



INSTITUTO DE FÍSICA  
Universidade Federal Fluminense

**Física Geral e Experimental III & XIX**  
**3ª Prova – 07/06/2014**

**NOME:**

**TURMA:**

**PROF.:**

**Nota:**

**Importante: Assine a primeira página do cartão de questões e a folha do cartão de respostas.**

- 1) Leia os enunciados com atenção.
- 2) Analise sua resposta. Ela faz sentido? Isso poderá ajudá-lo a encontrar erros.
- 3) Não ser que seja instruído diferentemente: Assinale uma das alternativas das questões;
- 4) Nas questões com caráter numérico assinale a resposta mais próxima da obtida por você.

**Marque as respostas das questões no CARTÃO RESPOSTA.**

1- Uma corda de violino de comprimento de 45,0 cm vibra no seu terceiro harmônico com uma frequência de 425 Hz. Quantos nós, além das extremidades fixas da corda, possui esta onda estacionária e qual o seu comprimento de onda?

- (A) 3 nós e comprimento de onda de 15,0 cm.
- (B) 3 nós e comprimento de onda de 22,5 cm.
- (C) 3 nós e comprimento de onda de 30,0 cm.
- (D) 3 nós e comprimento de onda de 45,0 cm.
- (E) 2 nós e comprimento de onda de 15,0 cm.
- (F) 2 nós e comprimento de onda de 22,5 cm.
- (G) 2 nós e comprimento de onda de 30,0 cm.
- (H) 2 nós e comprimento de onda de 45,0 cm.

2- Dois violinistas estão tentando afinar seus instrumentos em uma orquestra. Um deles está produzindo em seu instrumento um som com a frequência desejada de 440,0 Hz. O outro está produzindo uma frequência de 448,4 Hz. Em quantos por cento o musicista desafinado deve modificar a tensão na corda do seu instrumento para que a frequência do seu violino também seja de 440Hz?

- A) +1.9%
- B) -1.9%
- C) +3.7%
- D) -3.7%
- E) +8.4%

3- Duas ondas harmônicas se propagam em sentidos opostos na mesma corda com a mesma frequência. É correto afirmar que:

- (A) As duas ondas possuem a mesma velocidade.
- (B) Quando as ondas se encontrarem, haverá interferência construtiva se a diferença de fase entre elas for de  $180^\circ$ .
- (C) Como as ondas possuem a mesma frequência, a amplitude da onda resultante independe das amplitudes das ondas originais.
- (D) Todas as alternativas acima estão corretas.
- (E) Todas as alternativas acima estão erradas.

4- Duas ondas harmônicas viajam ao longo da mesma corda. As ondas têm mesmas velocidade e frequência, porém constantes de fase e amplitudes ( $A_1$  e  $A_2$ ) diferentes. Sabendo que  $A_1 > A_2$  e usando o princípio da superposição, podemos concluir que a amplitude resultante  $A$  será tal que:

- (A)  $A = A_1 + A_2$
- (B)  $A = A_1 - A_2$
- (C)  $A_2 \leq A \leq A_1$
- (D)  $(A_1 - A_2) \leq A \leq (A_1 + A_2)$
- (E)  $A_1 \leq A \leq (A_1 + A_2)$

5- Considere um tubo de comprimento  $L$  que é aberto em ambas as extremidades. Quais serão os comprimentos de onda dos três primeiros sons claros de menores frequências emitidos por este tubo?

- (A)  $4L, 2L, L$
- (B)  $2L, L, L/2$
- (C)  $2L, L, 2L/3$
- (D)  $4L, 4L/3, 4L/5$
- (E)  $2L, L, L/4$

6- O som claro de mais baixa frequência que ressoa em um tubo de comprimento  $L$  que é aberto em ambas as extremidades tem 200 Hz. Qual das frequências abaixo não ressoa no tubo?

- (A) 400 Hz
- (B) 600 Hz
- (C) 800 Hz
- (D) 900 Hz
- (E) 1000 Hz

7- Dois motores em uma fábrica estão funcionando a taxas um pouco diferentes. Um funciona a 825 repetições por minuto (rpm) e o outro a 786 rpm. Você ouve a intensidade do som aumentar e então diminuir periodicamente devido a interferência sonora. Quanto tempo se passa entre os sucessivos máximos de intensidade sonora?

- (A) 1,5 s
- (B) 1,4 s
- (C) 1,7 s
- (D) 1,8 s
- (E) 2,0 s
- (E) 3,0 s

8- Uma onda luminosa plana atinge um anteparo com duas fendas separadas de 0,20 mm entre si. Qual deve ser a largura de cada fenda para que o primeiro mínimo de difração anule o quinto máximo de interferência observado em um anteparo distante?

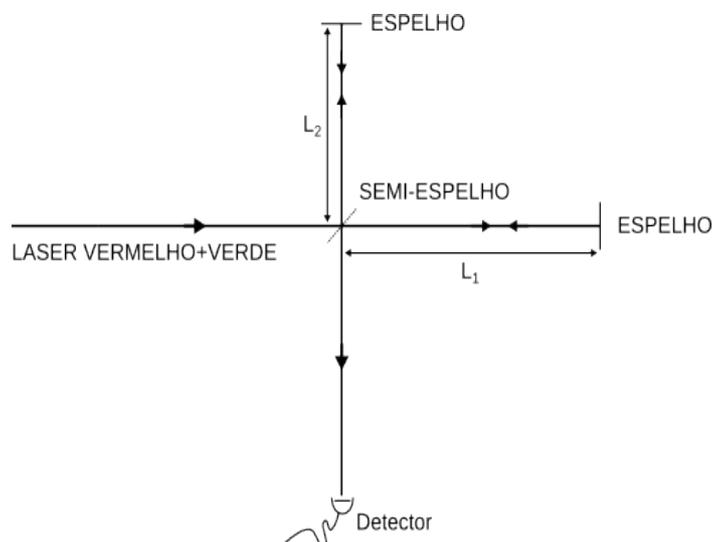
- (A) 0,08 mm
- (B) 0,04 mm
- (C) 0,02 mm
- (D) 0,01 mm
- (E) 0,10 mm
- (F) O quinto máximo de interferência jamais será anulado nesta configuração.
- (G) Não é possível determinar a largura de cada fenda sem saber o comprimento da onda incidente.

9- Considere uma onda luminosa plana, com comprimento de onda de 500 nm, incidindo sobre uma rede de difração com 500 fendas separadas igualmente de  $1,414 \mu\text{m}$  entre si. Observando a imagem projetada em uma parede a um metro de distância, observa-se que existe um máximo em um ponto localizado a um metro do máximo central. Qual a ordem deste máximo?

