



OLIMPIÁDA BRASILEIRA DE FÍSICA 2026

Prova da 2ª Fase

22 DE AGOSTO DE 2026

NÍVEL II
Ensino Médio
1ª e 2ª Séries

LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES

1. Esta prova destina-se a estudantes da **1ª e 2ª séries do Ensino Médio** e contém **12** questões. Estudantes da **1ª série** podem escolher livremente **8** questões para responder. Caso respondam mais de 8 questões, apenas as 8 primeiras serão corrigidas.
2. Estudantes da **2ª série** devem responder apenas às **8 questões numeradas de 5 a 12**; as questões de 1 a 4 são exclusivas da 1ª série.
3. Esta prova tem duração máxima de quatro horas. O estudante deverá permanecer na sala por, no mínimo, duas horas.
4. A prova é individual e sem consulta. Durante sua realização, é permitido utilizar apenas caneta, lápis e borracha para rascunho, líquido corretivo e régua geométrica. É proibido o uso de calculadoras ou de qualquer equipamento eletrônico, por qualquer motivo, sob pena de anulação da prova.
5. Todos os resultados numéricos devem ser expressos nas unidades solicitadas nos enunciados das questões. Na ausência de indicação, utilize unidades do Sistema Internacional (SI).
6. O **Caderno de Respostas** contém instruções de preenchimento que devem ser cuidadosamente lidas antes do início da prova.
7. Todas as respostas devem ser devidamente justificadas. O Caderno de Respostas possui espaços próprios para registrar os resultados e as resoluções das questões. Na resolução, apresente de forma sucinta o raciocínio físico e as etapas necessárias para justificar o resultado obtido. Não se limite a registrar cálculos: utilize, quando apropriado, diagramas e linguagem matemática para expressar seu raciocínio.
8. Os resultados numéricos finais devem ser apresentados com precisão de 2%. Para garantir essa precisão, mantenha mais de três algarismos significativos nos cálculos intermediários e apresente o resultado final com três algarismos significativos.
9. Utilize o verso das folhas do Caderno de Questões como espaço para rascunho.
10. 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 = $1,00 \text{ g/cm}^3$; calor específico da água = $1,00 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$; calor latente de fusão do gelo = $80,0 \text{ cal/g}$; calor latente de vaporização da água = 540 cal/g ; $1 \text{ cal} = 4,20 \text{ J}$; velocidade do som no ar = 340 m/s ; constante universal dos gases ideais = $8,30 \text{ J/(mol}\cdot\text{K)}$; $1 \text{ atmosfera} = 1,00 \times 10^5 \text{ Pa}$ e aceleração da gravidade = $10,0 \text{ m/s}^2$.
11. 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. Exemplo: $\sqrt{38} = \sqrt{36 + 2} \approx \sqrt{36} + \frac{\sqrt{36}}{2 \cdot 36} \cdot 2 = 6 + \frac{2}{12} \approx 6,17$.

Questão 1 (exclusiva para 1ª série). Um corredor planeja completar um percurso de 10 km em 40 min.

- Qual deve ser sua velocidade média, em km/h, para completar o percurso no tempo planejado?
- Nos primeiros 5,00 km, ele corre com velocidade média de 12,0 km/h. Com que velocidade média, em km/h, ele deve percorrer os 5,00 km restantes para completar o percurso em 40 min?

Questão 2 (exclusiva para 1ª série). Um estudante de massa 60,0 kg realiza uma corrida de 2,00 km em 12,0 min. Seu professor de Educação Física estima que, durante a corrida, seu corpo utiliza 525 kJ de energia. Considere que cada passada do estudante tenha comprimento médio de 1,50 m. Determine:

- a potência média, em watts, correspondente ao consumo de energia durante a corrida;
- a energia média, em joules, consumida por quilograma de massa corporal e por passada;
- de quanto aumentaria a potência média, em watts, se o estudante realizasse o mesmo treino carregando uma carga adicional de 5,00 kg. Para essa estimativa, admita que o consumo de energia por quilograma e por passada permaneça o mesmo.

