

OLIMPIÁDA BRASILEIRA DE FÍSICA 2024
1ª FASE - 14 e 15 DE JUNHO DE 2024

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 **vinte** questões.
2. Cada questão contém cinco alternativas, das quais apenas uma é correta.
3. Você deve submeter (enviar) suas respostas na tarefa **Prova da 1ª Fase** do site de provas da OBF <https://app.graxaim.org/obf/2024>.
4. A prova é individual e sem consultas. Ela deve ser resolvida apenas com folhas de papel em branco para rascunho, caneta, lápis, borracha, régua e compasso.
5. Durante a prova, é permitido o uso do celular ou computador apenas para acessar o site de provas, ou para receber e enviar mensagens para o professor credenciado da OBF em sua escola ou para equipeobf@graxaim.org. O uso dos demais recursos de seu celular ou computador (aplicativos matemáticos, gráficos, de consultas a material bibliográfico e anotações, calculadoras e congêneres) é proibido.
6. As respostas devem ser enviadas das 7:00 de 14/6 às 23:59 de 15/6 (BRT). Dentro deste período, **você tem 4 horas (tempo de prova) para completar a prova**.
7. O controle de seu tempo de prova é feito a partir do instante em que você acessou o caderno de questões.
8. Todas as questões respondidas após 4 horas do tempo de prova serão anuladas. Isso será feito, posteriormente, no momento da avaliação.
9. **O sistema não informa quando uma questão é respondida atrasada.** Monitore você mesmo o tempo de prova.
10. Envie as respostas no sistema à medida que as questões são resolvidas. Não corra riscos de enviar respostas atrasadas.
11. Este caderno de questões é para seu uso exclusivo. É proibida a divulgação de seu conteúdo, total ou em parte, por quaisquer meios, até 16/6/2024 14:00 BRT. Até essa data e horário, também são proibidos comentários e discussões sobre o conteúdo da prova em redes sociais.

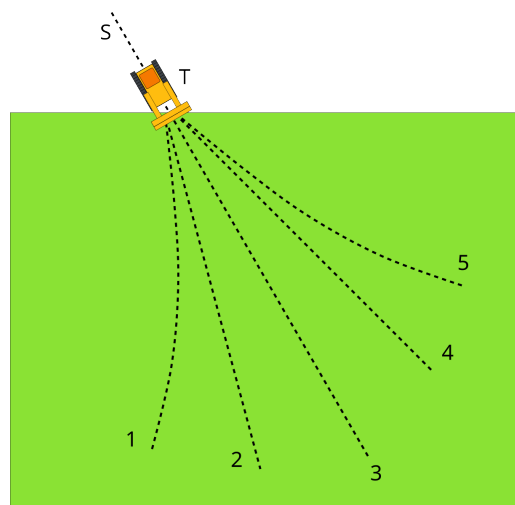
Constantes

Se necessário e salvo indicação em contrário, use:

$\sqrt{2} = 1,4$; $\sqrt{3} = 1,7$; $\sqrt{5} = 2,2$; $\sin(30^\circ) = 0,50$; $\cos(30^\circ) = 0,85$; $\sin(45^\circ) = 0,70$; $\pi = 3,1$; densidade da água = $1,0 \text{ g/cm}^3$; densidade do gelo = $0,92 \text{ g/cm}^3$; $1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$; calor específico da água líquida = $1,0 \text{ cal g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$; calor específico do gelo = $0,50 \text{ cal g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$; calor latente de fusão da água = 80 cal/g ; calor latente de vaporização da água = 540 cal/g ; velocidade da luz no vácuo = $3 \times 10^8 \text{ m/s}$; velocidade do som no ar = 340 m/s ; carga elementar = $1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$; constante de gravitação universal = $6,7 \times 10^{-11} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}\text{s}^{-2}$; constante de Planck = $6,6 \times 10^{-34} \text{ J.s}$ e aceleração da gravidade = $10,0 \text{ m/s}^2$.

Questão 1.

