



OLIMPIÁDA BRASILEIRA DE FÍSICA 2023  
1ª FASE - 22 A 24 DE JUNHO DE 2023

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/2023>.
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](mailto: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 congêres) é proibido.
6. As respostas devem ser enviadas dentro do horário definido no calendário. Dentro deste intervalo, **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 de provas serão anuladas. Isso será feito, posteriormente, no momento da avaliação (contagem de pontos).
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 feitas. 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 24/06/2023 23:59 BRT. Até esse 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 =  $80 \text{ cal/g}$ ; calor latente de vaporização da água =  $540 \text{ cal/g}$ ; velocidade da luz no vácuo =  $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ ; velocidade do som no ar =  $340 \text{ m/s}$ ; 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.

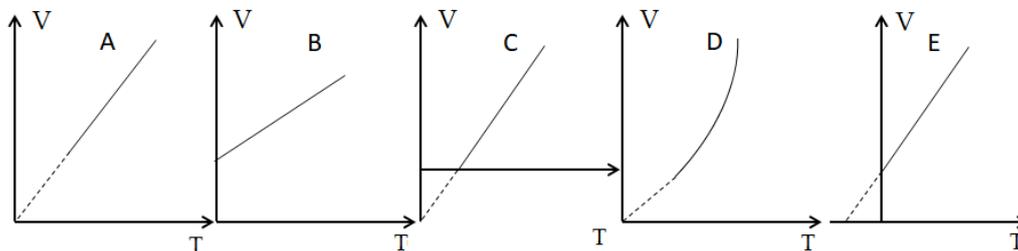
Imagine uma cápsula espacial (a parte da nave onde se encontram os astronautas de certa missão) está descendo para a Lua com velocidade constante de  $2 \text{ m/s}$ . Quando se encontra a uma altura de  $4 \text{ m}$  da superfície lunar, os motores são desligados e a cápsula cai livremente. A aceleração da gravidade na superfície da Lua é de  $1,6 \text{ m/s}^2$ . A que velocidade (em  $\text{m/s}$ ) a nave tocará o solo lunar? Observação: este é um dado muito importante para a segurança da tripulação.

- (a) 3,6
- (b) 4,1
- (c) 12,8
- (d) 14,8
- (e) 16,8

### Questão 2.

Considere um cubo sólido feito totalmente de plástico, exceto por uma cavidade esférica em seu centro. Sabe-se que o cubo, que tem arestas de  $5,0 \text{ cm}$ , permanece em equilíbrio sem afundar e nem emergir quando posto em um recipiente com água. Considerando que a densidade do plástico é  $1,35 \text{ g/cm}^3$ , o raio da cavidade interna do cubo, em  $\text{cm}$ , é

- (a) 1,7
- (b) 2,0
- (c) 2,3
- (d) 2,6
- (e) 4,2



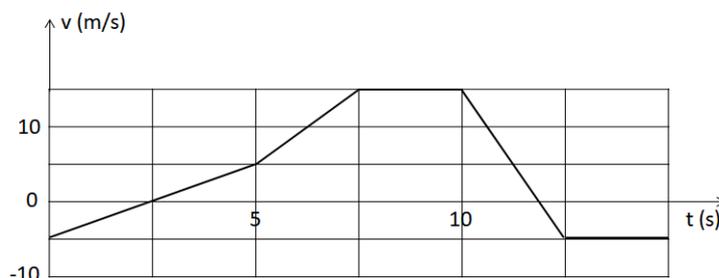
### Questão 3.

Sob certas circunstâncias, muitos gases apresentam comportamento semelhante ao de um gás ideal ou perfeito, no qual, as partículas que o compõem interagem apenas por colisões perfeitamente elásticas e se movem aleatoriamente. Qual dos gráficos a seguir melhor representa o volume de certa massa de um gás perfeito em função da sua temperatura absoluta em um processo que mantém sua pressão constante?

- (a) Gráfico A
- (b) Gráfico B
- (c) Gráfico C
- (d) Gráfico D
- (e) Gráfico E

### Questão 4.

A figura mostra o gráfico do movimento de um corpo durante 15 segundos. Em relação a este gráfico, faça um análise do mesmo e encontre o máximo valor do módulo da aceleração (em  $\text{m/s}^2$ ).



