



INSTITUTO DE FÍSICA  
Universidade Federal Fluminense

# Física Teórica 3

3a prova - 2o período de 2016 - 07/01/2017

NOTA DA  
PROVA

--

**Atenção: Leia as recomendações abaixo antes de fazer a prova.**

1. A prova consiste em 15 questões de múltipla escolha, e terá duração de 2 horas.
2. Os aplicadores não poderão responder a nenhuma questão, a prova é autoexplicativa e o entendimento da mesma faz parte da avaliação.
3. É permitido o uso apenas de calculadoras científicas simples (sem acesso wifi ou telas gráficas).
4. É expressamente proibido portar telefones celulares durante a prova, mesmo no bolso. **A presença de um celular levará ao confisco imediato da prova e à atribuição da nota zero.**
5. Antes de começar, assine seu nome e turma de forma LEGÍVEL em todas as páginas e no cartão de respostas ao lado.
6. Marque as suas respostas no CARTÃO RESPOSTA. Preencha INTEGRALMENTE (com caneta) o círculo referente a sua resposta.
7. Assinale apenas uma alternativa por questão, e em caso de erro no preenchimento, rasure e indique de forma clara qual a resposta desejada.
8. Analise sua resposta. Ela faz sentido? Isso poderá ajudar você a encontrar erros.
9. Caso alguma questão seja anulada, a prova passará a ser pontuada em função das questões restantes.
10. Escolha as respostas numéricas mais próximas do resultado exato.

Nome		
Prof(a)	Turma	

A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	11	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	12	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	13	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	14	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	15	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
7	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
8	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
9	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
10	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					

Versão da Prova (preenchido pelo professor) A  B  C  D

Get this form and more at: [ZipGrade.com](http://ZipGrade.com)

Copyright 2015 ZipGrade LLC. This work available under Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0 license.

**Constantes e conversões:**  $1 \text{ m}^3 = 10^6 \text{ cm}^3 = 10^3 \text{ L}$   $1 \text{ atm} = 101,3 \text{ kPa}$   $\rho_{\text{água}} = 10^3 \text{ kg/m}^3$   $c_{\text{água}} = 4196 \text{ J/(kg K)}$   
 $L_{f\text{-água}} = 3,33 \times 10^5 \text{ J/kg}$   $L_{v\text{-água}} = 22,6 \times 10^5 \text{ J/kg}$   $T_F = (9/5)T_C + 32$   $T_K = T_C + 273$   $T_3 = 273,16 \text{ K}$   $k_B = 1,38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$   $N_A = 6,02 \times 10^{23}$   $1 \text{ u} = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$   $R = 8,314 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$   $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$   $v^{\text{som-ar}} = 343 \text{ m/s}$   
 $n_{\text{água}} = 1,33$  Radiação Visível:  $\lambda = [\text{azul} \leftrightarrow \text{vermelho}] \approx [400 \leftrightarrow 700] \text{ nm}$

**Ondas:**  $D(x,t) = A \sin(kx - \omega t + \phi_0) = A \sin(k(x-vt) + \phi_0) = A \sin(\phi)$   $k = 2\pi/\lambda$   $\omega = 2\pi/T$   $v = \lambda f = \omega/k$

$v_{\text{corda}} = (T_c/\mu)^{1/2}$   $I = P/\text{Área}$   $I \propto A^2$   $\beta = (10 \text{ dB}) \log(I/I_0)$ ,  $I_0 = 1,0 \times 10^{-12} \text{ W/m}^2$   $f' = \frac{v_{\text{onda}} \pm v_{\text{obs}}}{v_{\text{onda}} \mp v_{\text{fonte}}} f_0$

**Superposição:**  $D(r,t) = A \sin(kr_1 - \omega t + \Phi_{01}) + A \sin(kr_2 - \omega t + \Phi_{02}) = 2A \cos(\Delta\Phi/2) \sin(kr - \omega t)$ ;  $\Delta\Phi = k\Delta r + \Delta\Phi_0$ ;  $r = (r_1 + r_2)/2$ ;  $D_{\text{estacionária}}(x,t) = 2A \sin(kx) \cos(\omega t)$ ; Tubo aberto-aberto:  $L = m\lambda_m/2$ ;  $f_m = mf_1$ ;  $m = 1, 2, 3, \dots$ ; Tubo aberto-fechado:  $L = n\lambda_n/4$ ;  $f_n = nf_1$ ;  $n = 1, 3, 5, \dots$

