

NOME: _____ GABARITO _____
MATRÍCULA: _____ TURMA: _____ PROF.: _____

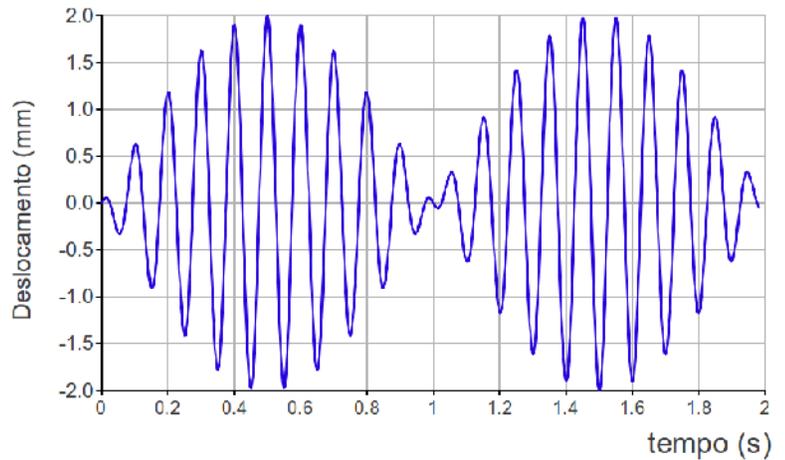
Importante: Coloque seu **nome em todas as folhas!** Respostas a caneta.

- Leia os enunciados com atenção.
- Responda as questões discursivas de forma organizada, mostrando o seu raciocínio de forma coerente.
- Todas as questões discursivas deverão ter respostas justificadas, desenvolvidas e demonstradas matematicamente.
- Analisar sua resposta. Ela faz sentido? Isso poderá ajudá-lo a encontrar erros!

QUESTÃO 1. A figura abaixo representa a onda detectada por um microfone posicionado a uma distância x qualquer. Sabe-se que esta onda é gerada pela superposição de 2 ondas sonoras senoidais $D_1(x,t)$ e $D_2(x,t)$

$$D_1(x,t) = A \sin(k_1 x - 2\pi f_1 t)$$

$$D_2(x,t) = A \sin(k_2 x - 2\pi f_2 t)$$



A seguir marque sempre uma ou mais resposta por item.

a) Com relação ao padrão de superposição gerado pelas ondas $D_1(x,t)$ e $D_2(x,t)$, se observa que:

A) A onda resultante apresenta frequência média de 1,0 Hz e de batimento de 10,0 Hz.

B) A onda estacionária descrita possui período de 1,0 s.

C) O gráfico descreve o batimento gerado.

D) O gráfico descreve a onda estacionária no 2º harmônico.

E) O gráfico decorre do padrão de interferência construtiva gerado.

Justificativas: O gráfico mostra a dependência no tempo com dois padrões de oscilação: um rápido e outro lento, situação típica de situações de batimento. A) Errada pois, a frequência de batimento é a correspondente à oscilação lenta, tempo de 1s e frequência de 1 Hz. B) Não há onda estacionária pois esta corresponderia à superposição de duas ondas de igual frequência em sentido contrário. D) O padrão de interferência no segundo harmônico poderia corresponder a um nodo central, espacialmente, o que não é o observado nesse caso em que o gráfico descreve o comportamento no tempo. E) O gráfico mostra momentos de interferência construtiva, destrutiva e intermediária, e não um padrão de interferência construtiva. Esta ocorreria se houvesse a coincidência de fases das ondas, o que não é o caso.

Critério de pontuação adotado: Nota 0,8 (máxima): resposta C; 0,6: respostas C e E; 0,4: C e A, ou C e B ou C e D; 0,2: C e E e A ou C e E e B ou C e E e D; 0,0: demais.

b) Com relação às ondas senoidas $D_1(x,t)$ e $D_2(x,t)$, que compõe a onda resultante exibida no gráfico,

A) Os valores das frequência angulares são $f_1 = 1$ Hz e $f_2 = 10$ Hz ou o recíproco ($f_1 = 10$ Hz e $f_2 = 1$ Hz).

B) O módulo da diferença entre as frequências, $|f_1 - f_2|$, é de 1 Hz.

C) Sabe-se que $k_1 = k_2$, já que as ondas se propagam no mesmo meio.

D) As amplitudes A são iguais e valem 1,0 mm.

E) Os valores das amplitudes A dependem do tempo.

A frequência de batimento coincide com a diferença de frequências das ondas componentes, que é de 1 Hz como visto no gráfico, enquanto o valor médio das frequências componentes é de 10Hz. As amplitudes sendo iguais levam ao máximo ser a soma delas, portanto $A=1,0\text{mm}$, independente do tempo. As frequências sendo diferentes e o meio sendo o mesmo os números de onda são distintos.

