SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

OBF

OLIMPÍADA BRASILEIRA DE FÍSICA 2022

Prova da 3ª Fase

11 DE FEVEREIRO DE 2023

NÍVEL III
Ensino Médio
3ª Série

LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES:

1. Esta prova destina-se exclusivamente aos alunos da **3ª séries do nível médio.** Ela contém **8** questões.

2. Você deve seguir as instruções de prova dadas em `https://app.graxaim.org/obf/2022/open_page/instrucoes_3_fase`. Entre as instruções dadas nesse documento, destacamos que:

   - O intervalo de submissão entre duas questões consecutivas (ou entre a primeira e o início da prova) não pode ultrapassar 45 minutos. **Atrasos podem fazer com que questões enviadas não sejam avaliadas.**
   - Regras de preenchimento das caixas/campos de respostas:
     - respostas numéricas devem vir acompanhadas das unidades de medida;
     - respostas literais devem ser escritas em termos de expressões algébricas.
   - Escreva a resolução de cada questão em uma área de papel equivalente ao tamanho A5 (metade de uma folha A4). Certifique-se que a imagem enviada seja nítida e legível.

3. Durante a prova, é permitido o uso de celular ou computador **apenas** para acessar o site `https://app.graxaim.org/obf/2022`, ou para trocas de mensagens com os coordenadores estaduais da OBF ou com equipeobf@graxaim.org. **Todos os demais usos (calculadoras, aplicativos gráficos e numéricos, consultas, busca na internet, etc) são proibidos.**

4. As respostas devem ser enviadas das 13h00 às 17h00, 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 17h00, 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. Salvo indicação em contrário, as respostas devem ser dadas em unidades do SI.

7. Se necessário e salvo indicação em contrário, use: $\sqrt{2} = 1{,}4$; $\sqrt{3} = 1{,}7$; $\sqrt{5} = 2{,}2$; $\text{sen}(30°) = 0{,}50$; $\cos(30°) = 0{,}85$; $\text{sen}(45°) = 0{,}70$; $\pi = 3$; densidade da água $= 1{,}0$ g/cm^3; 1 cal $= 4{,}2$ J; calor específico da água líquida $= 1{,}0\ \text{cal}\,\text{g}^{-1}\,\text{K}^{-1}$; calor latente de fusão da água $= 80\ \text{cal}\,\text{g}^{-1}$; calor latente de vaporização da água $= 540\ \text{cal}\,\text{g}^{-1}$; densidade do gelo $= 0{,}90$ g/cm^3; constante de Stefan-Boltzmann $= 5{,}7 \times 10^{-8}\ \text{W}\,\text{m}^{-2}\,\text{K}^{-4}$ permissividade elétrica $= 9{,}0 \times 10^{-12}$ F/m; e aceleração da gravidade $= 10{,}0$ m/s^2.

Questão 1.

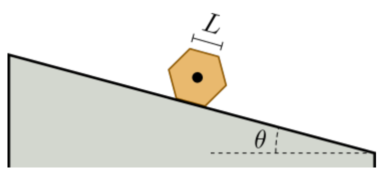
Recipientes porosos de cerâmica, chamados moringas em algumas regiões do Brasil, são tradicionalmente usados para manter a água fresca em regiões de clima quente. Graças à água que atravessa o meio poroso e forma uma fina película de água na parte exterior e à sua posterior evaporação, a água na moringa pode atingir uma temperatura até $5\,°\mathrm{C}$ menor que a temperatura externa. Seja uma moringa aproximadamente esférica de raio $r = 8{,}00$ cm e emissividade $e = 1$ em um ambiente de temperatura $T_a = 36{,}0\,°\mathrm{C}$. Considere que o resfriamento por evaporação é compensado pelo calor absorvido do ambiente por irradiação e desconsidere outras possíveis trocas de energia. Determine a taxa η, em g/s, com a qual varia a massa de água contida na moringa.

Questão 2.