**Ótica:** *Máximos dupla-fenda:*  $m\lambda = d \times \sin(\theta_m) \approx d \times y_m/L$ ;  $m = 0, 1, 2, \dots$  *Mínimos fenda simples:*

$p\lambda = a \times \sin(\theta_p) \approx a \times y_p/L$ ;  $p = 1, 2, 3, \dots$   $\Delta m = 2\Delta L/\lambda$ ;  $m = 0, 1, 2, \dots$   $\theta_1^{\text{esférico}} = 1,22 \lambda/D$

$n_1 \sin(\theta_1) = n_2 \sin(\theta_2)$   $1/f = 1/s + 1/s' = (n-1)(1/R_1 - 1/R_2)$   $h/s = h'/s'$

Nome do Aluno: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

1) Dois corredores A e B estão parados em extremidades opostas de uma pista de corrida retilínea. No ponto central da pista se encontra uma fonte, também parada, emitindo som a uma frequência  $f_0$ . Então, os corredores partem em direção ao ponto central com velocidade de 5m/s, enquanto a fonte é deslocada no sentido de B com essa mesma velocidade de 5m/s. Comparando as frequências do som percebidas pelos corredores,  $f_A$  e  $f_B$ , com a frequência  $f_0$ , se tem

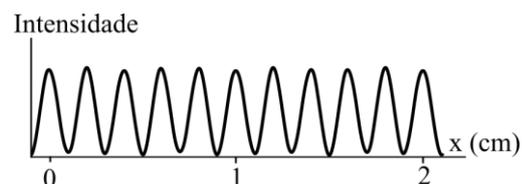
- A)  $f_B > f_A > f_0$       B)  $f_B > f_0 > f_A$       C)  $f_B = f_0 < f_A$       D)  $f_0 > f_A > f_B$       E)  $f_A = f_0 < f_B$

2) O trombone é um instrumento musical de sopro com o comprimento variável. Quando um músico sopra com certa força no bocal ele produz vibrações no ar dentro do tubo do instrumento e as ondas formadas pelas vibrações refletem para frente e para trás no instrumento, criando ondas estacionárias. Se o comprimento do trombone diminuir, o que ocorrerá com a frequência da onda estacionária?

- A) permanecerá a mesma      B) aumentará      C) diminuirá  
D) aumentará ou diminuirá, dependendo da força do sopro do músico  
E) aumentará ou diminuirá, dependendo do diâmetro do trombone

3) Luz de comprimento de onda igual a 600 nm ilumina uma fenda dupla. O padrão de intensidade mostrado na figura é visto em uma tela posicionada a 1,4 m atrás das fendas. O espaçamento ( em mm) entre as fendas é aproximadamente

- A) 0,34      B) 0,42      C) 0,54      D) 0,63      E) 0,74



4) Uma corda com 360 cm de comprimento, de extremidades fixas, oscila na frequência do segundo harmônico, de maneira que o ponto central é o único nodo intermediário. A amplitude de oscilação máxima é de 2,0 cm. O ponto mais próximo de uma das extremidades em que a amplitude de oscilação é de 1,0 cm, dista dessa extremidade de aproximadamente

- A) 30 cm      B) 40 cm      C) 45 cm      D) 60 cm      E) 90 cm

5) Um órgão musical é formado por vários tubos abertos de um lado e fechados do outro, um dos quais tem 78cm de altura. Outro tubo do órgão emite, como modo fundamental, uma nota mi cuja frequência coincide com a do segundo harmônico do primeiro tubo. Pode-se concluir que o comprimento do segundo tubo é de

- A) 26 cm      B) 39 cm      C) 234 cm      D) 15 cm      E) 156 cm

Solução:  $\lambda_{mi} = 4L_2 = (4/3) L_1 \rightarrow L_2 = L_1 / 3 = 26\text{cm}$ .

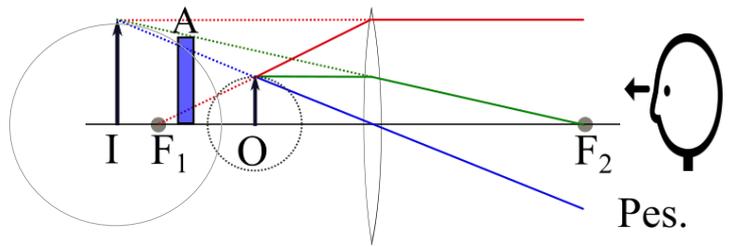
6) Um alto-falante produz ondas sonoras que se propagam esféricamente alcançando uma pessoa próxima. Se a distância pessoa-alto-falante é multiplicada por 10, o nível sonoro percebido por ela diminui em

- A) 1dB      B) 20dB      C) 100dB      D) 10dB      E) 2dB.