- (a) 2
- (b) 4
- (c) 6
- (d) 8
- (e) 16



### Questão 5.

A lei de Snell é baseada no princípio de Fermat. Esta lei mostra a relação, entre os ângulos de incidência e de refração da luz quando atravessa a fronteira entre dois meios com índices de refração diferentes. Sempre que este fenômeno acontece, há uma variação

- (a) da frequência e da velocidade.
- (b) da frequência e do comprimento de onda.
- (c) do comprimento de onda e da velocidade.
- (d) da frequência, do comprimento de onda e da velocidade.
- (e) só da velocidade.

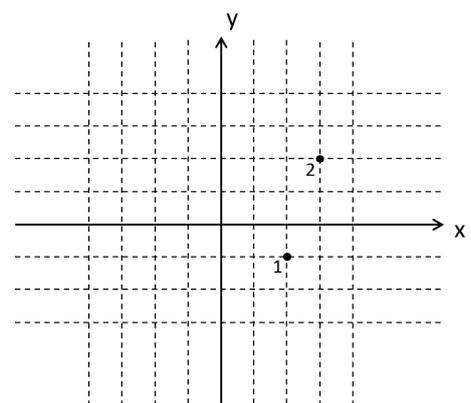
### Questão 6.

Uma bola de futebol de massa  $m$  se choca com uma parede com velocidade  $v$  e quica na mesma direção (sentido contrário), com a mesma velocidade (choque perfeitamente elástico). Em relação à energia e momento linear da bola e da parede antes e depois do choque, podemos afirmar que

- (a) a bola apenas recebeu energia da parede.
- (b) a bola apenas cedeu energia para a parede.
- (c) a bola e a parede trocaram apenas momento linear.
- (d) a bola e a parede trocaram energia e momento linear.
- (e) a parede e a bola não trocaram nem energia nem momento linear.

### Questão 7.

Uma partícula se move do ponto 1 ao ponto 2, veja figura, sob a ação da força  $\vec{F} = 2\hat{i} + \hat{j}$ . As componentes da força são dadas em newtons e o reticulado da figura tem um espaçamento de 1 metro. Além disso,  $\hat{i}$  e  $\hat{j}$ , são vetores unitários, paralelos, respectivamente, aos eixo  $x$  e  $y$ . O trabalho  $W$ , em J, realizado pela força é:



- (a) 5
- (b) 7
- (c) 9
- (d) 11
- (e) 13

### Questão 8.

Um mol de gás ideal à temperatura  $T$  é resfriado através de uma transformação isocórica de volume  $V_1$  até a pressão  $P$  cair para  $P/2$  e cede uma quantidade de calor  $Q_1$ . Depois, através de um processo isobárico, o gás é levado a um estado final de volume  $V_2$  que de temperatura  $T_2 = T$ , ou seja, o estado final tem a mesma temperatura que o estado inicial. Seja  $Q_2$  o calor trocado pela gás no processo 2, podemos afirmar que:

- (a)  $V_2 < V_1$  e  $|Q_2| = |Q_1|$ ,
- (b)  $V_2 = V_1$  e  $|Q_2| = |Q_1|$ ,
- (c)  $V_2 > V_1$  e  $|Q_2| = |Q_1|$ ,
- (d)  $V_2 > V_1$  e  $|Q_2| > |Q_1|$ ,
- (e)  $V_2 > V_1$  e  $|Q_2| < |Q_1|$ ,

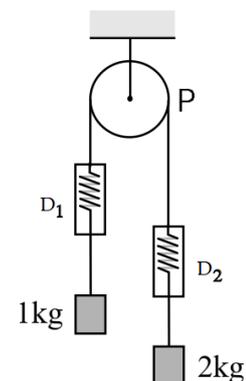
### Questão 9.

