



OLIMPÍADA BRASILEIRA DE FÍSICA 2024

Prova da 2ª Fase

10 DE AGOSTO DE 2024

NÍVEL I  
Ensino Fundamental  
8º e 9º Anos

**LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES:**

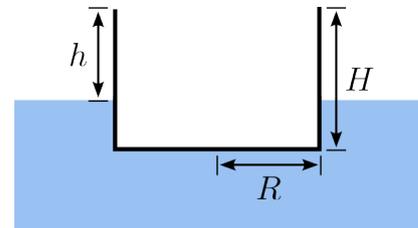
1. Esta prova destina-se exclusivamente aos alunos do **8º e 9º anos do ensino fundamental**. Ela contém **oito** questões.
2. Você deve seguir as instruções de prova dadas em [https://app.graxaim.org/obf/2024/open\\_page/instrucoes\\_2\\_fase](https://app.graxaim.org/obf/2024/open_page/instrucoes_2_fase). 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.

Considere um recipiente cilíndrico de raio  $R = 4,00 \text{ cm}$  e altura  $H = 6,00 \text{ cm}$ , de paredes finas e massa  $m = 160 \text{ g}$ . Quando completamente vazio ele flutua em uma vasilha com água com a borda do recipiente a uma altura  $h$  acima do nível de água, conforme mostra a figura ao lado.



- (a) Qual a altura  $h$ , em cm?
- (b) Qual a máxima massa de água, em g, pode ser adicionada ao recipiente de modo que ele continue flutuando?

**Questão 2.** Ana e Beatriz são estudantes de física e estão no alto de uma ponte de 30 metros de altura. Ana abandona uma pedra e  $0,50 \text{ s}$  depois Beatriz lança outra verticalmente para baixo. As pedras atingem a água do rio abaixo simultaneamente. Desconsidere a resistência do ar.

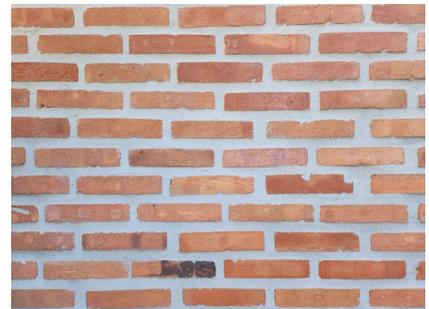
- (a) Em que instante, em s, em relação ao momento em que foi solta, a primeira pedra atinge a água?
- (b) Qual a velocidade de lançamento, em m/s, da segunda pedra?

**Questão 3.** Um parque de diversões no sul do Brasil descreve assim uma de suas principais atrações: “Com 100 metros, a Big Tower é uma das maiores torres radicais do mundo! Sua altura é equivalente a um prédio de 30 andares. Na queda o elevador chega a uma velocidade de 120 km/h. Para os corajosos amantes da adrenalina é um desafio e tanto.” referência: <https://www.betocarrero.com.br/atracoes/big-tower>, consultado em 18/06/2024, adaptado.

Considerando que o movimento do elevador é uniformemente acelerado durante os primeiros 20 andares de queda e que ele atinge a velocidade máxima nesse intervalo, qual é o valor da aceleração da queda, em  $\text{m/s}^2$ ?

**Questão 4.**

Uma pessoa planeja construir uma parede de tijolos maciços para fechar completamente um vão de 4,40 m de largura por 3,50 m de altura. Os tijolos têm dimensões de 20,0 cm  $\times$  10,0 cm  $\times$  5,00 cm. A parede deve ter espessura de 10,0 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 kg, é utilizada na parede?