Solução:  $\Delta\beta = \beta' - \beta = 10 \log(I'/I_0) - 10 \log(I/I_0) = 10 \log(I'/I) = 10 \times (-2)$ .

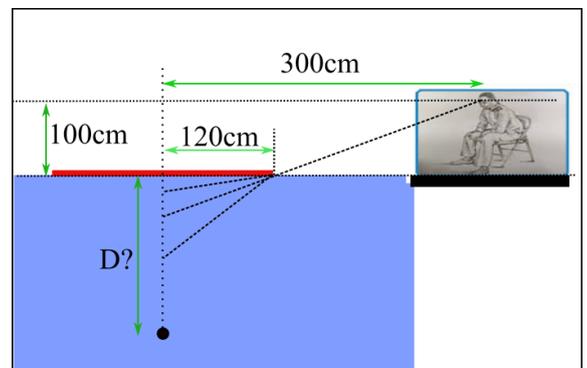
7) Uma pessoa observa uma bola através de uma lente convergente, conseguindo vê-la completamente. A figura mostra a formação da imagem, **I**, da bola, **O**, a qual está centrada no eixo óptico da lente em um ponto localizado entre o ponto focal próximo, **F<sub>1</sub>**, e o centro da lente. Um bloco opaco, **A**, é então interposto entre o foco **F<sub>1</sub>** e a bola, conforme a figura. Tendo em vista o trajeto dos raios da bola ao observador, este verá agora

A) Toda a bola com brilho menor que o anterior.  
 B) Parte da bola com brilho igual ao anterior.  
**C) Toda a bola com brilho igual ao anterior.**  
 D) Nenhuma parte da bola  
 E) Parte da bola com brilho menor que o anterior.



8) Uma pessoa está sentada na beira de uma piscina observando um plataforma circular estreita que repousa sobre a água, a qual tem índice de refração 1.33. Do centro da plataforma se desprende um pequeno objeto que cai verticalmente até o fundo da piscina. O objeto se torna visível para a pessoa quando a sua profundidade **D**, em cm, é aproximadamente

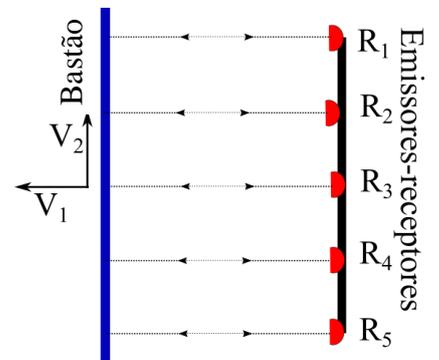
A)99    B)105    C)126    **D)137**    E)145



**Solução:**  $\sin\theta_i = 180/\sqrt{180^2 + 100^2} = 0,874$ .  
 $\sin\theta_e = 0,874/1,33 = 0,657$      $\theta_e = 41,1^\circ$      $\text{tg}41,1^\circ = 0,872 = 120/D$ .  
 **$D = 120/0,872 = 137\text{cm}$ .**

9) Uma fileira vertical de cinco emissores-receptores de som parados emitem com a frequência de 2500Hz, e em seguida captam o eco refletido por um bastão em movimento. Cada receptor capta apenas o eco proveniente do ponto do bastão que está diretamente à sua frente, obtendo as seguintes frequências:

Receptor	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>
Frequência (Hz)	2470	2475	2480	2485	2490



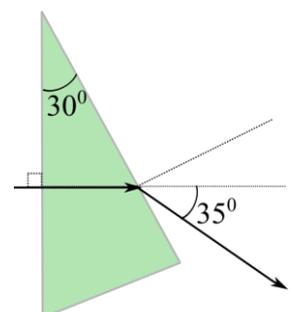
No instante da reflexão, o bastão se encontrava exatamente paralelo à linha dos receptores, conforme a figura. Porém, ele estava se movendo como um todo na direção horizontal, ao mesmo tempo em que possivelmente girava em torno do seu centro. Analisando as frequências dos ecos medidos por cada receptor pode-se concluir que o componente da velocidade do centro do bastão ao longo do vetor **V<sub>1</sub>** é

- A) negativo, e o bastão gira no sentido horário.      B) negativo, e o bastão gira no sentido anti-horário.  
 C) positivo, e o bastão gira no sentido horário.      **D) positivo, e o bastão gira no sentido anti-horário.**  
 E) negativo, e o bastão não está girando.

