



OLIMPIÁDA BRASILEIRA DE FÍSICA 2025

Prova da 2ª Fase

9 DE AGOSTO DE 2025

NÍVEL III
Ensino Médio
3ª e 4ª Séries

LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES:

1. Esta prova destina-se exclusivamente aos alunos da 3ª e 4ª séries do nível médio. Ela contém 8 questões.
2. Siga as instruções da prova disponíveis em: https://app.graxaim.org/obf/2025/open_page/instrucoes_2_fase. Destaques:
 - Em caso de problemas com o site de provas, entre em contato imediatamente pelo e-mail: equipeobf@graxaim.org.
 - As questões podem ser respondidas em qualquer ordem.
 - **O intervalo entre submissões** (entre a primeira submissão e o início da prova (13h30) ou entre duas submissões consecutivas) **não pode exceder 45 minutos. Atrasos podem anular questões.** Veja regras em: https://app.graxaim.org/obf/2025/open_page/instrucoes_2_fase#intervalo_entre_respostas.
 - Preencha os campos de resposta **APENAS** com **números inteiros ou decimais, positivos ou negativos, e sem as unidades de medida.** Veja exemplos em: https://app.graxaim.org/obf/2025/open_page/instrucoes_2_fase#campos_de_respostas.
 - Faça cada resolução em área equivalente a uma folha A5, fotografe e anexe. A imagem deve estar nítida e legível.
 - O envio da imagem da resolução é obrigatório.
3. Respostas fora da plataforma (por e-mail ou qualquer outro meio) não serão aceitas.
4. É permitido usar celular ou computador **apenas** para acessar o site da prova ou contatar a equipe da OBF. **Qualquer outro uso (calculadoras, buscas, aplicativos, etc.) é proibido.**

INSTRUÇÕES (CONTINUAÇÃO)

5. As respostas devem ser enviadas entre 13h30 e 17h30 (horário de Brasília).
6. Em caso de instabilidade que afete parte significativa do país, o sistema poderá aceitar envios após as 17h30. Nesses casos, a validade das submissões será avaliada por uma comissão da OBF.
7. É proibido comentar ou discutir enunciados, respostas ou soluções em redes sociais, fóruns ou qualquer meio público até as 14h00 de 10/08/2025 (horário de Brasília).
8. Se necessário e salvo indicação em contrário, use: $\sqrt{2} = 1,4$; $\sqrt{3} = 1,7$; $\sqrt{5} = 2,2$; $\sin(15^\circ) = 0,26$; $\cos(15^\circ) = 0,97$; $\sin(30^\circ) = 0,50$; $\cos(30^\circ) = 0,85$; $\sin(45^\circ) = 0,70$; $\pi = 3$; densidade da água = $1,0 \text{ g/cm}^3$; calor específico da água = $1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$; calor latente de fusão do gelo = 80 cal/g ; calor latente de vaporização da água = 540 cal/g ; $1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$; raio da Terra = $6\,400 \text{ km}$; velocidade da luz no vácuo = $3 \times 10^8 \text{ m/s}$; constante Coulomb = $9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$; carga fundamental = $1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$; permeabilidade magnética = $1,2 \times 10^{-6} \text{ H/m}$ e aceleração da gravidade = $10,0 \text{ m/s}^2$.
9. Se necessário, use a fórmula de aproximação para raízes quadradas:

$$\sqrt{N \pm \delta} \approx \sqrt{N} \pm \frac{\sqrt{N}}{2N} \cdot \delta$$

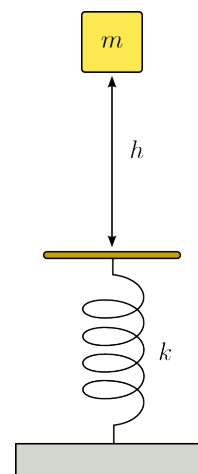
onde $\sqrt{N}$ é uma raiz conhecida e $\sqrt{N \pm \delta}$ é a raiz a ser estimada. Exemplos:

- $\sqrt{38} = \sqrt{36 + 2} \approx \sqrt{36} + \frac{\sqrt{36}}{2 \cdot 36} \cdot 2 = 6 + \frac{2}{12} \approx 6,17$
- $\sqrt{23} = \sqrt{25 - 2} \approx \sqrt{25} - \frac{\sqrt{25}}{2 \cdot 25} \cdot 2 = 5 - \frac{2}{10} = 4,80$

Questão 1.

