

---

*Problemas do Cap. 3*  
*Elementos de Física*

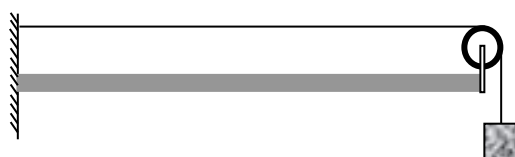
---

*Ano Letivo 2017/18*

---

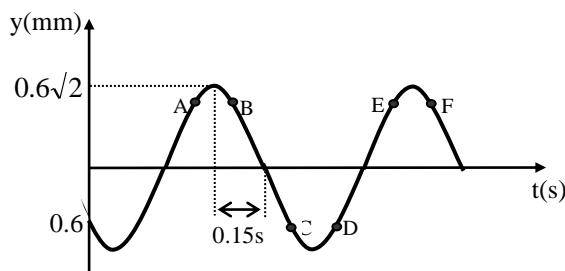
## Capítulo 3

1. Um corpo de 3 kg exerce uma tensão numa corda, com densidade linear de  $0,02 \text{ kg.m}^{-1}$  (ver o esquema em baixo). A. Qual é a velocidade das ondas nesta corda?



2. É aplicada sobre uma corda de piano (fio de aço) de 0,70 m de comprimento e 5,0 g de massa, uma força de tracção de 500 N.
- Qual é a velocidade das ondas transversais na corda?
  - Para reduzir a metade a velocidade da onda sem alterar a tracção, qual a massa de fio de cobre que deveria ser enrolada em torno do fio de aço?
3. Um fio de aço, com 7,0 m de comprimento, tem a massa de 100 g. Sobre o fio está aplicada uma força de 900 N. Qual é a velocidade de um impulso ondulatório transversal neste fio?
- 4.
- A nota dó, na escala central do piano, tem a frequência de 262 Hz. Sabendo que a velocidade do som no ar é de  $340 \text{ m s}^{-1}$ , calcule o comprimento de onda desta nota.
  - A frequência do dó, uma oitava acima deste, é igual ao dobro da frequência do dó central. Qual é o comprimento de onda no ar, desta outra nota?
5. O ouvido é sensível às frequências do som na zona que vai de 20 até 20000 Hz.
- Quais os comprimentos de onda, no ar, correspondentes a estas frequências?
  - Quais os comprimentos de onda na água?
- (Nota: A velocidade do som na água é  $1500 \text{ ms}^{-1}$ ).
6. A equação  $v = \frac{\lambda}{T}$  aplica-se a qualquer tipo de onda, inclusive às ondas luminosas no vazio, que se propagam a  $3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ . O domínio de comprimentos de onda da luz, para o qual o olho humano é sensível, situa-se entre  $4 \times 10^{-7}$  e  $7 \times 10^{-7} \text{ m}$ . Quais são as frequências correspondentes a estas ondas luminosas?
7. A função  $y(x,t) = 10^{-3} \sin(62,8 x + 314 t)$  caracteriza uma onda a propagar-se numa corda, onde  $y$  e  $x$  estão expressos em metro e  $t$  em segundo.
- Em que direcção e sentido se desloca esta onda e com que velocidade?
  - Calcule o comprimento de onda, a frequência e o período desta onda.
  - Qual é o deslocamento máximo de qualquer segmento da corda?

8. É possível ouvir um comboio a aproximar-se colocando o ouvido sobre os carris. Sabendo que  $\rho_{aço} = 7,8 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  e o módulo de Young é  $E = 2,0 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$ , determine o tempo que a onda demora a propagar-se nos carris, supondo que o comboio se encontra afastado de 1 km.
9. Um movimento vibratório simples propaga-se ao longo de uma corda com uma extremidade fixa. Um ponto da corda, situado a 50 cm da extremidade livre, começa a vibrar no sentido positivo 5,0 segundos depois de esta ter entrado em vibração (instante inicial), atingindo a elongação máxima, igual a 20 cm, 2,0 segundos mais tarde.  
Qual é, nesse instante, a elongação de um ponto da corda situado a 60 cm da referida extremidade?
10. A figura seguinte representa os vários estados de vibração de uma dada partícula (na origem). Este movimento vibratório propaga-se ao longo de uma corda, com velocidade de 1,0 m/s.
- Escreva a equação da elongação da referida partícula.
  - Escreva a equação da elongação para qualquer partícula da corda.
  - Dos pontos representados na figura, indique:
    - Dois que correspondam a uma mesma fase de vibração.
    - Dois que correspondam a fases opostas de vibração.