10) Um laser é apontado para um esquadro que repousa sobre uma mesa e o raio emerge do lado oposto conforme mostra a figura. Qual é, aproximadamente, o índice de refração do esquadro?

- A) 1,8**      B) 2,3      C) 2,1      D) 2,4      E) 2,7

**Solução:**  $n_{\text{esq}} = n_{\text{ar}} \sin\theta_2/\theta_1 = \sin65^\circ/\sin30^\circ = 1,81$

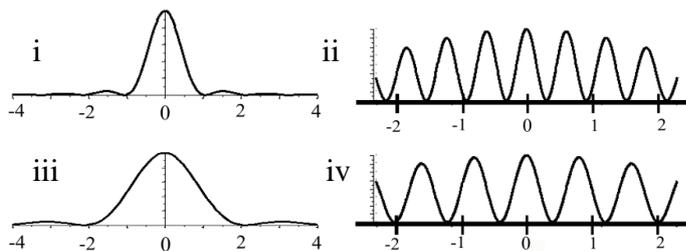


**11)** Em um desafio de sobrevivência na selva, os participantes penduram um saco plástico esférico transparente cheio com ar e um pouco de água, de maneira a formar uma estreita camada de água aprisionada pela superfície inferior do saco. A que distância aproximada do chão o fundo do saco deve ser suspenso para, através da convergência dos raios solares, queimar as folhas secas do solo no horário de sol a pino? Dados: raio do saco:  $R=40$  cm;  $n_{\text{água}}=1,33$ . Obs: despreze a refração dos raios solares através do material plástico do saco.

- A) 40 cm    B) 55 cm    C) 70 cm    **D) 120 cm**    E) 150 cm

**Solução**  $1/f=(n-1)(1/R)=0,33/R$ .  $f=R/0,33=3R$ .

**12 a 14)** Quatro experimentos foram realizados nos quais um feixe de laser verde foi enviado por fendas e projetado num anteparo. Em dois deles se utilizou fendas simples e em dois outros se empregou fendas duplas. Para cada experimento, foi feita uma figura da intensidade relativa da luz que atinge o anteparo em função da distância lateral. As figuras, embaralhadas, estão ao lado. A distância das fendas ao anteparo é sempre de 2,0 m e o comprimento de onda é de 520 nm. As unidades das coordenadas horizontais nas figuras estão em cm.



**12)** Dentre cada par de experimentos, o de fenda simples cuja fenda era a mais estreita, e o de fenda dupla cujas fendas estavam mais próximas uma da outra, estão representados respectivamente pelas figuras

- A) i e ii    B) ii e i    C) iii e ii    D) iv e iii    **E) iii e iv**

**13)** No experimento de fenda simples cuja fenda era a mais estreita, a largura da fenda era aproximadamente

- A)  $6,6 \times 10^{-5}$  m    B)  $4,3 \times 10^{-5}$  m    **C)  $5,2 \times 10^{-5}$  m**    D)  $1,6 \times 10^{-5}$  m    E)  $3,8 \times 10^{-5}$  m

**14)** Considere as duas figuras de interferência de fenda dupla representadas acima. É possível alterar os parâmetros do experimento que forneceu a figura de cima de maneira a resultar muito aproximadamente na figura de baixo. Uma forma de fazer isso, sem alterar a separação entre as fendas, é:

- A) trocar a luz verde por luz vermelha**    B) trocar a luz verde por luz azul  
 C) aumentar as larguras das fendas    D) diminuir as larguras das fendas  
 E) aproximar o anteparo das fendas

**15)** O vidro em um monitor LCD às vezes recebe um revestimento fino para reduzir a reflexão da luz que nele incide, particularmente aquela que o atinge com incidência normal ao plano do monitor. Trata-se de uma aplicação prática do fenômeno da interferência de luz em filme fino. O acrilato de zircônio, um plástico dopado com zircônio, com índice de refração 1,54, é usado frequentemente com esta finalidade. Supondo um monitor feito com vidro de índice de refração 1,65, qual é a espessura mínima  $d$  de acrilato de zircônio que elimina a reflexão de luz cujo comprimento de onda, no ar, vale  $\lambda=560$  nm?

