PROVA G2 – FIS 1041 – 13/05/2008

FLUIDOS E TERMODINÂMICA

NOME____Nº___________

TURMA_______

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

O tempo de prova é de 1h 50 min. Mantenha o celular desligado e seu documento de identidade sobre a carteira: ele poderá ser solicitado. Você pode usar calculadora não programável. As respostas sem justificativas não serão computadas

sen A + sen B = 2 sen [(A+B)/2] cos[(A-B)/2] | velocidade do som no ar ≈ 300 m/s ;

cos A + cos B = 2 cos [(A+B)/2] cos[(A-B)/2] | log 2 = 0,30; log 2,3 = 0,36; log 3 = 0,48, log 5 = 0,70

Ondas : $\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} - \frac{1}{v^2}\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = 0$; $v = \sqrt{\frac{\tau}{\mu}}$

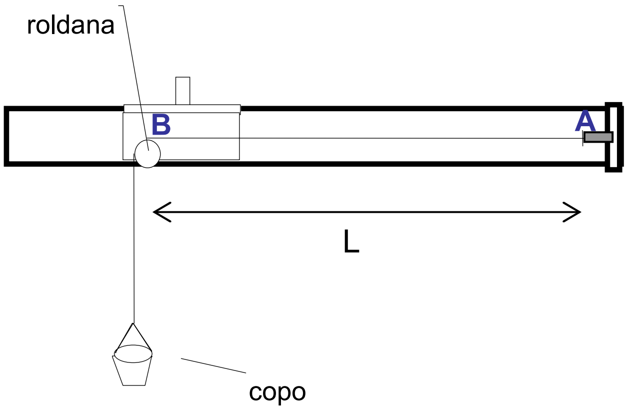
$\Delta p(x,t) = -B\frac{\partial s(x,t)}{\partial x}$; $v = \sqrt{\frac{B}{\rho}}$

$I = \frac{Potência}{área} = \frac{1}{2}\rho v \omega^2 s_m^2$; $\beta = 10 \log (I/I_o)$; $I_o = 10^{-12}\ W/m^2$

$f' = f_o \frac{v \pm v_{obs}}{v \pm v_{fonte}}$ batimento $\omega_b = \omega_1 - \omega_2$

1ª Questão (3,5)

A. Ondas de 200 Hz são excitadas numa corda com densidade linear igual a 0,25 g/m, conforme a figura ao lado. O copo preso na extremidade da corda tem massa igual a 50 g e contém, inicialmente, 250 g de água.
Observa-se que o copo está furado e que a água vai escoando lentamente. Suponha que o comprimento da corda seja mantido fixo (L = 0,50 m).



a) **(1,5)** Calcule as massas de água no copo para as quais serão observadas ressonâncias na corda.

Nós nos pontos A e B $\rightarrow$ $L = n\lambda/2$ *para n = 1, 2, 3, ...*

$$\lambda f = v \quad \rightarrow \quad \frac{2L}{n} f = \sqrt{\frac{\tau}{\mu}} \quad \rightarrow \quad \frac{(2L)^2}{n^2} f^2 = \frac{mg}{\mu} \quad \rightarrow \quad m = \frac{(2L)^2}{n^2} f^2 \frac{\mu}{g} = \frac{1}{n^2}\,\text{kg}$$

As massas totais seriam: *para n=1* $\rightarrow$ *m = 1 kg (não está entre 50 g e 300 g)*
para n=2 $\rightarrow$ *m = 1/4 kg =250 g* $\rightarrow$ $m_{1\ \text{água}}$ *= 200 g*
para n=3 $\rightarrow$ *m = 1/9 kg =111 g* $\rightarrow$ $m_{2\ \text{água}}$ *= 61 g*
para n=4 $\rightarrow$ *m = 1/16 kg =62,5 g* $\rightarrow$ $m_{3\ \text{água}}$ *= 12,5 g*

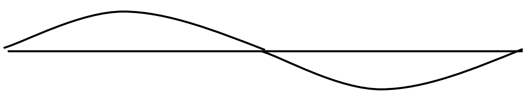
Para n=5 a massa total vai ser menor do que 50 g.

