

- **CARACTERÍSTICAS DE LOS MOVIMIENTOS ONDULATORIOS**

27. **(Jun-00; C. León)** Clasifica los movimientos ondulatorios según los tres criterios siguientes:

- a) Necesidad o no de medio para propagarse.
  - b) Relación entre las direcciones de propagación y vibración.
  - c) Forma del frente de ondas.
- Pon ejemplos en cada caso.

- **CINEMÁTICA EN ONDAS ARMÓNICAS**

28. **(Jun-00)** Una onda transversal que se propaga en una cuerda, coincidente con el eje  $X$ , tiene por expresión matemática:  $y(x, t) = 2 \text{ sen } (7t - 4x)$ , en unidades SI. Determina:

- a) La velocidad de propagación de la onda y la velocidad máxima de vibración de cualquier punto de la cuerda.
- b) El tiempo que tarda la onda en recorrer una distancia igual a la longitud de onda.

29. **(Jun-02)** Escriba la expresión matemática de una onda armónica unidimensional como una función de  $x$  (distancia) y  $t$  (tiempo) y que contenga las magnitudes indicadas en cada uno de los siguientes apartados:

- a) Frecuencia angular  $\omega$  y velocidad de propagación  $v$ .
- b) Período  $T$  y longitud de onda  $\lambda$ .
- c) Frecuencia angular  $\omega$  y número de onda  $k$ .
- d) Explica por qué es una función doblemente periódica.

30. **(Sep-02)** Se tiene una onda armónica transversal que se propaga en una cuerda tensa. Si se reduce a la mitad su frecuencia, razona qué ocurre con:

- a) El período.
- b) La velocidad de propagación.
- c) La longitud de onda.
- d) La amplitud.

31. **(Sep-03)** La expresión matemática de una onda armónica es  $y(x, t) = 3 \text{ sen } (200\pi t - 5x + \pi)$ , estando todas las magnitudes en unidades SI. Determina:

- a) La frecuencia y la longitud de onda.
- b) La amplitud y la velocidad de propagación de la onda.

32. **(Mod-04)** Una onda armónica unidimensional está dada, en el sistema SI de unidades, por la expresión:  $y(x, t) = 4 \text{ sen } (50t - 4x)$ , determina:

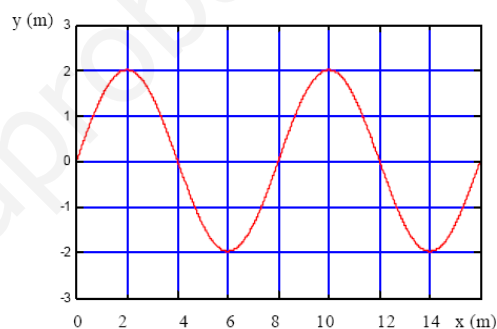
- a) La amplitud.
- b) El período.
- c) La longitud de onda.
- d) La velocidad de propagación.

33. **(Sep-04)** Una partícula oscila con un movimiento armónico simple según el eje Y en torno al origen de coordenadas, originando una onda transversal que se propaga en el sentido positivo del eje X con una velocidad de  $20 \text{ ms}^{-1}$ , una amplitud de  $0,02 \text{ m}$  y una frecuencia de  $10 \text{ Hz}$ . Determina:
- El período y la longitud de onda.
  - La expresión matemática de la onda, si en  $t=0$  la partícula situada en el origen de coordenadas está en la posición de máxima elongación positiva.

34. **(Jun-04; Andalucía)** Considera la siguiente ecuación de una onda:  
 $y(x, t) = A \text{ sen}(bt - cx)$ ;
- ¿qué representan los coeficientes  $A, b, c$ ? ¿cuáles son sus unidades?
  - ¿qué interpretación tendría que la función fuera "coseno" en lugar de "seno"? ¿y que el signo dentro del paréntesis fuera + en lugar de - ?