Em um laboratório didático de Física, há um arranjo experimental para estudar um sistema de amortecimento composto por uma mola vertical de constante elástica $k = 20,0 \text{ N/m}$ e massa desprezível, que sustenta uma plataforma horizontal também de massa desprezível (veja a figura fora de escala). Um bloco de massa $m = 200 \text{ g}$ é abandonado do repouso a partir de uma altura h acima da plataforma. O estudante deseja determinar a deformação máxima d da mola após o impacto com o bloco. Considere que o sistema se move apenas na direção vertical (a parte do equipamento que garante isso não é mostrada) e que não há dissipação de energia mecânica. Determine d , em cm, nos seguintes casos:

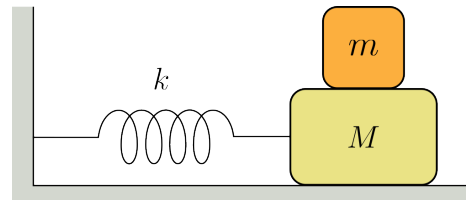
- (a) $h = 20 \text{ cm}$
- (b) $h = 40 \text{ cm}$



Questão 2.

Na figura ao lado, o bloco de massa $M = 300\text{ g}$ está apoiado sobre uma superfície horizontal perfeitamente lisa (sem atrito) e preso a uma mola de constante elástica k .

Um segundo bloco, de massa $m = 200\text{ g}$, está simplesmente apoiado sobre o bloco M . O coeficiente de atrito estático entre os blocos é $\mu = 0,3$.



Deseja-se fazer o sistema oscilar com uma amplitude máxima de $10,0\text{ cm}$. Determine o maior valor possível da constante elástica k , em N/m , que garanta que o bloco m não escorregue sobre o bloco M durante o movimento.

Questão 3. Um grupo de estudantes está em um acampamento em um dia chuvoso e decide fazer um experimento com duas lanternas de bolso idênticas. Cada lanterna é alimentada por duas pilhas de $1,5\text{ V}$ ligadas em série e possui uma pequena lâmpada incandescente cujo soquete indica $3,0\text{ V}$ e $2,0\text{ W}$. Os estudantes desmontam as lanternas e, no espírito “MacGyver” (o grupo gosta de física experimental e dessa antiga série de TV), montam dois circuitos usando fios e materiais improvisados. Em ambos os casos, a fonte é o conjunto de duas pilhas em série (as pilhas são idênticas). **Caso 1:** uma única lâmpada é ligada ao conjunto de pilhas. Observa-se potência dissipada P_1 . **Caso 2:** duas lâmpadas idênticas são ligadas em paralelo entre si e, em seguida, ao mesmo conjunto de pilhas. Observa-se que cada lâmpada dissipa potência P_2 , ligeiramente menor que P_1 . Se as pilhas fossem ideais, as potências seriam iguais ($P_2 = P_1$). Como não são, concluíram que cada pilha possui resistência interna r não desprezível. Usando aplicativos instalados nos celulares, que medem intensidade luminosa, o grupo estimou que a queda de potência foi de 5% , ou seja, $P_2 = 0,95 P_1$. Considerando que eles estão corretos, determine:

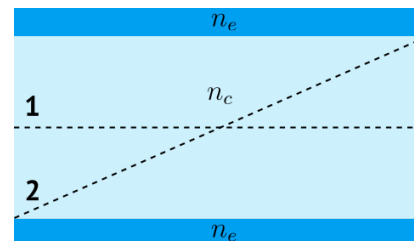
- A resistência R , em Ω , de cada lâmpada.
- A resistência interna r , em Ω , de cada pilha.

Questão 4. Painéis de fundo triplo, compostas por uma camada intermediária de cobre entre duas camadas de aço inox, são amplamente utilizadas em cozinhas profissionais. A camada de cobre, excelente condutor térmico, distribui o calor uniformemente, enquanto o aço inox oferece maior resistência mecânica e à oxidação. Considere uma situação típica em que uma panela está em uso com uma certa quantidade de água em ebulição em uma cozinha no nível do mar. A boca do fogão fornece uma potência de 1500 W , e o fundo da panela tem área $A = 300\text{ cm}^2$. Cada uma das três camadas (aço + cobre + aço) do fundo da panela tem espessura $\ell = 1,0\text{ mm}$. A condutividade térmica do cobre é $k_{\text{Cu}} = 400\text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ e a do aço inox é $k_{\text{Aço}} = 20\text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$. Suponha que 80% da potência da chama seja transferida de forma uniforme para a base da panela.

- Determine a temperatura da face externa do fundo da panela, em contato com a chama, em $^{\circ}\text{C}$.
- Determine o módulo diferença de temperatura, em $^{\circ}\text{C}$, entre as interfaces aço/cobre e cobre/aço

Questão 5.

Uma fibra óptica cilíndrica de comprimento $L = 1,50$ km é composta por um núcleo central com índice de refração $n_c = 1,40$ e uma camada externa com índice de refração $n_e = 1,19$. A figura ao lado mostra uma seção longitudinal de um segmento da fibra. Um efeito indesejável que degrada a qualidade da informação transmitida é o alargamento do sinal, o qual pode ser estimado considerando as diferentes trajetórias percorridas pelos raios de luz.