Resposta: $\underline{m_{1\ \text{água}} = 200\ g;\ m_{2\ \text{água}} = 61\ g;\ m_{3\ \text{água}} = 12{,}5\ g}$

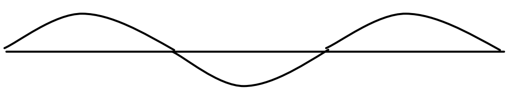
b) **(1,0)** Para cada massa do item (a), quantos nós aparecem entre as extremidades da corda? Desenhe o padrão de onda estacionária para as duas maiores massas.

n=2 (200 g de água) $\rightarrow$ *segundo modo* $\rightarrow$ *1 nó entre as extremidades*
n=3 (61 g de água) $\rightarrow$ *terceiro modo* $\rightarrow$ *2 nós entre as extremidades*
n=4 (12,5 g de água) $\rightarrow$ *quarto modo* $\rightarrow$ *3 nós entre as extremidades*

200 g de água



61 g de água



B. **(1,0)** Um carro de polícia parado emite um som com freqüência de 1000 Hz em direção a um caminhão que se aproxima com uma velocidade de 50 m/s. Qual é a freqüência recebida pelo carro de polícia após o sinal ter sido refletido no caminhão?

Frequência recebida e refletida pelo caminhão $f' = f\dfrac{v + v_c}{v}$

Frequência recebida pelo carro de polícia $f'' = f'\dfrac{v}{v - v_c} = f\dfrac{v + v_c}{v - v_c} = 1400\ Hz$

2ª Questão (3,0)

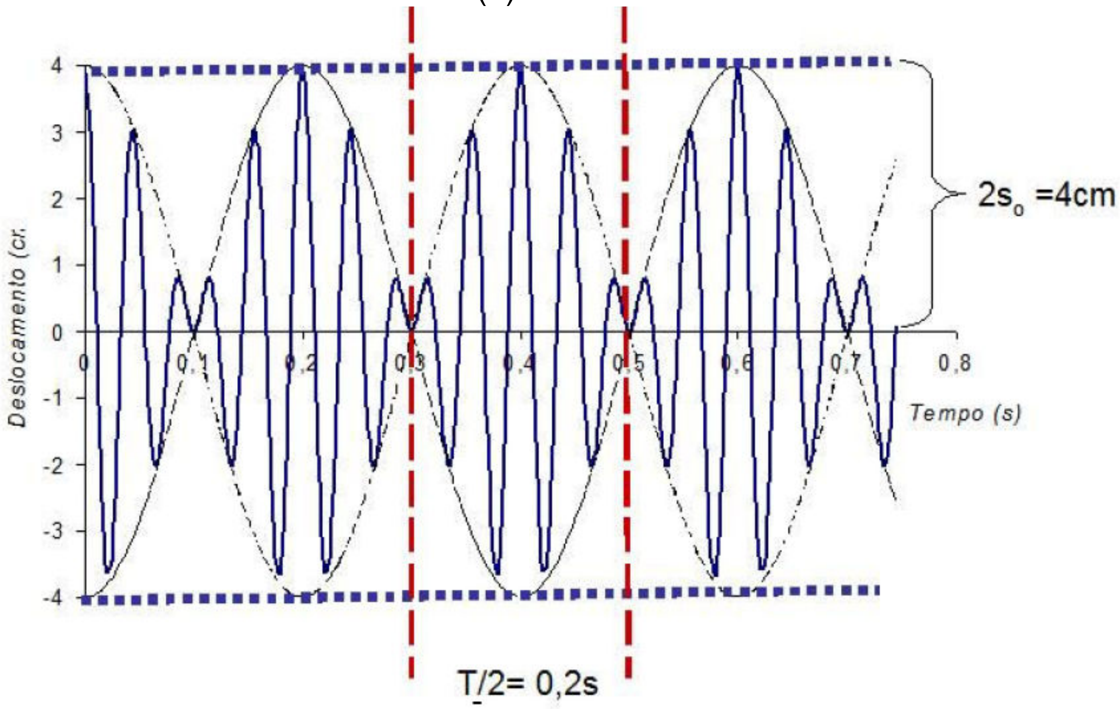
Duas ondas de mesma amplitude s_0 e de freqüências diferentes (ω_1 e ω_2) se propagando no mesmo sentido se superpõem formando uma onda resultante.

