

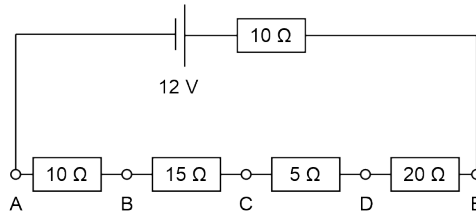
OLIMPIÁDA BRASILEIRA DE FÍSICA 2020
Prova Especial Teórica das 2^a e 3^a Fases
28 DE NOVEMBRO DE 2020

NÍVEL III
Ensino Médio
3^a e 4^a Séries

LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES:

1. Esta prova destina-se exclusivamente aos alunos da 3^a e 4^a séries do nível médio. Ela contém 8 questões.
2. Você deve seguir as instruções dadas em https://app.graxaim.org/obf/2020/instrucoes_segunda_fase.html, em particular a seção Campos (Caixas) de Respostas.
3. Durante a prova, é permitido o uso de celular ou computador **apenas** para acessar o site <https://app.graxaim.org/obf/2020>, ou para trocas de mensagens com os coordenadores estaduais da OBF ou com obf2020online@gmail.com. **Todos os demais usos (calculadoras, aplicativos gráficos e numéricos, consultas, busca na internet, etc) são proibidos.**
4. As respostas devem ser enviadas das 14h00 às 18h00, horário de Brasília.
5. Se houver suspeita de congestionamento da rede, ou notícias de problemas localizados em partes do país, pode ser que o site seja ajustado para aceitar submissões após as 18h00, horário de Brasília. No entanto, a validade dessas respostas ficará suspensa até que uma comissão da OBF, especialmente designada para este fim, analise as razões específicas de cada atraso.
6. São vedados comentários e discussões sobre os enunciados das questões, suas respostas e possíveis resoluções até as 22h00, horário de Brasília, nas redes sociais, blogs, fóruns e ferramentas afins de comunicação da internet.
7. Se necessário e salvo indicação em contrário, use: $\sqrt{2} = 1,4$; $\sqrt{3} = 1,7$; $\sqrt{5} = 2,2$; $\text{sen}(30^\circ) = 1/2$; $\text{cos}(30^\circ) = \sqrt{3}/2$; $\text{sen}(45^\circ) = \sqrt{2}/2$; $\pi = 3$; aceleração da gravidade = 10 m/s²; densidade da água = 1 g/cm³; 1 cal = 4,2 J; calor específico da água = 1 cal g⁻¹ °C⁻¹; calor latente de fusão da água = 80 cal g⁻¹ °C⁻¹; calor latente de vaporização da água = 540 cal g⁻¹ °C⁻¹; índice de refração do ar = 1; massa do elétron = $9,1 \times 10^{-31}$ kg; carga elementar = $1,6 \times 10^{-19}$ C. .

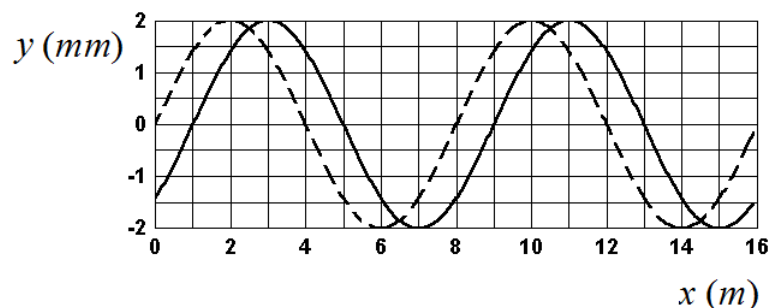
Questão 1. Em sua bancada de laboratório, uma estudante investiga a potência dissipada por vários dispositivos conectando-os ao circuito abaixo. Em dado momento, ela conecta, entre os pontos A e D , uma lâmpada incandescente cujas especificações são dadas pelo fabricante através da etiqueta $(6\text{ V}; 0,6\text{ W})$. Qual é o valor da potência efetivamente dissipada pela lâmpada, em W?



Questão 2. Considere um sistema planetário hipotético formado por uma única estrela em torno da qual orbita um planeta que possui uma única lua (satélite natural). Neste sistema, as órbitas do planeta em torno da estrela e da lua em torno do planeta são circulares e coplanares e o período de translação do planeta em torno da estrela é de $T_P = 360$ dias. Sabendo que, após um eclipse solar, o próximo eclipse lunar ocorre 30 dias depois, determine o período orbital da lua em torno do planeta, em dias, nos seguintes casos.