- A)  $d=560$  nm    B)  $d=280$  nm    C)  $d=182$  nm    D)  $d=140$  nm    **E)  $d=91$  nm**

**Solução:**  $\lambda_{\text{acrilato}} = \lambda/1,54$      $2d = (\lambda_{\text{acrilato}})/2$      $d = (1/4) 560\text{nm}/1,54 = 91\text{nm}$



INSTITUTO DE FÍSICA  
Universidade Federal Fluminense

# Física Teórica 3

3a prova - 2o período de 2016 - 07/01/2017

NOTA DA  
PROVA

--

**Atenção: Leia as recomendações abaixo antes de fazer a prova.**

- A prova consiste em 15 questões de múltipla escolha, e terá duração de 2 horas.
- Os aplicadores não poderão responder a nenhuma questão, a prova é autoexplicativa e o entendimento da mesma faz parte da avaliação.
- É permitido o uso apenas de calculadoras científicas simples (sem acesso wifi ou telas gráficas).
- É expressamente proibido portar telefones celulares durante a prova, mesmo no bolso. **A presença de um celular levará ao confisco imediato da prova e à atribuição da nota zero.**
- Antes de começar, assine seu nome e turma de forma LEGÍVEL em todas as páginas e no cartão de respostas ao lado.
- Marque as suas respostas no CARTÃO RESPOSTA. Preencha INTEGRALMENTE (com caneta) o círculo referente a sua resposta.
- Assinale apenas uma alternativa por questão, e em caso de erro no preenchimento, rasure e indique de forma clara qual a resposta desejada.
- Análise sua resposta. Ela faz sentido? Isso poderá ajudar você a encontrar erros.
- Caso alguma questão seja anulada, a prova passará a ser pontuada em função das questões restantes.
- Escolha as respostas numéricas mais próximas do resultado exato.

Nome		
Prof(a)	Turma	

A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	11	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	12	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	13	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	14	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	15	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
7	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
8	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
9	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
10	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					

Versão da Prova (preenchido pelo professor) A  B  C  D

Get this form and more at: [ZipGrade.com](http://ZipGrade.com)

Copyright 2015 ZipGrade LLC. This work available under Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0 license.

**Constantes e conversões:**  $1 \text{ m}^3 = 10^6 \text{ cm}^3 = 10^3 \text{ L}$   $1 \text{ atm} = 101,3 \text{ kPa}$   $\rho_{\text{água}} = 10^3 \text{ kg/m}^3$   $c_{\text{água}} = 4196 \text{ J/(kg K)}$   
 $L_{f\text{-água}} = 3,33 \times 10^5 \text{ J/kg}$   $L_{v\text{-água}} = 22,6 \times 10^5 \text{ J/kg}$   $T_F = (9/5)T_C + 32$   $T_K = T_C + 273$   $T_3 = 273,16 \text{ K}$   $k_B = 1,38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$   $N_A = 6,02 \times 10^{23}$   $1 \text{ u} = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$   $R = 8,314 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$   $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$   $v^{\text{som-ar}} = 343 \text{ m/s}$   
 $n_{\text{água}} = 1,33$  **Radiação Visível:**  $\lambda = [\text{azul} \leftrightarrow \text{vermelho}] \approx [400 \leftrightarrow 700] \text{ nm}$

**Ondas:**  $D(x,t) = A \sin(kx - \omega t + \phi_0) = A \sin(k(x-vt) + \phi_0) = A \sin(\phi)$   $k = 2\pi/\lambda$   $\omega = 2\pi/T$   $v = \lambda f = \omega/k$

$v_{\text{corda}} = (T_c/\mu)^{1/2}$   $I = P/\text{Área}$   $I \propto A^2$   $\beta = (10 \text{ dB}) \log(I/I_0)$ ,  $I_0 = 1,0 \times 10^{-12} \text{ W/m}^2$   $f' = \frac{v_{\text{onda}} \pm v_{\text{obs}}}{v_{\text{onda}} \mp v_{\text{fonte}}} f_0$

**Superposição:**  $D(r,t) = A \sin(kr_1 - \omega t + \Phi_{01}) + A \sin(kr_2 - \omega t + \Phi_{02}) = 2A \cos(\Delta\Phi/2) \sin(kr - \omega t)$ ;  $\Delta\Phi = k\Delta r + \Delta\Phi_0$ ;  $r = (r_1 + r_2)/2$ ;  $D_{\text{estacionária}}(x,t) = 2A \sin(kx) \cos(\omega t)$ ; **Tubo aberto-aberto:**  $L = m\lambda_m/2$ ;  $f_m = mf_1$ ;  $m = 1, 2, 3, \dots$ ; **Tubo aberto-fechado:**  $L = n\lambda_n/4$ ;  $f_n = nf_1$ ;  $n = 1, 3, 5, \dots$