Uma escavadeira de brinquedo motorizada está se deslocando sobre um piso liso em direção oblíqua a uma região de piso acarpetado. Ao invés de rodas, o brinquedo possui esteiras rolantes (como um tanque de guerra) e para fazer uma curva é preciso mudar a velocidade de rolamento relativa entre as esteiras. A figura representa o instante em que o brinquedo (T), tendo percorrido a trajetória S, está na iminência de se mover sobre o carpete (representado em verde). Considerando que o contato do carpete com a esteira rolante faz com que esta se mova mais lentamente, qual o número da curva pontilhada que melhor representa a trajetória do brinquedo sobre o carpete?



- (a) 1 (b) 2 (c) 3 (d) 4 (e) 5

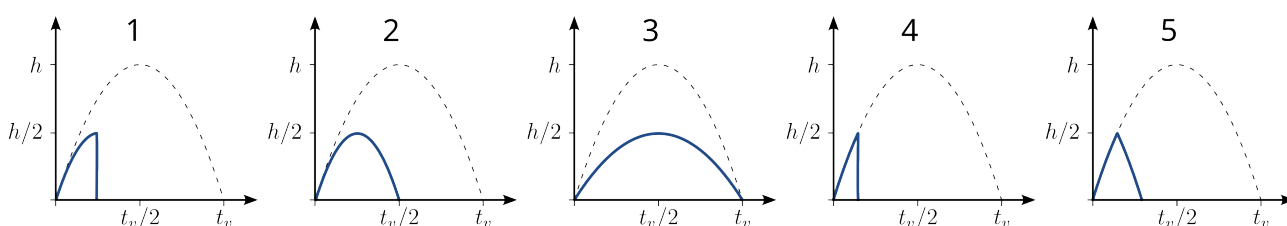
Questão 2. Em muitas regiões costeiras há um regime de marés no qual há um intervalo de 6 horas entre a maré alta e a baixa. Considere os seguintes fenômenos.

1. Atração gravitacional Terra-Lua.
2. Rotação da Terra em torno do próprio eixo.
3. Rotação da Lua em torno do próprio eixo.

Os fenômenos acima que influenciam o regime de marés descrito são:

- (a) nenhum; (b) apenas 1 e 2; (c) apenas 1 e 3; (d) apenas 2 e 3; (e) todos.

Questão 3. Uma pessoa lança uma bolinha de borracha verticalmente para cima em uma região em que há um pergolado (cobertura decorativa vazada exceto pela presença de caibros horizontais). Os lançamentos são feitos com as mesmas altura e velocidade iniciais, mas a partir de posições horizontais diferentes. Logo, ao subir, a bolinha pode ou não colidir com um caibro do pergolado. Quando não colide, o movimento é idêntico ao de um lançamento vertical e a bola atinge uma altura máxima h que é o dobro da altura do pergolado. Quando colide, a bola mantém a rapidez e inverte o sentido de movimento (a velocidade troca de sinal). As figuras abaixo são de gráficos da posição vertical da bolinha em função do tempo. A curva tracejada em cada figura corresponde ao caso em que não há colisão.



Qual o número da figura que apresenta, em linha sólida, corretamente o gráfico do movimento da bola que colide com o caibro?

- (a) 1 (b) 2 (c) 3 (d) 4 (e) 5

Questão 4. Um lancha parte de um atracadouro e navega 2 km para leste, depois 4 km para o norte, depois 5 km para o oeste. A que distância, em km, aproximadamente, ela está do atracadouro?

- (a) 3 (b) 4 (c) 5 (d) 7 (e) 11

Questão 5. Uma pessoa quer elevar uma carga de peso P de uma altura h . Ele pode fazer isso diretamente (movimento vertical) ou usando um plano inclinado. Nesse caso, aplica uma força ao longo do plano inclinado de intensidade F por uma distância d até que a carga suba até uma altura h ($d > h$). Considere que W_1 e W_2 são, respectivamente, as energias necessárias para realizar a tarefa diretamente ou pelo plano inclinado e que não haja forças dissipativas (atritos). Considerando o exposto, assinale a alternativa correta.