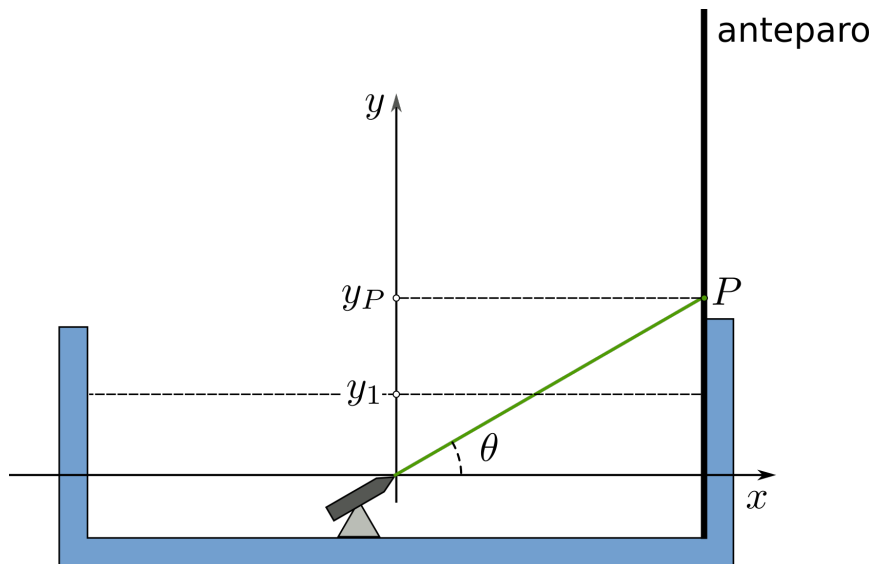
- O planeta e a sua lua percorrem suas órbitas no mesmo sentido, por exemplo, ambas no sentido anti-horário.
- O planeta e a sua lua percorrem suas órbitas em sentidos opostos.

Questão 3. A figura abaixo representa dois instantâneos de uma mesma onda mecânica transversal senoidal que se propaga para a direita em uma corda esticada. Sabendo que o intervalo de tempo que separa os dois instantâneos é de $0,05\text{ s}$, determine a velocidade transversal máxima da onda, em m/s.

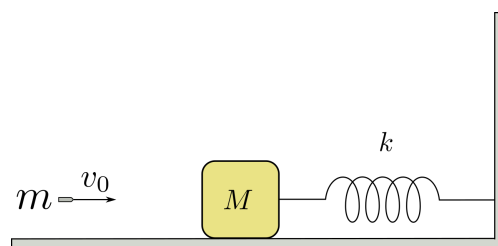


Questão 4. Uma fonte de radiação laser que pode ser submergida é fixada no fundo de uma cuba inicialmente vazia. A fonte é orientada na direção de um anteparo vertical de modo que o feixe laser emitido faz um ângulo $\theta = 60^\circ$ com a horizontal. Adotando o sistema de referências da figura, observa-se que, quando a fonte é ligada, o feixe atinge o anteparo no ponto P de coordenada $y_P = 50$ cm. Depois, quando a cuba é preenchida com um líquido de índice de refração $n = \sqrt{2}$ até um nível $y_1 = 10$ cm, verifica-se que o feixe atinge o anteparo em um ponto Q (não representado na figura).

- Qual a coordenada y_Q do ponto Q , em cm?
- O arranjo experimental permite deslocar o aparelho laser ao longo do eixo x . Mantendo-se a orientação do feixe, para que coordenada x , em cm, deve ser movido o ponto de origem do feixe de modo que o mesmo atinja o ponto P com a cuba preenchida com o líquido?