35. **(Jun-01; Cantabria)**

- En la figura siguiente se representa una onda transversal que viaja en la dirección de las  $x$  positivas. Sabiendo que la velocidad de propagación es  $v=4 \text{ m/s}$ , escribe la ecuación que representa la mencionada onda.
- Determina en función del tiempo la velocidad de vibración del punto situado en  $x=4 \text{ m}$ , así como su valor máximo.

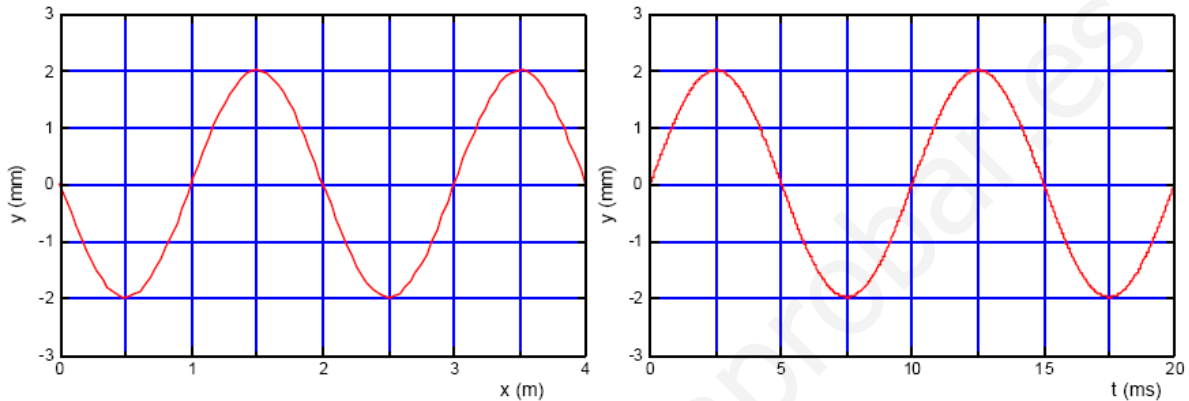


36. **(Jun-96)** Una onda armónica transversal que se propaga a lo largo de la dirección positiva del eje de las X tiene las siguientes características: amplitud  $A=5 \text{ cm}$ , longitud de onda  $\lambda=8\pi \text{ cm}$ , velocidad de propagación  $v=40 \text{ cm/s}$ . Sabiendo que la elongación de la partícula de abscisa  $x=0$ , en el instante  $t=0$ , es de  $5 \text{ cm}$ , determinar:
- El número de onda y la frecuencia angular de la onda.
  - La ecuación que representa el movimiento armónico simple de la partícula de abscisa  $x=0$ .
  - La ecuación que representa la onda armónica transversal indicada.

37. **(Jun-04)** Una onda transversal se propaga a lo largo de una cuerda horizontal, en el sentido negativo del eje de las abscisas, siendo  $10 \text{ cm}$  la distancia mínima entre dos puntos que oscilan en fase. Sabiendo que la onda está generada por un foco emisor que vibra con un movimiento armónico simple de frecuencia  $50 \text{ Hz}$  y una amplitud de  $4 \text{ cm}$ , determina:
- La velocidad de propagación de la onda.
  - La expresión matemática de la onda, si el foco emisor se encuentra en el origen de coordenadas, y en  $t=0$  la elongación es nula.
  - La velocidad máxima de oscilación de una partícula cualquiera de la cuerda.
  - La aceleración máxima de oscilación en un punto cualquiera de la cuerda.

38. **(Jun-00; Aragón)** Por una cuerda tensa situada a lo largo del eje  $OX$  se propaga, en el sentido positivo de dicho eje, una onda transversal armónica. En la *figura 1* se muestra el perfil de la onda en  $t=0$ , y en la *figura 2* se representa, en función del tiempo, el desplazamiento transversal del punto de la cuerda situado en  $x=0$ .

