1. Mostre que a função y=*f*(vt+x) é solução da equação de onda $\dfrac{\partial^2 y}{\partial x^2} = \dfrac{1}{\mathrm{v}^2}\dfrac{\partial^2 y}{\partial t^2}$

2. Mostre que a onda harmónica $y = A\ \mathrm{sen}(k\cdot x \pm \omega\cdot t)$ é solução da equação de onda $\dfrac{\partial^2 y}{\partial x^2} = \dfrac{1}{\mathrm{v}^2}\dfrac{\partial^2 y}{\partial t^2}$ e determine a velocidade de propagação v.

3. Verifique que as seguintes equações descrevem a mesma onda harmónica de propagação:

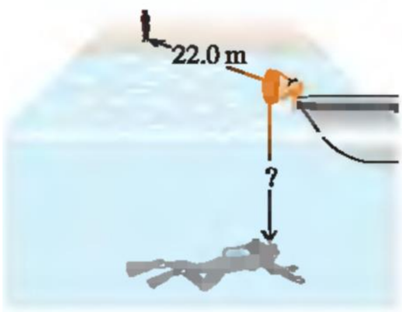
$$y = A sen\left(2\pi \frac{(x - vt)}{\lambda}\right); \qquad y = A sen\left(2\pi\left(\frac{k}{2\pi}x - ft\right)\right);$$

$$y = A sen\left(2\pi\left(\frac{x}{\lambda} - \frac{t}{T}\right)\right); \qquad y = -A sen\left(\varpi\left(t - \frac{x}{v}\right)\right)$$

4. Uma onda sonora em uma frequência de 440Hz. Qual o comprimento de onda desta onda sonora no: a) ar ($v_{som,ar}$ = 340 m/s) b) na água ($v_{som,água}$ = 1500 m/s) (R: 77cm, 3.4m)

5. O som mais grave percetível pelo ouvido humano possui uma frequência aproximadamente igual a 20 Hz. O som mais agudo detetável corresponde a frequências de cerca de 20kHz. Determine os limites de comprimentos de onda, no ar, para o intervalo de sensibilidades do ouvido humano.

6. Um mergulhador encontra-se submerso na altura em que ouve o som da sirene de um barco diretamente acima dele, parado na superfície do lago. Ao mesmo tempo, um amigo em terra, a uma distância de 22.0 m do barco, também ouve a sirene. A sirene está 1.2 m acima da superfície da água.



a) Qual é a distância entre o mergulhador e a superfície do lago (marcada por "?" na figura).

7. A equação de uma onda transversal progressiva numa corda vibrante é dada por: $y = 5.0sen(0.4\pi x + 8.0\pi t)$ onde *x e y* são expressos em *cm* e *t* em *s*. Calcule:

a) a amplitude, o comprimento de onda, a frequência, a velocidade de propagação da onda, o sentido de propagação da onda.

b) o módulo da velocidade transversal máxima de uma partícula da corda vibrante.

8. Uma onda, cuja frequência é igual a 400 *Hz*, possui velocidade de fase igual a 300 m/s.

a) calcule a distância entre dois pontos, sabendo que a diferença de fase entre eles é de 30º.

b) Para um determinado ponto, qual a diferença de fase entre dois deslocamentos que ocorrem em instantes separados de 0.01 *s*?

9. Considere as seguintes ondas de propagação: $y_1 = y_m sen(kx - \omega t)$ $y_2 = y_m sen(kx + \omega t)$, onde $y_m = 0.2$ m, k = 5π m^{-1} e ω = 2π rad/s. Suponha que estas duas ondas se sobrepõem numa corda vibrante.

a) Determine a equação da onda resultante.

b) Mostre que a onda resultante é estacionária. c) Localize os nodos e os antinodos.

10. Um grande terramoto centrado em Loma Prieta, Califórnia, perto de San Francisco, ocorreu às 0h:4m:15s em 18 de outubro de 1989. As ondas sísmicas primárias (ondas P) desse terramoto são ondas longitudinais que viajam através da crosta terrestre. As ondas P foram detetadas em Caracas, Venezuela, às 0h:12m:33s; em Kevo, na Finlândia, às 0h:15m:35s; e em Viena, Áustria, às 0h:17m:02s. As distâncias que as ondas P viajaram desde Lorna Prieta foram 6280 km até Caracas, 8690 km até Kevo e 9650 km até Viena. O interior da Terra é constituído por magma líquido e pode ser considerado como um fluido.

a) Use os horários de chegada para calcular a velocidade média das ondas P que viajaram até estas três cidades. Como poderia explicar eventuais diferenças entre as velocidades médias?

b) A densidade média da crosta da Terra é de cerca de 3.3 g/cm^3. Utilize este valor para calcular o módulo de compressibilidade da crosta terrestre ao longo do caminho percorrido pelas ondas P a cada uma das três cidades.

