



OLIMPÍADA BRASILEIRA DE FÍSICA 2024

Prova da 2ª Fase

10 DE AGOSTO DE 2024

NÍVEL III
Ensino Médio
3ª e 4ª Séries

LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES:

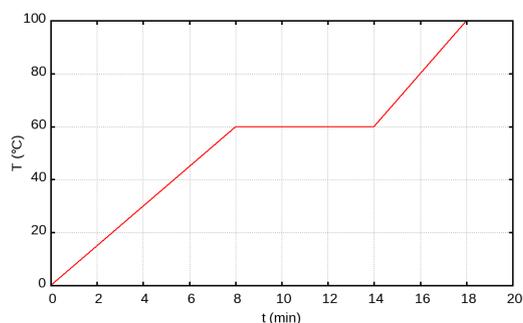
1. Esta prova destina-se exclusivamente aos alunos da **3ª e 4ª séries do nível médio**. Ela contém **8** questões.
2. Você deve seguir as instruções de prova dadas em https://app.graxaim.org/obf/2024/open_page/instrucoes_2_fase. Entre as instruções dadas nesse documento, destacamos que:
 - As questões 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. **Todos os demais usos (calculadoras, aplicativos gráficos e numéricos, consultas, buscas na internet, etc) são proibidos.**

INSTRUÇÕES (CONTINUAÇÃO)

5. As respostas devem ser enviadas das 18h00m às 22h00m, horário de Brasília.
6. 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.
7. 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.
8. 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 = $4,2 \text{ J/g}^\circ\text{C}$; $1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$; constante Coulomb = $9 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{C}^{-2}$; carga fundamental = $1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$; permeabilidade magnética = $1,2 \times 10^{-6} \text{ H/m}$ e aceleração da gravidade = $10,0 \text{ m/s}^2$.

Questão 1.

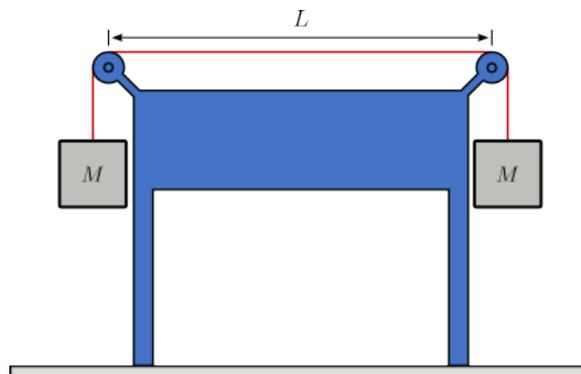
Uma barra de 200 g de uma substância à temperatura inicial $T_i = 0^\circ\text{C}$ é aquecida dentro de um recipiente que lhe transfere energia na forma de calor a uma taxa constante. A figura ao lado mostra a variação da temperatura da substância em função do tempo. Sabendo que ao final de 18 minutos foram transferidas 453,6 kJ, determine:



- (a) O calor latente de fusão desta substância em cal/g.
- (b) A razão c_l/c_s onde c_l e c_s são, respectivamente, os calores específicos desta substância nas fases líquida e sólida.

Questão 2.

A figura ao lado mostra um fio que passa por duas polias ideais e que é tensionado por dois blocos de massa $M = 6,00 \text{ kg}$ que estão presos às suas extremidades. O trecho horizontal do fio tem comprimento $L = 0,90 \text{ m}$ e o conjunto está em equilíbrio estático. O diâmetro do fio é $0,40 \text{ mm}$ e a densidade do aço é $8\,000 \text{ kg/m}^3$. Determine:

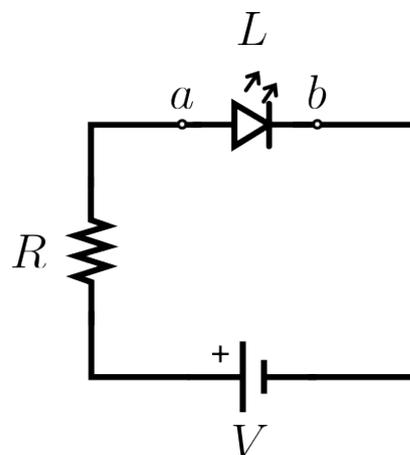


- A densidade linear de massa do fio, em g/m.
- A menor frequência, em Hz, da onda estacionária transversal que o trecho horizontal do fio pode apresentar.

Questão 3.

