



OLIMPÍADA BRASILEIRA DE FÍSICA 2024

Prova da 2ª Fase

10 DE AGOSTO DE 2024

NÍVEL JR  
Ensino Fundamental  
6º e 7º Anos

**LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES:**

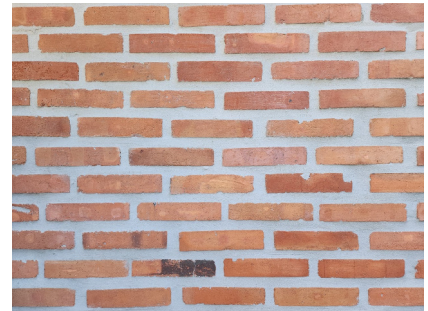
1. Esta prova destina-se exclusivamente aos alunos do **6º e 7º anos do ensino fundamental**. Ela contém **oito** questões.
2. Você deve seguir as instruções de prova dadas em [https://app.graxaim.org/obf/2024/open\\_page/instrucoes\\_2\\_fase](https://app.graxaim.org/obf/2024/open_page/instrucoes_2_fase). Entre as instruções dadas nesse documento, destacamos que:
  - As questões podem ser respondidas em qualquer ordem.
  - O intervalo de submissão entre duas resoluções consecutivas, ou entre a primeira submissão e as 18h00m (início da prova), não pode ultrapassar 45 minutos. **Atrasos podem fazer com que questões enviadas não sejam avaliadas.**
  - Preencha as caixas/campos de respostas apenas com **números na representação inteira ou decimal e sem as unidades de medidas.**
  - Escreva a resolução de cada questão em uma área de papel equivalente ao tamanho A5 (metade de uma folha A4). Fotografe a resolução e anexe-a na plataforma. Certifique-se que a imagem anexada esteja nítida e legível.
  - O envio das imagens das resoluções das questões é obrigatório.
3. Não serão aceitas respostas enviadas fora da plataforma (por email ou qualquer outro meio).
4. Durante a prova é permitido o uso de celular ou computador **apenas** para acessar o site <https://app.graxaim.org/obf/2024> ou para trocas de mensagens com os coordenadores estaduais da OBF ou com [equipeobf@graxaim.org](mailto:equipeobf@graxaim.org). **Todos os demais usos (calculadoras, aplicativos gráficos e numéricos, consultas, buscas na internet, etc) são proibidos.**

### INSTRUÇÕES (CONTINUAÇÃO)

6. As respostas devem ser enviadas das 18h00m às 22h00m, horário de Brasília.
7. Caso haja congestionamentos ou problemas na rede que afetem partes consideráveis do país, o site poderá ser ajustado para aceitar submissões após as 22h00m, horário de Brasília. No entanto, a validade destas respostas será analisada por uma comissão da OBF especialmente designada para este fim.
8. São vedados comentários e discussões sobre os enunciados das questões, suas respostas e possíveis resoluções em redes sociais, blogs, fóruns e demais meios de comunicação até as 14h00m, horário de Brasília, de 11/08/2024.
9. Se necessário e salvo indicação em contrário, use:  $\sqrt{2} = 1,4$ ;  $\sqrt{3} = 1,7$ ;  $\sqrt{5} = 2,2$ ;  $\text{sen}(15^\circ) = 0,26$ ;  $\text{cos}(15^\circ) = 0,97$ ;  $\text{sen}(30^\circ) = 0,50$ ;  $\text{cos}(30^\circ) = 0,85$ ;  $\text{sen}(45^\circ) = 0,70$ ;  $\pi = 3$ ; densidade da água =  $1,0 \text{ g/cm}^3$ ; calor específico da água =  $4,2 \text{ J/g}^\circ\text{C}$ ;  $1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$ ; raio da Terra =  $6\,400 \text{ km}$  e aceleração da gravidade =  $10,0 \text{ m/s}^2$ .

#### Questão 1.

Uma pessoa planeja construir uma parede de tijolos maciços para fechar completamente um vão de  $4,40 \text{ m}$  de largura por  $3,50 \text{ m}$  de altura. Os tijolos têm dimensões de  $20,0 \text{ cm} \times 10,0 \text{ cm} \times 5,00 \text{ cm}$ . A parede deve ter espessura de  $10,0 \text{ cm}$  de forma que os tijolos devem ser assentados com o lado maior na direção do comprimento da parede e o menor na direção da altura. Os tijolos devem ser assentados usando uma argamassa de densidade  $1900 \text{ kg/m}^3$  que os deixam separados por uma distância  $d$ . Considere que a argamassa preenche completamente o espaço entre os tijolos.



- (a) Caso  $d$  seja desprezível, quantos tijolos, aproximadamente, são utilizados na parede?
- (b) Caso  $d = 2,00 \text{ cm}$ , quantos tijolos são utilizados, aproximadamente, na parede?
- (c) Caso  $d = 2,00 \text{ cm}$ , qual a massa da argamassa aproximadamente, em  $\text{kg}$ , é utilizada na parede?

