

OLIMPIÁDA BRASILEIRA DE FÍSICA 2019
2ª FASE - 17 DE AGOSTO DE 2019

NÍVEL II
Ensino Médio
1ª e 2ª séries

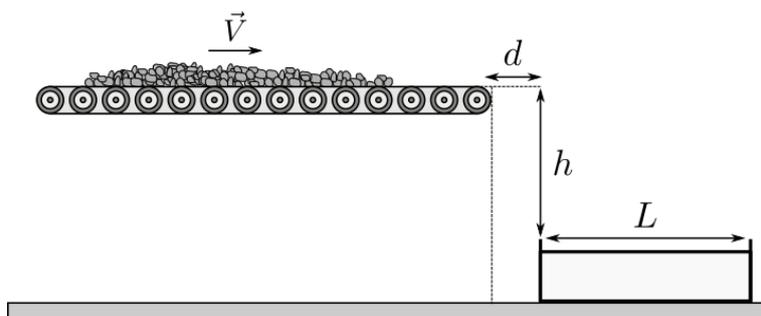
LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES:

1. Esta prova destina-se exclusivamente aos alunos da **1ª e 2ª séries do nível médio**. Ela contém **doze** questões. Cada questão tem valor de 10 pontos e a prova um total de 80 pontos (máximo de oito questões respondidas).
2. Os alunos da **1ª série** podem escolher livremente oito questões para responder. Alunos da **2ª série** podem responder apenas as oito questões não indicadas como *exclusivas para alunos da 1ª série*.
3. A prova é composta por dois tipos de questões: **I) Questões de Resposta Direta e II) Questões de Resposta Aberta**. No primeiro caso, é avaliado (pontuado) apenas o resultado final, enquanto no segundo podem ser avaliadas também as etapas necessárias (desenvolvimento) que levam à(s) resposta(s) apresentada(s).
4. O **Caderno de Respostas** possui instruções que devem ser lidas cuidadosamente antes do início da prova.
5. A menos de instruções específicas contidas no enunciado de uma questão, todos os resultados numéricos devem ser expressos em unidades do Sistema Internacional (SI).
6. A duração da prova é de **quatro** horas, devendo o aluno permanecer na sala por **no mínimo sessenta minutos**.
7. Se necessário e salvo indicação em contrário, use: $\pi = 3,00$; $\sqrt{2} = 1,40$; $\sqrt{3} = 1,70$; $\sqrt{5} = 2,20$; $\sin(30^\circ) = 1/2$; $\cos(30^\circ) = \sqrt{3}/2$; $\sin(45^\circ) = \sqrt{2}/2$; densidade da água líquida = $1,00 \text{ g/cm}^3$; $1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$; calor específico da água líquida = $1,00 \text{ cal/(g} \cdot \text{ }^\circ\text{C)}$; calor latente de fusão do gelo = $80,0 \text{ cal/g}$; índice de refração do ar = $1,00$; pressão atmosférica = $1,00 \times 10^5 \text{ Pa}$; aceleração da gravidade = $10,0 \text{ m/s}^2$.

Parte I - Questões de Resposta Direta

Questão 1 (exclusiva para alunos da 1ª série). A resistência à tração (capacidade de resistir a forças de tração sem se romper) da seda de aranha é comparável com a do aço e vale $R_T = 2000 \times 10^6 \text{ N/m}^2$. Considerando que um fio de aranha tem o formato cilíndrico, estime seu comprimento máximo impondo a condição que deve ser capaz de sustentar o próprio peso quando pendurado verticalmente. Sabe-se que a densidade da seda de aranha é $\rho = 0,200 \text{ g/cm}^3$. (Em sua resolução, suponha que a seda de aranha é inextensível.)

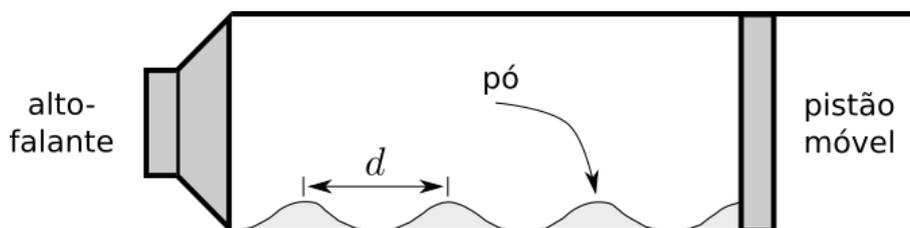
Questão 2 (exclusiva para alunos da 1ª série). Uma esteira transporta cascalho até uma caçamba de comprimento $L = 2,00$ m localizada à sua frente. A figura abaixo, na qual $d = 1,50$ m e $h = 2,50$ m, representa esquematicamente a situação de seu funcionamento. Suponha que a esteira se mova com velocidade constante e que o cascalho não rola nem escorrega sobre ela. Desconsiderando as dimensões do cascalho e o efeito resistivo do ar, determine o intervalo de velocidades no qual a esteira pode operar sem que o cascalho caia fora da caçamba.