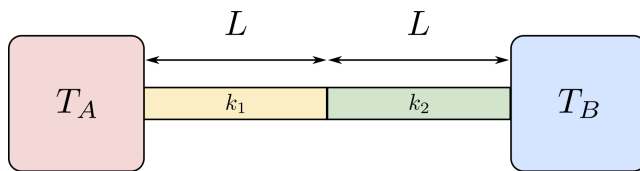


Questão 5. Em um laboratório de física, é usado um sistema massa-mola para determinar a velocidade com que um projétil é disparado. O sistema é constituído por um bloco de massa $M = 5,00$ kg que está apoiado em uma superfície horizontal de atrito desprezível e está preso a uma parede rígida vertical através de uma mola de constante elástica $k = 4500$ N/m. Para fazer a medida da velocidade v_0 de um projétil de massa $m = 10,0$ g, o mesmo é disparado contra o bloco, que está inicialmente em repouso, nas condições mostradas na figura. A parte do bloco que recebe o impacto é feita de um material deformável que aloja o projétil em seu interior. Considere que a mola se deforma apenas depois do projétil se alojar completamente no bloco (colisão projétil-bloco instantânea). Determine a velocidade v_0 do projétil, em m/s, no caso em que a medida da amplitude de oscilação do bloco após o impacto é de 2,50 cm.

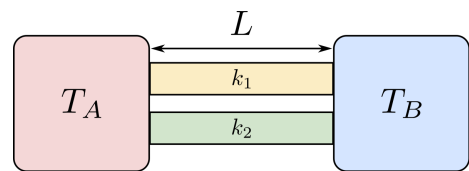


Questão 6. As figuras abaixo ilustram dois arranjos experimentais usados para investigar a taxa de transferência de calor entre os corpos A e B . As temperaturas T_A e T_B , com $T_A > T_B$, são mantidas constantes por equipamentos não representados na figura. Em ambos os arranjos, são usadas duas barras cilíndricas de dimensões idênticas. A barra 1 tem condutividade térmica k_1 e a barra 2 tem condutividade térmica k_2 . Ambas as barras são isoladas termicamente em suas superfícies laterais de modo que o calor é conduzido de A a B sem perdas para a vizinhança. Suponha que, no regime estacionário, a taxa de transferência de calor de A para B , nos arranjos I e II sejam, respectivamente ϕ_I e ϕ_{II} . Determine a razão ϕ_{II}/ϕ_I nos seguintes casos:

- as barras têm as mesmas condutividades térmicas $k_1 = k_2$;
- a condutividade térmica de uma barra é o triplo da outra $k_1 = 3k_2$.



arranjo experimental I



arranjo experimental II

Questão 7. O prêmio Nobel de Física de 1960 foi atribuído a Donald A. Glaser pela invenção, em 1952, da câmara de bolhas. Apesar de atualmente superada por outros equipamentos, a câmara de bolhas desempenhou papel fundamental no campo de física de partículas. Essencialmente, a câmara de bolhas permite observar a trajetória de partículas carregadas em movimento, pois estas deixam seu “rastro” em bolhas de, em geral, hidrogênio líquido super aquecido. Suponha que, em uma câmara de bolhas, seja capturado o decaimento de uma partícula subatômica que forma um elétron e um pósitron. Suponha que este decaimento é observado em um referencial no qual a partícula subatômica está inicialmente em repouso e há a presença de um campo magnético uniforme \vec{B} , de módulo $B = 2,50$ mT e perpendicular ao plano de movimento do elétron e pósitron resultantes. Determine o intervalo de tempo, em s, entre o decaimento e o instante em que o elétron e o pósitron colidem. (Despreze a interação Coulombiana entre o elétron e o pósitron e as perdas de energia da interação das partículas com o hidrogênio líquido da câmara de bolhas).

Questão 8. Uma prateleira vazia de massa $25,0\text{ kg}$, altura $H = 1,80\text{ m}$ e largura $L = 40,0\text{ cm}$ está montada sobre pequenos rodízios ideais que rolam pelo piso liso com ação desprezível de forças dissipativas. A prateleira, inicialmente em repouso, é empurrada por uma força horizontal \vec{F} , de intensidade $F = 100\text{ N}$, aplicada a uma altura h , conforme ilustrado na figura. Considere que os rodízios têm massa e dimensões desprezíveis e que o centro de massa da prateleira está em seu centro geométrico. Determine:

- (a) a aceleração a do centro de massa da prateleira, em m/s^2 ;
- (b) a menor altura h_{min} , em m, na qual \vec{F} pode ser aplicada sem que a prateleira tombe;
- (c) a maior altura h_{max} , em m, na qual \vec{F} pode ser aplicada sem que a prateleira tombe.