- Determina las siguientes magnitudes de la onda: amplitud, longitud de onda y velocidad de propagación.
- Escribe la ecuación de la onda.



• **DESFASES EN ONDAS ARMÓNICAS**

39. **(Jun-99)** Una onda armónica que se propaga por un medio unidimensional tiene una frecuencia de  $500 \text{ Hz}$  y una velocidad de propagación de  $350 \text{ m/s}$ .

- ¿Qué distancia mínima hay, en un cierto instante, entre dos puntos del medio que oscilan con una diferencia de fase de  $60^\circ$ ?
- ¿Cuál es la diferencia de fase de oscilación, en un cierto punto, para un intervalo de tiempo de  $10^{-3} \text{ s}$ ?

40. **(Sep-00)** Uno de los extremos de una cuerda tensa, de  $6 \text{ m}$  de longitud, oscila transversalmente con un movimiento armónico simple de frecuencia  $60 \text{ Hz}$ . Las ondas generadas alcanzan el otro extremo de la cuerda en  $0,5 \text{ s}$ . Determina:

- La longitud de onda y el número de onda de las ondas de la cuerda.
- La diferencia de fase de oscilación existente entre dos puntos de la cuerda separados  $10 \text{ cm}$ .

41. **(Jun-03)** El período de una onda transversal que se propaga en una cuerda tensa es de  $2 \times 10^{-3} \text{ s}$ . Sabiendo, además, que dos puntos consecutivos cuya diferencia de fase vale  $\pi/2 \text{ rad}$  están separados una distancia de  $10 \text{ cm}$ , calcula:

- La longitud de onda.
- La velocidad de propagación.

42. **(Jun-04; Andalucía)** Por una cuerda se propaga un movimiento ondulatorio caracterizado por la función de onda:  $y = A \operatorname{sen} \left[ 2\pi \left( \frac{x}{\lambda} - \frac{t}{T} \right) \right]$ . Razona a qué distancia se encuentran dos puntos se encuentran dos puntos de esa cuerda si:
- La diferencia de fase entre ellos es de  $\pi$  radianes.
  - Alcanzan la máxima elongación con un retardo de un cuarto de período.
43. **(Jun-97)** Una onda armónica cuya frecuencia es de  $50 \text{ Hz}$ , se propaga en la dirección positiva del eje de las  $X$ . Sabiendo que la diferencia de fase en un instante dado, para dos puntos separados  $20 \text{ cm}$  es de  $\pi/2$  radianes, determinar:
- El período, la longitud de onda y la velocidad de propagación de la onda.
  - En un punto dado, ¿qué diferencia de fase existe entre los desplazamientos que tienen lugar en dos instantes separados por un intervalo de  $0,01 \text{ s}$ ?
44. **(Sep-01)** La expresión matemática de una onda armónica transversal que se propaga por una cuerda tensa orientada según el eje  $X$  es  $y = 0,5 \operatorname{sen} (6\pi t - 2\pi x)$  en unidades SI. Determina:
- Los valores de la longitud de onda y de la velocidad de propagación de la onda.
  - Las expresiones que representan la elongación y la velocidad de vibración en función del tiempo, para un punto de la cuerda situado a una distancia  $x = 1,5 \text{ m}$  del origen.
  - Los valores máximos de la velocidad y de la aceleración de vibración de los puntos de la cuerda.
  - La distancia mínima que separa dos puntos de la cuerda que, en un mismo instante, vibran desfasados  $2\pi$  radianes.
45. **(Sep-97)** Una partícula de masa  $5 \text{ g}$  oscila con movimiento armónico simple, en torno a un punto  $O$ , con una frecuencia de  $12 \text{ Hz}$  y una amplitud de  $4 \text{ cm}$ . En el instante inicial la elongación de la partícula es nula.
- Si dicha oscilación se propaga según una dirección que tomamos como eje  $X$ , con una velocidad de  $5 \text{ m/s}$ , escribir la ecuación que representa la onda unidimensional originada.
  - Calcular la energía que transmite la onda generada por el oscilador.
46. **(Mod-03)** Una onda armónica transversal de frecuencia  $80 \text{ Hz}$  y amplitud  $25 \text{ cm}$  se propaga a lo largo de una cuerda tensa de gran longitud, orientada según el eje  $X$ , con una velocidad de  $12 \text{ m/s}$  en su sentido positivo. Sabiendo que en el instante  $t = 0$  el punto de la cuerda de abscisa  $x = 0$  tiene una elongación  $y = 0$  y su velocidad de oscilación es positiva, determina:
- La expresión matemática que representa dicha onda.
  - La expresión matemática que representa la velocidad de oscilación en función del tiempo del punto de la cuerda de abscisa  $x = 75 \text{ cm}$ .

