

Unimonte, Engenharia. Prof. Marco Simões
Física Aplicada: Ondas Mecânicas

1. (UFSM) A cada meio segundo, um conta-gotas deixa cair uma gota sobre a superfície livre de um líquido em uma grande cuba, produzindo uma onda com comprimento de onda $\lambda = 10$ cm. (a) Calcule o módulo da velocidade de propagação da onda no referencial fixo na cuba. (b) Calcule o número de cristas que passam, por segundo, através de um plano vertical e identifique a grandeza física associada. Resposta: $v = 0,2$ m/s; $f = 2$ Hz.

2. (UFSM) A figura mostra duas cordas idênticas, com ondas que se propagam com velocidades de mesmo módulo num referencial fixo no solo. Considere que a frequência da onda na corda II é de 30 Hz. Calcule (a) o módulo da velocidade de propagação das ondas nas duas cordas e (b) a frequência da onda na corda I. Resposta: $v = 5,4$ m/s; $f = 15$ Hz.

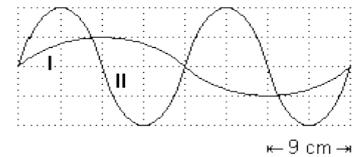


Fig.8

3. (UFSM) A figura representa dois instantâneos, em $t = 2$ s (linha contínua) e $t = 2,2$ s (linha pontilhada), de parte de uma corda na qual se propaga uma onda. Determine a frequência dessa onda. Resposta: $f = 1,25$ Hz.

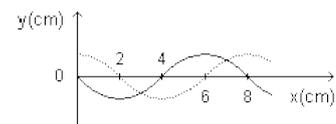


Fig.10

4. (Sears) Uma certa onda transversal é descrita pela seguinte equação abaixo. Determine para esta onda (a) a amplitude, (b) o comprimento de onda, (c) a frequência, e (d) a velocidade de propagação. Resposta: $A = 6,5 \times 10^{-3}$ m; $\lambda = 0,28$ m; $f = 28$ Hz; $v = 7,8$ m/s.

$$y(x, t) = 6,5 \times 10^{-3} \cos \left[2\pi \left(\frac{x}{0,28} - \frac{t}{3,6 \times 10^{-2}} \right) \right]$$

5. Uma onda se deslocando na água em linha reta sobre um lago é descrita pela equação abaixo. (a) Quanto tempo leva para que uma configuração completa de onda passe por um pescador em um barco ancorado? (b) Qual é o número de onda e qual o número de ondas por segundo que passam pelo pescador? (c) Com que velocidade uma crista de onda se desloca ao passar pelo pescador? Resposta: $T = 1,16$ s; $k = 45$ rad/m; $f = 0,859$ Hz; $v = 0,12$ m/s.

$$y(x, t) = 3,75 \times 10^{-2} \cos(45x - 5,40t)$$

6. Com que tensão uma corda de comprimento igual a 2,5 m e massa de 0,120 kg deve ser esticada para que uma onda transversal com frequência de 40,0 Hz possua um comprimento de onda igual a 0,750 m? Considerando que a amplitude dessa onda é de 10 cm, qual sua equação? Resposta: $F = 43,2$ N; $y(x, t) = 0,1 \cos \left[2\pi \left(\frac{x}{0,750} - 40t \right) \right]$ ou $y(x, t) = 0,1 \cos(8,38x - 251t)$

7. Uma das extremidades de um fio horizontal é presa a um dispositivo que transmite para o fio uma vibração de 120 Hz. A outra extremidade do fio passa sobre uma polia e suporta um objeto com massa de 1,50 kg. A densidade linear do fio é igual a 0,0550 kg/m. (a) Qual a velocidade de propagação e o comprimento da onda nesse fio? (b) Caso a massa for trocada por uma de 3,00 kg, de quando aumentarão ou diminuirão a velocidade e o comprimento de onda? Considere $g = 9,81$ m/s². Resposta: $v = 16,3$ m/s; $\lambda = 0,136$ m; v e λ aumentam 1,4 vezes.

