

Curso de Verano - Física I CIBEX – Año 2016

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

Problema 9-1

Un pulso transversal se propaga por una cuerda tensa de acuerdo con la expresión

$$y(x, t) = \frac{a}{(bx - ct)^2 + 1}, \text{ donde } a = 0.1 \text{ cm, } b = 2 \text{ cm}^{-1} \text{ y } c = 6 \text{ s}^{-1}.$$

- 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.
- ¿Es razonable esperar que la propagación de este pulso ocurra efectivamente en la naturaleza? ¿Qué suposiciones y/o aproximaciones se han realizado?

Problema 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.

Problema 9-3

Dos ondas armónicas unidimensionales de igual amplitud A , frecuencia angular ω y longitud de onda λ , 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.

Problema 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 μ sometida a una tensión T .

Problema 9-5

Verdadero o falso:

- (a) Los pulsos de onda de una cuerda son ondas transversales
- (b) Cada punto de una cuerda a través de la cual viaja una onda armónica realiza se mueve con un movimiento armónico simple.
- (c) 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?