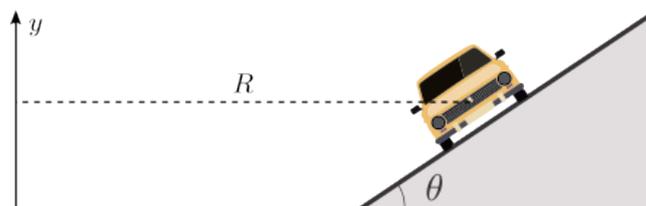
Diodos emissores de luz, ou LEDs, da sigla em inglês *Light-Emitting Diode* são dispositivos eletrônicos cada vez mais utilizados. A intensidade da luz emitida por um LED é uma função crescente da corrente que o percorre e que não pode superar determinado valor i_{max} que poderia queimá-lo. Por isso, em geral, um LED é ligado em série com uma resistência de proteção cuja função é limitar a corrente. Outra característica importante de um LED é o valor mínimo da tensão V_0 abaixo do qual ele não brilha (e a corrente que o percorre é nula ou desprezível).

O circuito ao lado apresenta, ligados em série, um LED L (entre os terminais a e b), uma bateria ideal de tensão $V = 9,00 \text{ V}$ e um resistor de resistência R . Suponha que a máxima corrente suportada pelo LED seja $i_{max} = 20,0 \text{ mA}$, que o circuito opere com uma corrente de 75% de i_{max} e que a tensão aplicada no LED seja $V_d = 3,00 \text{ V}$.



- Qual a potência dissipada no LED, em W?
- Qual o valor de R , em Ω (ohms)?

Questão 4. Uma curva de estrada é compensada quando o plano de rodagem se inclina em direção ao centro de curvatura de um ângulo θ em relação à horizontal. Na figura (fora de escala) o eixo vertical y passa pelo centro da trajetória circular de raio R executada pelo carro. Se $\theta = 0^\circ$ a curva não é compensada.

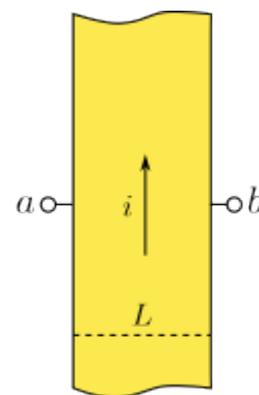


Um engenheiro está planejando uma estrada na qual o coeficiente de atrito estático entre os pneus e o pavimento é $\mu = 0,60$ e está considerando o caso em que carros trafegam com velocidade de módulo constante de $V = 108 \text{ km/h}$. Determine o menor valor de R , em m, com o qual os carros fazem as curvas sem derrapar, nos casos:

- (a) $\theta = 0$.
- (b) $\theta = 15^\circ$.

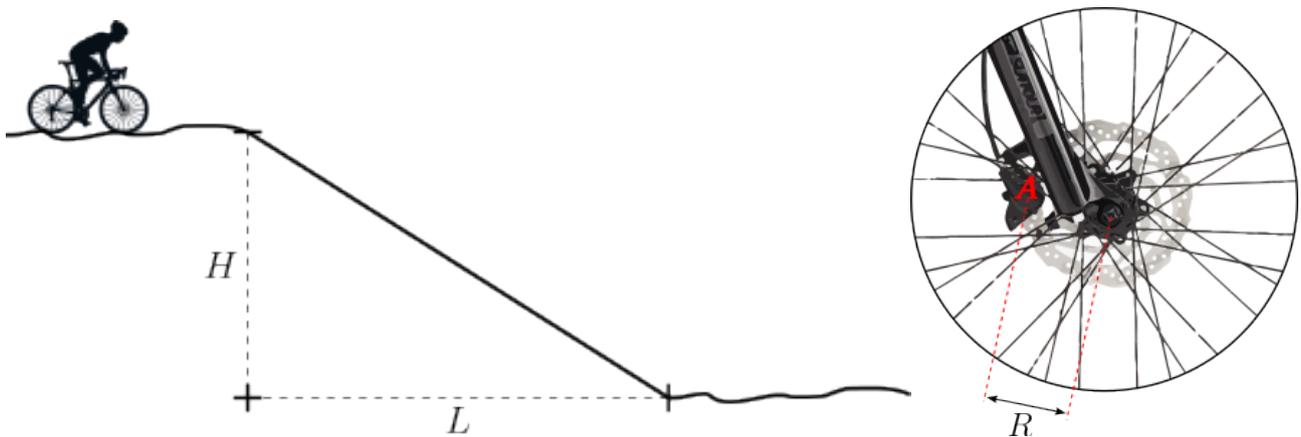
Questão 5.