Questão 3 (exclusiva para 1ª série). Para acelerar o descongelamento de um ingrediente, um cozinheiro mergulha uma porção de carne congelada em um recipiente contendo água à temperatura ambiente. Considere que o calor necessário para descongelar uma porção de 500 g de carne seja equivalente ao necessário para fundir 500 g de gelo a 0 °C. Inicialmente, a carne está a 0 °C e a água está a 25 °C. Admita que, durante o processo, as únicas trocas de calor ocorram entre a água e a carne, desprezando as trocas de calor com o recipiente

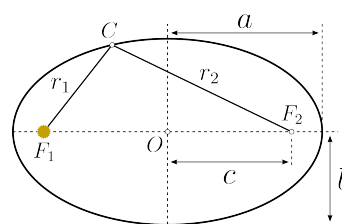
e com o ambiente. Após o descongelamento, considere que a carne descongelada tenha o mesmo calor específico da água. Determine:

- o menor volume de água, em litros, necessário para descongelar completamente a carne;
- a temperatura de equilíbrio, em graus Celsius, caso sejam utilizados 2,00 L de água.

Questão 4 (exclusiva para 1ª série). Um cometa descreve uma trajetória elíptica em torno do Sol, como ilustrado na figura. O ponto O é o centro da elipse, F_1 e F_2 são seus focos, e o centro do Sol coincide com F_1 . A posição do cometa é indicada pelo ponto C , sendo r_1 e r_2 suas distâncias aos focos F_1 e F_2 , respectivamente. Para uma trajetória elíptica:

- $r_1 + r_2 = 2a$;
- $v_p r_p = v_a r_a$.

Nessas expressões, a é o comprimento do semieixo maior da elipse; r_p e v_p são, respectivamente, a distância ao Sol e a velocidade do cometa no periélio (ponto mais próximo do Sol); e r_a e v_a são as mesmas grandezas no afélio (ponto mais distante do Sol).

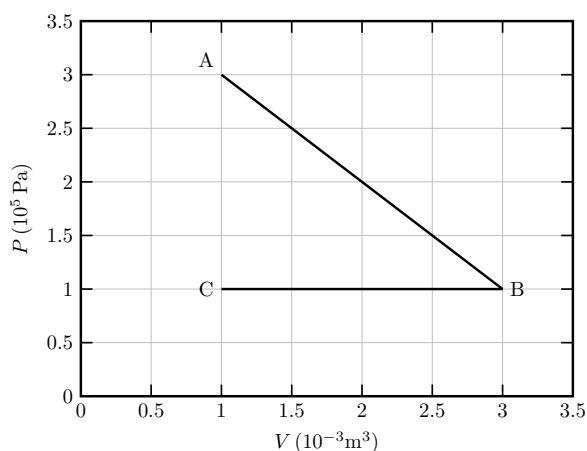


Considere o caso hipotético em que $a = 5,00$ UA (Unidade Astronômica), o semieixo menor tem comprimento $b = 3,00$ UA e $v_p = 40,0$ km/s. Determine:

- a maior distância, em UA, que o cometa pode atingir em relação ao Sol;
- a distância do cometa ao Sol, em UA, quando ele passa por uma das extremidades do eixo menor da trajetória;
- a velocidade do cometa, em km/s, no afélio.

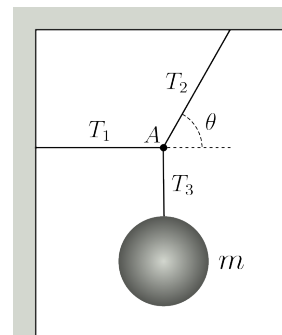
Questão 5. A distância entre duas estações A e B de uma linha de metrô é de apenas 900 m. A aceleração máxima do trem é $0,10 \text{ m/s}^2$ e, durante a frenagem, o módulo máximo da desaceleração é $0,40 \text{ m/s}^2$. Nos horários de pico, o trem deve partir do repouso na estação A e chegar ao repouso na estação B no menor intervalo de tempo possível. Determine: **(a)** o intervalo de tempo mínimo $\Delta t_{\min}$, em segundos e **(b)** a velocidade máxima atingida pelo trem, em m/s , nesse trecho.

Questão 6. Considere $0,100 \text{ mol}$ de um gás ideal monoatômico submetido inicialmente ao processo termodinâmico $A \rightarrow B$ representado no diagrama $P \times V$ e, em seguida, ao processo $B \rightarrow C$.



Sejam Q_1 e Q_2 , respectivamente, as quantidades de calor trocadas pelo gás nos processos $A \rightarrow B$ e $B \rightarrow C$. Adote a convenção $Q > 0$ para calor absorvido pelo gás e $Q < 0$ para calor cedido pelo gás. Determine, em joules: **(a)** Q_1 e **(b)** Q_2 .

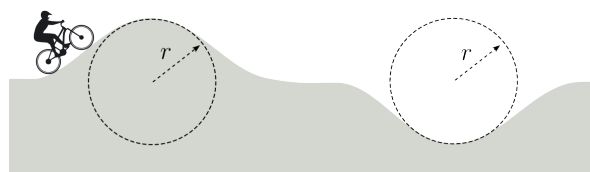
Questão 7. Uma esfera de massa $m = 10,0 \text{ kg}$ está em repouso, suspensa por três cabos, como mostra a figura. O cabo 2 forma um ângulo $\theta = 60^\circ$ com a horizontal.