A- (0,7) Escreva, para x=0, as expressões de cada uma das duas ondas que se superpõem. Obtenha a expressão para a soma dessas ondas.

$s_1 = s_0 \cos \omega_1 t$ e $s_2 = s_0 \cos \omega_2 t$ a soma é $s = s_0 \cos \omega_1 t + s_0 \cos \omega_2 t$

$s = 2s_0 \cos [\frac{1}{2}(\omega_1 - \omega_2)t] \cos [\frac{1}{2}(\omega_1 + \omega_2)t]$

A figura abaixo mostra o deslocamento no ponto x=0 em função do tempo para uma onda resultante como a citada no item (a).



B- (0,7) Determine, a partir do gráfico, a amplitude das ondas que se superpõem?

$2s_o$=4.0 cm logo cada onda tem uma amplitude igual a 2,0cm

C- (0,8) Determine, a partir do gráfico, a freqüência de batimento da onda resultante. Dê sua resposta em Hz e em rad/s (freqüência angular).

$f_{batimento} = 2f_{menor} = 2/T$ sendo $T/2 = 0,2s$ (do gráfico) $f_{batimento} = 5$ Hz

$\omega_{batimento} = 2 \cdot \frac{1}{2}(\omega_1 - \omega_2) = 2\pi f_{batimenrto} = 10\pi$ rad/s

D- (0,8) Sabendo que a freqüência angular da onda resultante é 45π rad/s calcule a freqüência angular de cada onda (ω_1 e ω_2).

$\omega_{batimento} = \omega_1 - \omega_2 = 10\pi$ e a frequência da onda $\frac{1}{2}(\omega_1 + \omega_2) = 45\pi$
logo $\omega_1 + \omega_2 = 90\pi$. Resolvendo o sistema obtém-se as freqüências angulares $\omega_1 = 50\pi$ rad /s e $\omega_2 = 40\pi$ rad/s

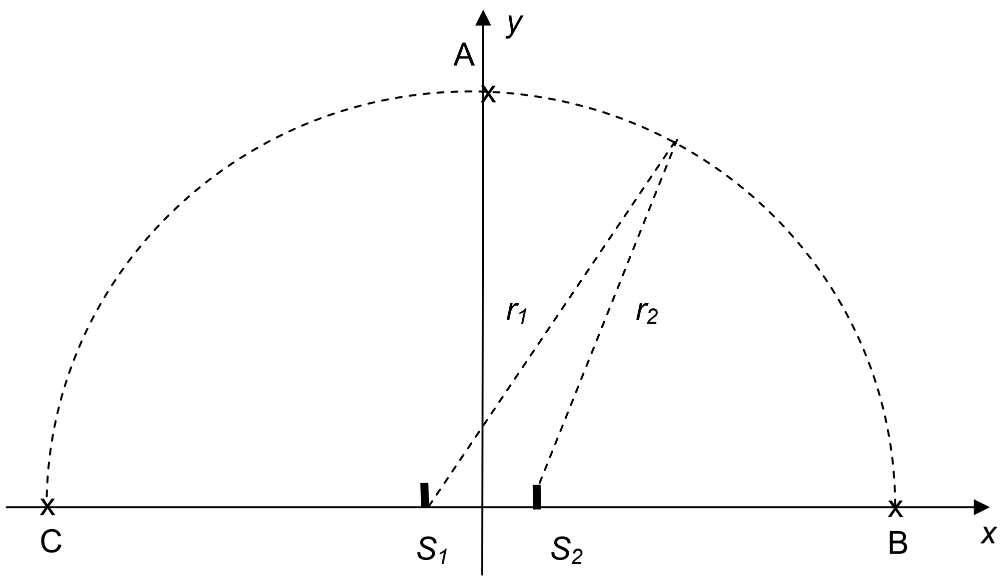
3ª Questão (3,5)