Uma fita metálica de cobre de largura $L = 1,00 \text{ cm}$ e espessura $d = 10 \mu\text{m}$ é percorrida por uma corrente de $i = 2,0 \text{ A}$, conforme mostra a figura. A fita está na presença de um campo magnético uniforme \vec{B} perpendicular ao plano da fita e, portanto, na direção da espessura da fita. Nos terminais a e b , cada um deles ligado a um dos lados da fita, é conectado um voltímetro (não mostrado na figura) que mede a diferença de potencial $V_a - V_b = 12 \mu\text{V}$. Considere que o cobre apresenta $8,5 \times 10^{28}$ elétrons de condução por m^3 e adote a convenção de que $B > 0$ se \vec{B} estiver saindo do papel. Determine:



- (a) A velocidade de deriva dos elétrons v_d , ou seja, a velocidade associada à corrente i , em m/s.
- (b) $\frac{B}{|B|}$ (Responda 1 se \vec{B} estiver saindo do papel e -1 caso contrário.)
- (c) $|B|$ em tesla.

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 de intensidade F no disco a uma distância média de $R = 80 \text{ mm}$ do eixo de rotação. Nesta bicicleta as rodas têm diâmetro de 700 mm , 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 g . Desconsidere a ação das demais forças dissipativas. A massa do conjunto ciclista-bicicleta é 80 kg .

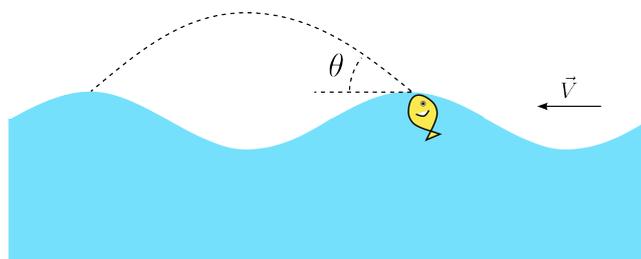


- Considere que 60% da energia mecânica dissipada durante a descida seja convertida em calor transferido aos discos (os 40% restantes são transferidos para o ambiente, pelo vento, radiação, etc). Qual a variação da temperatura dos discos em $^\circ\text{C}$?
- Considere que o freio é aplicado nas duas rodas de maneira uniforme em toda a descida. Qual a intensidade de F em N ?

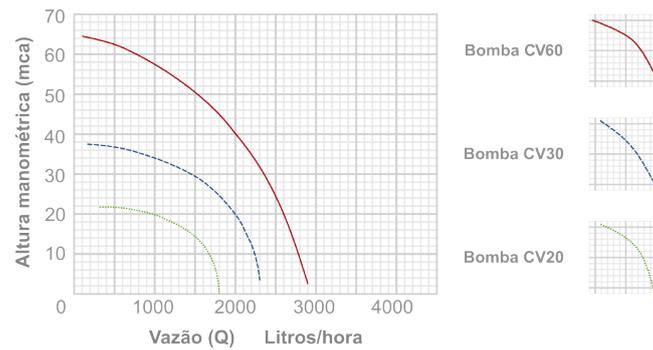
Questão 7.

Um pequeno peixe se lança com velocidade \vec{v}_0 do alto da crista de uma onda em direção à crista da onda à frente, conforme mostra a figura. As ondas têm velocidade de $3,00 \text{ m/s}$ e frequência de $2,00 \text{ Hz}$. A velocidade \vec{v}_0 forma um ângulo $\theta = 15^\circ$ com a horizontal. Considere apenas o movimento do centro de massa do peixe e despreze a resistência do ar.

- Qual a distância entre as cristas das ondas, em m ;
- Qual o módulo velocidade com que o peixe emerge da crista v_0 , em m/s ?



Questão 8. Um proprietário rural cava uma cisterna em sua residência e utiliza uma bomba periférica para elevar a água coletada a uma altura de 20 m em relação à superfície da água na cisterna. Para transportar a água ele usa uma mangueira cilíndrica de área de seção transversal $3,00 \text{ cm}^2$. O gráfico abaixo mostra como varia a pressão manométrica em função da vazão da água na saída da tubulação para diferentes modelos de bomba. O proprietário instalou o modelo de bomba CV30.



- Qual a potência mínima da bomba, em W?
- Qual a velocidade da água na mangueira, em m/s?