Questão 3. Para algumas situações específicas, é necessário que equipamentos eletrônicos funcionem adequadamente mesmo quando submetidos a acelerações extremas de até $8g$, onde g é a aceleração da gravidade. Uma forma de testar esses equipamentos é através de uma plataforma oscilante. O teste é realizado fixando o equipamento à plataforma e posto a oscilar. Se a amplitude de oscilação da plataforma é ajustada para $2,00$ cm, qual deve ser o ajuste de sua frequência de oscilação para que o equipamento seja testado dentro do intervalo de acelerações requerido?

Questão 4. Um avião ultraleve tem uma massa total (com o piloto) de 500 kg e uma velocidade de estol, velocidade mínima do avião para se sustentar no ar, igual a $V = 24,0$ m/s. Considere que, sob as superfícies inferiores de suas asas, o ar escoia com velocidade 25% menor que V e, sobre as superfícies superiores das asas, o ar escoia com uma velocidade 25% maior que V . Estime a área total das asas do avião, sabendo que a densidade do ar é $1,20$ kg/m³.

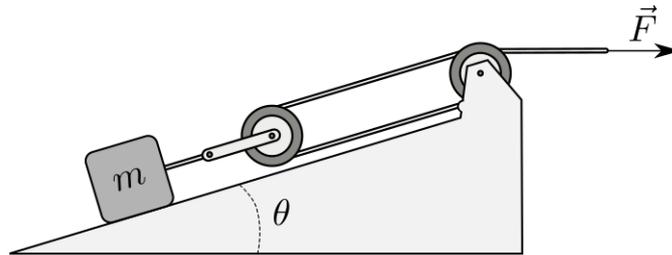
Questão 5. A figura abaixo mostra um tubo utilizado para medir a velocidade do som em gases. O interior do tubo é preenchido com gás hidrogênio a temperatura de 25°C e um pó muito fino e pouco denso. A extremidade direita do tubo possui um pistão móvel, e a extremidade esquerda possui um alto-falante que emite na frequência de 1000 Hz. Ajustando o comprimento do tubo por meio do pistão móvel até que ele entre em ressonância com a frequência do alto-falante, observa-se a formação de pequenos montes de pó, sendo que o espaçamento médio entre os picos desses montes é $d = 63,5$ cm. Nessas condições, qual é a velocidade do som no gás hidrogênio?



Questão 6. Uma bolha de ar de $10,0 \text{ cm}^3$ escapa de um navio naufragado a $50,0 \text{ m}$ de profundidade, onde a temperatura é $15,0^\circ\text{C}$, e emerge até a superfície onde a temperatura é $25,0^\circ\text{C}$. Considere que o ar se comporta como um gás ideal e, à medida que se desloca, o ar da bolha se equilibra termicamente com a água ao redor. Determine o volume da bolha ao chegar à superfície.

Parte II - Questões de Resposta Aberta

Questão 7 (exclusiva para alunos da 1ª série). Uma carga de $m = 5,00 \text{ kg}$ pode deslizar na superfície lisa, sem atrito, de um plano inclinado de $\theta = 30,0^\circ$. A carga está presa por uma corda ao centro de uma polia móvel que por sua vez se acopla a uma polia fixa através de outra corda. Essa tem uma de suas extremidades fixas, enquanto a outra é puxada por uma força horizontal constante \vec{F} . Veja figura abaixo. Assuma que as cordas e polias são ideais e que o sentido positivo da aceleração da caixa aponta para cima ao longo do plano inclinado. Determine a aceleração da caixa quando a intensidade da força horizontal aplicada é $F = |\vec{F}| = 10,0 \text{ N}$.