Sejam $\vec{T}_1$, $\vec{T}_2$ e $\vec{T}_3$ as forças que os três cabos exercem sobre o nó A , conforme indicado na figura. Determine, em newtons:

(a) $|\vec{T}_1 + \vec{T}_2|$, **(b)** $|\vec{T}_1|$ e **(c)** $|\vec{T}_2|$.

Questão 8. Um ciclista e sua bicicleta, de massa total $m = 55,0 \text{ kg}$, percorrem uma pista de mountain bike que apresenta uma lombada de raio r seguida de uma depressão de mesmo raio, como mostra a figura, fora de escala.



Para suas estimativas, considere que o movimento ocorre em um mesmo plano e que o conjunto ciclista-bicicleta pode ser aproximado por uma partícula. Sabendo que $r = 20 \text{ m}$ e que o ciclista mantém velocidade escalar constante $v = 43,2 \text{ km/h}$, determine a intensidade da componente vertical da força que a pista exerce sobre o conjunto ciclista-bicicleta:

- (a)** no ponto mais alto da pista;
- (b)** no ponto mais baixo da pista.

Questão 9. Em muitos automóveis, o espelho lateral direito é convexo para aumentar o campo de visão do motorista. Entretanto, esse tipo de espelho modifica o tamanho e a posição da imagem em relação ao que seria observado em um espelho plano. Por isso, esses espelhos geralmente apresentam uma etiqueta de advertência.

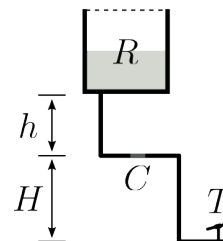
Considere um carro e um ciclista parados em um semáforo. O carro possui um espelho lateral convexo de raio de curvatura $R = 1,50$ m, e o ciclista está a $3,00$ m do espelho. Sejam d_c e h_c , respectivamente, a distância da imagem ao espelho e a altura da imagem formada pelo espelho convexo. Se o espelho fosse plano, essas mesmas grandezas seriam d_p e h_p . Determine as razões (a) d_c/d_p e (b) h_c/h_p .

Questão 10. Considere um fio composto pela união de dois trechos de comprimentos $L_1 = 12,5$ cm e $L_2 = 75,0$ cm e densidades lineares de massa $\mu_1 = 8,00$ g/m e $\mu_2 = 2,00$ g/m, respectivamente. As extremidades do fio são mantidas fixas, e o fio é submetido a uma tensão $T = 20,0$ N.

Determine:

- o intervalo de tempo, em segundos, que um pulso demora para se propagar de uma extremidade à outra do fio;
- a menor frequência de ressonância, em Hz, para a qual a emenda entre os dois trechos é um nó da onda estacionária;
- quantos antinodos existem no segundo trecho do fio nessa ressonância.

Questão 11. A figura, fora de escala, representa uma instalação hidráulica na qual um reservatório cúbico R , de capacidade máxima 1.000 L, alimenta uma única torneira T . As diferenças de altura indicadas na figura são $h = 2,50$ m e $H = 4,00$ m.



A tubulação possui seção transversal constante e uma emenda no ponto C . Considere o reservatório aberto à atmosfera, despreze as perdas de energia durante o escoamento e considere desprezível a velocidade de descida da superfície livre da água. No instante em que o reservatório contém 800 L de água, a torneira está aberta e a água escoar em regime estacionário. Determine:

- a velocidade v_C da água na emenda C , em m/s;
- a pressão manométrica $P_C - P_{\text{atm}}$ na emenda C , em atm.

Questão 12. Uma jovem skatista de massa $M = 51,0$ kg gosta muito de brincar com Frida, sua cadela de massa $m = 6,00$ kg. Utilizando um skate de massa $3,00$ kg, ela desliza agachada sobre uma calçada horizontal lisa com velocidade de intensidade $v_{S,0} = 2,00$ m/s.

Frida vem correndo em sentido contrário com velocidade de intensidade $v_{F,0} = 6,00$ m/s e salta nos braços da skatista. Considere positivo o sentido inicial de movimento da skatista e admita que Frida salta com a mesma velocidade com que vinha correndo.

Determine:

- a velocidade do conjunto skatista–skate–Frida imediatamente após Frida estar segura em seus braços;
- a energia mecânica dissipada durante a colisão, em joules.