- (A) 1
- (B) 2
- (C) 4
- (D) 10
- (E) 20
- (F) 40

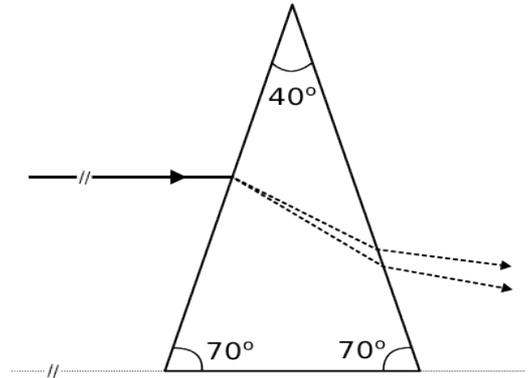
10- Um LASER de luz vermelha (de comprimento de onda de 600 nm) e um de luz verde (de comprimento de onda de 500 nm) são colocados paralelamente em um interferômetro de Michelson. Um detector registra toda vez que um máximo de intensidade incide sobre ele. Em um determinado instante, o detector encontra-se com máximos de intensidade tanto de luz vermelha quanto verde. Movendo-se um dos espelhos do interferômetro de  $3,0 \mu\text{m}$ , quantos máximos a mais de uma luz em relação à outra o detector registrará?

- (A) 1 máximo de luz verde a mais que de luz vermelha
- (B) 2 máximos de luz verde a mais que de luz vermelha
- (C) 5 máximos de luz verde a mais que de luz vermelha
- (D) 10 máximos de luz verde a mais que de luz vermelha
- (E) 1 máximo de luz vermelha a mais que de luz verde
- (F) 2 máximos de luz vermelha a mais que de luz verde
- (G) 5 máximos de luz vermelha a mais que de luz verde
- (H) 10 máximos de luz vermelha a mais que de luz verde



**11-** Luz consistindo de uma mistura de vermelho e azul entra em um prisma  $40^\circ$ ,  $70^\circ$ ,  $70^\circ$  paralelamente ao lado oposto ao vértice de  $40^\circ$ . O índice de refração do material do prisma para a luz azul é 1,531, e para a luz vermelha é 1,520. Qual é o ângulo entre os dois feixes de luz quando estes saem do prisma? Considere  $n_{ar}=1,000$ .

- A)  $0.5^\circ$
- B)  $0.9^\circ$
- C)  $0.1^\circ$
- D)  $0.3^\circ$
- E)  $0.6^\circ$



**12-** Um objeto é colocado a 30 cm de uma lente com distância focal fornecida pelo fabricante de +10 cm. A que distância da lente a imagem é formada? Ela é real ou virtual?

- (A) 7,5 cm; imagem real.
- (B) 15 cm; imagem real.
- (C) 20 cm; imagem real.
- (D) 7,5 cm; imagem virtual.
- (E) 15 cm; imagem virtual.
- (F) 20 cm; imagem virtual.

**13-** Um objeto de 2,0 cm é colocado a 30,0 cm de uma lente divergente com distância focal fornecida pelo fabricante de 10,0 cm. A que distância do objeto a imagem é formada? Qual o seu tamanho?

- (A) 7,5 cm e 0,5 cm, respectivamente.
- (B) 15,0 cm e 0,5 cm, respectivamente.
- (C) 22,5 cm e 0,5 cm, respectivamente.
- (D) 45,0 cm e 0,5 cm, respectivamente.
- (E) 7,5 cm e 1,0 cm, respectivamente.
- (F) 15,0 cm e 1,0 cm, respectivamente.
- (G) 22,5 cm e 1,0 cm, respectivamente.
- (H) 45,0 cm e 1,0 cm, respectivamente.

## Cálculos

## FORMULÁRIO

$$1\text{ mm} = 1,0 \times 10^{-3}\text{ m} \quad \blacklozenge \quad 1\text{ }\mu\text{m} = 1,0 \times 10^{-6}\text{ m} \quad \blacklozenge \quad 1\text{ nm} = 1,0 \times 10^{-9}\text{ m}$$

$$D(x, t) = A \text{sen}(kx \pm \omega t + \phi_0) = A \text{sen}\left(2\pi\left(\frac{x}{\lambda} \pm \frac{t}{T}\right) + \phi_0\right)$$

$$A \text{sen}(kx - \omega t + \phi_1) + A \text{sen}(kx + \omega t + \phi_2) = 2 A \cos\left(\omega t + \frac{\phi_2 - \phi_1}{2}\right) \times \text{sen}\left(kx + \frac{\phi_1 + \phi_2}{2}\right)$$

$$A \text{sen}(k_1 x - \omega_1 t) + A \text{sen}(k_2 x - \omega_2 t) = 2 A \cos\left(\frac{k_1 - k_2}{2} x - \frac{\omega_1 - \omega_2}{2} t\right) \times \text{sen}\left(\frac{k_1 + k_2}{2} x - \frac{\omega_1 + \omega_2}{2} t\right)$$

$$v_{\text{som}} \approx 340\text{ m/s} \quad \blacklozenge \quad c = 3,0 \times 10^8\text{ m/s} \quad \blacklozenge \quad \text{Interferometria: } \Delta m = \frac{2\Delta L}{\lambda}; m = 0, 1, 2, \dots$$

$$\beta = (10\text{ dB}) \log_{10}\left(\frac{I}{I_0}\right) \beta_{\text{relativo}} = (10\text{ dB}) \log_{10}\left(\frac{I_2}{I_1}\right) I_0 = 1,0 \times 10^{-12} \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \quad \blacklozenge \quad v_{\text{corda}} = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

$$\text{Tubo}_{\text{abert-abert}}: L = m \cdot \frac{\lambda}{2}; m = 1, 2, 3, 4, \dots \quad \text{Tubo}_{\text{abrt-fec hd}}: L = n \cdot \frac{\lambda}{4}; n = 1, 3, 5, 7, \dots$$

$$\text{Máx. de interferência: } d \text{sen}(\theta_m) = m\lambda; m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots \quad \blacklozenge \quad \text{Mín. de difração: } a \text{sen}(\theta_p) = p\lambda; p = \pm 1, \pm 2, \dots$$

$$\text{Mín. difração circular: } \theta_1 = \frac{1,22\lambda}{D} \quad \blacklozenge \quad n_1 \text{sen}(\theta_1) = n_2 \text{sen}(\theta_2) \quad \blacklozenge$$

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f} = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1\right) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$$

$$m = \frac{h'}{h} = \frac{-s'}{s} \quad \blacklozenge \quad v = \lambda f = \frac{c}{n} = \frac{\lambda_0 f}{n}$$

## CARTÃO RESPOSTA

<b>Q1</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>
<b>Q2</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>
<b>Q3</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>
<b>Q4</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>
<b>Q5</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>
<b>Q6</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>
<b>Q7</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>
<b>Q8</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>
<b>Q9</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>
<b>Q10</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>
<b>Q11</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>
<b>Q12</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>
<b>Q13</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>



INSTITUTO DE FÍSICA  
Universidade Federal Fluminense

Física Geral e Experimental III & XIX  
3ª Prova – 07/06/2014

NOME:

TURMA:

PROF.:

Nota:

**Importante: Assine a primeira página do cartão de questões e a folha do cartão de respostas.**

- 1) Leia os enunciados com atenção.
- 2) Analise sua resposta. Ela faz sentido? Isso poderá ajudá-lo a encontrar erros.
- 3) Não ser que seja instruído diferentemente: Assinale uma das alternativas das questões;
- 4) Nas questões com caráter numérico assinale a resposta mais próxima da obtida por você.