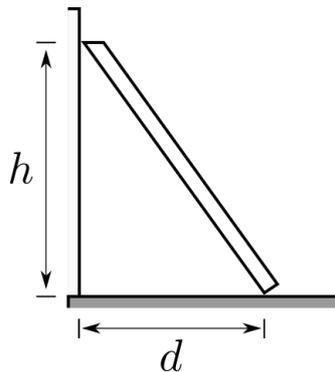


Questão 8 (exclusiva para alunos da 1ª série). Satélites geoestacionários estão em órbitas tais que, sob o ponto de vista de um observador na Terra, permanecem fixos. Esses satélites são principalmente utilizados por redes de comunicação que atendem a uma região fixa da Terra. Ligações telefônicas e transmissões televisivas de longa distância, geralmente são feitas por esse tipo de satélite. Suponha dois satélites E e F em órbitas circulares e coplanares, com o satélite E em órbita geoestacionária e o satélite F com órbita de raio 21% maior que o satélite E . (a) Qual o período de translação do satélite F em horas? (b) Suponha um instante no qual os satélites E e F estão alinhados com um ponto na superfície da Terra e determine o menor intervalo de tempo, em horas, para que isso ocorra novamente.

Questão 9. Uma estrela de nêutrons é composta essencialmente por nêutrons que estão ligados por meio da atração gravitacional mútua. Tais estrelas possuem uma densidade ρ comparável à de um núcleo atômico, que é de aproximadamente 10^{14} g/cm^3 , e algumas possuem uma frequência de rotação de $f_0 = 500 \text{ Hz}$. Considerando que uma estrela de nêutrons seja uma esfera homogênea, e que a Lei da Gravitação Universal de Newton possa ser aplicada em uma primeira aproximação, (a) determine a frequência máxima f_M com a qual essa estrela pode girar, sem que sua massa se desprenda do equador. (b) Qual a diferença relativa entre o valor modelado e o valor observado $(f_M - f_0)/f_0$? Assuma o valor da constante de gravitação universal como sendo $G = 6,7 \times 10^{-11} \text{ m}^3/(\text{s}^2 \cdot \text{kg})$.

Questão 10. Um fenômeno comum em regiões muito frias é o congelamento de lagos. A água dos lagos sob o gelo permanece aproximadamente a $0,00\text{ }^{\circ}\text{C}$, pois a camada de gelo acima funciona como um isolante térmico. Porém, se a temperatura do ar é mais fria, a camada de gelo vai crescendo de cima para baixo. Considere a situação em que a temperatura ambiente é $-15,0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Dados a condutividade térmica do gelo $k = 5,00 \times 10^{-3}\text{ cal}/(\text{s} \cdot \text{cm} \cdot \text{K})$, estime a taxa média de crescimento da camada de gelo, em centímetros por hora, quando ela tem uma espessura de $\ell = 3,00\text{ cm}$.

Questão 11. Um auxiliar de serviços gerais, de massa M , apoia a parte de cima de uma escada retilínea em uma parede lisa a uma altura h do piso. A escada tem comprimento ajustável e massa $m = M/4$ e seus pés emborrachados são apoiados no piso a uma distância d da parede. Se preciso, o auxiliar ajusta o comprimento da escada de acordo, e ao final desta operação, suponha que o centro de massa da escada permanece na metade de seu comprimento. O auxiliar deseja poder subir até o último degrau da escada e lá permanecer em pé em segurança, ou seja, sem que a escada escorregue. Assumindo que o coeficiente de atrito estático entre a borracha dos pés de apoio da escada e o piso é μ , determine o valor máximo da distância d em função das variáveis h e μ . A figura abaixo representa esquematicamente a posição da escada na situação pronta para ser usada.



Questão 12. Pequenas bolinhas de vidro maciço, de índice de refração $n_v = 1,30$, são brinquedos tradicionais em muitas regiões do Brasil. Dependendo da região em que se vive, são conhecidas como bolas de gude, bolitas, balebas, etc. Considere uma bolinha de vidro transparente de $20,0\text{ mm}$ de diâmetro na qual, durante sua fabricação, ficaram aprisionadas duas minúsculas bolhas de ar. Uma bolha (bolha A) ficou exatamente no centro da bolinha e a outra (bolha B) a $5,00\text{ mm}$ de sua superfície. Considere que uma pessoa aproxima a bolinha de vidro de seu olho, direcionando sua visão para as bolhas de ar, com a bolha B mais próxima de si. A que distância, ao longo da linha de visada e em relação à superfície da bolinha, ela vê as imagens (a) da bolha A e (b) da bolha B ?