8. Um fio fino vertical de 75,0 cm possui uma massa igual a 16,5 g. Uma extremidade está fixa e na outra será presa uma esfera. Que massa deverá ter essa esfera para que o fio seja percorrido por uma onda transversal de comprimento de onda igual a 3,33 cm e produza 875 vibrações por segundo? Resposta: $m = 1,90$ kg.

9. Um pássaro pousa sobre uma linha de alta tensão cujo cabo tem densidade linear de 8,89 kg/m produzindo um pulso de onda mecânica. A distância entre as torres é de 400 metros e você cronometra um tempo de 10 segundos para que o pulso percorra a distância entre as duas torres. A que tensão mecânica está sujeito o cabo? Resposta: $F = 1,42 \times 10^4$ N.

Ondas mecânicas

$$\textcircled{1} \quad T = 0,5 \text{ s} \quad \lambda = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$$

$$(a) \quad v = \lambda \cdot f \Rightarrow v = \frac{\lambda}{T} = \frac{0,1}{0,5} \Rightarrow v = 0,2 \text{ m/s}$$

$$(b) \quad f = \frac{1}{T} \Rightarrow f = \frac{1}{0,5} \Rightarrow f = 2 \text{ Hz (frequência)}$$

$$\textcircled{2} \quad f_{II} = 30 \text{ Hz}; \quad \lambda_{II} = 18 \text{ cm} = 0,18 \text{ m}$$

$$v_{II} = v_I = v$$

$$(a) \quad v = \lambda_{II} \cdot f_{II} \Rightarrow v = 0,18 \times 30 \Rightarrow v = 5,4 \text{ m/s}$$

$$v = \lambda_I \cdot f_I; \quad \lambda_I = 36 \text{ cm} = 0,36 \text{ m}$$

$$(b) \quad 5,4 = 0,36 \cdot f_I \Rightarrow f_I = \frac{5,4}{0,36} \Rightarrow f_I = 15 \text{ Hz}$$

$\textcircled{3}$ Em 0,2 s, a onda deslocou $\frac{1}{4}$ de

$$\text{onda} \therefore T = 4 \times 0,2 = 0,8 \text{ s}$$

$$f = \frac{1}{0,8} = 1,25 \text{ Hz}$$

OU \rightarrow

③ cont

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow v = \frac{0,06 - 0,04}{0,2} = 0,1 = v \quad (1)$$

$$v = \lambda \cdot f \Rightarrow 0,1 = 0,08 \cdot f$$

$$f = \frac{0,1}{0,08} = 1,25 \text{ Hz}$$

$$(4) \quad y(x, t) = 6,5 \times 10^{-3} \cos \left[2\pi \left(\frac{x}{0,28} - \frac{t}{3,6 \times 10^{-2}} \right) \right] \quad (5)$$

$$(a) \quad A = 6,5 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$(b) \quad \lambda = 0,28 \text{ m}$$

$$(c) \quad f = \frac{1}{T} \Rightarrow f = \frac{1}{3,6 \times 10^{-2}} = 28 \text{ Hz}$$

$$(d) \quad v = \lambda \cdot f \Rightarrow v = 0,28 \times 28 = 7,8 \text{ m/s}$$

$$\textcircled{5} \quad y(x,t) = 3,75 \times 10^{-2} \cos(4,5x - 5,40t) \quad \textcircled{a}$$

$$A = 3,75 \times 10^{-2} \text{ m} \quad \omega = 5,40 \text{ rad/s}$$

$$k = 4,5 \text{ rad/m}$$

$$\text{(a) Período } T \Rightarrow \omega = 2\pi f \Rightarrow 5,40 = 2\pi \cdot f$$

$$f = \frac{5,40}{2\pi} \Rightarrow f = 0,859 \text{ Hz}$$

$$T = \frac{1}{f} \Rightarrow T = \frac{1}{0,859} \Rightarrow T = 1,16 \text{ s}$$

$$\text{(b) nº de onda } k = 4,5 \text{ rad/m}$$

$$\text{nº de ondas/seg } f = 0,859 \text{ Hz} \quad \text{(c)}$$

$$\text{(c) } v = \frac{\omega}{k} \Rightarrow v = \frac{5,40}{4,5} \Rightarrow v = 1,2 \text{ m/s}$$