Critério de pontuação: Marcou B ou D recebe +0,6 em cada. Marcou A, C ou E recebe -0,3 em cada. Saturar em zero, isto é nenhuma nota do item é menor que zero, nem uma eventual pontuação negativa é carregada para outro item.

NOME: _____ **Turma:** _____ **Nota:** _____

QUESTÃO 2. Se observam os primeiros máximos, ao lado do máximo central, produzidos quando 3 feixes de luz atravessam uma rede de difração. A tabela a seguir apresenta alguns dados destes feixes. *Pode ser útil preencher alguns dos dados faltantes com o número correto de algarismos significativos.*

	λ (10^{-8}m)	f (10^{14} Hz)	$\text{sen}(\theta_1)$	$\text{tg}(\theta_1)$	y_1
Feixe 1: F1	50,9	5,89	0,0509	0,0510	
Feixe 2: F2	50,2	5,97			
Feixe 3: F3		5,9			

Dados: $c=299792458\text{m/s}$; Distância da rede ao anteparo: $L=1,00000$ m; Ângulos dos máximos: $\text{sen}(\theta_m)=m \lambda/d$; Posições dos máximos no anteparo: $y_m=L \text{tg}(\theta_m)$; Distância entre as fendas $d=1,00000 \times 10^{-5}$ m.

Tabela acessória para quem não tem máquina de calcular:

0,0510	0,0509	0,0508	0,0507	0,0506	0,0505	0,0504	0,0503	0,0502	sen θ
0,05107	0,05097	0,05087	0,05076	0,05066	0,05056	0,05046	0,05036	0,05026	tg θ

A seguir marque sempre uma ou mais respostas por item.

a) Representa uma ordem **crescente** das distâncias dos primeiros máximos ao máximo central, para cada um dos três feixes, de acordo com os dados numéricos, a sequência

A) F1, F3 e F2.

B) F2, F3 e F1.

E) F3, F2 e F1.

B) F1, F2 e F3.

C) F2, F1 e F3.

F) F3, F1 e F2.

Justificativa: 5,9 representa números entre 5,85 e 5,95 e portanto descreve um valor de uma grandeza que pode ser menor ou maior que 5,89 mas que necessariamente é menor que 5,97. O cálculo explícito das posições y_1

de cada feixe leva à mesma conclusão. Padrão de correção: Marcou C ou D obteve +0,25 em cada. Marcou qualquer outra opção recebe -0,25 por cada, saturando em zero, ou seja necessariamente maior ou igual a zero.

b) Se a frequência do feixe F3 fosse $5,900 \times 10^{14}\text{Hz}$, essa ordem crescente seria

A) F1, F3 e F2.

B) F2, F3 e F1.

E) F3, F2 e F1.

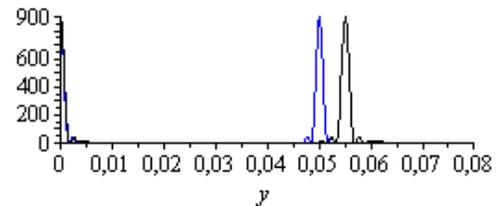
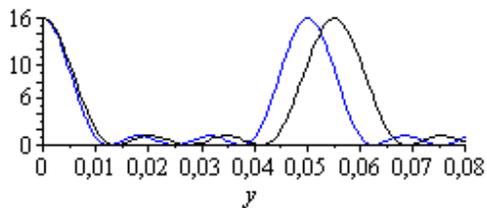
B) F1, F2 e F3.

D) F2, F1 e F3.

F) F3, F1 e F2.

Neste caso, devido ao número de algarismos significativos, somente C é correto e vale 0,5. Qualquer outra opção marcada recebe -0,25. Saturando em zero.

Lembre-se agora que a largura dos máximos no anteparo é aproximadamente a metade da distância entre os máximos consecutivos dividida por N , ou $(y_n - y_{n-1})/2N$, sendo o fator limitante na distinção entre os máximos de feixes distintos mas de frequências muito próximas. As duas figuras a seguir ilustram essa distinção. Os feixes somente podem ser distinguidos na segunda situação.



c) É possível distinguir os primeiros máximos dos feixes F1 e F2 no(s) caso(s) em que N vale

A) 2.

B) 20.

C) 60.

D) 100.

Justificativa: no limite de resolução temos $(y_n - y_{n-1})/2N = (0,0510)/2N = (0,0510 - 0,0503)$. Daí $N = 36$, aproximadamente. Valores de N maiores do que esse valor permitem resolução. Obs: Os primeiros máximos dos feixes F1 e F2 estão localizados em y dados por 0,0510 e 0,0503. São os números usados acima.

