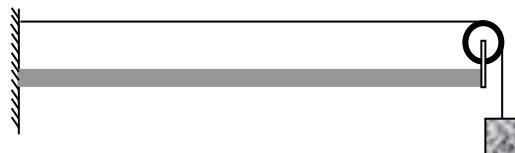

*Problemas do Cap. 3
Elementos de Física*

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?

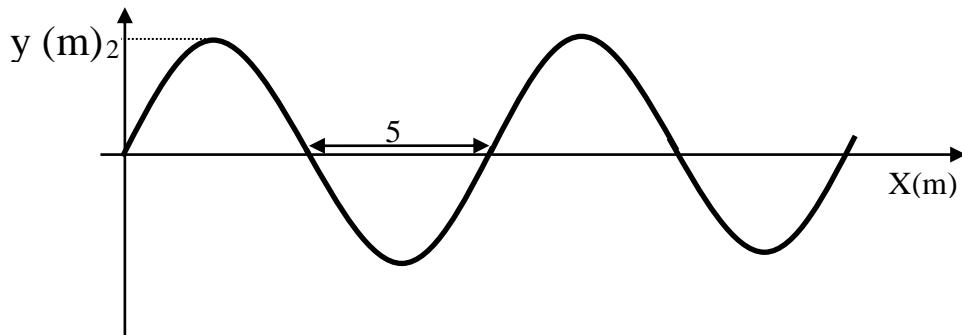


2. É aplicada sobre uma corda de piano (fio de aço) de 0,70 m de comprimento e 5,0 g de massa, uma força de tracção de 500 N.
- Qual é a velocidade das ondas transversais na corda?
 - Para reduzir a metade a velocidade da onda sem alterar a tracção, qual a massa de fio de cobre que deveria ser enrolada 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 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 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 4×10^{-7} e 7×10^{-7} m. Quais são as frequências correspondentes a estas ondas luminosas?
7. A função $y(x,t) = 10^{-3} \operatorname{sen}(62,8 x + 314 t)$ 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?

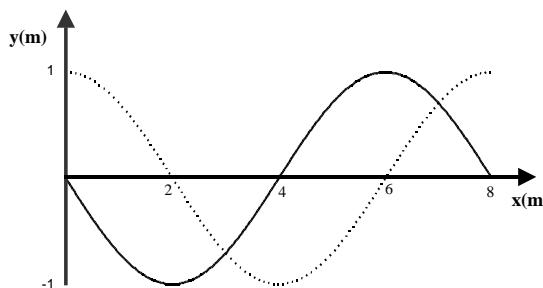
8. É possível ouvir um comboio a aproximar-se colocando o ouvido sobre os carris. Sabendo que $\rho_{aç\circ} = 7,8 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ e o módulo de Young é $E = 2,0 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$, determine o tempo que a onda demora a propagar-se nos carris, supondo que o comboio se encontra 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 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 $y(x,t) = 1.0 \text{ sen}[2\pi(0,5 - 10t)] \text{ cm}$?
12. Uma onda transversal, cuja função é $y(x,t) = 0,48 \text{ sen}(5,6x + 84t)$, 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 $y(t) = 0,1 \text{ sen}(6t)$, 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} 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 2m/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 ponteado 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 $\frac{7}{8}$ 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