**Marque as respostas das questões no CARTÃO RESPOSTA.**

1- Uma corda de violino de comprimento de 45,0 cm vibra no seu quarto harmônico com uma frequência de 425 Hz. Quantos nós, além das extremidades fixas da corda, possui esta onda estacionária e qual o seu comprimento de onda?

- (A) 3 nós e comprimento de onda de 15,0 cm.
- (B) 3 nós e comprimento de onda de 22,5 cm.
- (C) 3 nós e comprimento de onda de 30,0 cm.
- (D) 3 nós e comprimento de onda de 45,0 cm.
- (E) 2 nós e comprimento de onda de 15,0 cm.
- (F) 2 nós e comprimento de onda de 22,5 cm.
- (G) 2 nós e comprimento de onda de 30,0 cm.
- (H) 2 nós e comprimento de onda de 45,0 cm.

2- Dois violinistas estão tentando afinar seus instrumentos em uma orquestra. Um deles está produzindo em seu instrumento um som com a frequência desejada de 440,0 Hz. O outro está produzindo uma frequência de 444,8 Hz. Em quantos por cento o musicista desafinado deve modificar a tensão na corda do seu instrumento para que a frequência do seu violino também seja de 440Hz?

- A) +2.1%
- B) -2.1%
- C) +3.7%
- D) -3.7%
- E) +8.4%

3- Duas ondas harmônicas se propagam em sentidos opostos na mesma corda com a mesma frequência. É correto afirmar que:

- (A) As duas ondas possuem a mesma velocidade.
- (B) Quando as ondas se encontrarem, haverá interferência construtiva se a diferença de fase entre elas for de  $180^\circ$ .
- (C) Como as ondas possuem a mesma frequência, a amplitude da onda resultante independe das amplitudes das ondas originais.
- (D) Todas as alternativas acima estão corretas.
- (E) Todas as alternativas acima estão erradas.

4- Duas ondas harmônicas viajam ao longo da mesma corda. As ondas têm mesmas velocidade e frequência, porém constantes de fase e amplitudes ( $A_1$  e  $A_2$ ) diferentes. Sabendo que  $A_1 > A_2$  e usando o princípio da superposição, podemos concluir que a amplitude resultante  $A$  será tal que:

- (A)  $A = A_1 + A_2$
- (B)  $A = A_1 - A_2$
- (C)  $A_2 \leq A \leq A_1$
- (D)  $(A_1 - A_2) \leq A \leq (A_1 + A_2)$
- (E)  $A_1 \leq A \leq (A_1 + A_2)$

5- Considere um tubo de comprimento  $L$  que é aberto em ambas as extremidades. Quais serão os comprimentos de onda dos três primeiros sons claros de menores frequências emitidos por este tubo?

- (A)  $4L, 2L, L$
- (B)  $2L, L, L/2$
- (C)  $2L, L, L/4$
- (D)  $4L, 4L/3, 4L/5$
- (E)  $2L, L, 2L/3$

6- O som claro de mais baixa frequência que ressoa em um tubo de comprimento  $L$  que é aberto em ambas as extremidades tem 300 Hz. Qual das frequências abaixo não ressoa no tubo?

- (A) 400 Hz
- (B) 600 Hz
- (C) 900 Hz
- (D) 900 Hz
- (E) 1200 Hz

7- Dois motores em uma fábrica estão funcionando a taxas um pouco diferentes. Um funciona a 821 repetições por minuto (rpm) e o outro a 786 rpm. Você ouve a intensidade do som aumentar e então diminuir periodicamente devido a interferência sonora. Quanto tempo se passa entre os sucessivos máximos de intensidade sonora?

- (A) 1,5 s
- (B) 1,4 s
- (C) 1,7 s
- (D) 1,8 s
- (E) 2,0 s
- (F) 3,0 s

8- Uma onda luminosa plana atinge um anteparo com duas fendas separadas de 0,10 mm entre si. Qual deve ser a largura de cada fenda para que o primeiro mínimo de difração anule o quinto máximo de interferência observado em um anteparo distante?

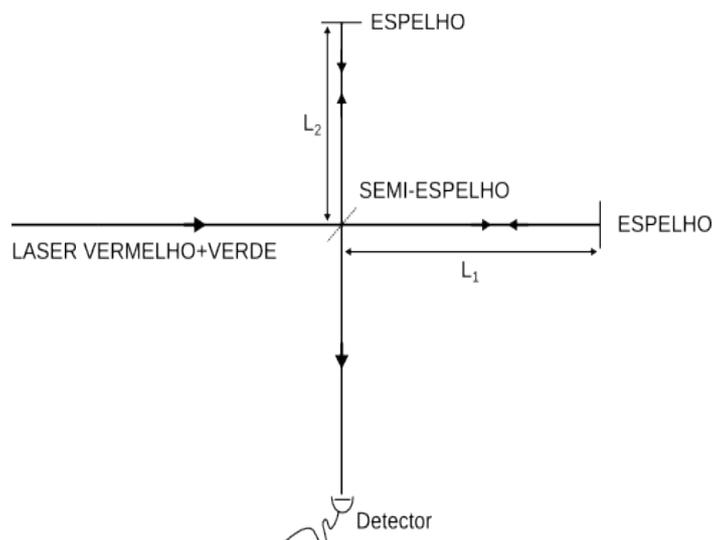
- (A) 0,08 mm
- (B) 0,04 mm
- (C) 0,02 mm
- (D) 0,01 mm
- (E) 0,10 mm
- (F) O quinto máximo de interferência jamais será anulado nesta configuração.
- (G) Não é possível determinar a largura de cada fenda sem saber o comprimento da onda incidente.

9- Considere uma onda luminosa plana, com comprimento de onda de 500 nm, incidindo sobre uma rede de difração com 500 fendas separadas igualmente de 14,14  $\mu\text{m}$  entre si. Observando a imagem projetada em uma parede a um metro de distância, observa-se que existe um máximo em um ponto localizado a um metro do máximo central. Qual a ordem deste máximo?