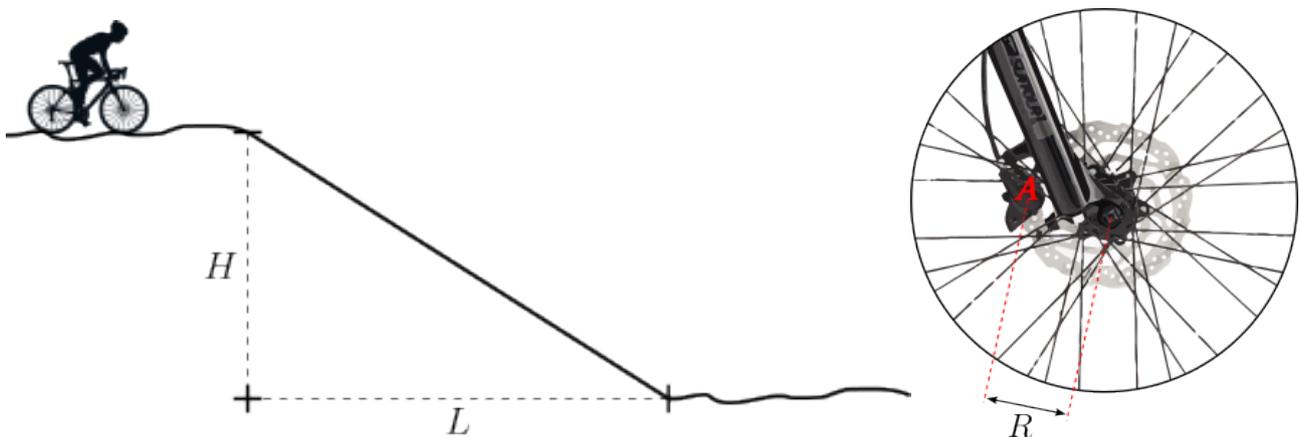
**Questão 5.** A velocidade  $V$  de propagação de uma onda em uma corda vibrante é dada por:

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

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  $V = 400 \text{ m/s}$ . Sabendo que a densidade do aço é  $8000 \text{ kg/m}^3$ , determine:

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

**Questão 6.** 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  $80 \text{ kg}$ .

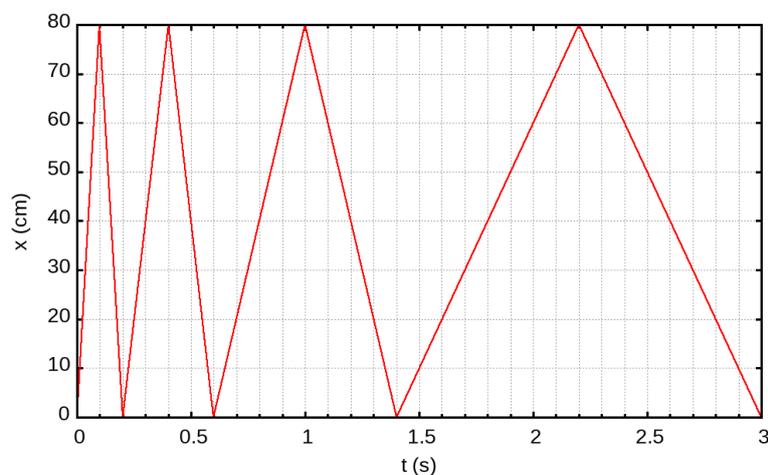


- Quanta energia mecânica é dissipada nos freios, em J?
- Considere que 60% da energia mecânica dissipada seja convertida em calor transferido aos discos (os 40% restantes são transferidos para o ambiente, pelo vento, radiação, etc). Qual a variação da temperatura dos discos em  $^\circ\text{C}$ ?

**Questão 7.** Alberto e Bruno moram em cidades que estão ligadas por uma estrada de  $300 \text{ km}$  de extensão. Certo dia, Alberto decide fazer uma visita surpresa a Bruno e inicia sua viagem às  $8\text{h}00\text{min}$  da manhã. Coincidentemente, Bruno tem a mesma ideia, e parte em direção à cidade de Alberto às  $8\text{h}27\text{min}$  da manhã. Sabendo que Alberto e Bruno dirigem durante este percurso seus automóveis com velocidades escalares médias de  $60 \text{ km/h}$  e  $80 \text{ km/h}$ , 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 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.