}\pi x - 4\pi t\right)}^{a} \\ \text{onda reflejada} \Rightarrow y_2 = 0,08 \operatorname{sen}\underbrace{\left(\frac{2}{5}\pi x + 4\pi t\right)}_{b} \end{array}\right\} \boxed{y_R = 0,16 \operatorname{sen}\left(\frac{2}{5}\pi x\right)\cdot\cos(4\pi t)\ m}$$

$\Downarrow$

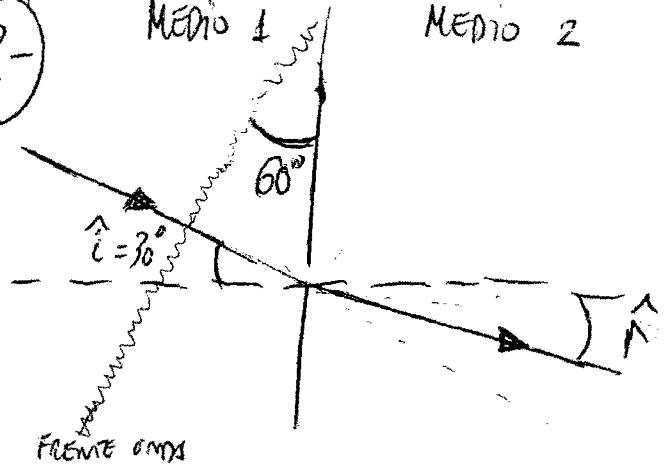
Se trata de una onda estacionaria, en la que los nodos (tienen $A_R = 0,16 \operatorname{sen}(\frac{2}{5}\pi x) = 0$)

$$A \operatorname{sen} a + A \operatorname{sen} b = 2A\cos\left(\frac{a-b}{2}\right)\cdot\operatorname{sen}\left(\frac{a+b}{2}\right)$$

Como la longitud es $L = 5\,m = \lambda$ $\Leftarrow$ $\operatorname{sen}\left(\frac{2}{5}\pi x\right) = 0 \Rightarrow \frac{2}{5}\pi x = 0, \pi, 2\pi, 3\pi\ldots$

$\boxed{L = n\,\lambda/2} \Rightarrow \boxed{n = \frac{2L}{\lambda} = 2}$ Segundo armónico (ver diagrama)

2-



$n_{21} = 1,5$

a) Aplicando la Ley de Snell:

$$\frac{\text{sen}\,\hat{i}}{\text{sen}\,\hat{r}} = \frac{V_1}{V_2} = n_{21}$$

$$\text{sen}\,\hat{r} = \frac{\text{sen}\,30°}{1,5} = 0,\overline{3}$$

$$\boxed{\hat{r} = 19,5°}$$

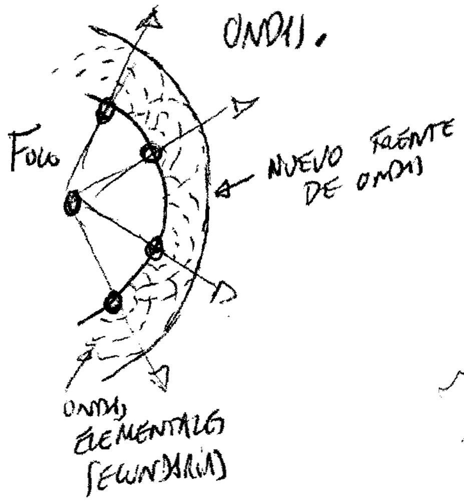
b) $\lambda_2 = 3\,m$ La velocidad de propagación de la onda en un medio es uniforme:

$$V = \lambda \cdot f = \sqrt{\frac{\text{Prop. Inercial}}{\text{Prop. Elástica}}}$$

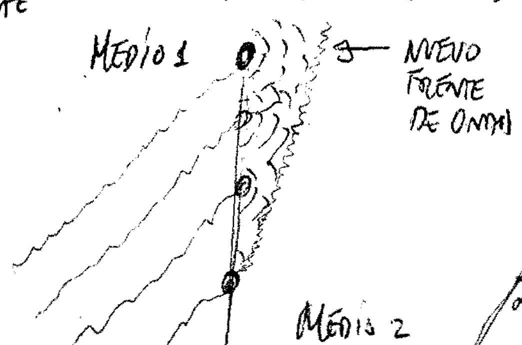
La frecuencia no cambia al cambiar de medio (queda determinada en el foco).