- (A) 1
- (B) 2
- (C) 4
- (D) 10
- (E) 20
- (F) 40

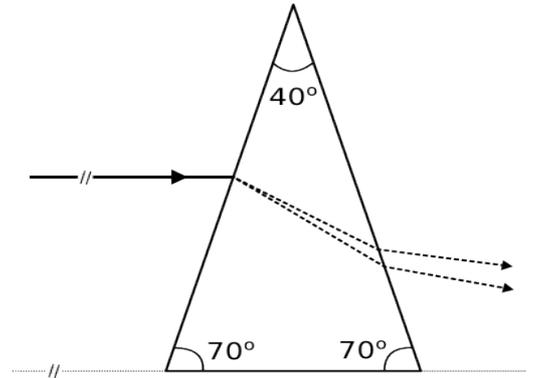
10- Um LASER de luz vermelha (de comprimento de onda de 600 nm) e um de luz verde (de comprimento de onda de 500 nm) são colocados paralelamente em um interferômetro de Michelson. Um detector registra toda vez que um máximo de intensidade incide sobre ele. Em um determinado instante, o detector encontra-se com máximos de intensidade tanto de luz vermelha quanto verde. Movendo-se um dos espelhos do interferômetro de 1,5  $\mu\text{m}$ , quantos máximos a mais de uma luz em relação à outra o detector registrará?

- (A) 1 máximo de luz verde a mais que de luz vermelha
- (B) 2 máximos de luz verde a mais que de luz vermelha
- (C) 5 máximos de luz verde a mais que de luz vermelha
- (D) 10 máximos de luz verde a mais que de luz vermelha
- (E) 1 máximo de luz vermelha a mais que de luz verde
- (F) 2 máximos de luz vermelha a mais que de luz verde
- (G) 5 máximos de luz vermelha a mais que de luz verde
- (H) 10 máximos de luz vermelha a mais que de luz verde



11- Luz consistindo de uma mistura de vermelho e azul entra em um prisma  $40^\circ$ ,  $70^\circ$ ,  $70^\circ$  paralelamente ao lado oposto ao vértice de  $40^\circ$ . O índice de refração do material do prisma para a luz azul é 1,530, e para a luz vermelha é 1,525. Qual é o ângulo entre os dois feixes de luz quando estes saem do prisma? Considere  $n_{ar}=1,000$ .

- A)  $0.5^\circ$
- B)  $0.9^\circ$
- C)  $0.1^\circ$
- D)  $0.3^\circ$
- E)  $0.7^\circ$



12- Um objeto é colocado a 30 cm de uma lente com distância focal fornecida pelo fabricante de -10 cm. A que distância da lente a imagem é formada? Ela é real ou virtual?

- (A) 7,5 cm; imagem real.
- (B) 15 cm; imagem real.
- (C) 20 cm; imagem real.
- (D) 7,5 cm; imagem virtual.
- (E) 15 cm; imagem virtual.
- (F) 20 cm; imagem virtual.

13- Um objeto de 2,0 cm é colocado a 30,0 cm de uma lente convergente com distância focal fornecida pelo fabricante de 10,0 cm. A que distância do objeto a imagem é formada? Qual o seu tamanho?

- (A) 7,5 cm e 0,5 cm, respectivamente.
- (B) 15,0 cm e 0,5 cm, respectivamente.
- (C) 22,5 cm e 0,5 cm, respectivamente.
- (D) 45,0 cm e 0,5 cm, respectivamente.
- (E) 7,5 cm e 1,0 cm, respectivamente.
- (F) 15,0 cm e 1,0 cm, respectivamente.
- (G) 22,5 cm e 1,0 cm, respectivamente.
- (H) 45,0 cm e 1,0 cm, respectivamente.

## Cálculos

## FORMULÁRIO

$$1 \text{ mm} = 1,0 \times 10^{-3} \text{ m} \quad \blacklozenge \quad 1 \mu\text{m} = 1,0 \times 10^{-6} \text{ m} \quad \blacklozenge \quad 1 \text{ nm} = 1,0 \times 10^{-9} \text{ m}$$

$$D(x, t) = A \text{sen}(kx \pm \omega t + \phi_0) = A \text{sen}\left(2\pi\left(\frac{x}{\lambda} \pm \frac{t}{T}\right) + \phi_0\right)$$

$$A \text{sen}(kx - \omega t + \phi_1) + A \text{sen}(kx + \omega t + \phi_2) = 2 A \cos\left(\omega t + \frac{\phi_2 - \phi_1}{2}\right) \times \text{sen}\left(kx + \frac{\phi_1 + \phi_2}{2}\right)$$

$$A \text{sen}(k_1 x - \omega_1 t) + A \text{sen}(k_2 x - \omega_2 t) = 2 A \cos\left(\frac{k_1 - k_2}{2} x - \frac{\omega_1 - \omega_2}{2} t\right) \times \text{sen}\left(\frac{k_1 + k_2}{2} x - \frac{\omega_1 + \omega_2}{2} t\right)$$

$$v_{\text{som}} \approx 340 \text{ m/s} \quad \blacklozenge \quad c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s} \quad \blacklozenge \quad \text{Interferometria: } \Delta m = \frac{2\Delta L}{\lambda}; m = 0, 1, 2, \dots$$

$$\beta = (10 \text{ dB}) \log_{10}\left(\frac{I}{I_0}\right) \beta_{\text{relativo}} = (10 \text{ dB}) \log_{10}\left(\frac{I_2}{I_1}\right) I_0 = 1,0 \times 10^{-12} \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \quad \blacklozenge \quad v_{\text{corda}} = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

$$\text{Tubo}_{\text{abert-abert}}: L = m \cdot \frac{\lambda}{2}; m = 1, 2, 3, 4, \dots \quad \text{Tubo}_{\text{abrt-fec hd}}: L = n \cdot \frac{\lambda}{4}; n = 1, 3, 5, 7, \dots$$

$$\text{Máx. de interferência: } d \text{sen}(\theta_m) = m\lambda; m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots \quad \blacklozenge \quad \text{Mín. de difração: } a \text{sen}(\theta_p) = p\lambda; p = \pm 1, \pm 2, \dots$$

$$\text{Mín. difração circular: } \theta_1 = \frac{1,22\lambda}{D} \quad \blacklozenge \quad n_1 \text{sen}(\theta_1) = n_2 \text{sen}(\theta_2) \quad \blacklozenge$$

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f} = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1\right) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$$

$$m = \frac{h'}{h} = \frac{-s'}{s} \quad \blacklozenge \quad v = \lambda f = \frac{c}{n} = \frac{\lambda_0 f}{n}$$

## CARTÃO RESPOSTA

<b>Q1</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>
<b>Q2</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>
<b>Q3</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>
<b>Q4</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>
<b>Q5</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>
<b>Q6</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>
<b>Q7</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>
<b>Q8</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>
<b>Q9</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>
<b>Q10</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>
<b>Q11</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>
<b>Q12</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>
<b>Q13</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>



INSTITUTO DE FÍSICA  
Universidade Federal Fluminense

Física Geral e Experimental III & XIX  
3ª Prova – 07/06/2014

NOME:

TURMA:

PROF.:

Nota:

**Importante: Assine a primeira página do cartão de questões e a folha do cartão de respostas.**

- 1) Leia os enunciados com atenção.
- 2) Analise sua resposta. Ela faz sentido? Isso poderá ajudá-lo a encontrar erros.
- 3) A não ser que seja instruído diferentemente: Assinale uma das alternativas das questões;
- 4) Nas questões com caráter numérico assinale a resposta mais próxima da obtida por você.

