PRIMER EXAMEN DE FÍSICA

1. Una onda viene dada por la ecuación, en unidades SI:

$$y\,(x,t) = 2 \cdot \cos\left(\frac{\pi}{2} \cdot t + \frac{x \cdot \pi}{0{,}80}\right)$$

Calcula:

a) El carácter de la onda (tipo de onda) y su velocidad de propagación (indica también su dirección y sentido).

b) La diferencia de fase para dos posiciones de la misma partícula cuando el intervalo de tiempo transcurrido es de 2 s.

c) La diferencia de fase en un instante dado de dos partículas separadas 120 cm en el sentido de avance de la onda.

a) Podemos calcular la velocidad de propagación a partir de la expresión que relaciona los valores de ω y de k:

$$v = \frac{\omega}{k} = \frac{\frac{\cancel{\pi}}{2}}{\frac{\cancel{\pi}}{0{,}8}} = 0{,}4\ m \cdot s^{-1}$$

Se trata de una onda unidimensional transversal cuya dirección de propagación es horizontal y de sentido negativo con respecto al eje X. El valor de la velocidad, por tanto, será $\vec{v} = -0{,}4\,\vec{i}\ (m \cdot s^{-1})$

b) Escribimos las ecuaciones de las ondas para el instante t = 0 s y t = 2 s y obtenemos el desfase:

$$\left.\begin{array}{l} y_1(x,0) = 2 \cdot \cos\left(\dfrac{\pi}{0{,}8}x\right) \\ y_2(x,2) = 2 \cdot \cos\left(\pi + \dfrac{\pi}{0{,}8}x\right) \end{array}\right\} \phi = \left(\pi + \frac{\pi}{0{,}8}x - \frac{\pi}{0{,}8}x\right) \rightarrow \phi = \pi = 180º$$

c) Hacemos igual que en el apartado anterior pero para el mismo valor de "t":

$$\left.\begin{array}{l} y_1(x_1,t) = 2 \cdot \cos\left(\dfrac{\pi}{2}t + \dfrac{\pi}{0{,}8}x_1\right) \\ y_2(x_2,t) = 2 \cdot \cos\left(\dfrac{\pi}{2}t + \dfrac{\pi}{0{,}8}x_2\right) \end{array}\right\} \phi = \left(\cancel{\frac{\pi}{2}t} + \frac{\pi}{0{,}8}x_2 - \cancel{\frac{\pi}{2}t} - \frac{\pi}{0{,}8}x_1\right)$$

$$\phi = \frac{\pi}{0{,}8}(x_2 - x_1) = \frac{1{,}2\pi}{0{,}8} \rightarrow \phi = \frac{3\pi}{2} = 270º$$

2. Una onda se propaga por una cuerda según la ecuación: y (x, t) = 0,2cos (200t – 0,1x) expresada en SI. Calcula:
   a) La longitud de onda y la velocidad de propagación.
   b) La onda estacionaria resultante de la interferencia de la onda anterior y otra igual que se propaga en sentido contrario.
   c) La distancia entre dos nodos consecutivos.

a) La longitud de onda se puede obtener a partir del valor de k:

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} \rightarrow \lambda = \frac{2\pi}{k} = \frac{2\pi}{0{,}1\ m^{-1}} = 20\pi\ m^{-1} = 62{,}8\ m$$

La velocidad de propagación será:

$$v = \frac{\omega}{k} = \frac{200\ s^{-1}}{0{,}1\ m^{-1}} = 2\cdot 10^3\ m\cdot s^{-1}$$

b) La onda estacionaria resultante será la suma de dos ondas idénticas con sentido contrario:

$$y_R(x,t) = 0{,}2\cdot\cos(200t - 0{,}1x) - 0{,}2\cdot\cos(200t + 0{,}1x)$$

$$y_R(x,t) = -2\cdot 0{,}2\cdot \text{sen}\left(\frac{200t - \cancel{0{,}1x} + 200t + \cancel{0{,}1x}}{2}\right)\text{sen}\left(\frac{\cancel{200t} - 0{,}1x - \cancel{200t} - 0{,}1x}{2}\right)$$

$$y_R(x,t) = 0{,}4\cdot \text{sen}\,(200t)\cdot \text{sen}\,(0{,}1x) = A_R\cdot \text{sen}\,(200t)$$

c) Los nodos se caracterizan por tener como valor de amplitud $A_R = 0$.

$$A_R = 0 \rightarrow 2A\cdot \text{sen}\,(kx) = 0 \Rightarrow \text{sen}\,(kx) = 0$$

$$kx = n\pi \rightarrow \frac{2\pi}{\lambda}x = n\pi \rightarrow x = n\frac{\lambda}{2} = (n_2 - n_1)\frac{\lambda}{2}$$

$$x = (2-1)\cdot\frac{62{,}8\ m}{2} = 31{,}4\ m$$

3. La velocidad del sonido en un gas a 10 ºC es de 200 m·s^{-1}. ¿Cuál será la velocidad del sonido en dicho gas si la temperatura se hace el doble?

La velocidad del sonido en el interior de un gas se puede expresar como $v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$. La temperatura ha de estar expresada en escala absoluta. Siendo el mismo gas, los valores del coeficiente adiabático del gas y de su masa molar serán los mismos. Podemos hacer la relación entre las velocidades a cada temperatura:

$$\frac{v_1^2}{v_2^2} = \frac{\frac{\cancel{\gamma} R T_1}{\cancel{M}}}{\frac{\cancel{\gamma} R T_2}{\cancel{M}}} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{T_2 \cdot v_1^2}{T_1}} = \sqrt{\frac{293\,\cancel{K} \cdot (200)^2\, m^2 \cdot s^{-2}}{283\,\cancel{K}}} = 203{,}5\ m \cdot s^{-1}$$

4. Un vehículo circula a 85 km·h^{-1} cuando acciona su bocina de manera continua. ¿Cuál será la frecuencia con la que emite la bocina si un peatón que está en reposo percibe una frecuencia de 1 350 Hz? Considera que la velocidad de sonido en el aire es 340 m·s^{-1}.

Estamos ante un ejercicio de aplicación del Efecto Doppler en el que el observador está en reposo. Conocemos el dato de la frecuencia que es percibida por el peatón y tenemos que calcular la frecuencia del foco emisor:

$$f' = f \cdot \frac{v \pm v_o}{v \pm v_f} \rightarrow \frac{f'(v \pm v_f)}{v \pm v_o} = f$$

¡Grave error es no convertir la velocidad del vehículo en unidades SI! Una vez hecha la conversión, el cálculo y resultado será:

$$f = 1\,350\ Hz \cdot \frac{(340 - 23{,}6)\,\cancel{m \cdot s^{-1}}}{340\,\cancel{m \cdot s^{-1}}} = 1\,256\ Hz$$