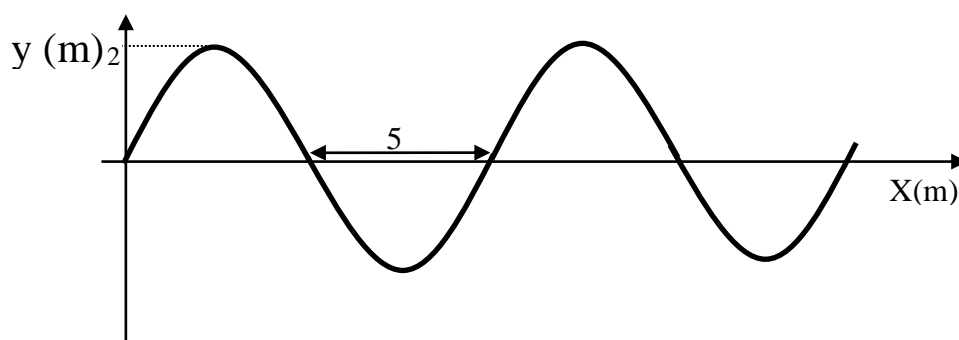


11. A velocidade de propagação do movimento ondulatório transversal ao longo de uma corda é igual a  $20 \text{ m.s}^{-1}$ . No instante  $t = 0$ , uma extremidade da corda inicia um movimento vibratório sinusoidal com amplitude 1 cm e frequência 10 Hz (Durante o primeiro meio período, a elongação supõe-se positiva).
- Calcule o comprimento de onda.
  - Desenhe a forma da corda no instante  $t = 0,2 \text{ s}$ ?
  - Qual a posição dos pontos para os quais a equação da elongação pode ser escrita por  $y(x,t) = 1,0 \sin[2\pi(0,5 - 10 t)] \text{ cm}$ ?
12. Uma onda transversal, cuja função é  $y(x,t) = 0,48 \sin(5,6 x + 84 t)$ , propaga-se numa corda ( $x$  em metro e  $t$  em segundo). Determine:
- O comprimento de onda.
  - A frequência.
  - A velocidade (intensidade e sentido).
13. Uma fonte de vibração está na extremidade de uma corda esticada cujo deslocamento é dado pela equação  $y(t) = 0,1 \sin(6t)$ , onde  $y$  está em metro e  $t$  em

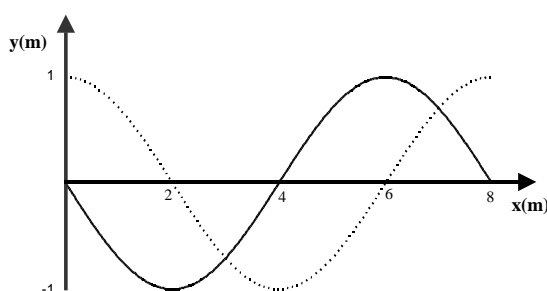
segundo. A tensão na corda é de 4 N e a massa por unidade de comprimento é de  $10^{-2} \text{ kgm}^{-1}$ . Considere uma onda que se desloca no sentido positivo de  $x$ .

- Qual é a velocidade da onda na corda?
- Qual é a frequência da onda?
- Qual é o comprimento de onda?
- Qual é a equação do deslocamento no ponto a 1 m da fonte? E a 3 m?
- Faça um gráfico de  $y$  em função do tempo no ponto  $x = 3 \text{ m}$ .
- Faça um gráfico de  $y$  em função de  $x$  no instante  $t = \pi/12 \text{ s}$ .

14. A figura representa uma onda harmónica transversal no instante  $t=2\text{s}$ , que se propaga numa corda para a direita com uma velocidade de  $2\text{m/s}$ .



- Determine o período do movimento.
  - Escreva a função de onda
  - Represente a forma da corda no instante  $t=6\text{s}$ .
15. A figura representa uma onda a propagar-se numa corda ao longo do eixo dos  $xx$ . A curva a cheio representa a forma da corda no instante  $t_1=0.3\text{s}$  e a curva a pontado representa a forma da mesma corda no instante  $t_2=0.5\text{s}$ .
- Qual é o comprimento de onda?
  - Qual é o período?
  - Determine a velocidade de propagação da onda.
  - Determine a fase inicial e a função de onda.