- c) Los valores máximos de la velocidad y de la aceleración de oscilación de los puntos de la cuerda.
- d) La diferencia de fase de oscilación en un mismo instante entre dos puntos de la cuerda separados  $37,5 \text{ cm}$ .
47. **(Jun-05)** Una onda armónica transversal se propaga por una cuerda tensa de gran longitud, y por ello, una partícula de la misma realiza un movimiento armónico simple en la dirección perpendicular a la cuerda. El período de dicho movimiento es de  $3 \text{ s}$  y la distancia que recorre la partícula entre posiciones extremas es de  $20 \text{ cm}$ .
- ¿Cuáles son los valores de la velocidad máxima y de la aceleración máxima de oscilación de la partícula?
  - Si la distancia mínima que separa dos partículas de la cuerda que oscilan en fase es de  $60 \text{ cm}$ , ¿cuál es la velocidad de propagación de la onda? ¿cuál es el número de onda?
48. **(Mod-01)** La expresión matemática de una onda armónica transversal que se propaga por una cuerda tensa coincidente con el eje  $X$  es:  $y = 0,2 \text{ sen}(100\pi t - 200\pi x)$ , en unidades SI. Determine:
- Los valores del período, la amplitud, la longitud de onda y la velocidad de propagación de la onda.
  - La expresión matemática de la onda en términos de la función coseno.
49. **(Mod-08)** La expresión matemática que representa una onda armónica en unidades SI es:  $y(x, t) = 0,04 \text{ sen}\left(2\pi t - \frac{\pi}{4}x\right)$ . Determine:
- La frecuencia de la onda y su velocidad de propagación.
  - La distancia mínima entre dos puntos que vibran con una diferencia de fase de  $120^\circ$ .
50. **(Sep-07)** Una onda sinusoidal transversal en una cuerda tiene un período de  $0,2 \text{ s}$  y se propaga en el sentido negativo del eje  $X$  a una velocidad de  $30 \text{ m/s}$ . En el instante  $t = 0$ , la partícula de la cuerda en  $x = 0$  tiene un desplazamiento positivo de  $0,02 \text{ m}$  y una velocidad de oscilación negativa de  $2 \text{ m/s}$ .
- ¿Cuál es la amplitud de la onda?
  - ¿Cuál es la fase inicial?
  - ¿Cuál es la máxima velocidad de oscilación de los puntos de la cuerda?
  - Escriba la función de onda correspondiente.

51. **(Sep-05)** Dada la expresión matemática de una onda armónica transversal que se propaga en una cuerda tensa de gran longitud:  $y = 0,03 \text{ sen } (2\pi t - \pi x)$ , donde  $x$  e  $y$  están expresados en metros y  $t$  en segundos.
- ¿Cuál es la velocidad de propagación de la onda?
  - ¿Cuál es la expresión de la velocidad de oscilación de las partículas de la cuerda?; ¿cuál es la velocidad máxima de oscilación?
  - Para  $t = 0$ , ¿cuál es el valor del desplazamiento de los puntos de la cuerda cuando  $x = 0,5 \text{ m}$  y  $x = 1 \text{ m}$ ?
  - Para  $x = 1 \text{ m}$ , ¿cuál es el desplazamiento cuando  $t = 0,5 \text{ s}$ ?