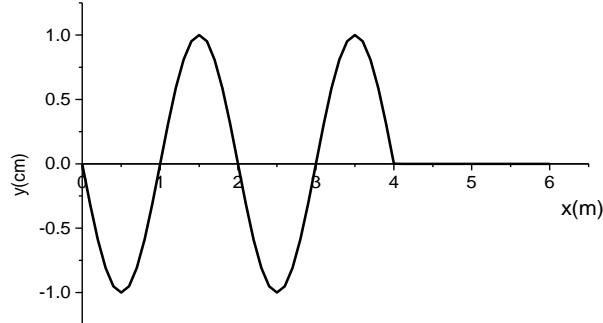
- $v = 38,3 \text{ m.s}^{-1}$.
- a) $v = 2,65 \times 10^2 \text{ m.s}^{-1}$ b) $m = 14,8 \text{ g.}$
- $v = 2,51 \times 10^2 \text{ m.s}^{-1}$.
- a) $\lambda = 1,30 \text{ m}$ b) $\lambda' = 0,649 \text{ m.}$
- a) $\lambda_{20} = 17 \text{ m}$; $\lambda_{20\ 000} = 0,017 \text{ m}$ b) $\lambda_{\text{água}} = 75 \text{ m}$; $\lambda'_{\text{água}} = 0,075 \text{ m.}$
- $f = 7,5 \times 10^{14} \text{ Hz}$; $f' = 4,29 \times 10^{14} \text{ Hz.}$
- 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) $y(x,t) = 0.6\sqrt{2} \times 10^{-3} \operatorname{sen}\left[2\pi\left(\frac{x}{0.6} - \frac{t}{0.6}\right) + \frac{7\pi}{4}\right] \text{m.}$

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)



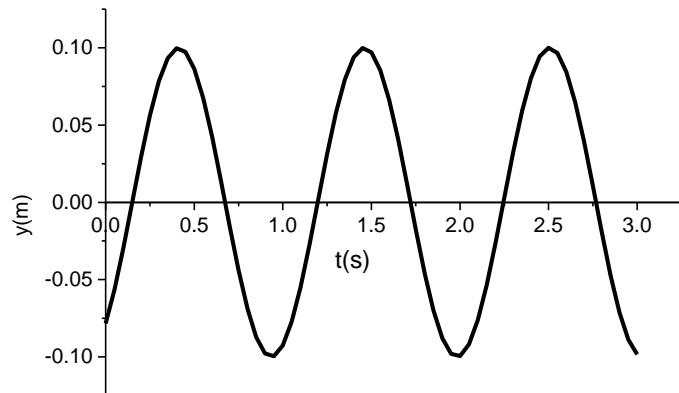
c) $x = n\lambda$, com $n \geq 0$.

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' .

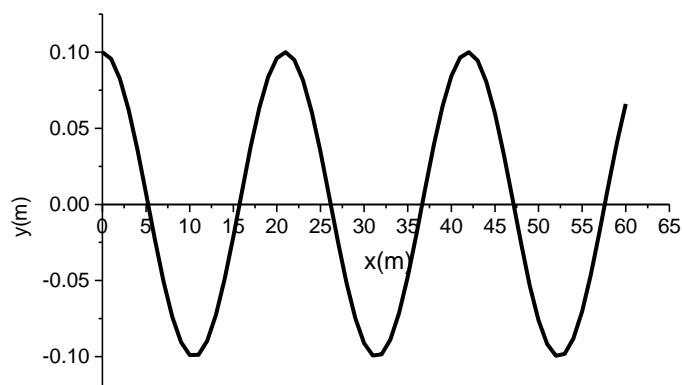
13. a) 20 m/s ; b) $f = 3/\pi \text{ s}^{-1}$; c) $\lambda = 20,9 \text{ m}$;

d) $y(1,t) = 0,1\operatorname{sen}(0,3 - 6t + \pi)(\text{m})$; $y(3,t) = 0,1\operatorname{sen}(0,9 - 6t + \pi)(\text{m})$.

e)



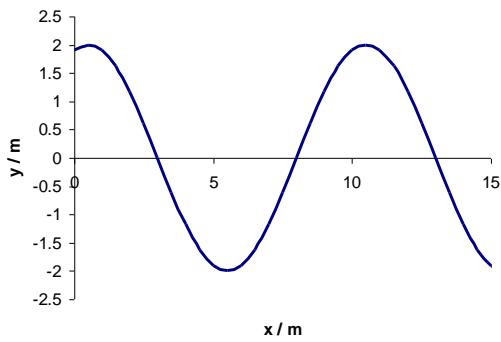
f)



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

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

c)



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

16. a) $f = 192.2$ Hz; b) $f = 208.4$ Hz

17. a) $\lambda = 1.3$ m b) $f = 261.5$ Hz c) $\lambda = 2.1$ m; $f = 161.9$ Hz

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

19. $v = 22.7$ m/s

20. a) $f = 98$ Hz b) $f = 104$ Hz