Duas fontes sonoras pontuais, S_1 e S_2, estão localizadas sobre um piso horizontal (plano *y*=0), como mostrado na figura abaixo, e emitem ondas sonoras cujos deslocamentos são dados por:

Para $y \geq 0$: $s_1(r_1,t) = \dfrac{s_0}{r_1} sen(kr_1 - 3\pi \times 10^3 t)$; $s_2(r_2,t) = \dfrac{s_0}{r_2} sen(kr_2 - 3\pi \times 10^3 t + \phi)$

Para $y < 0$ não há emissão de onda

Nas expressões acima, s_0 é uma constante, r_1 e r_2 são as distâncias de S_1 e S_2 ao ponto de observação, respectivamente; r_1 e r_2 são medidos em metros e *t* é medido em segundos. As fontes estão sobre o eixo dos *x,* a uma mesma distância da origem do sistema de eixos coordenados.



Efetuando-se medidas de nível sonoro sobre pontos de observação localizados sobre o semicírculo contido no plano *xy,* de raio r = 100 m e com centro na origem, observou-se que a intensidade é nula em B, aumenta até atingir um valor máximo em A e volta a ser nula em C.

(As respostas devem ser dadas com dois algarismos significativos, e a velocidade do som considerada como 300 *m/s*):

a) **(valor 0,6)** Quais são os valores do número de onda *k* e do comprimento de onda?

$$k = \frac{\omega}{v} = \frac{3\pi x 10^3}{300} = 10\pi = 31\,\text{m}^{-1} \qquad \text{(valor 0,3)}$$

$$\lambda = \frac{2\pi}{k} = 0{,}2\,\text{m} \qquad \text{(valor 0,3)}$$

b) **(valor 0,6)**. Qual é o valor da constante de fase ϕ da onda emitida pela fonte S_2?
Interferência construtiva:

$$kr_1 - (kr_2 + \phi) = 0$$

$$r_1 = r_2 \rightarrow \phi = 0$$

c) **(valor 0,6)** Qual é distância entre as duas fontes?
Nos pts. B e C a intensidade sonora é nula (e esses são os únicos pontos de nulo sobre o círculo de raio 100m). Então, a diferença de fase entre os sinais emitidos pelas duas fontes, nesses pontos é igual a π.

$$kr_1 - (kr_2 + \phi) = \pi$$

Como ϕ=0, e $r_1 - r_2 = D$ (distância entre as fontes):

$$kD = \pi, \qquad D = \pi / k = \lambda / 2 = 0{,}1\,\text{m}$$

d) **(valor 0,9)** Sabendo que a potência sonora emitida por cada fonte é igual a 6,28x10^{-3} W (6,28=2π), calcule a intensidade e o nível sonoro (em dB) no ponto A, caso apenas uma das fontes esteja emitindo. Considere $r_1 = r_2 = r$.

$$I = \frac{P}{A} = \frac{2\pi x 10^{-3}}{2\pi r^2} = \frac{2\pi x 10^{-3}}{2\pi (100)^2} = 1{,}0 \times 10^{-7}\ \text{W/m}^2 \qquad \text{(valor 0,6)}$$

$$NS = \beta = 10 \log\left(\frac{I}{10^{-12}}\right) = 10 \log(10^5) = 50\ \text{dB} \qquad \text{(valor 0,3)}$$

e) **(valor 0,8)** Calcule a intensidade e o nível sonoro em A no caso das duas fontes estarem emitindo.

Como no ponto A a interferência é completamente construtiva, e as amplitudes das duas fontes são idênticas, a amplitude da onda em A será o dobro daquela produzida por uma única fonte. Como a intensidade é proporcional ao quadrado da amplitude, será multiplicada por quatro.

$$I = 4x10^{-7}\ \text{W/m}^2 \qquad \text{(valor 0,5)}$$

$$NS = \beta = 10 \log\left(\frac{I}{10^{-12}}\right) = 10 \log(4x10^5) = 56\,\text{dB} \qquad \text{(valor 0,3)}$$