**Marque as respostas das questões no CARTÃO RESPOSTA.**

1- Uma corda de violino de comprimento de 30,0 cm vibra no seu quarto harmônico com uma frequência de 425 Hz. Quantos nós, além das extremidades fixas da corda, possui esta onda estacionária e qual o seu comprimento de onda?

- (A) 3 nós e comprimento de onda de 15,0 cm.
- (B) 3 nós e comprimento de onda de 22,5 cm.
- (C) 3 nós e comprimento de onda de 30,0 cm.
- (D) 3 nós e comprimento de onda de 45,0 cm.
- (E) 2 nós e comprimento de onda de 15,0 cm.
- (F) 2 nós e comprimento de onda de 22,5 cm.
- (G) 2 nós e comprimento de onda de 30,0 cm.
- (H) 2 nós e comprimento de onda de 45,0 cm.

2- Dois violinistas estão tentando afinar seus instrumentos em uma orquestra. Um deles está produzindo em seu instrumento um som com a frequência desejada de 440,0 Hz. O outro está produzindo uma frequência de 434,8 Hz. Em quantos por cento o musicista desafinado deve modificar a tensão na corda do seu instrumento para que a frequência do seu violino também seja de 440 Hz?

- A) +2.4%
- B) -2.4%
- C) +3.7%
- D) -3.7%
- E) +8.4%

3- Duas ondas harmônicas se propagam em sentidos opostos na mesma corda com a mesma frequência. É correto afirmar que:

- (A) As duas ondas possuem a mesma velocidade.
- (B) Quando as ondas se encontrarem, haverá interferência construtiva se a diferença de fase entre elas for de  $180^\circ$ .
- (C) Como as ondas possuem a mesma frequência, a amplitude da onda resultante independe das amplitudes das ondas originais.
- (D) Todas as alternativas acima estão corretas.
- (E) Todas as alternativas acima estão erradas.

4- Duas ondas harmônicas viajam ao longo da mesma corda. As ondas têm mesmas velocidade e frequência, porém constantes de fase e amplitudes ( $A_1$  e  $A_2$ ) diferentes. Sabendo que  $A_1 > A_2$  e usando o princípio da superposição, podemos concluir que a amplitude resultante  $A$  será tal que:

- (A)  $A = A_1 + A_2$
- (B)  $A = A_1 - A_2$
- (C)  $A_2 \leq A \leq A_1$
- (D)  $(A_1 - A_2) \leq A \leq (A_1 + A_2)$
- (E)  $A_1 \leq A \leq (A_1 + A_2)$

5- Considere um tubo de comprimento  $L$  que é aberto em uma extremidade e fechado na outra. Quais serão os comprimentos de onda dos três primeiros sons claros de menores frequências emitidos por este tubo?

- (A)  $4L, 2L, L$
- (B)  $2L, L, L/4$
- (C)  $2L, L, 2L/3$
- (D)  $4L, 4L/3, 4L/5$
- (E)  $3L/4, L/2, L/4$

6- O som claro de mais baixa frequência que ressoa em um tubo de comprimento  $L$  que é aberto em ambas as extremidades tem 175 Hz. Qual das frequências abaixo não ressoa no tubo?

- (A) 350 Hz
- (B) 525 Hz
- (C) 600 Hz
- (D) 700 Hz
- (E) 875 Hz

7- Dois motores em uma fábrica estão funcionando a taxas um pouco diferentes. Um funciona a 825 repetições por minuto (rpm) e o outro a 782 rpm. Você ouve a intensidade do som aumentar e então diminuir periodicamente devido a interferência sonora. Quanto tempo se passa entre os sucessivos máximos de intensidade sonora?

- (A) 1,5 s
- (B) 1,4 s
- (C) 1,7 s
- (D) 1,8 s
- (E) 2,0 s

8- Uma onda luminosa plana atinge um anteparo com duas fendas separadas de 0,40 mm entre si. Qual deve ser a largura de cada fenda para que o primeiro mínimo de difração anule o quinto máximo de interferência observado em um anteparo distante?

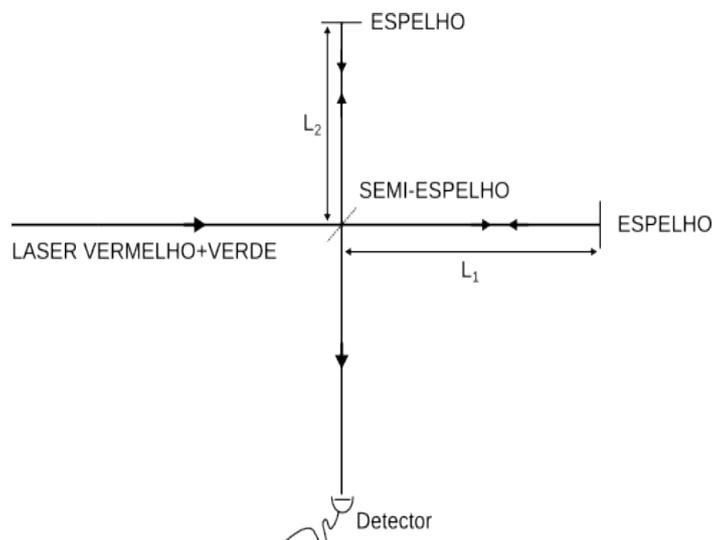
- (A) 0,08 mm
- (B) 0,04 mm
- (C) 0,02 mm
- (D) 0,01 mm
- (E) 0,10 mm
- (F) O quinto máximo de interferência jamais será anulado nesta configuração.
- (G) Não é possível determinar a largura de cada fenda sem saber o comprimento da onda incidente.

9- Considere uma onda luminosa plana, com comprimento de onda de 500 nm, incidindo sobre uma rede de difração com 500 fendas separadas igualmente de  $2,828 \mu\text{m}$  entre si. Observando a imagem projetada em uma parede a um metro de distância, observa-se que existe um máximo em um ponto localizado a um metro do máximo central. Qual a ordem deste máximo?