Quando dois corpos de diferentes estão em contato térmico há trocas de calor até que o equilíbrio térmico é estabelecido. Determine a temperatura de equilíbrio  $T_e$  quando 5 kg de água à temperatura de  $10^\circ\text{C}$  são adicionados a 10 kg de água a  $40^\circ\text{C}$ . Despreze a capacidade térmica do recipiente e as perdas de calor. O valor mais próximo de  $T_e$ , em  $^\circ\text{C}$ , é

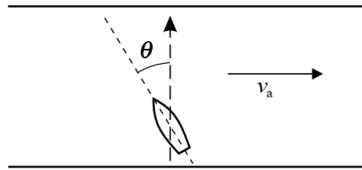
- (a) 20
- (b) 25
- (c) 30
- (d) 33
- (e) 35

### Questão 10.

Na máquina de Atwood representada na figura, a polia P, o fio inextensível e os dinamômetros  $D_1$  e  $D_2$  têm massa desprezível. Se o sistema é liberado para se mover, com atrito desprezível, as indicações dos dinamômetros serão (em N), respectivamente



- (a)  $10/3$  e  $20/3$
- (b)  $40/3$  e  $40/3$
- (c)  $20/3$  e  $40/3$
- (d)  $20/3$  e  $20/3$
- (e) 10 e 20



### Questão 11.

Uma bola A, de massa 0,1 kg, é lançada para alto verticalmente com uma velocidade de 5 m/s, de um ponto no nível do solo. Simultaneamente, outra pedra B, de massa 0,2 kg é lançada, do mesmo ponto, com velocidade de 10 m/s sob um ângulo de  $30^\circ$  com a horizontal. desprezando a resistência do ar podemos afirmar que

- (a) A atinge uma altura maior que B.
- (b) B atinge uma altura maior que A.
- (c) A e B caem no solo simultaneamente.
- (d) A permanece em movimento por mais tempo que B.
- (e) Quando tocam o solo, a energia cinética de B é 4 vezes a de A.

### Questão 12.

A temperatura de um gás é diretamente proporcional à energia cinética média das moléculas que o formam. Um recipiente contém um mol de gás hidrogênio ( $H_2$ ) e um mol gás nitrogênio ( $N_2$ ) à temperatura T. Considerando que a massa do H é 1 UMA e de N é 14, a relação entre o valor quadrático médio da velocidade da molécula de hidrogênio em relação à da molécula de nitrogênio é

- (a) 1:16
- (b) 4:1
- (c) 16:3
- (d) 1:4
- (e) 1:1

### Questão 13.

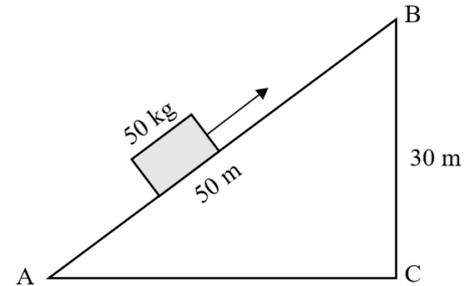
Um barco se move com uma velocidade de 10 km/h em relação à água de um rio que flue a 5 km/h. O barco pretende atravessar o rio em uma trajetória retilínea perpendicular às margens do rio (ver linha tracejada com a seta na figura abaixo).

O ângulo  $\theta$  segundo o qual deve ser orientado o barco e sua velocidade em relação às margens são, respectivamente,

- (a)  $0^\circ$  e 10 km/h
- (b)  $60^\circ$  e 8,7 km/h
- (c)  $30^\circ$  e 11,2 km/h
- (d)  $30^\circ$  e 8,7 km/h
- (e)  $60^\circ$  e 11,2 km/h

### Questão 14.

A figura mostra um plano inclinado sobre o qual se move um corpo com velocidade constante do ponto A ao ponto B. O coeficiente de atrito cinético entre o plano e o corpo é 0,4, e o corpo se move para cima graças a uma força  $F$  não representada na figura. Qual das alternativas abaixo mostra o valor do trabalho realizado pela força  $\vec{F}$  (em kJ) ao longo desse percurso?



- (a) 10
- (b) 15
- (c) 23
- (d) 25
- (e) 28

### Questão 15.

Na Terra, uma mola de massa desprezível está presa ao teto e sustenta em sua outra extremidade de corpo massivo. Na situação de equilíbrio estático a mola se alonga de um comprimento  $L$ . Quando o sistema é perturbado, ele oscila com frequência  $f$ . Quando a mesma experiência é feita na Lua, com um corpo e mola de mesmas características, observa-se que o alongamento da mola na situação de equilíbrio é  $L' = L/n$  e a frequência de oscilação do sistema é  $f'$ . Qual das alternativas abaixo representa a razão entre as frequências  $f/f'$ ?