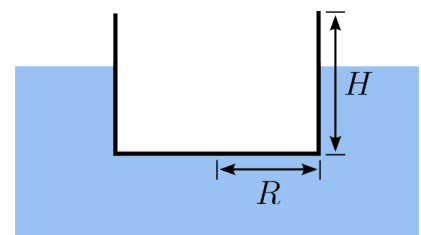
### Questão 2.

Alberto e Bruno moram em cidades que estão ligadas por uma estrada de 300 km de extensão. Certo dia, Alberto decide fazer uma visita surpresa a Bruno e inicia sua viagem às 8h00min da manhã. Coincidentemente, Bruno tem a mesma ideia, e parte em direção à cidade de Alberto às 8h27min da manhã. Sabendo que Alberto e Bruno dirigem durante este percurso seus automóveis com velocidades escalares médias de 60 km/h e 80 km/h, respectivamente, determine:

- O intervalo de tempo, em minutos, contados do início de sua viagem, em que o carro de Alberto cruza o carro de Bruno.
- A distância, em km, percorrida pelo carro de Bruno até o ponto onde se cruzaram.

### Questão 3.

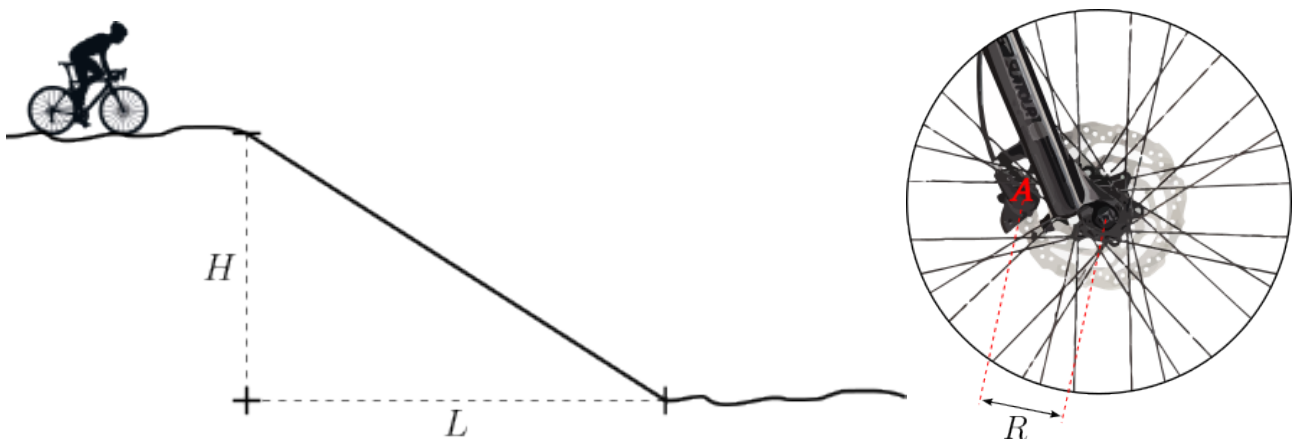
Considere um recipiente cilíndrico de raio  $R = 4,00$  cm e altura  $H = 6,00$  cm, de paredes finas e massa  $m = 160$  g. Quando completamente vazio ele flutua em uma vasilha com água, conforme a figura ao lado. Qual a máxima massa de água, em g, pode ser adicionada ao recipiente de modo que ele continue flutuando?



**Questão 4.** As unidades de medida são escolhidas de acordo com o experimento ou observação que são feitos. Por exemplo, ao acompanhar o movimento de uma lesma ao longo de uma parede pode ser conveniente adotar como unidade de comprimento o centímetro (cm) e de tempo o minuto (min), de forma que a rapidez média da lesma seria dada em cm/min. Em nossa experiência cotidiana com meios de transporte terrestre estamos bastante acostumados a medir velocidade em quilômetros por hora (km/h). Nos Estados Unidos, entre outros países, são usadas polegadas e milhas para medir pequenas e grandes distâncias. Quando se deseja comparar medidas dadas em diferentes unidades é necessário fazer a devida conversão. Dados: 1 polegada = 2,54 cm e 1 milha = 1600 m (aproximadamente).

- Qual o fator de conversão de cm/min para km/h (qual o valor de 1 cm/min em km/h)?
- Qual o fator de conversão de pol/min (polegada por minuto) para mph (milha por hora)?

**Questão 5.** Fazendo uma trilha com sua bicicleta, um ciclista desce uma rampa com uma velocidade constante de  $6,0 \text{ m/s}$ . A figura abaixo à esquerda, na qual  $H = 9,00 \text{ m}$  e  $L = 12,0 \text{ m}$ , mostra a rampa e a figura abaixo à direita mostra o sistema de freios a disco instalados nas duas rodas da bicicleta. Ao acionar o freio com a roda em movimento a peça  $A$  aplica uma força dissipativa, ou seja, transforma energia mecânica em energia térmica. Nesta bicicleta os discos são feitos de aço (calor específico de  $0,100 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ ) e cada um tem uma massa de  $150 \text{ g}$ . Desconsiderando as demais forças dissipativas (resistência do ar, etc), responda as questões a seguir. A massa do conjunto ciclista-bicicleta é  $80 \text{ kg}$ .