Duas placas condutoras idênticas, circulares e finas, são montadas uma em frenta à outra paralelamente. As placas têm raio $R = 15{,}0$ e estão separadas por uma distância de $d = 2{,}50$, são mantidas eletricamente isoladas e estão carregadas com cargas $|q_1| = 12{,}0$ nC e $|q_2| = 18{,}0$ nC. Determine diferença de potencial entre as placas se as cargas (a) têm sinais iguais e (b) têm sinais opostos. Considere o eixo perpendicular às placas e que passa por seus centros. Determine a intensidade do campo elétrico sobre esse eixo próximo às placas, mas fora da região entre elas, nos casos de cargas (c) com o mesmo sinal e (d) com sinais opostos. Desconsidere efeitos de borda.

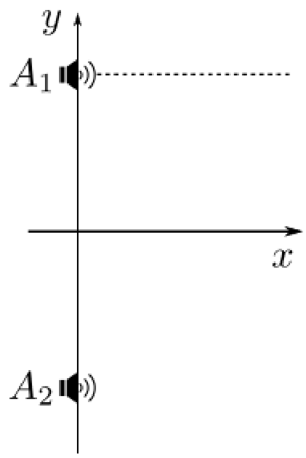
Questão 3.

Um lápis sextavado não apontado, ou seja um prisma reto de base hexágonal de lado L, está apoiado em uma mesa inclinada de um ângulo θ variável conforme o esquema ilustrado na figura. A inclinação da mesa é lentamente aumentada e observa-se que o lápis permanece em repouso em relação à mesa até o ângulo $\theta = \theta_C$ e, a partir desse ângulo, ele rola. Determine (a) o ângulo θ_C e (b) o valor mínimo do coeficiente de atrito estático necessário para que o lápis não deslize sobre a mesa quando $0 < \theta < \theta_C$. (c) Suponha que o ângulo é ajustado para um ângulo ligeiramete maior que θ_C, $\theta = \theta_C + \delta\theta$, e que toda a massa do lápis esteja sobre o seu eixo, determine a aceleração angular do lápis no início do rolamento.



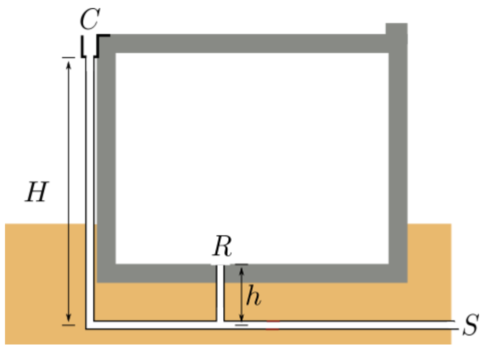
Questão 4.

Dois alto-falantes estão instalados à mesma altura em um ambiente plano, horizontal e aberto. Suas localizações são dadas pelos pontos A_1 e A_2 conforme a figura. Os alto-falantes emitem ondas sonoras de mesma intensidade, com mesmo comprimento de $\lambda = 2{,}00$ m e em fase. Uma pessoa caminha em direção à A_1 pela linha tracejada paralela ao eixo x e com um aplicativo de celular, que é mantido à mesma altura dos alto-falantes, mede a intensidade da onda sonora que chega dos alto-falantes. (a) Se a distância entre os alto-falantes é $d = 3\lambda$, determine a localização dos pontos de interferência destrutiva que a pessoa detecta com $x > 0$. (b) Seja I_d a intensidade do som medido no ponto mais próximo do eixo y determinado no item anterior e I_u a intensidade do som que seria medida no mesmo local com o alto-falante localizado em A_2 desligado, determine a razão I_d/I_u. Considere que o som se propaga isotropicamente e o piso está coberto com um material perfeitamente absorvedor de som.



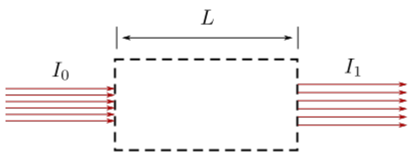
Questão 5.