## SOLUCIONARIO

### 27- (Jun-00; C. León)

- a) ondas mecánicas (sonido), ondas E-M (luz)  
b) longitudinales (sonido), transversales (luz)  
c) 1D- punto (cuerda); 2D- circular; plano (ondas agua); 3D- esférico; plano (sonido)

### 28- (Jun-00)

- a)  $v=1,75 \text{ ms}^{-1}$ ;  $v_{\text{máx}}=14 \text{ m/s}$   
b)  $T=0,9 \text{ s}$

### 29- (Jun-02)

- a)  $y = A \text{ sen}(\omega t - \frac{2\pi f}{v} x)$   
b)  $y = A \text{ sen} \left[ 2\pi \left( \frac{x}{\lambda} - \frac{t}{T} \right) \right]$   
c)  $y = A \text{ sen}(\omega t - kx)$   
d) Periódica espacial y temporalmente.

### 30- (Sep-02)

- a)  $T_2 = 2T_1$   
b)  $v_2 = \frac{v_1}{2}$   
c)  $\lambda_2 = \lambda_1$   
d)  $A_2 = A_1$

### 31- (Sep-03)

- a)  $f=100 \text{ Hz}$ ;  $\lambda=2\pi/5 \text{ m}$   
b)  $A=3 \text{ m}$ ,  $v=40\pi \text{ m/s}$

### 32- (Mod-04)

- a)  $A=3 \text{ m}$   
b)  $T=0,13 \text{ s}$   
c)  $\lambda=1,57 \text{ m}$   
b)  $v=12,5 \text{ m/s}$

### 33- (Sep-04)

- a)  $T=0,1 \text{ s}$ ;  $\lambda=2 \text{ m}$   
b)  $y(x, t) = 0,02 \text{ sen} \left( 20\pi t - \pi x + \frac{\pi}{2} \right) \text{ m}$

### 34- (Jun-04; Andalucía)

- a) A: Amplitud (m); b: frecuencia angular o pulsación (rad/s); c: n° de onda ( $\text{m}^{-1}$ )  
b) cambiaría  $\varphi_0$ :  $\text{sen } \varphi_0 = \cos(\varphi_0 - \pi/2)$ ; cambiaría el sentido de propagación (al +OX)

### 35- (Jun-01; Cantabria)

- a)  $y(x, t) = 2 \text{ sen} \left( \pi t - \frac{\pi}{4} x \right) \text{ m}$   
b)  $v(4, t) = 2\pi \cos(\pi t - \pi) \text{ m/s}$ ;  $v_{\text{máx}}=2\pi \text{ m/s}$

### 36- (Jun-96)

- a)  $k=25 \text{ m}^{-1}$ ,  $\omega=10 \text{ rad/s}$   
b)  $y(0, t)=0,05 \text{ sen}(10 t + \pi/2) \text{ m}$   
c)  $y(x, t)=0,05 \text{ sen}(10 t - 25 x + \pi/2) \text{ m}$