- (a) $F < P$ e $W_1 < W_2$.
 (b) $F < P$ e $W_1 = W_2$.
 (c) $F < P$ e $W_1 > W_2$.
 (d) $F = P$ e $W_1 = W_2$.
 (e) $F > P$ e $W_1 > W_2$.

Questão 6. Uma pessoa lança uma pedra em uma piscina quadrada de lado $L = 6,00$ m com água inicialmente tranquila. A pedra cai verticalmente no centro da piscina e provoca uma onda circular que se propaga na superfície da água. A onda atinge os vértices da piscina 0,5 s depois de ter atingido os lados. A velocidade da onda, em m/s, é aproximadamente:

- (a) 1,2 (b) 2,0 (c) 2,4 (d) 3,6 (e) 4,8

Questão 7. Uma pessoa em viagem aos EUA suspeitava que estava com febre e precisou medir sua temperatura corporal. Ele só encontrou termômetros na escala Fahrenheit, onde as temperaturas de fusão e ebulição da água são, respectivamente, 32°F e 212°F . Ao medir sua temperatura obteve $100,5^\circ\text{F}$. Qual o valor dessa temperatura, aproximadamente, em graus Celsius?

- (a) 37 (b) 38 (c) 39 (d) 40 (e) 41

Questão 8. Em um laboratório de física há 4 peças metálicas, sendo uma peça curva no formato de uma letra C e três peças retas. As peças são colocadas sobre uma base horizontal de cerâmica na configuração mostrada na figura. O conjunto é cuidadosamente levado a um forno e aquecido de 300°C .



Considerando que a dilatação da cerâmica é desprezível comparada à do metal, é correto afirmar sobre a variação das distâncias d_1 e d_2 :

- (a) ambas aumentam.
(b) ambas diminuem.
(c) ambas permanecem constantes.
(d) d_1 aumenta e d_2 diminui.
(e) d_1 diminui e d_2 aumenta.

Questão 9. Um carro está fazendo uma curva à esquerda em uma estrada. Considere que as rodas do carro estão girando sem deslizar e o carro mantém sua velocidade escalar (rapidez) constante durante a curva. Sejam ω_i e α_i , respectivamente, a velocidade e aceleração angulares das rodas internas (mais próximas do centro de curvatura da estrada) e ω_e e α_e as correspondentes grandezas para as rodas externas. É correto afirmar que:

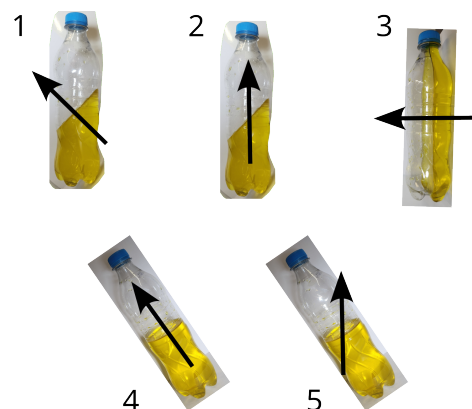
- (a) $\omega_i < \omega_e$ e $\alpha_i < \alpha_e$.
(b) $\omega_i > \omega_e$ e $\alpha_i > \alpha_e$.
(c) $\omega_i = \omega_e$ e $\alpha_i = \alpha_e = 0$.
(d) $\omega_i < \omega_e$ e $\alpha_i = \alpha_e = 0$.
(e) $\omega_i > \omega_e$ e $\alpha_i = \alpha_e = 0$.

Questão 10. Cotidianamente temos contato com várias unidades de energia: joule, caloria, quilowatt-hora e BTU. O joule (J) é a unidade de energia no Sistema Internacional (SI), mas não é uma de suas unidades fundamentais, como, por exemplo, são o metro (m), o quilograma (kg) e o segundo (s). Em termos destas unidades fundamentais, 1 J é equivalente a:

- (a) $\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^3$ (b) $\text{kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2$ (c) $\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$ (d) $\text{kg} \cdot \text{m}/\text{s}^3$ (e) $\text{kg} \cdot \text{m}^3/\text{s}^2$

Questão 11.