**Ótica:** *Máximos dupla-fenda:*  $m\lambda = d \times \sin(\theta_m) \approx d \times y_m/L$ ;  $m = 0, 1, 2, \dots$  *Mínimos fenda simples:*

$p\lambda = a \times \sin(\theta_p) \approx a \times y_p/L$ ;  $p = 1, 2, 3, \dots$   $\Delta m = 2\Delta L/\lambda$ ;  $m = 0, 1, 2, \dots$   $\theta_1^{\text{esférico}} = 1,22 \lambda/D$

$n_1 \sin(\theta_1) = n_2 \sin(\theta_2)$   $1/f = 1/s + 1/s' = (n-1)(1/R_1 - 1/R_2)$   $h/s = h'/s'$

Nome do Aluno: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

1) Dois corredores A e B estão parados em extremidades opostas de uma pista de corrida retilínea. No ponto central da pista se encontra uma fonte, também parada, emitindo som a uma frequência  $f_0$ . Então, os corredores partem em direção ao ponto central com velocidade de 5m/s, enquanto a fonte é deslocada no sentido de B com essa mesma velocidade de 5m/s. Comparando as frequências do som percebidas pelos corredores,  $f_A$  e  $f_B$ , com a frequência  $f_0$ , se tem

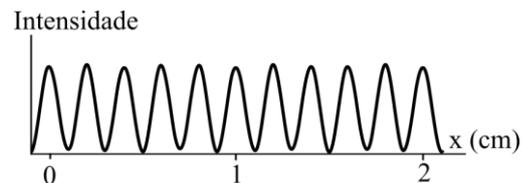
- A)  $f_B > f_A > f_0$       B)  $f_A = f_0 < f_B$       C)  $f_B > f_0 > f_A$       D)  $f_0 > f_A > f_B$       E)  $f_B = f_0 < f_A$

2) O trombone é um instrumento musical de sopro com o comprimento variável. Quando um músico sopra com certa força no bocal ele produz vibrações no ar dentro do tubo do instrumento e as ondas formadas pelas vibrações refletem para frente e para trás no instrumento, criando ondas estacionárias. Se o comprimento do trombone diminuir, o que ocorrerá com a frequência da onda estacionária?

- A) permanecerá a mesma      B) diminuirá      C) aumentará  
D) aumentará ou diminuirá, dependendo da força do sopro do músico  
E) aumentará ou diminuirá, dependendo do diâmetro do trombone

3) Luz de comprimento de onda igual a 600 nm ilumina uma fenda dupla. O padrão de intensidade mostrado na figura é visto em uma tela posicionada a 1,8 m atrás das fendas. O espaçamento ( em mm) entre as fendas é aproximadamente

- A) 0,34      B) 0,42      C) 0,54      D) 0,63      E) 0,74



4) Uma corda com 360 cm de comprimento, de extremidades fixas, oscila na frequência do segundo harmônico, de maneira que o ponto central é o único nodo intermediário. A amplitude de oscilação máxima é de 2,0 cm. O ponto mais próximo de uma das extremidades em que a amplitude de oscilação é de 1,0 cm dista dessa extremidade de aproximadamente

- A) 90 cm      B) 60 cm      C) 45 cm      D) 40 cm      E) 30 cm

5) Um órgão musical é formado por vários tubos abertos de um lado e fechados do outro, um dos quais tem 78cm de altura. Outro tubo do órgão emite, como modo fundamental, uma nota mi cuja frequência coincide com a do segundo harmônico do primeiro tubo. Pode-se concluir que o comprimento do segundo tubo é de

- A) 234 cm      B) 26 cm      C) 39 cm      D) 15 cm      E) 156 cm

Solução:  $\lambda_{mi} = 4L_2 = (4/3) L_1 \rightarrow L_2 = L_1 / 3 = 26\text{cm}$ .

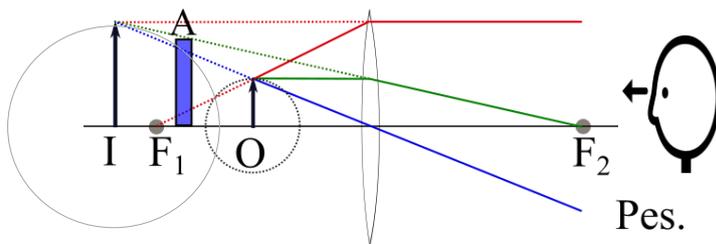
6) Um alto-falante produz ondas sonoras que se propagam esfericamente alcançando uma pessoa próxima. Se a distância pessoa-alto-falante é multiplicada por 10, o nível sonoro percebido por ela diminui em

