

PROVA G2 FIS 1041 – 11/05/2011

FLUIDOS E TERMODINÂMICA

NOME _____ N^o _____

TURMA _____

QUESTÃO		GRAU	REVISÃO
1	3,0		
2	3,5		
3	3,5		
TOTAL	10,0		

Onda em geral : $\frac{\partial y}{\partial x^2} - \frac{1}{v^2} \frac{\partial y}{\partial t^2} = 0$ $u = \partial y / \partial t$ $\lambda = 2\pi / k$ $T = 2\pi / \omega$

Onda na corda $P_{ot.média} = 1/2 \mu v \omega^2 y_{max}^2$ $v = \sqrt{\frac{\tau}{\mu}}$

Onda sonora: $\Delta (x, t) = -B \frac{\partial (x, t)}{\partial t} = -\rho v^2 \frac{\partial (x, t)}{\partial t}$, $v = \sqrt{\frac{B}{\rho}}$

$I = P_{ot.média} / \text{Área}$; $I = 1/2 \rho v \omega^2 s_{max}^2$; $\beta = 10 \log (I / I_o)$ dB ; $I_o = 10^{-12} \text{ W/m}^2$

$f' = \frac{v \pm v_{obs}}{v \pm v_{fonte}}$ *batimentos* $\omega_b = |\omega_1 - \omega_2|$ ou $f_b = |f_1 - f_2|$

Relações trigonométricas:

$\text{sen}(A) + \text{sen}(B) = 2 \text{sen}[\frac{1}{2}(A+B)] \cos[\frac{1}{2}(A-B)]$

$\text{sen}(A) - \text{sen}(B) = 2 \text{sen}[\frac{1}{2}(A-B)] \cos[\frac{1}{2}(A+B)]$

$\text{cos}(A) + \text{cos}(B) = 2 \text{cos}[\frac{1}{2}(A+B)] \cos[\frac{1}{2}(A-B)]$

$\text{cos}(A) - \text{cos}(B) = -2 \text{sen}[\frac{1}{2}(A+B)] \text{sen}[\frac{1}{2}(A-B)]$

As respostas sem justificativas não serão computadas

Responda as questões nos espaços entre os itens.

1ª Questão – 3,0

- a) Escreva, literalmente, a expressão de uma onda harmônica progressiva unidimensional, propagando-se no sentido positivo do eixo x , em termos da amplitude A , da frequência f e do comprimento de onda λ .

(0,5 pts)

R.: $y(x,t)=A \text{ sen}[2\pi(x/\lambda -f.t)+\phi]$, ou equivalentemente $y(x,t)=A \text{ cos}[2\pi(x/\lambda -f.t)+\phi]$
(Dado que o enunciado não menciona a fase ϕ , logo $\phi = 0$ é considerado correto).

- b) A partir dessa expressão, determine a velocidade máxima com que um elemento do meio se movimenta.

(0,5 pts)

R.: (para a opção sen) $v_y=\partial y/\partial t= -2\pi f A \text{ cos}(2\pi[x/\lambda -f.t]+\phi) \rightarrow v_{y,\text{max}}= 2\pi f A$

- c) Suponha que esta onda se superponha a outra de mesma amplitude, mesma frequência e mesmo comprimento de onda, mas se propagando em sentido contrário. Use o Princípio da Superposição e mostre o aparecimento de nós ao calcular a expressão resultante da interferência das duas ondas.

(1,0 pts)

R.: $y_1(x,t) + y_2(x,t) = A \text{ sen}[2\pi(x/\lambda -f.t)+\phi_1] + A \text{ sen}[2\pi(x/\lambda + f.t)+\phi_2]$
(usando a fórmula de soma de senos)
 $= 2A \text{ sen}[2\pi x/\lambda + (\phi_1 + \phi_2)/2] \text{ cos}[2\pi f.t + (\phi_2 - \phi_1)/2]$

Existem pontos em que a amplitude é nula para todo t (nós), são aqueles em que x satisfaz a $2\pi x/\lambda + [\phi_1 + \phi_2]/2=0$.

- d) Se as duas ondas de mesma amplitude A , mesma frequência e comprimento de onda se propagam no mesmo sentido, qual deve ser a diferença de fase entre elas para que a amplitude da onda resultante seja A ?

(1,0 pts)

R.: $y_1(x,t) + y_2(x,t) = A \text{ sen}[2\pi(x/\lambda -f.t)+\phi_1] + A \text{ sen}[2\pi(x/\lambda - f.t)+\phi_2]$
(usando a fórmula de soma de senos)
 $= 2A \text{ cos} [(\phi_2 - \phi_1)/2] \text{ sen}[2\pi (x/\lambda - f.t) + (\phi_1 + \phi_2)/2]$

Se $2|A \text{ cos} [(\phi_2 - \phi_1)/2]| = |A| \rightarrow \text{cos} [(\phi_2 - \phi_1)/2] = \pm 1/2 \rightarrow$
restringindo as respostas ao intervalo $(-\pi,\pi)$: $\phi_2 - \phi_1 = \pm 2\pi/3, \pm 4\pi/3$