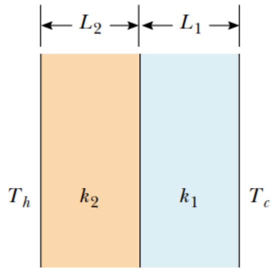
11. Uma vara cilíndrica de latão (E = 90 GPa, K = 60G Pa, μ = 35G Pa, ρ = 8.6 g/cm^3) tem 80 m de comprimento. Um dos extremos sofreu uma batida com um martelo, de tal modo que uma pessoa no outro extremo ouviu 2 ondas longitudinais. Uma devido à propagação da onda na vara e outra devida à propagação da onda no ar.

a) Qual o intervalo de tempo entre a chegada das ondas ao extremo da vara ?

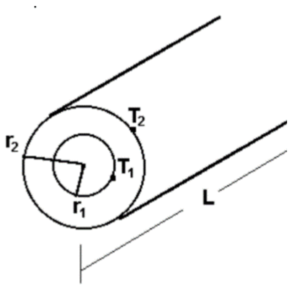
b) Qual a velocidade de propagação da onda transversal na barra ?

12. Determine o calor transferido por unidade de tempo através dos vidros de uma janela de 5.0 mm de espessura quando a superfície exterior estiver a -5 °C e a interior a 4 °C. As dimensões da janela são 0.7×1.5 m^2. (k_{vidro} = 0.80 J.m^{-1}.s^{-1}.C^{-1}) (R: P = 1.51 kW)

13. Duas placas de vidros diferentes de espessura L_1 = 1 mm e L_2 = 3 mm e condutividades térmicas k_1 = 0.96 Wm^{-1}K^{-1}e k_2 = 1.02 Wm^{-1}K^{-1}estão em contato térmico uma com a outra, formando uma janela, como mostrado na figura. As temperaturas das suas superfícies são T_c = 5ºC e T_h = 25ºC, respetivamente. No estado estacionário, determine a temperatura na interface entre os vidros e o calor transferido por unidade de tempo através delas.



14. Consideremos um tubo cilíndrico de cobre (K=401Wm^{-1}K^{-1}) submetido à uma diferença de temperatura entre a superfície interna e a superfície externa. Se a temperatura da superfície interna for constante e igual a T_1=50ºC, enquanto que a temperatura da superfície externa se mantém constante e igual a T_2=0ºC, há transferência de calor por condução no regime estacionário. Considere que r_1=2cm, r_2=3cm e L=5m.



a) Mostre que a taxa de transferência de calor é:

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{K\,2\pi\,L}{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}\left(T_1 - T_2\right)$$

b) Determine dQ/dt, para este caso.

15. Considere dois cilindros coaxiais com raios a_1 e a_2 e com um fluido incompressível em repouso entre eles. Mostre que a temperatura entre os cilindros é dada por:

$$T = T_1 + (T_2 - T_1)\frac{\log(r/a_1)}{\log(a_2/a_1)}$$

16. Considere duas placas que estão colocadas nas posições y = y_1 e y = y_2, onde o eixo y é perpendicular a elas, e a temperaturas fixas T_1 e T_2.

a) Mostre que se houver um fluido incompressível em repouso entre as placas, a temperatura no fluido é dada por:

$$T = T_1 + (T_2 - T_1)\frac{y - y_1}{y_2 - y_1}$$

b) Determine a temperatura no ponto intermédio entre as placas, considerando que y_1 = 2 cm, y_2 = 8 cm, T_1 = 45 ºC e T_2 = 20 ºC

17. Dentro de uma esfera de raio R, com um fluído, existe uma fonte de energia que produz calor a uma taxa constante $h(\vec{r},t) = h_0$. Para a situação em que foi atingido o equilíbrio estacionário, determine:

a) A taxa total de produção de calor na esfera

b) Considerando que a temperatura da superfície da esfera é constante ($T(\vec{r}) = T_0$), determine a temperatura no seu interior

c) Para essa situação, determine a temperatura média da esfera