- A) 1dB      B) 2dB      C) 100dB      D) 10dB      E) 20dB

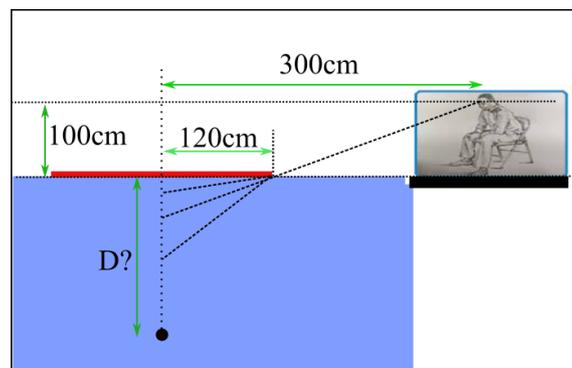
Solução:  $\Delta\beta = \beta' - \beta = 10 \log(I'/I_0) - 10 \log(I/I_0) = 10 \log(I'/I) = 10 \times (-2)$ .

7) Uma pessoa observa uma bola através de uma lente convergente, conseguindo vê-la completamente. A figura mostra a formação da imagem, **I**, da bola, **O**, a qual está centrada no eixo óptico da lente em um ponto localizado entre o ponto focal próximo, **F<sub>1</sub>**, e o centro da lente. Um bloco opaco, **A**, é então interposto entre o foco **F<sub>1</sub>** e a bola, conforme a figura. Tendo em vista o trajeto dos raios da bola ao observador, este verá agora

A) Toda a bola com brilho menor que o anterior.  
 B) Parte da bola com brilho menor que o anterior.  
 C) Parte da bola com brilho igual ao anterior..  
**D) Toda a bola com brilho igual ao anterior.**  
 E) Nenhuma parte da bola



8) Uma pessoa está sentada na beira de um lago de água salobra observando um plataforma circular estreita que repousa sobre a água, a qual tem índice de refração 1.37. Do centro da plataforma se desprende um pequeno objeto que cai verticalmente até o fundo do lago. O objeto se torna visível para a pessoa quando a sua profundidade **D**, em cm, é aproximadamente

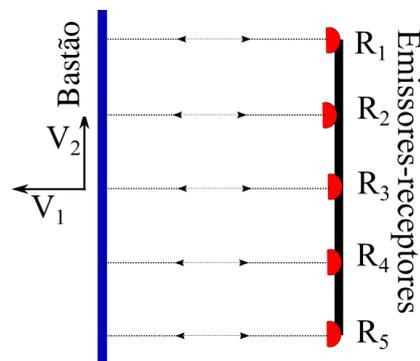


- A)99    B)105    C)126    D)137    **E)145**

$\text{sen}\theta_c = 0,874/1,37 = 0,638$      $\theta_c = 39,6^\circ$      $\text{tg}41,1^\circ = 0,827 = 120/D$ .  
 **$D = 120/0,827 = 145\text{cm}$ .**

9) Uma fileira vertical de cinco emissores-receptores de som parados emitem com a frequência de 2500Hz, e em seguida captam o eco refletido por um bastão em movimento. Cada receptor capta apenas o eco proveniente do ponto do bastão que está diretamente à sua frente, obtendo as seguintes frequências:

Receptor	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>
Frequência (Hz)	2530	2525	2520	2515	2510

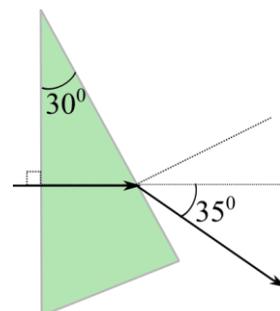


No instante da reflexão, o bastão se encontrava exatamente paralelo à linha dos receptores, conforme a figura. Porém, ele estava se movendo como um todo na direção horizontal, ao mesmo tempo em que possivelmente girava em torno do seu centro. Analisando as frequências dos ecos medidos por cada receptor pode-se concluir que o componente da velocidade do centro do bastão ao longo do vetor **V<sub>1</sub>** é

- A) negativo, e o bastão gira no sentido horário.**    B) negativo, e o bastão gira no sentido anti-horário.  
 C) positivo, e o bastão gira no sentido horário.    D) positivo, e o bastão gira no sentido anti-horário.  
 E) positivo, e o bastão não está girando.

10) Um laser é apontado para um esquadro que repousa sobre uma mesa e o raio emerge do lado oposto conforme mostra a figura. Qual é, aproximadamente, o índice de refração do esquadro?