$$v = 0,12 \text{ m/s}$$

$$\textcircled{6} \quad \ell = 2,5 \quad m = 0,120 \text{ kg} \quad \textcircled{2}$$

$$\mu = \frac{0,120}{2,5} \Rightarrow \mu = 4,8 \times 10^{-2} \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$f = 40,0 \text{ Hz} \quad \lambda = 0,750 \text{ m}$$

$$v = \lambda \cdot f \Rightarrow v = 30 \text{ m/s}$$

$$\textcircled{a} \quad v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow 30 = \sqrt{\frac{F}{4,8 \times 10^{-2}}}$$

$$30^2 = \frac{F}{4,8 \times 10^{-2}} \Rightarrow F = 43,2 \text{ N}$$

$$\textcircled{b} \quad A = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m} \quad T = \frac{1}{f} = \frac{1}{40} \text{ s}$$
$$\lambda = 0,750 \text{ m}$$

$$y(x,t) = 0,10 \cos \left[2\pi \left(\frac{x}{0,750} - 40t \right) \right]$$

$$\omega = k = \frac{2\pi}{\lambda} \Rightarrow k = \frac{2\pi}{0,750} = 8,38 \quad \left| \begin{array}{l} \omega = 2\pi f = 2\pi \cdot 40,0 \\ \omega = 80\pi = 251 \text{ rad/s} \end{array} \right.$$

$$y(x,t) = A \cos(kx - \omega t)$$

$$y(x,t) = 0,10 \cos(8,38x - 251t)$$

(7) $f = 120 \text{ Hz}$ $2,01 = m$ $m = 5,50 \text{ kg}$ (8)

$m = 1,50 \text{ kg} \Rightarrow F = m \cdot a$

$F = 1,50 \times 9,81$

$F = 14,7 \text{ N}$

$\mu = 5,50 \times 10^{-2} \frac{\text{kg}}{\text{m}}$

(a) $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{14,7}{5,50 \times 10^{-2}}} \Rightarrow v = 16,3 \text{ m/s}$

(b) $v = \lambda \cdot f \Rightarrow \lambda = \frac{16,3}{120} \Rightarrow \lambda = 0,136 \text{ m}$

(c) $m = 3,00 \text{ kg}$ $F = 3,00 \times 9,81$
 $F = 29,4 \text{ N}$

$v = \sqrt{\frac{29,4}{5,50 \times 10^{-2}}} \Rightarrow v = 23,1 \text{ m/s}$

$\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow \lambda = \frac{23,1}{120} \Rightarrow \lambda = 0,192 \text{ m}$

d) $\frac{v_2}{v_1} = \frac{23,1}{16,3} = 1,42 \Rightarrow v$ aumentou 1,42 vezes

$\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{0,192}{0,136} = 1,41 \Rightarrow \lambda$ aumentou 1,41 vezes

$$\textcircled{8} \quad l = 750 \text{ cm} \quad M = 16,5 \text{ g} \quad \textcircled{F}$$

$$\lambda = 3,33 \times 10^{-2} \text{ m} \quad F = ?$$

$$f = 875 \text{ Hz}$$

$$v = \lambda \cdot f \rightarrow v = 3,33 \times 10^{-2} \times 875 = v$$

$$v = 29,1 \text{ m/s}$$

$$\mu = \frac{M}{l} \Rightarrow \mu = \frac{16,5 \times 10^{-3}}{75,0 \times 10^{-2}} = 2,20 \times 10^{-2} \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow 29,1 = \sqrt{\frac{F}{2,20 \times 10^{-2}}}$$

$$29,1^2 = \frac{F}{2,2 \times 10^{-2}} \Rightarrow F = 18,6 \text{ N}$$

$$F = m \cdot a \Rightarrow m = \frac{18,6}{9,81} \Rightarrow M = 1,90 \text{ kg}$$

/ /

⑨ $\mu = 8.89 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$ $\Delta x = 400 \text{ m}$ $\Delta t = 10$

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow v = \frac{400}{10} \Rightarrow v = 40 \text{ m/s}$$

$$v = \sqrt{\frac{E}{\mu}} \Rightarrow v^2 \cdot \mu = E$$

$$E = 8.89 \times 40^2 \Rightarrow E = 1.42 \times 10^4 \text{ N}$$