16. Um diapasão que emite sons de frequência 200 Hz, afasta-se de um observador em repouso com uma velocidade de 50 km/h, em direcção a uma parede que reflecte as ondas sonoras. Determine a frequência medida pelo observador em relação às ondas sonoras:
- provenientes directamente do diapasão.
  - que chegam ao observador depois de serem reflectidas na parede.

17. Uma fonte emitindo sons de frequência 200 Hz desloca-se a 80 m/s em relação ao ar no sentido de um ouvinte estacionário.
- Calcule o comprimento de onda do som entre a fonte e o ouvinte.
  - Calcule a frequência recebida pelo ouvinte.
  - Resolva as duas alíneas anteriores supondo agora que a fonte se está a afastar do ouvinte a 80 m/s.
18. Sabe-se que as baleias são capazes de comunicar entre si a grandes distâncias. A velocidade máxima de deslocação das baleias é 8 m/s e a velocidade do som na água do mar é de 1400m/s. Se uma das baleias (fonte) emitir um som de frequência 100Hz quais serão as frequências extremas (máxima e mínima) detetadas pelas outras baleias?
19. Um observador parado à beira duma estrada detecta o som do motor proveniente de um automóvel que se aproxima dele. Depois de passar pelo observador, o automóvel afasta-se e a frequência do som que o observador passa a detectar é 7/8 da frequência anterior. O som propaga-se no ar com velocidade de 340m/s. Calcule a velocidade do carro.
20. Um golfinho A parado detecta sons provenientes de outro golfinho B que se afasta do primeiro com uma velocidade  $v_b = 30$  m/s emitindo sons de frequência  $f = 100$  Hz. Este último (golfinho B), nada ao encontro de um cardume de peixes que se aproxima dele com uma velocidade  $v_c = 10$  m/s. Sabendo que a velocidade do som na água do mar é 1400m/s, determine a frequência dos sons detectada pelo golfinho A parado nos seguintes casos:
- Os sons provêm diretamente do golfinho B em movimento.
  - Os sons são detectados após terem sido reflectidos pelo cardume de peixes.

### Soluções Cap. 3

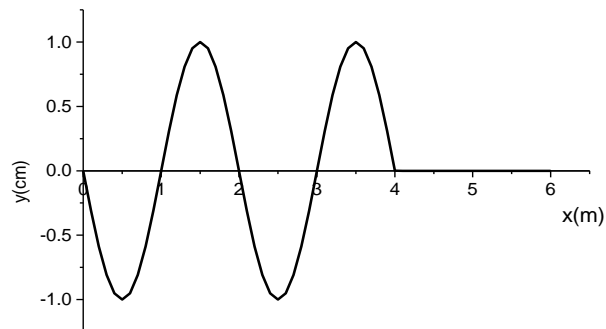
- $v = 38,3 \text{ m.s}^{-1}$ .
- a)  $v = 2,65 \times 10^2 \text{ m.s}^{-1}$  b)  $m = 14,8 \text{ g}$ .
- $v = 2,51 \times 10^2 \text{ m.s}^{-1}$ .
- a)  $\lambda = 1,30 \text{ m}$  b)  $\lambda' = 0,649 \text{ m}$ .
- a)  $\lambda_{20} = 17 \text{ m}$ ;  $\lambda_{20\ 000} = 0,017 \text{ m}$  b)  $\lambda_{\text{água}} = 75 \text{ m}$ ;  $\lambda'_{\text{água}} = 0,075 \text{ m}$ .
- $f = 7,5 \times 10^{14} \text{ Hz}$ ;  $f' = 4,29 \times 10^{14} \text{ Hz}$ .
- a)  $v = -5 \text{ m.s}^{-1}$  b)  $\lambda = 0,1 \text{ m}$ ;  $f = 50 \text{ Hz}$ ;  $T = 0,02 \text{ s}$  c)  $y_{\text{máx}} = 10^{-3} \text{ m}$ .
- $t = 0,2 \text{ s}$ .
- $y(60, 7) \approx +14,1 \text{ cm}$ .
- a)  $y(t) = 0,6\sqrt{2} \times 10^{-3} \cos\left(\frac{\pi t}{0,3} + \frac{3\pi}{4}\right) \text{ m}$ .

b)  $y(x,t) = 0.6\sqrt{2} \times 10^{-3} \sin\left[2\pi\left(\frac{x}{0.6} - \frac{t}{0.6}\right) + \frac{7\pi}{4}\right] \text{ m.}$

c) 1 - B e F ou A e E; 2 - B e D ou A e C ou D e F ou C e E

11. a) 2,0 m.