- (A) 1
- (B) 2
- (C) 4
- (D) 10
- (E) 20
- (F) 40

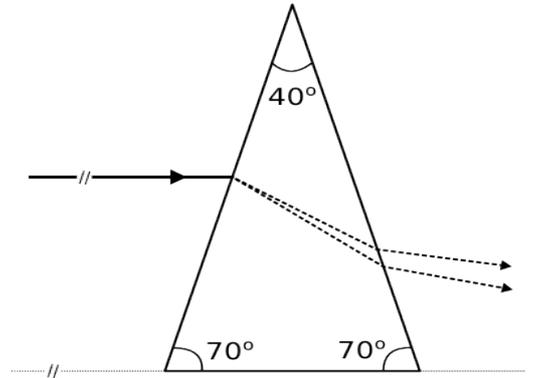
10- Um LASER de luz vermelha (de comprimento de onda de 600 nm) e um de luz verde (de comprimento de onda de 500 nm) são colocados paralelamente em um interferômetro de Michelson. Um detector registra toda vez que um máximo de intensidade incide sobre ele. Em um determinado instante, o detector encontra-se com máximos de intensidade tanto de luz vermelha quanto verde. Movendo-se um dos espelhos do interferômetro de  $15 \mu\text{m}$ , quantos máximos a mais de uma luz em relação à outra o detector registrará?

- (A) 1 máximo de luz verde a mais que de luz vermelha
- (B) 2 máximos de luz verde a mais que de luz vermelha
- (C) 5 máximos de luz verde a mais que de luz vermelha
- (D) 10 máximos de luz verde a mais que de luz vermelha
- (E) 1 máximo de luz vermelha a mais que de luz verde
- (F) 2 máximos de luz vermelha a mais que de luz verde
- (G) 5 máximos de luz vermelha a mais que de luz verde
- (H) 10 máximos de luz vermelha a mais que de luz verde



11- Luz consistindo de uma mistura de vermelho e azul entra em um prisma  $40^\circ$ ,  $70^\circ$ ,  $70^\circ$  paralelamente ao lado oposto ao vértice de  $40^\circ$ . O índice de refração do material do prisma para a luz azul é 1,530, e para a luz vermelha é 1,525. Qual é o ângulo entre os dois feixes de luz quando estes saem do prisma? Considere  $n_{ar}=1,000$ .

- A)  $0.5^\circ$
- B)  $0.3^\circ$
- C)  $0.1^\circ$
- D)  $0.9^\circ$
- E)  $0.6^\circ$



12- Um objeto é colocado a 20 cm de uma lente com distância focal fornecida pelo fabricante de +10 cm. A que distância da lente a imagem é formada? Ela é real ou virtual?

- (A) 7,5 cm; imagem real.
- (B) 15 cm; imagem real.
- (C) 20 cm; imagem real.
- (D) 7,5 cm; imagem virtual.
- (E) 15 cm; imagem virtual.
- (F) 20 cm; imagem virtual.

13- Um objeto de 4,0 cm é colocado a 30,0 cm de uma lente divergente com distância focal fornecida pelo fabricante de 10,0 cm. A que distância do objeto a imagem é formada? Qual o seu tamanho?

- (A) 7,5 cm e 0,5 cm, respectivamente.
- (B) 15,0 cm e 0,5 cm, respectivamente.
- (C) 22,5 cm e 0,5 cm, respectivamente.
- (D) 45,0 cm e 0,5 cm, respectivamente.
- (E) 7,5 cm e 1,0 cm, respectivamente.
- (F) 15,0 cm e 1,0 cm, respectivamente.
- (G) 22,5 cm e 1,0 cm, respectivamente.
- (H) 45,0 cm e 1,0 cm, respectivamente.

## Cálculos

## FORMULÁRIO

$$1 \text{ mm} = 1,0 \times 10^{-3} \text{ m} \quad \blacklozenge \quad 1 \mu\text{m} = 1,0 \times 10^{-6} \text{ m} \quad \blacklozenge \quad 1 \text{ nm} = 1,0 \times 10^{-9} \text{ m}$$

$$D(x, t) = A \text{sen}(kx \pm \omega t + \phi_0) = A \text{sen}\left(2\pi\left(\frac{x}{\lambda} \pm \frac{t}{T}\right) + \phi_0\right)$$

$$A \text{sen}(kx - \omega t + \phi_1) + A \text{sen}(kx + \omega t + \phi_2) = 2 A \cos\left(\omega t + \frac{\phi_2 - \phi_1}{2}\right) \times \text{sen}\left(kx + \frac{\phi_1 + \phi_2}{2}\right)$$

$$A \text{sen}(k_1 x - \omega_1 t) + A \text{sen}(k_2 x - \omega_2 t) = 2 A \cos\left(\frac{k_1 - k_2}{2} x - \frac{\omega_1 - \omega_2}{2} t\right) \times \text{sen}\left(\frac{k_1 + k_2}{2} x - \frac{\omega_1 + \omega_2}{2} t\right)$$

$$v_{\text{som}} \approx 340 \text{ m/s} \quad \blacklozenge \quad c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s} \quad \blacklozenge \quad \text{Interferometria: } \Delta m = \frac{2\Delta L}{\lambda}; m = 0, 1, 2, \dots$$

$$\beta = (10 \text{ dB}) \log_{10}\left(\frac{I}{I_0}\right) \beta_{\text{relativo}} = (10 \text{ dB}) \log_{10}\left(\frac{I_2}{I_1}\right) I_0 = 1,0 \times 10^{-12} \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \quad \blacklozenge \quad v_{\text{corda}} = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

$$\text{Tubo}_{\text{abert-abert}}: L = m \cdot \frac{\lambda}{2}; m = 1, 2, 3, 4, \dots \quad \text{Tubo}_{\text{abrt-fec hd}}: L = n \cdot \frac{\lambda}{4}; n = 1, 3, 5, 7, \dots$$

$$\text{Máx. de interferência: } d \text{sen}(\theta_m) = m\lambda; m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots \quad \blacklozenge \quad \text{Mín. de difração: } a \text{sen}(\theta_p) = p\lambda; p = \pm 1, \pm 2, \dots$$

$$\text{Mín. difração circular: } \theta_1 = \frac{1,22\lambda}{D} \quad \blacklozenge \quad n_1 \text{sen}(\theta_1) = n_2 \text{sen}(\theta_2) \quad \blacklozenge$$

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f} = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1\right) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$$

$$m = \frac{h'}{h} = \frac{-s'}{s} \quad \blacklozenge \quad v = \lambda f = \frac{c}{n} = \frac{\lambda_0 f}{n}$$

## CARTÃO RESPOSTA

<b>Q1</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>
<b>Q2</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>
<b>Q3</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>
<b>Q4</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>
<b>Q5</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>
<b>Q6</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>
<b>Q7</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>
<b>Q8</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>
<b>Q9</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>
<b>Q10</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>
<b>Q11</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>
<b>Q12</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>
<b>Q13</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>



INSTITUTO DE FÍSICA  
Universidade Federal Fluminense

Física Geral e Experimental III & XIX  
3ª Prova – 07/06/2014

NOME:

TURMA:

PROF.:

Nota:

**Importante: Assine a primeira página do cartão de questões e a folha do cartão de respostas.**

- 1) Leia os enunciados com atenção.
- 2) Analise sua resposta. Ela faz sentido? Isso poderá ajudá-lo a encontrar erros.
- 3) A não ser que seja instruído diferentemente: Assinale uma das alternativas das questões;
- 4) Nas questões com caráter numérico assinale a resposta mais próxima da obtida por você.