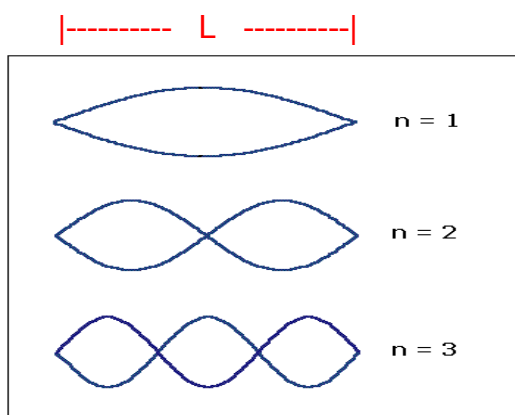
2ª Questão – 3,5

Uma corda de violão com densidade linear de 0,50 g/m, presa em ambas as extremidades, está sujeita a uma tensão de 80 N.

a) Com que velocidade se propaga um pulso transversal nessa corda? (0,5 pts)

$$R.: v = (T/\mu)^{1/2} = (80/(0,5 \cdot 10^{-3}))^{1/2} = (16 \cdot 10^4)^{1/2} = 400 \text{ m/s}$$

b) Para um dado comprimento L fixo, desenhe os três primeiros harmônicos. Para os diversos modos de vibração, escreva a relação entre L e os respectivos comprimentos de onda λ . (1,0 pts)



$$R.: L = n \lambda_n / 2, \text{ com } n=1,2,3,\dots$$

c) Qual deve ser o comprimento da corda para que sua frequência fundamental seja 330 Hz? (1,0 pts)

$$R.: \text{ para } n=1, L = \lambda/2 = v/(2f_1) = 400/(2 \cdot 330) \approx 0,606 \text{ m}$$

d) Para tocar uma nota de frequência 440 Hz, prende-se a corda com um dedo, de forma a utilizar apenas uma fração F do seu comprimento. Qual é essa fração F ? (1,0 pts)

$$R.: \lambda' / 2 = L' = FL, \text{ sendo } \lambda' = v/f' = 400/440 \text{ m} \rightarrow F = 400/440/(2L) = 330/440$$

$$\rightarrow F = 3/4 = 0.75$$

3ª Questão – 3,5 (0,7 pto cada item)

Um músico emite sons utilizando dois tubos de órgão de comprimentos iguais a 60 e 84 cm. Cada um deles é aberto numa extremidade e fechado na outra. A velocidade do som é 336 m/s.

a) Qual a frequência mais baixa que pode ser gerada com os dois tubos disponíveis?

$$\text{Tubo 1 } L_1 = (2n+1) \lambda_1/4 \rightarrow f_1 = (2n+1) v/(4L_1) = 336/2.4 \text{ para } n=0, f_1 = 140\text{Hz}$$

$$\text{Tubo 2 } L_2 = (2m+1) \lambda_2/4 \rightarrow f_2 = (2m+1)v/(4L_2) = 336/3.36 \text{ para } m=0, f_2 = 100\text{Hz}$$

A mais baixa é $f_2 = 100 \text{ Hz}$

b) Qual a frequência mais baixa na qual os dois tubos entram em ressonância simultaneamente?

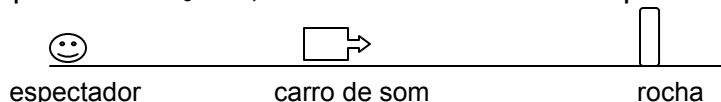
$$f = f_1 = f_2 \rightarrow f_1 / f_2 = 1$$

$$\text{Das expressões do item anterior, } (2n+1)/(2m+1) = 60/84 = 5/7$$

então $n = 2$ e $m = 3$,

$$\text{assim, } f = (5 \times 336) / (4 \times 0.6) = 700 \text{ Hz}$$

Imagine que o músico, agora emitindo som com a frequência de 500 Hz, está em cima de um carro de som que se aproxima a $v_c = 3,6 \text{ km/h}$ de uma rocha de parede vertical.



c) Qual a frequência do som refletido na rocha?

$$f' = 500 v_{\text{som}} / (v_{\text{som}} - v_{\text{fonte}})$$

$$v_{\text{fonte}} = 1 \text{ m/s}$$

$$f' \approx 501.5 \text{ Hz}$$

d) Qual a frequência dos batimentos ouvidos pelo músico?

$$f'' = f' (v_{\text{som}} + v_{\text{fonte}}) / v_{\text{som}}$$

$$f'' \approx 501.5 \times (336+1)/336 \approx 503 \text{ Hz}$$

$$f_{\text{bat}} \approx 503 - 500 = 3 \text{ Hz}$$

e) Quantos batimentos por segundo serão ouvidos por um espectador parado, quando o carro de som se afasta dele em direção à rocha?

Batimento entre a onda sonora refletida (f') e a onda proveniente da fonte que se afasta (f''').

$$f''' = 500 v_{\text{som}} / (v_{\text{som}} + v_{\text{fonte}}) \approx 498.5 \text{ Hz}$$

$$f' - f''' \approx 501.5 - 498.5 = 3 \text{ Hz} \quad \text{ou } 3 \text{ batimentos por segundo}$$