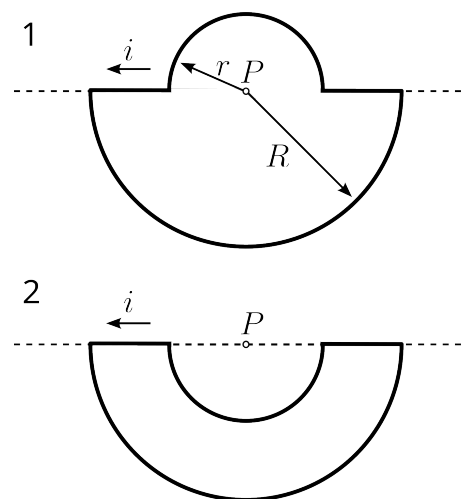


Por exemplo, a linha tracejada 1 representa o percurso de um raio luminoso que se propaga ao longo do eixo da fibra, enquanto a linha tracejada 2 representa o caminho de outro raio que sofre reflexões sucessivas na interface entre o núcleo e a camada externa. Considere os raios de luz que percorrem a fibra no menor intervalo de tempo possível t_1 e no maior intervalo de tempo possível t_2 . Suponha que o alargamento do sinal, Δx , possa ser estimado por $\Delta x = (t_2 - t_1)v$, onde v é a velocidade de propagação da luz na fibra. Determine:

- (a) t_1 , em microssegundos (10^{-6} s);
- (b) t_2 , em microssegundos (10^{-6} s);
- (c) Δx , em metros.

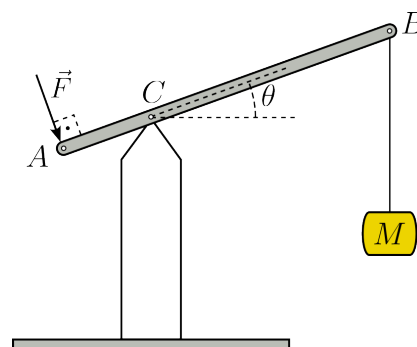
Questão 6.

A figura ao lado mostra duas configurações de uma espira composta por duas semicircunferências de raios r e $R = 3r$, articuladas em torno de um eixo formado por dois segmentos retilíneos. Observe que uma configuração pode ser obtida da outra por uma rotação de 180° do semicírculo menor em torno do eixo pontilhado. Adote um sistema de referência no qual a direção z positiva é perpendicular e para fora do plano do papel (ou da tela do dispositivo). Sejam B_1 e B_2 as componentes z do campo magnético no ponto P gerado pela espira quando percorrida por uma corrente i (no sentido indicado na figura), nas configurações 1 e 2, respectivamente. Determine a variação relativa do campo magnético no ponto P , dada por $(B_2 - B_1)/B_1$, causada pela mudança da espira da configuração 1 para a 2.



Questão 7.

Em um laboratório didático de Física, um estudante investiga o funcionamento de um guindaste construído em escala reduzida, representado na figura ao lado. A lança do guindaste é modelada por uma barra homogênea AB , de comprimento $80,0\text{ cm}$ e massa $m = 200\text{ g}$, que pode girar livremente em torno do ponto fixo C , que a conecta à torre vertical. Uma carga de massa $M = 500\text{ g}$ é suspensa por um fio ideal preso à extremidade B da barra.



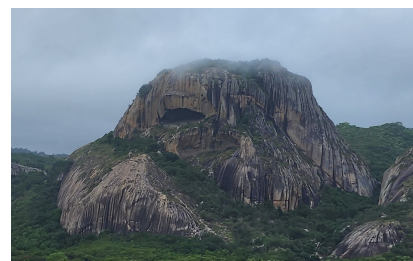
A extremidade oposta da barra, ponto A , está sujeita a uma força externa de intensidade F , aplicada sempre perpendicularmente à barra AB . A distância entre os pontos A e C é de $16,0\text{ cm}$.

Considere situações de equilíbrio estático do sistema e determine:

- a intensidade da força F , em N, quando $\theta = 0^\circ$;
- a intensidade da força F , em N, quando $\theta = 60^\circ$;
- a intensidade da força que a torre exerce sobre o ponto C , em N, quando $\theta = 60^\circ$.

Questão 8.

Durante uma excursão à *Pedra da Boca*, no interior da Paraíba, um estudante decide gritar a palavra “*Eco*”, voltado diretamente para a face rochosa de um paredão vertical. Ele percebe que, após gritar, ouve o eco aproximadamente $1,2\text{ s}$ depois.



Considere que o som se propaga isotropicamente pelo ar, que a fonte sonora pode ser aproximada por uma fonte pontual, e despreze perdas por absorção, interferências e reflexões secundárias.

Sabendo que a potência média do grito é $P_0 = 6 \times 10^{-3}\text{ W}$, estime:

- a distância, em metros, entre o estudante e o paredão rochoso;
- a intensidade média I_1 da onda sonora (grito), em W/m^2 , quando está a 10 m do estudante (fonte);
- a intensidade média I_e da onda sonora correspondente ao eco, em W/m^2 , ao chegar ao ouvido do estudante.