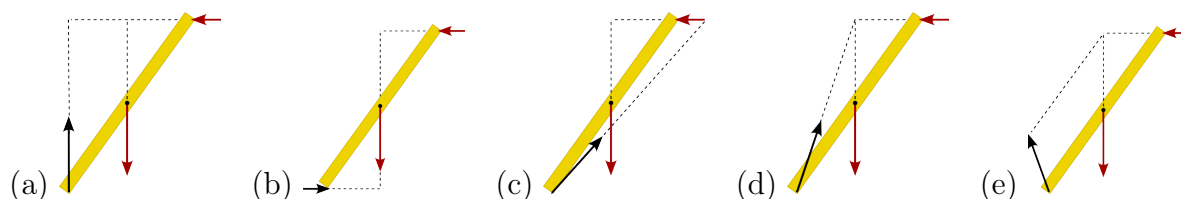
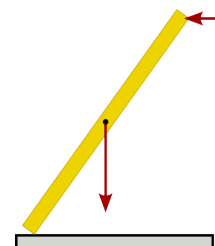
Uma garrafa parcialmente cheia com água e corante pode ser usada como um prumo rudimentar. Observando o nível d'água, com a garrafa em repouso, pode-se determinar a direção vertical. As figuras ao lado apresentam fotos que foram tiradas da garrafa em repouso em diferentes posições. Sobre as fotos foram sobrepostas setas. Quais das setas indicam, aproximadamente, a direção vertical e para cima do ambiente no qual as fotos foram tiradas?



- (a) apenas 2 e 4.
(b) apenas 2 e 5.
(c) apenas 3 e 4.
(d) apenas 1 2 e 3.
(e) apenas 1, 3 e 4.

Questão 12.

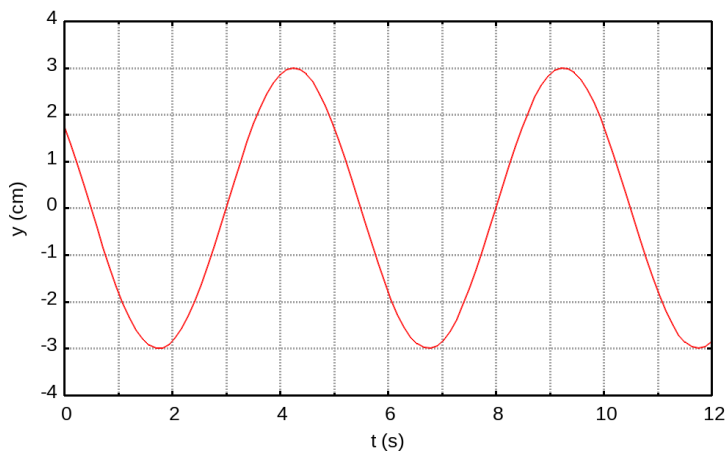
Um lápis está apoiado na superfície rugosa de uma mesa, conforme figura ao lado. A seta vertical representa a força gravitacional aplicada no bari-centro do lápis e a horizontal uma força externa aplicada por uma pessoa na extremidade superior do lápis. As figuras abaixo representam possíveis diagrama de corpo livre (DCL) do lápis, nos quais a seta preta representa a força $\vec{F}_m$ que a mesa aplica no lápis. A figura que melhor representa $\vec{F}_m$ quando o lápis se encontra em equilíbrio estático é:



Questão 13.

Um corpo suspenso inicialmente em equilíbrio estático é posto para oscilar em movimento harmônico simples no instante $t = 0$. A figura mostra o gráfico de seu deslocamento vertical y em relação à posição de equilíbrio inicial em função do tempo t .

Sobre o movimento do corpo é correto afirmar que



- (a) a fase inicial é nula.
- (b) o período é de aproximadamente 5 s.
- (c) a frequência é de aproximadamente 0,4 s.
- (d) a amplitude é de aproximadamente 2 cm.
- (e) a amplitude é de aproximadamente 6 cm.