Crterios de pontuação: 0,5 se marcou C e D; 0,25 se marcou somente D, ou se marcou C e D e A ou se marcou C e D e B. Zero nos outros casos.

d) Para esse fenômeno as posições dos máximos no anteparo são consequências da

A) interferência entre feixes de luz das fendas, de acordo com o modelo ondulatório da luz.

B) interferência entre feixes de luz das fendas, de acordo com o modelo geométrico da luz.

C) difração da luz em cada fenda, de acordo com o modelo ondulatório da luz.

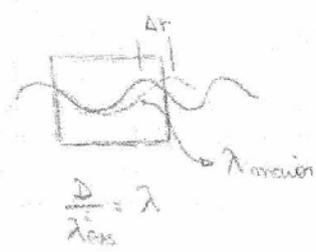
D) difração da luz em cada fenda, de acordo com o modelo geométrico da luz.

E) formação de ondas estacionárias entre a rede e o anteparo, de acordo com o modelo ondulatório da luz.

Justificativas: Trata-se das posições de máximo de um conjunto de fendas, devido à interferência entre raios que passam por fendas distintas. A difração apenas altera a intensidade destes máximos, não muda suas posições. É um fenômeno tipicamente ondulatório. As ondas se propagam, não há onda estacionária.

Crterios: +0,5 por A e -0,25 por qualquer outra opção marcada, saturando em zero.

c) q's esvojiando λ_{eff} aumenta



λ_{eff} aumenta \rightarrow aparece uma diferença de fase positiva.

Tenho que colocar L_2 p/ esquerdo para compensar essa diferença de fase!

$$\begin{aligned} \Delta r = m \lambda &= 250 \lambda = 250 \cdot 600 \cdot 10^{-9} \text{ m} \\ &= 150 \cdot 10^{-6} \text{ m} \\ &= 150 \mu\text{m} \\ &= 0,15 \text{ mm} \end{aligned}$$

ou

$$\begin{aligned} = 150 \lambda &= 150 \cdot 600 \cdot 10^{-9} \text{ m} \\ &= 90 \cdot 10^{-6} \text{ m} \\ &= 90 \mu\text{m} \\ &= 0,09 \text{ mm} \end{aligned}$$

NOME: _____ Turma: _____ Nota: _____

QUESTÃO 4. A figura abaixo mostra um objeto à frente de uma lente convergente e um raio de luz particular.

- Determine graficamente a posição e a altura da imagem gerada pela lente.
- Para que essa imagem seja visualizada onde se deve colocar uma tela? Explique
- O que ocorre com a imagem, caso a metade superior da lente seja bloqueada? Explique
- Como poderíamos observar a imagem no caso em que o objeto está entre a lente e seu foco
- Considere que a lente é imersa num meio cujo índice de refração é maior do que o do vidro utilizado em sua fabricação. A lente continua convergente? A equação dos fabricantes de lentes pode ser escrita como

$$\frac{1}{f} = \left(\frac{n}{n_0} - 1\right) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right), \text{ onde } n \text{ é o índice de refração da lente e } n_0 \text{ o do meio.}$$

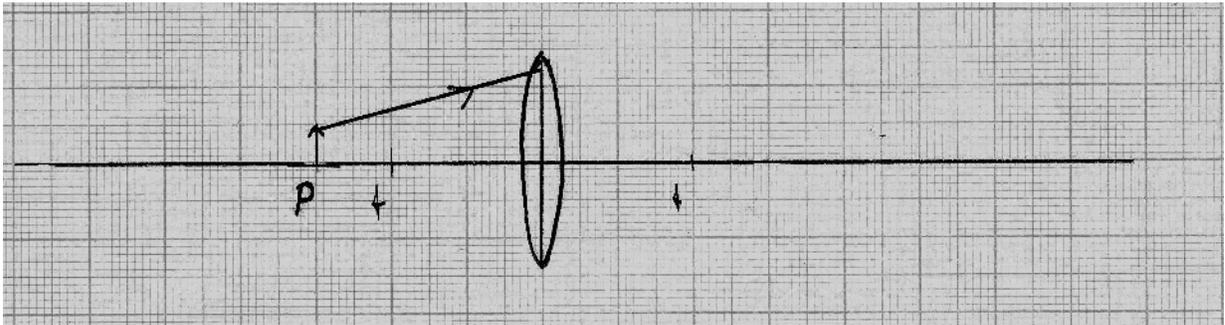


Figura indicando a posição, P, do objeto, as posições, f, dos focos e a posição da lente.

- indicado na figura.
- A imagem é real e para que seja visualizada devemos posicionar a tela exatamente a uma distância s' (indicada na figura) para que a imagem seja vista com nitidez.
- Ainda assim é possível visualizar a imagem invertida mas com intensidade que é a metade da situação inicial.
- Neste caso a imagem seria virtual e para visualizá-la devemos olhar através da lente.
- Como $n_0 > n$, então $f < 0$ e a lente se torna divergente.