**Marque as respostas das questões no CARTÃO RESPOSTA.**

1- Uma corda de violino de comprimento de 22,5 cm vibra no seu terceiro harmônico com uma frequência de 425 Hz. Quantos nós, além das extremidades fixas da corda, possui esta onda estacionária e qual o seu comprimento de onda?

- (A) 3 nós e comprimento de onda de 15,0 cm.
- (B) 3 nós e comprimento de onda de 22,5 cm.
- (C) 3 nós e comprimento de onda de 30,0 cm.
- (D) 3 nós e comprimento de onda de 45,0 cm.
- (E) 2 nós e comprimento de onda de 15,0 cm.
- (F) 2 nós e comprimento de onda de 22,5 cm.
- (G) 2 nós e comprimento de onda de 30,0 cm.
- (H) 2 nós e comprimento de onda de 45,0 cm.

2- Dois violinistas estão tentando afinar seus instrumentos em uma orquestra. Um deles está produzindo em seu instrumento um som com a frequência desejada de 440,0 Hz. O outro está produzindo uma frequência de 438,4 Hz. Em quantos por cento o musicista desafinado deve modificar a tensão na corda do seu instrumento para que a frequência do seu violino também seja de 440 Hz?

- A) +0.7%
- B) -1.9%
- C) +3.7%
- D) -0.7%
- E) +8.4%

3- Duas ondas harmônicas se propagam em sentidos opostos na mesma corda com a mesma frequência. É correto afirmar que:

- (A) As duas ondas possuem a mesma velocidade.
- (B) Quando as ondas se encontrarem, haverá interferência construtiva se a diferença de fase entre elas for de  $180^\circ$ .
- (C) Como as ondas possuem a mesma frequência, a amplitude da onda resultante independe das amplitudes das ondas originais.
- (D) Todas as alternativas acima estão corretas.
- (E) Todas as alternativas acima estão erradas.

4- Duas ondas harmônicas viajam ao longo da mesma corda. As ondas têm mesmas velocidade e frequência, porém constantes de fase e amplitudes ( $A_1$  e  $A_2$ ) diferentes. Sabendo que  $A_1 > A_2$  e usando o princípio da superposição, podemos concluir que a amplitude resultante  $A$  será tal que:

- (A)  $A = A_1 + A_2$
- (B)  $A = A_1 - A_2$
- (C)  $A_2 \leq A \leq A_1$
- (D)  $(A_1 - A_2) \leq A \leq (A_1 + A_2)$
- (E)  $A_1 \leq A \leq (A_1 + A_2)$

5- Considere um tubo de comprimento  $L$  que é aberto em uma extremidade e fechado na outra. Quais serão os comprimentos de onda dos três primeiros sons claros de menores frequências emitidos por este tubo?

- (A)  $4L, 2L, L$
- (B)  $4L, 4L/3, 4L/5$
- (C)  $2L, L, 2L/3$
- (D)  $3L/4, L/2, L/4$
- (E)  $2L, L, L/4$

6- O som claro de mais baixa frequência que ressoa em um tubo de comprimento  $L$  que é aberto em ambas as extremidades tem 225 Hz. Qual das frequências abaixo não ressoa no tubo?

- (A) 450 Hz
- (B) 675 Hz
- (C) 900 Hz
- (D) 1125 Hz
- (E) 1225 Hz

7- Dois motores em uma fábrica estão funcionando a taxas um pouco diferentes. Um funciona a 825 repetições por minuto (rpm) e o outro a 795 rpm. Você ouve a intensidade do som aumentar e então diminuir periodicamente devido a interferência sonora. Quanto tempo se passa entre os sucessivos máximos de intensidade sonora?

- (A) 1,5 s
- (B) 1,4 s
- (C) 1,7 s
- (D) 1,8 s
- (E) 2,0 s
- (F) 3,0 s

8- Uma onda luminosa plana atinge um anteparo com duas fendas separadas de 0,50 mm entre si. Qual deve ser a largura de cada fenda para que o primeiro mínimo de difração anule o quinto máximo de interferência observado em um anteparo distante?

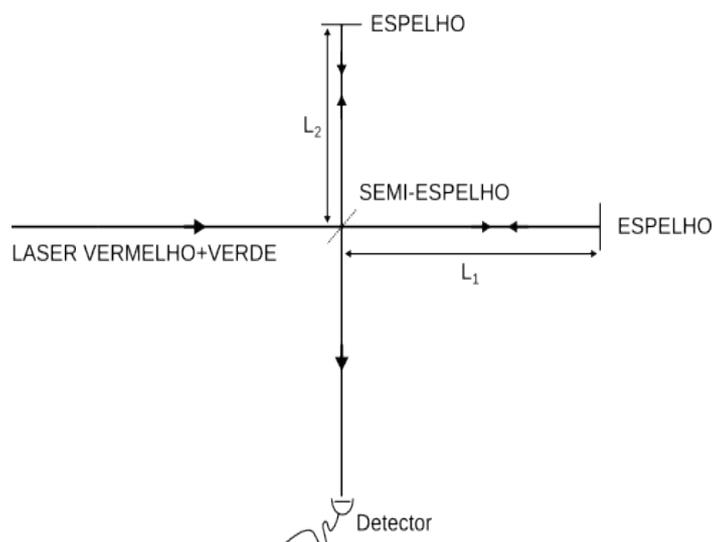
- (A) 0,08 mm
- (B) 0,04 mm
- (C) 0,02 mm
- (D) 0,01 mm
- (E) 0,10 mm
- (F) O quinto máximo de interferência jamais será anulado nesta configuração.
- (G) Não é possível determinar a largura de cada fenda sem saber o comprimento da onda incidente.

9- Considere uma onda luminosa plana, com comprimento de onda de 500 nm, incidindo sobre uma rede de difração com 500 fendas separadas igualmente de 7,07  $\mu\text{m}$  entre si. Observando a imagem projetada em uma parede a um metro de distância, observa-se que existe um máximo em um ponto localizado a um metro do máximo central. Qual a ordem deste máximo?