Questão 14. Um parafuso se desprende do alto de um beiral de um prédio de altura h e cai sob a ação exclusiva da gravidade. Ele atinge o solo no instante t_f com velocidade V_f . Sejam t_a o instante em que o parafuso está a uma altura $h/2$ e t_b o instante em que a velocidade do parafuso é $V_f/2$. É correto afirmar que:

- (a) $t_b = t_a$ e $t_b = t_f/2$.
- (b) $t_b = t_a$ e $t_b < t_f/2$.
- (c) $t_b = t_a$ e $t_b > t_f/2$.
- (d) $t_b < t_a$ e $t_b = t_f/2$.
- (e) $t_b > t_a$ e $t_b = t_f/2$.

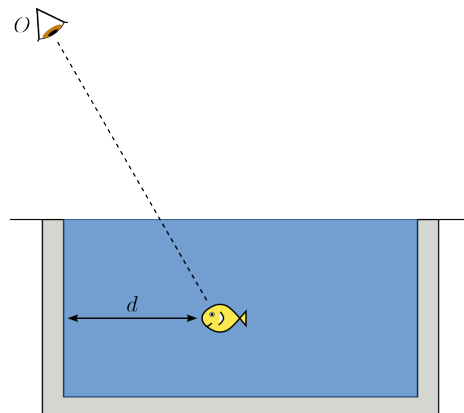
Questão 15. Em um experimento de física, um grupo de estudantes mostrou que a equação horária de uma partícula em movimento retilíneo uniformemente variado pode ser escrita na forma $x(t) = 10(3t - 5)(2t - 1)$, com x em cm e t em s. Os valores da velocidade inicial v_0 e da aceleração a da partícula são:

- (a) $v_0 = -130$ cm/s e $a = 60$ cm/s².
- (b) $v_0 = -130$ cm/s e $a = 120$ cm/s².
- (c) $v_0 = 10$ cm/s e $a = 6$ cm/s².
- (d) $v_0 = 50$ cm/s e $a = 60$ cm/s².
- (e) $v_0 = 50$ cm/s e $a = 120$ cm/s².

Questão 16.

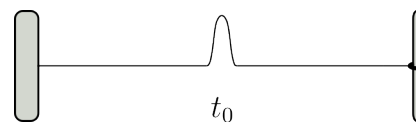
Uma pessoa de pé na beirada de uma piscina em um dia ensolarado observa um peixe. O ponto O da figura indica a posição de observação (olhos) da pessoa e a **imagem** do peixe é vista a uma distância horizontal d da beirada. Seja d_o a distância horizontal real do peixe até a beirada, é correto afirmar que:

- (a) $d_o > d$, devido à refração da luz vinda do peixe.
- (b) $d_o < d$, devido à refração da luz vinda do peixe.
- (c) $d_o < d$, devido à refração da luz vinda do sol.
- (d) $d_o > d$, devido à refração da luz vinda do sol.
- (e) $d_o = d$, pois a refração afeta apenas a distância vertical (profundidade aparente).

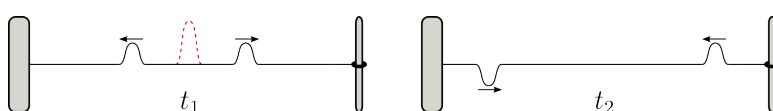
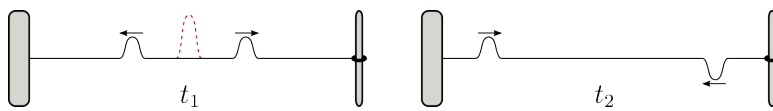
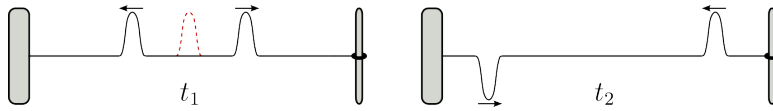
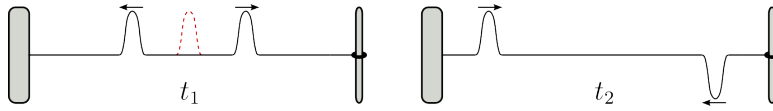
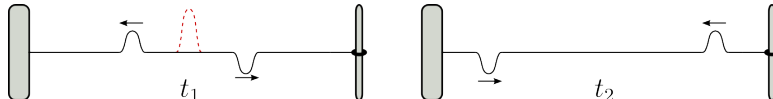


Questão 17.

