

## Curso de Verano - Física I CIBEX – 2023

### Guía 9: Ondas – Propagación de ondas en una cuerda tensa – Ondas armónicas

**9-1.** Un pulso transversal se propaga por una cuerda tensa de acuerdo con la expresión.

$$y(x, t) = \frac{a}{(bx - ct)^2 + 1}$$

donde  $a = 0.1 \text{ cm}$ ,  $b = 2 \text{ cm}^{-1}$  y  $c = 6 \text{ s}^{-1}$ .

- Determinar la velocidad de propagación (módulo y dirección) del pulso.
- Graficar la forma del pulso para el instante inicial  $t = 0$ . A partir del gráfico y del resultado obtenido en (a), indicar la dirección y sentido de la velocidad de las partículas ubicadas en  $x = -1 \text{ cm}$  y en  $x = 1 \text{ cm}$ .
- Determinar la velocidad de las partículas consideradas en (b) para  $t = 0$ , usando derivadas parciales.
- Determinar la velocidad transversal de todas las partículas de la cuerda para  $t = 2 \text{ s}$ . ¿Qué partícula(s) está(n) en reposo en ese instante? Graficar para este instante la forma del pulso (conviene utilizar la noción de traslación de gráficas vista en Análisis Matemático I)
- Determinar la velocidad de la partícula ubicada en  $x = 1 \text{ cm}$  en función del tiempo.

**9-2.** Escribir la expresión general que describe la propagación de una onda armónica unidimensional, identificando su amplitud, frecuencia y longitud de onda. Vincular estas cantidades con el movimiento armónico de las partículas involucradas.

**9-3.** Dos ondas armónicas unidimensionales de igual amplitud  $A$ , frecuencia angular  $\omega$  y longitud de onda  $\lambda$ , pero con cierta diferencia de fase, se superponen originando una tercera.

- Mostrar que la onda resultante es armónica. Determinar su amplitud, frecuencia angular y longitud de onda.
- Determinar cuál debe ser el desfase entre las ondas originales para que la interferencia resultante sea (a1) totalmente constructiva; (a2) totalmente destructiva.
- Determinar cuál debe ser el desfase entre las ondas originales para que la onda armónica resultante tenga la misma amplitud que aquéllas.

**9-4.** Determinar la potencia media transmitida por una onda armónica de amplitud  $A$  y frecuencia  $f$  que se propaga por una cuerda tensa de densidad lineal  $\mu$  sometida a una tensión  $T$ .

**9-5.** Verdadero o falso:

- Los pulsos de onda de una cuerda son ondas transversales
- Cada punto de una cuerda a través de la cual viaja una onda armónica realiza se mueve con un movimiento armónico simple.
- La velocidad con que se propaga una onda en una cuerda depende solamente de la longitud de la cuerda.

### Cuestiones teóricas

- ¿Qué es una onda? Clasificar las ondas de acuerdo sus características (dimensiones en que se propagan, dirección de la perturbación, medio de propagación, periodicidad). Dar ejemplos.

- Probar que un pulso que se propaga sin deformación a lo largo de una recta se puede describir por medio de una expresión de la forma  $y(x, t) = f(x - vt)$ . Mostrar que esta función satisface la ecuación de onda en una dimensión.
- Dada una cuerda uniforme tensa, mostrar que las leyes de Newton para el movimiento de las partículas de la cuerda conducen a una ecuación de onda en una dimensión. Hallar la velocidad de propagación de las ondas en función de la tensión en la cuerda y su densidad de masa. Discutir las aproximaciones realizadas.
- ¿Qué es el “principio de superposición”? ¿Cómo puede justificarse su validez?