- (A) 1
- (B) 2
- (C) 4
- (D) 10
- (E) 20
- (F) 40

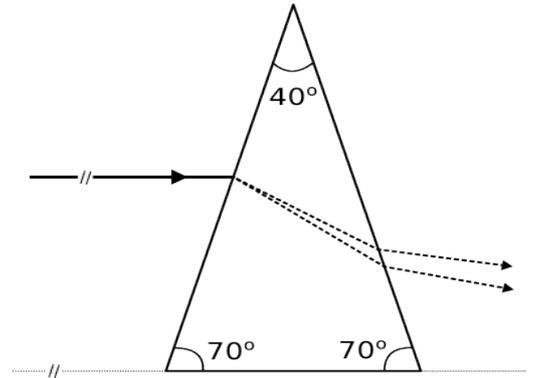
10- Um LASER de luz vermelha (de comprimento de onda de 600 nm) e um de luz verde (de comprimento de onda de 500 nm) são colocados paralelamente em um interferômetro de Michelson. Um detector registra toda vez que um máximo de intensidade incide sobre ele. Em um determinado instante, o detector encontra-se com máximos de intensidade tanto de luz vermelha quanto verde. Movendo-se um dos espelhos do interferômetro de 7,5  $\mu\text{m}$ , quantos máximos a mais de uma luz em relação à outra o detector registrará?

- (A) 1 máximo de luz verde a mais que de luz vermelha
- (B) 2 máximos de luz verde a mais que de luz vermelha
- (C) 5 máximos de luz verde a mais que de luz vermelha
- (D) 10 máximos de luz verde a mais que de luz vermelha
- (E) 1 máximo de luz vermelha a mais que de luz verde
- (F) 2 máximos de luz vermelha a mais que de luz verde
- (G) 5 máximos de luz vermelha a mais que de luz verde
- (H) 10 máximos de luz vermelha a mais que de luz verde



**11-** Luz consistindo de uma mistura de vermelho e azul entra em um prisma  $40^\circ$ ,  $70^\circ$ ,  $70^\circ$  paralelamente ao lado oposto ao vértice de  $40^\circ$ . O índice de refração do material do prisma para a luz azul é 1,531, e para a luz vermelha é 1,520. Qual é o ângulo entre os dois feixes de luz quando estes saem do prisma? Considere  $n_{ar}=1,000$ .

- A)  $0.5^\circ$
- B)  $0.9^\circ$
- C)  $0.1^\circ$
- D)  $0.3^\circ$
- E)  $0.6^\circ$



**12-** Um objeto é colocado a 60 cm de uma lente com distância focal fornecida pelo fabricante de -20 cm. A que distância da lente a imagem é formada? Ela é real ou virtual?

- (A) 7,5 cm; imagem real.
- (B) 15 cm; imagem real.
- (C) 20 cm; imagem real.
- (D) 7,5 cm; imagem virtual.
- (E) 15 cm; imagem virtual.
- (F) 20 cm; imagem virtual.

**13-** Um objeto de 1,0 cm é colocado a 30,0 cm de uma lente convergente com distância focal fornecida pelo fabricante de 10,0 cm. A que distância do objeto a imagem é formada? Qual o seu tamanho?

- (A) 7,5 cm e 0,5 cm, respectivamente.
- (B) 15,0 cm e 0,5 cm, respectivamente.
- (C) 37,5 cm e 0,5 cm, respectivamente.
- (D) 45,0 cm e 0,5 cm, respectivamente.
- (E) 7,5 cm e 1,0 cm, respectivamente.
- (F) 15,0 cm e 1,0 cm, respectivamente.
- (G) 37,5 cm e 1,0 cm, respectivamente.
- (H) 45,0 cm e 1,0 cm, respectivamente.

## Cálculos

## FORMULÁRIO

$$1 \text{ mm} = 1,0 \times 10^{-3} \text{ m} \quad \blacklozenge \quad 1 \mu\text{m} = 1,0 \times 10^{-6} \text{ m} \quad \blacklozenge \quad 1 \text{ nm} = 1,0 \times 10^{-9} \text{ m}$$

$$D(x, t) = A \text{sen}(kx \pm \omega t + \phi_0) = A \text{sen}\left(2\pi\left(\frac{x}{\lambda} \pm \frac{t}{T}\right) + \phi_0\right)$$

$$A \text{sen}(kx - \omega t + \phi_1) + A \text{sen}(kx + \omega t + \phi_2) = 2 A \cos\left(\omega t + \frac{\phi_2 - \phi_1}{2}\right) \times \text{sen}\left(kx + \frac{\phi_1 + \phi_2}{2}\right)$$

$$A \text{sen}(k_1 x - \omega_1 t) + A \text{sen}(k_2 x - \omega_2 t) = 2 A \cos\left(\frac{k_1 - k_2}{2} x - \frac{\omega_1 - \omega_2}{2} t\right) \times \text{sen}\left(\frac{k_1 + k_2}{2} x - \frac{\omega_1 + \omega_2}{2} t\right)$$

$$v_{\text{som}} \approx 340 \text{ m/s} \quad \blacklozenge \quad c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s} \quad \blacklozenge \quad \text{Interferometria: } \Delta m = \frac{2\Delta L}{\lambda}; m = 0, 1, 2, \dots$$

$$\beta = (10 \text{ dB}) \log_{10}\left(\frac{I}{I_0}\right) \beta_{\text{relativo}} = (10 \text{ dB}) \log_{10}\left(\frac{I_2}{I_1}\right) I_0 = 1,0 \times 10^{-12} \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \quad \blacklozenge \quad v_{\text{corda}} = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

$$\text{Tubo}_{\text{abert-abert}}: L = m \cdot \frac{\lambda}{2}; m = 1, 2, 3, 4, \dots \quad \text{Tubo}_{\text{abrt-fec hd}}: L = n \cdot \frac{\lambda}{4}; n = 1, 3, 5, 7, \dots$$

$$\text{Máx. de interferência: } d \text{sen}(\theta_m) = m\lambda; m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots \quad \blacklozenge \quad \text{Mín. de difração: } a \text{sen}(\theta_p) = p\lambda; p = \pm 1, \pm 2, \dots$$

$$\text{Mín. difração circular: } \theta_1 = \frac{1,22\lambda}{D} \quad \blacklozenge \quad n_1 \text{sen}(\theta_1) = n_2 \text{sen}(\theta_2) \quad \blacklozenge$$

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f} = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1\right) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$$

$$m = \frac{h'}{h} = \frac{-s'}{s} \quad \blacklozenge \quad v = \lambda f = \frac{c}{n} = \frac{\lambda_0 f}{n}$$

## CARTÃO RESPOSTA

<b>Q1</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>
<b>Q2</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>
<b>Q3</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>
<b>Q4</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>
<b>Q5</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>
<b>Q6</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>
<b>Q7</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>
<b>Q8</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>
<b>Q9</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>
<b>Q10</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>
<b>Q11</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>
<b>Q12</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>
<b>Q13</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>