Uma pessoa está dimensionando um sistema de drenagem de uma garagem semienterrada. A figura mostra em corte o esquema planejado. A chuva que cai na laje plana de área $A = 60{,}0$ m^2 é coletada pela calha lateral e é levada por um tubo vertical de comprimento $H = 6{,}00$ m e diâmetro $D = 100$ mm a um tubo de drenagem subterrâneo horizontal de mesmo diâmetro. No piso da garagem há um ralo R que se conecta ao tubo de drenagem por um cano vertical de comprimento $h = 1{,}00$ m e diâmetro $d = 50$ mm. Considere que a água da chuva da calha entre com velocidade nula no ponto de coleta C do tubo vertical. Qual o menor índice de precipitação, ou pluviosidade, de uma chuva (quantidade de água de chuva, por m^2, por unidade de tempo), em mm/hora, capaz de fazer a água transbordar pelo ralo da garagem?



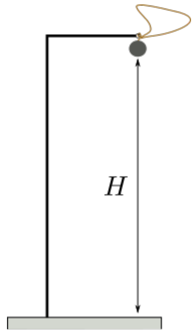
Questão 6.

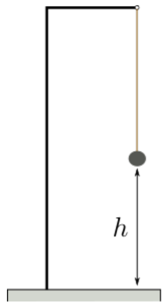
Um estudante de física deve construir um equipamento ótico para diminuir a intensidade de um feixe cilíndrico de radiação laser de $I_0 = 8{,}00$ kW/m^2 para $I_1 = 2{,}00$ kW/m^2 usando apenas duas lentes que estão separadas por uma distância de $L = 30$ cm, veja a figura. Determine as distâncias focais das duas lentes em mm e apresente o correspondente diagrama de raios de luz nos casos (a) as duas lentes são convergentes e (b) uma lente é convergente e a outra é divergente.



Questão 7.

Em saltos de bungee jump o tamanho da tira elástica deve ser ajustado de acordo com a massa e a distância de queda. Uma estudante de física resolveu estudar esse fenômeno através de um modelo em escala reduzida. No laboratório uma pequena esfera de chumbo de massa $m = 0{,}4$ kg é suspensa por uma tira elástica de massa desprezível. Ao lado, a figura superior corresponde à situação em que a esfera é abandonada do repouso da altura $H = 2{,}00$ m para início do "salto", cujo objetivo é chegar o mais próximo possível da base sem no entanto tocá-la. A figura inferior ao lado mostra a situação na qual a esfera está em equilíbrio estático. Imagine que em um salto real a parte mais baixa é a superfície de um rio ou lago.

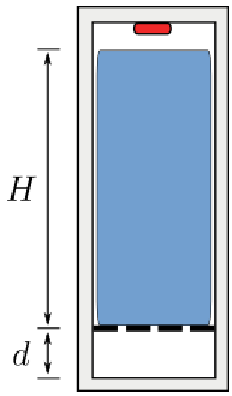




Considere que a tira elástica é equivalente a um conjunto de N molas ideais conectadas em série e que cada mola tem constante elástica $k = 200$ N/m e comprimento $\ell = 5{,}00$ cm quando relaxada. Determine (a) o número N de molas necessárias para esse tipo de "salto", (b) a velocidade e (c) a aceleração máximas atingidas durante o "salto". Desconsidere a ação de forças resistivas.

Questão 8.

Uma barra de gelo, a 0 °C, cilíndrica de altura $H = 20$ cm e base com área $A_g = 15$ cm^2 é inserida em um calorímetro também cilíndrico com área de base $A_c = 16$ cm^2. A barra é posicionada de forma que seu eixo coincida com o do calorímetro. Inicialmente a barra está apoiada em uma tela plástica horizontal vazada (água pode passar livremente por ela) que está situada à uma distância $d = 1{,}00$ cm da base do calorímetro. Na parte superior do calorímetro há uma resistência de potência $P = 60$ W. No instante inicial a resistência é ligada. (a) Determine o instante t_1 no qual o nível da água atinge a tela e (b) estime o menor intervalo de tempo, contado a partir de t_1, necessário para que a barra de gelo flutue. Assuma que todo o calor liberado para a resistência é transferido para o gelo (ou água) e que os eixos da barra e do calorímetro coincidam durante todo o processo.



Observação: Essa é uma versão editada da prova utilizada na 3ª Fase da OBF/2022. Alguns dados que estavam ausentes nos enunciados de algumas questões foram acrescentados para facilitar seu uso como material de estudo para futuras edições na OBF.