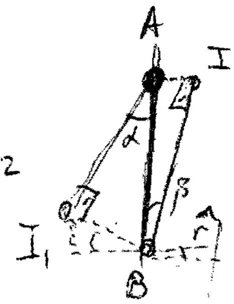
$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\lambda_1 \cdot \cancel{f}}{\lambda_2 \cdot \cancel{f}} = n_{21} \Rightarrow \boxed{\lambda_1 = n_{21} \cdot \lambda_2 = 1,5 \cdot 3 = 4,5\,m}$$

c) Ppio Huygens: Cada punto de un medio al que llega una onda, se convierte en un centro productor de ondas elementales secundarias de la misma frecuencia que la original, ... la envolvente de las ondas secundarias, el nuevo frente de ondas.



La Ley de Snell: La refracción cambia la dirección de propagación de la onda, debido al cambio en la veloc. de propagación.





La perturbación tarda el mismo tiempo en recorrer AI_2 que I_1B

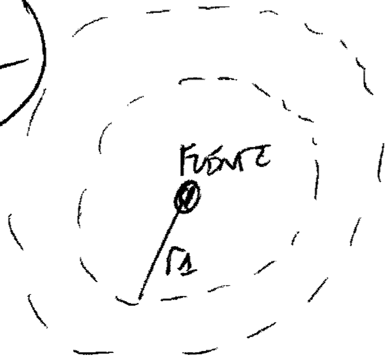
$V_1 > V_2$

$$\text{sen}\,\alpha = \frac{I_1B}{AB} \qquad \text{sen}\,\beta = \frac{AI_2}{AB}$$

$$I_1B = V_1 \cdot t \qquad I_2A = V_2 \cdot t$$

$$\frac{\text{sen}\,\hat{i}}{\text{sen}\,\hat{r}} = \frac{\text{sen}\,\alpha}{\text{sen}\,\beta} = \frac{V_1 \cdot \cancel{t}}{V_2 \cdot \cancel{t}} = n_{21}$$

3-



a) Según la ecuación del nivel de intensidad sonora:

$$\boxed{\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}}$$

$r_1 = 50\ m \Rightarrow \beta_1 = 60\ dB$

$I_0 = 10^{-12}\ W/m^2$

$$6\cancel{0} = 1\cancel{0} \log \frac{I_1}{10^{-12}} \Rightarrow \frac{I_1}{10^{-12}} = 10^6$$

$$\boxed{I_1 = 10^{-6}\ W/m^2}$$

La intensidad es la potencia por unidad de superficie (frente de ondas esférico $\Rightarrow S_{esf} = 4\pi r^2$):

$$I = P/S \Rightarrow P = I_1 \cdot S_1 = I_1 \cdot 4\pi r_1^2 = 10^{-6} \cdot 4 \cdot \pi \cdot 50 = \underline{3 \cdot 10^{-2}\ W}$$

b) El sonido dejará de ser audible cuando $I_2 < I_0$ sea inferior a la intensidad umbral; así que la distancia a partir de la cual, no se oirá:

$$I_2 = P/S_2 = I_0 \Rightarrow r_2 = \sqrt{\frac{P}{4\pi \cdot I_0}}$$

$$\boxed{r_2 = \sqrt{\frac{3 \cdot 10^{-2}}{4\pi \cdot 10^{-12}}} = 5 \cdot 10^4\ m = \underline{50\ km}}$$