**37- (Jun-04)**

a)  $v=5 \text{ ms}^{-1}$

c)  $v_{\text{máx}}=4\pi \text{ ms}^{-1}=12,6 \text{ ms}^{-1}$

b)  $y(x,t)=0,04 \text{ sen}[2\pi (50 t + 10 x)]\text{m}$

d)  $a_{\text{máx}}=400\pi^2 \text{ ms}^{-2}=3950 \text{ ms}^{-2}$

**38- (Jun-00; Aragón)**

a)  $A=2 \text{ m}; \lambda=2 \text{ m}; v=0,2 \text{ m/s}$

b)  $y(x,t)=2 \text{ sen}(0,2\pi - \pi x)\text{m}$

**39- (Jun-99)**

a)  $\Delta x=0,12 \text{ m}$

b)  $\Delta\varphi=\pi \text{ rad}$

**40- (Sep-00)**

a)  $\lambda=0,2 \text{ m}; \kappa=31,4 \text{ m}^{-1}$

b)  $\Delta\varphi=\pi \text{ rad}$

**41- (Jun-03)**

a)  $\lambda=0,4 \text{ m}$

b)  $v=200 \text{ m/s}$

**42- (Jun-04; Andalucía)**

a)  $\Delta x=\lambda/2$

b)  $\Delta x=\lambda/4$

**43- (Jun-97)**

a)  $T=0,02 \text{ s}; \lambda=0,8 \text{ m}, v=40 \text{ ms}^{-1}$

b)  $\Delta\varphi=\pi \text{ rad}$  (oposición de fase)

**44- (Sep-01)**

a)  $\lambda=1 \text{ m}; v=3 \text{ ms}^{-1}$

b)  $y(1'5, t)=0,5 \text{ sen}(6\pi t - 3\pi) \text{ m}; v(1'5, t)=9,42 \text{ sen}(6\pi t - 3\pi) \text{ ms}^{-1}$

c)  $v_{\text{máx}}=3\pi \text{ ms}^{-1}=9,42 \text{ ms}^{-1}; a_{\text{máx}}=18\pi^2 \text{ ms}^{-2}=178 \text{ ms}^{-2}$

d)  $\Delta x=1 \text{ m}$  (en fase)

**45- (Sep-97)**

a)  $y(x,t)=0,04 \text{ sen}(24\pi t - 4,8\pi x) \text{ m}$

b)  $E=2,3 \cdot 10^{-2} \text{ J}$

**46- (Mod-03)**

a)  $y(x,t)=0,25 \text{ sen}(160\pi t - 13,33\pi x) \text{ m}$

c)  $v_{\text{máx}}=40\pi \text{ ms}^{-1}; a_{\text{máx}}=6400\pi^2 \text{ ms}^{-2}$

b)  $v(0'75, t)=40\pi \text{ cos}(160\pi t - 10\pi) \text{ ms}^{-1}$

d)  $\Delta\varphi=5\pi \text{ rad}$  (oposición de fase)

**47- (Jun-05)**

a)  $v_{\text{máx}}=0,21 \text{ m/s}; a_{\text{máx}}=0,44 \text{ m/s}^2$

b)  $v=0,2 \text{ m/s}; \kappa=10,5 \text{ m}^{-1}$

**48- (Mod-01)**

a)  $T=0,02 \text{ s}; A=0,2 \text{ m}; \lambda=0,01 \text{ m}; v=0,5 \text{ ms}^{-1}$

b)  $y=0,2 \text{ cos}\left(100\pi t - 200\pi x - \frac{\pi}{2}\right) \text{ m}$ .

**49- (Mod-08)**

a)  $f=1 \text{ Hz}; v=8 \text{ ms}^{-1}$ .

b)  $d_{\text{min}}=2,67 \text{ m}$ .

**50- (Sep-07)**

a)  $A=6,67 \text{ cm}$ .

b)  $\Phi_0=2,84 \text{ rad}$ ;

c)  $v_{\text{máx}}=2,10 \text{ ms}^{-1}$

d)  $y=6,67 \text{ sen}(31,4t + 1,05x + 2,84) \text{ cm}$ .

**51- (Sep-05)**

a)  $v=2 \text{ ms}^{-1}$ .

b)  $v=0,19 \text{ cos}(2\pi t - \pi x) \text{ ms}^{-1}; v_{\text{máx}}=0,19 \text{ ms}^{-1}$

c)  $y(0,5; 0)=-0,03 \text{ m}; y(1; 0)=0 \text{ m}$

d)  $y(1; 0,5)=0 \text{ m}$