b)



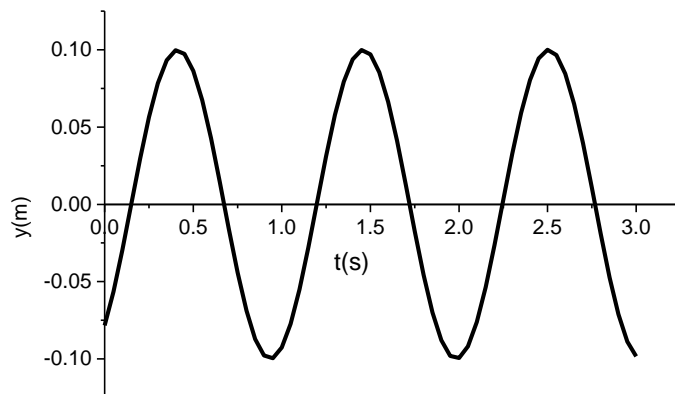
c)  $x = n\lambda$ , com  $n \geq 0$ .

12. a)  $\lambda = 1,12 \text{ m}$ ; b)  $f = 13,4 \text{ Hz}$ ; c)  $v \approx 15 \text{ ms}^{-1}$ ; sentido negativo do eixo dos  $xx'$ .

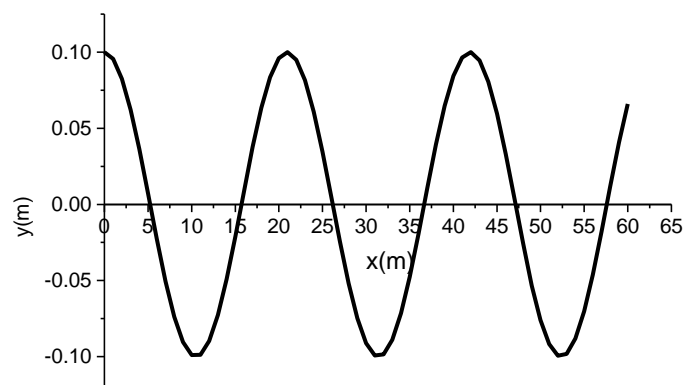
13. a)  $20 \text{ m/s}$ ; b)  $f = 3/\pi \text{ s}^{-1}$ ; c)  $\lambda = 20,9 \text{ m}$ ;

d)  $y(1,t) = 0,1 \sin(0.3 - 6t + \pi)(m)$ ;  $y(3,t) = 0,1 \sin(0.9 - 6t + \pi)(m)$ .

e)



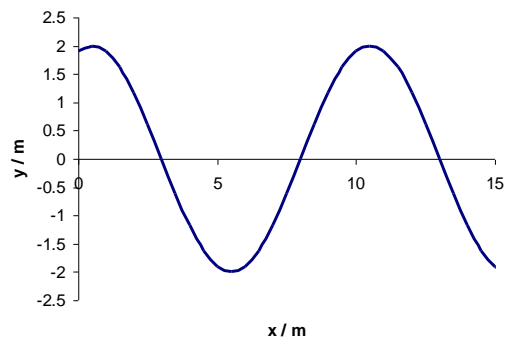
f)



14. a)  $T = 5 \text{ s}$

b)  $y(x,t) = 2 \sin\left(\frac{\pi}{5}x - \frac{2\pi}{5}t + \frac{4\pi}{5}\right) (\text{m})$

c)



15. a)  $\lambda = 8 \text{ m}$  b)  $T = 0.8 \text{ s}$  c)  $v = 10 \text{ m/s}$  d)  $y(x,t) = \sin[2\pi(x/8 - t/0.8) + 7\pi/4]$ .

16. a)  $f = 192,2 \text{ Hz}$ ; b)  $f = 208,4 \text{ Hz}$

17. a)  $\lambda = 1,3 \text{ m}$  b)  $f = 261,5 \text{ Hz}$  c)  $\lambda = 2,1 \text{ m}$ ;  $f = 161,9 \text{ Hz}$

18.  $f_{\text{máx}} = 101 \text{ Hz}$ ;  $f_{\text{mín}} = 99 \text{ Hz}$

19.  $v = 22.7 \text{ m/s}$

20. a)  $f = 98 \text{ Hz}$  b)  $f = 104 \text{ Hz}$