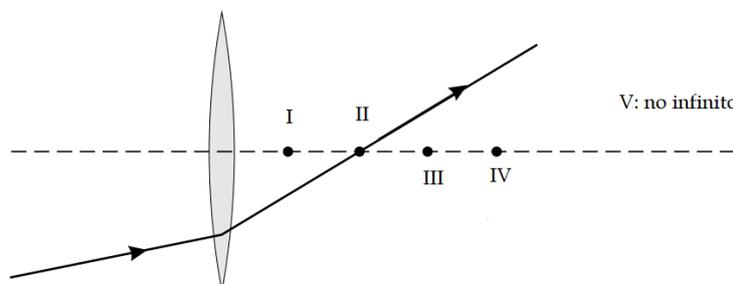
- (a)  $n$
- (b)  $n^{1/2}$
- (c) 1
- (d)  $\frac{1}{n^{1/2}}$
- (e)  $1/n$

**Questão 16.** Um mosquito, que voava na rodovia, bate no para-brisa de um caminhão e permanece esmagado lá. Indiquemos com  $\Delta p_c$  e  $F_c$  o módulo da mudança de momento do caminhão e a força média aplicada pelo caminhão ao mosquito e, da mesma forma, com  $\Delta p_m$  e  $F_m$  o módulo da variação de momento do mosquito e a força média aplicada pelo mosquito ao caminhão. Qual, dos itens abaixo, é o correto?

- (a)  $F_c > F_m$  e  $\Delta p_c < \Delta p_m$
- (b)  $F_c > F_m$  e  $\Delta p_c > \Delta p_m$
- (c)  $F_c > F_m$  e  $\Delta p_c = \Delta p_m$
- (d)  $F_c = F_m$  e  $\Delta p_c > \Delta p_m$
- (e)  $F_c = F_m$  e  $\Delta p_c = \Delta p_m$

**Questão 17.**

A figura mostra um raio de luz que incide e é refratado por uma lente delgada convergente.



Qual dos pontos indicados representa melhor a posição do foco da lente?

- (a) I
- (b) II
- (c) III
- (d) IV
- (e) V

**Questão 18.**

Um satélite se move em uma órbita circular em torno da Terra. Considere as seguintes afirmações feitas por um observador que analisa o movimento a partir de um referencial inercial.

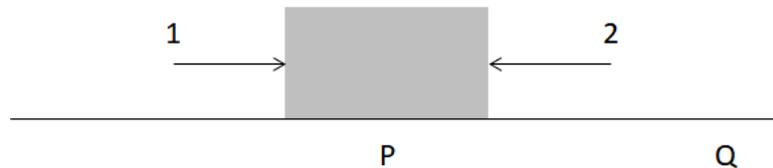
- I.** Na direção radial, a única força que atua no satélite é a força gravitacional centrípeta.
- II.** Na direção radial, além da força gravitacional centrípeta também atua uma força centrífuga.
- III.** É necessário um motor para sustentar o movimento do satélite na direção tangencial.

São corretas as alternativas:

- (a) Apenas I.
- (b) Apenas II.
- (c) Apenas III.
- (d) I e III.
- (e) II e IV.

**Questão 19.**

Um bloco em repouso no ponto P é empurrado por duas pessoas em sentidos opostos. O bloco se move até o ponto Q, ficando em repouso novamente (ver figura).

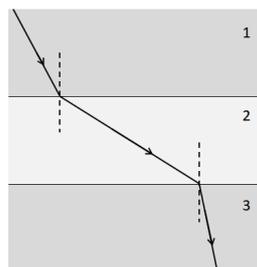


Na comparação dos trabalhos feitos pelas pessoas (1 e 2) durante o deslocamento do bloco podemos dizer que

- (a)  $|W_1| = |W_2| \neq 0$
- (b)  $|W_1| > |W_2|$
- (c)  $|W_1| < |W_2|$
- (d)  $W_1 = W_2 = 0$
- (e)  $|W_1| \neq 0$  e  $W_2 = 0$

**Questão 20.**

A figura mostra esquematicamente um raio de luz que se propaga através da água, ar e vidro, não necessariamente nessa ordem. Sabendo que a luz se propaga mais rápido na água do que no vidro, os três meios, na ordem são:



- (a) 1: ar; 2: água; 3: vidro
- (b) 1: água; 2: vidro; 3: ar
- (c) 1: vidro; 2: água; 3: ar
- (d) 1: vidro; 2: ar; 3: água
- (e) 1: água; 2: ar; 3: vidro