- A) 2,4    B) 2,1    C) 2,3    **D) 1,8**    E) 2,7



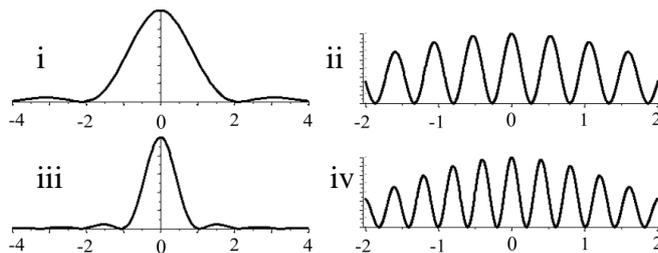
**Solução:  $n_{\text{esq}} = n_{\text{ar}} \text{sen}\theta_2 / \theta_1 = \text{sen}65^\circ / \text{sen}30^\circ = 1,81$**

**11)** Em um desafio de sobrevivência na selva, os participantes penduram um saco plástico esférico transparente cheio com ar e um pouco de água, de maneira a formar uma estreita camada de água aprisionada pela superfície inferior do saco. A que distância aproximada do chão o fundo do saco deve ser suspenso para, através da convergência dos raios solares, queimar as folhas secas do solo no horário de sol a pino? Dados: raio do saco:  $R=50$  cm;  $n_{\text{água}}=1,33$ . Obs: despreze a refração dos raios solares através do material plástico do saco.

- A) 40 cm    B) 55 cm    C) 70 cm    D) 120 cm    E) 150 cm

**Solução**  $1/f=(n-1)(1/R)=0,33/R$ .  $f=R/0,33=3R$ .

**12 a 14)** Quatro experimentos foram realizados nos quais um feixe de laser verde foi enviado por fendas e projetado num anteparo. Em dois deles se utilizou fendas simples e em dois outros se empregou fendas duplas. Para cada experimento, foi feita uma figura da intensidade relativa da luz que atinge o anteparo em função da distância lateral. As figuras, embaralhadas, estão ao lado. A distância das fendas ao anteparo é sempre de 2,5 m e o comprimento de onda é de 530 nm. As unidades das coordenadas horizontais nas figuras estão em cm.



**12)** Dentre cada par de experimentos, o de fenda simples cuja fenda era a mais estreita, e o de fenda dupla cujas fendas estavam mais próximas uma da outra, estão representados respectivamente pelas figuras

- A) i e ii    B) ii e i    C) iii e i    D) iv e iii    E) iii e iv

**13)** No experimento de fenda simples cuja fenda era a mais estreita, a largura da fenda era aproximadamente

- A)  $2,2 \times 10^{-5}$  m    B)  $3,3 \times 10^{-4}$  m    C)  $5,0 \times 10^{-6}$  m    D)  $4,2 \times 10^{-4}$  m    E)  $1,3 \times 10^{-4}$  m

**Solução:**  $y_1=0,004$   $\text{sen} \theta_1=0,004/2,5=0,0016$   $d=530/0,0016=331250$  nm

**14)** Considere as duas figuras de interferência de fenda dupla representadas acima. É possível alterar os parâmetros do experimento que forneceu a figura de cima de maneira a resultar muito aproximadamente na figura de baixo. Uma forma de fazer isso, sem alterar a separação entre as fendas, é:

- A) trocar a luz verde por luz vermelha    B) aumentar as larguras das fendas  
 C) trocar a luz verde por luz azul    D) diminuir as larguras das fendas  
 E) afastar o anteparo das fendas

**15)** O vidro em um monitor LCD às vezes recebe um revestimento fino para reduzir a reflexão da luz que nele incide, particularmente aquela que o atinge com incidência normal ao plano do monitor. Trata-se de uma aplicação prática do fenômeno da interferência de luz em filme fino. O acrilato de zircônio, um plástico dopado com zircônio, com índice de refração 1,54, é usado frequentemente com esta finalidade. Supondo um monitor feito com vidro de índice de refração 1,65, qual é a espessura mínima  $d$  de acrilato de zircônio que elimina a reflexão de luz cujo comprimento de onda, no ar, vale  $\lambda=560$  nm?

- A)  $d=560$  nm    B)  $d=280$  nm    C)  $d=182$  nm    D)  $d=91$  nm    E)  $d=140$  nm

**Solução:**  $\lambda_{\text{acrilato}} = \lambda/1,54$      $2d = (\lambda_{\text{acrilato}})/2$      $d = (1/4) 560\text{nm}/1,54 = 91\text{nm}$