- Quanta energia mecânica é dissipada nos freios, em J?
- Considere que 60% da energia mecânica dissipada seja convertida em calor transferido aos discos (os 40% restantes são transferidos para o ambiente, pelo vento, radiação, etc). Qual a variação da temperatura dos discos em  $^\circ\text{C}$ ?

**Questão 6.** As unidades de medida são escolhidas de acordo com o experimento ou observação que são feitos. Por exemplo, ao acompanhar o movimento de uma lesma ao longo de uma parede pode ser conveniente adotar como unidade de comprimento o centímetro (cm) e de tempo o minuto (min), de forma que a rapidez média da lesma seria dada em  $\text{cm/min}$ . Em nossa experiência cotidiana com meios de transporte terrestre estamos bastante acostumados a medir velocidade em quilômetros por hora ( $\text{km/h}$ ). Nos Estados Unidos, entre outros países, são usadas polegadas e milhas para medir pequenas e grandes distâncias. Quando se deseja comparar medidas dadas em diferentes unidades é necessário fazer a devida conversão. Dados:  $1 \text{ polegada} = 2,54 \text{ cm}$  e  $1 \text{ milha} = 1600 \text{ m}$  (aproximadamente).

- Qual o fator de conversão de  $\text{cm/min}$  para  $\text{km/h}$  (qual o valor de  $1 \text{ cm/min}$  em  $\text{km/h}$ )?
- Qual o fator de conversão de  $\text{pol/min}$  (polegada por minuto) para  $\text{mph}$  (milha por hora)?

**Questão 7.** A velocidade  $V$  de propagação de uma onda em uma corda vibrante é dada por:

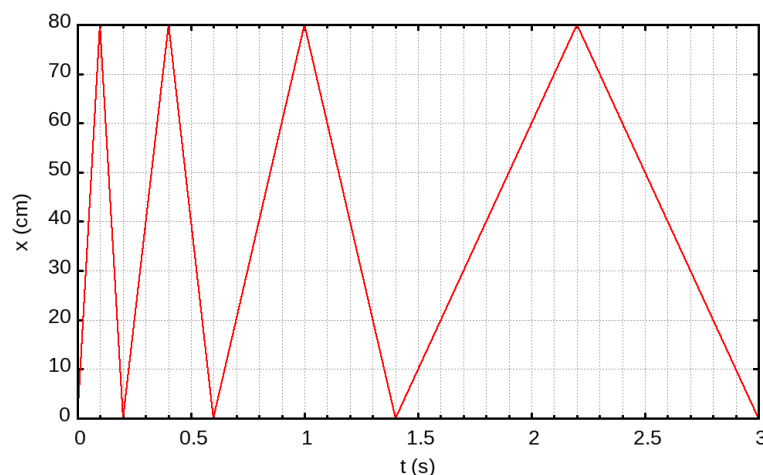
$$V = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

onde  $T$  é a tensão na corda e  $\mu$  é a densidade linear de massa da corda, ou seja, a massa por unidade de comprimento da corda. Considere uma corda de violão de aço de comprimento de 650 mm e diâmetro de 0,40 mm na qual  $V = 400$  m/s. Sabendo que a densidade do aço é 8 000 kg/m<sup>3</sup>, determine:

- (a)  $\mu$ , em kg/m.
- (b)  $T$ , em N.

**Questão 8.**

Em um laboratório de física há uma mesa horizontal com pequenos furos pelos quais saem jatos de ar (parecida com a usada no jogo hoquei de mesa). Desta forma um disco plástico pode deslizar sobre ela com força de atrito desprezível. A mesa tem uma beirada elevada em relação ao plano de movimento para impedir que o disco caia. Um estudante lança um disco com velocidade perpendicular a um lado da mesa, de forma que o disco realiza um movimento de bate e volta unidimensional, pois a velocidade inverte seu sentido quando colide com uma beirada da mesa. Ele realiza medidas de posição do centro do disco em função do tempo que são apresentadas no gráfico. As beiradas da mesa são de borracha e, em geral, restituem quase toda a energia ao disco em uma colisão. No entanto, o estudante recobriu uma beirada da mesa com uma fita levemente amortecedora.



- (a) Qual a distância  $d$ , em cm, percorrida pelo disco durante o intervalo de 0 a 3 s mostrado no gráfico?
- (b) Determine o coeficiente de restituição da colisão com a beirada da mesa coberta com fita. Ele é definido por  $e = \frac{v_f}{v_i}$  onde  $v_i$  e  $v_f$  são, respectivamente, as velocidades escalares imediatamente antes e depois da colisão com essa beirada.