Um fio ideal está tensionado horizontalmente entre uma parede e um eixo vertical. Uma de suas extremidades está fixada na parede e a outra está presa a um anel que pode se mover ao longo do eixo vertical. No instante t_0 perturba-se o fio deformando sua região central conforme mostra a figura fora de escala. Sejam, respectivamente, $t_1 > t_0$ e $t_2 > t_1$ os instantes antes e imediatamente depois das primeiras reflexões dos pulsos formados.



Qual a alternativa representa corretamente o fio nos instantes t_1 e t_2 ? (A linha pontilhada vermelha na primeira figura de cada alternativa mostra a perturbação inicial.)

- (a) 
- (b) 
- (c) 
- (d) 
- (e) 

Questão 18. Uma corda de violão é afinada girando a correspondente tarraxa localizada na cabeça do violão o que modifica a tensão da corda. Considere que inicialmente a corda de um violão está levemente desafinada e quando tocada seu primeiro harmônico de comprimento de onda $\lambda_{c,0}$ produz ondas sonoras de comprimento de onda $\lambda_{s,0}$. Girando a tarraxa de forma a aumentar a tensão na corda essas grandezas passam a ser: λ_c para a onda na corda e λ_s para a onda sonora produzida. É correto afirmar que:

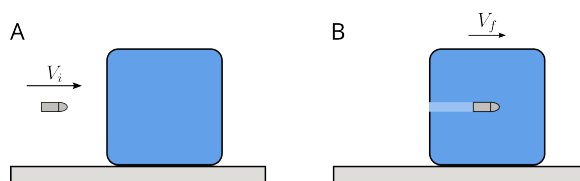
- (a) $\lambda_c = \lambda_{c,0}$ e $\lambda_s > \lambda_{s,0}$.
- (b) $\lambda_c = \lambda_{c,0}$ e $\lambda_s < \lambda_{s,0}$.
- (c) $\lambda_c = \lambda_{c,0}$ e $\lambda_s = \lambda_{s,0}$.
- (d) $\lambda_c > \lambda_{c,0}$ e $\lambda_s = \lambda_{s,0}$.
- (e) $\lambda_c < \lambda_{c,0}$ e $\lambda_s = \lambda_{s,0}$.

Questão 19. Um motorista está dirigindo em um trecho retilíneo de uma estrada. De repente, quando o carro está com velocidade escalar (rapidez) de 20 m/s, ele percebe que a estrada está completamente bloqueada por uma árvore caída e aciona os freios com o carro 30 m à frente dela. Considere que a frenagem produz uma aceleração de intensidade constante de 5 m/s². Em relação ao instante do início da frenagem é correto afirmar, aproximadamente, que:

- (a) depois de 1,5 s o carro para.
- (b) depois de 2,0 s o carro para encostando na árvore.
- (c) depois de 2,0 s o carro, com velocidade de 10 m/s, colide com a árvore.
- (d) depois de 4,0 s o carro para.
- (e) depois de 6,0 s o carro para.

Questão 20.

Um projétil de massa m é disparado contra um bloco de massa M que está em repouso apoiado em uma superfície horizontal sem atrito. A figura A mostra o projétil com velocidade de intensidade V_i pouco antes de atingir o bloco. Após uma colisão instantânea, o projétil fica alojado no bloco, conforme a figura B. A velocidade V_f do conjunto imediatamente após colisão é:



- (a) $\frac{m}{M} V_i$ (b) $\frac{m}{M+m} V_i$ (c) $\sqrt{\frac{m}{M}} V_i$ (d) $\sqrt{\frac{m}{M+m}} V_i$ (e) $\sqrt{\frac{M+m}{M}} V_i$