

OLIMPIÁDA BRASILEIRA DE FÍSICA 2022
1ª FASE - 27 DE AGOSTO DE 2022

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/2022>.
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 congêres) é proibido.
6. As respostas devem ser enviadas das 8:00 às 22:00 BRT. Dentro deste intervalo, **you have 4 hours (exam time) to complete the exam**.
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 28/08/2022 14:00 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:

$\sqrt{2} = 1,4$; $\sqrt{3} = 1,7$; $\sqrt{5} = 2,2$; $\text{sen}(30^\circ) = 0,50$; $\text{cos}(30^\circ) = 0,85$; $\text{sen}(45^\circ) = 0,70$; $\pi = 3,1$; 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. O risco dos caminhões perderem os freios em descidas de serras é apreciável. Por isso, em muitas delas estão sendo construídas áreas de escapes. Até o ano de 2020, a área de escape da BR-376 já evitou centenas de acidentes. A foto abaixo mostra um caminhão carregando 11 toneladas de carga utilizando a área de escape.



Considere que o caminhão durante a frenagem se comporta como um bloco de igual massa e velocidade que desliza em um plano inclinado para fazer suas estimativas. O início da área de escape é a parte de baixo de um plano inclinado de um ângulo $\theta = 30^\circ$ em relação à horizontal. Se o caminhão entra na área de escape com velocidade de 108 km/h e para depois de percorrer uma distância de 75 m , o coeficiente de atrito cinético entre o caminhão e o piso é de aproximadamente:

- (a) 0,06 (b) 0,12 (c) 0,48 (d) 0,60 (e) 0,74

Questão 2. Minas Gerais é famosa por suas montanhas. Em virtude disto várias de suas cidades possuem muitas ladeiras, subidas muito íngremes. Por isso é comum encontrar ruas em zigue-zagues, como essa na cidade de Nova Lima, MG, mostrada na figura. Este arruamento foi construído em 1894 para dar acesso ao bairro recém criado na antiga Villa Nova de Lima. É um exemplo original de utilização de rampas em formato de zigue-zague para reduzir impacto de ladeira com forte inclinação. Sua concepção facilitava o tráfego de moradores e possibilitava a passagem de tropas de burro com carregamentos, meio de transporte utilizado na época. Hoje, o arruamento em zigue-zague é considerado um dos maiores atrativos turísticos urbanos do município, estando entre os símbolos que representam o cartão postal da cidade.



Observe na figura há escadas laterais, logo é possível percorrer a ladeira tanto pelas escadas quanto pelas rampas.

Considere que um atleta em treinamento consiga subir tanto pela escada quanto pelas rampas com a mesma rapidez (velocidade escalar) e faz seus exercícios carregando um lastro de massa M . Sejam W_e e P_e , respectivamente, o trabalho que o atleta realiza sobre o lastro e P_e a energia por unidade de tempo (potência) que ele transfere para o lastro quando ele sobe a ladeira pela escada; e W_r e P_r são as grandezas análogas quando sobe pela rampa. Podemos afirmar que:

- (a) $W_e = W_r$ e $P_e = P_r$.
- (b) $W_e > W_r$ e $P_e > P_r$.
- (c) $W_e = W_r$ e $P_e > P_r$.
- (d) $W_e < W_r$ e $P_e > P_r$.
- (e) $W_e < W_r$ e $P_e < P_r$.

Questão 3. No verão de 2022, a região noroeste dos Estados Unidos veem sendo castigada por ondas de calor. Em 26/07, na cidade de Seattle foi registrada a mais alta temperatura de todos os tempos, quando os termômetros acusaram 94°F . Historicamente, as temperaturas em Seattle raramente superam 88°F . As previsões para Portland, outra cidade da região, apontam que a temperatura neste verão pode atingir a marca de 102°F .

Lembrando que na escala Fahrenheit o ponto de fusão do gelo é 32°F e o ponto de ebulição da água é 180°F , o valor em graus celsius, da temperatura extrema prevista para Portland é, aproximadamente,

- (a) 35 (b) 39 (c) 42 (d) 51 (e) 56

Questão 4. Uma ferramenta de 1 kg é levada para a Lua onde a aceleração da gravidade é $1/6$ da aceleração da gravidade na Terra. Aproximadamente, quais são, respectivamente a massa e o peso dessa ferramenta na Lua?

- (a) 0,17 kg e 0 N
- (b) 0,17 kg e 1,7 N
- (c) 1,0 kg e 0 N
- (d) 1,0 kg e 0,17 N
- (e) 1,0 kg e 1,7 N

Questão 5. Cientistas descobriram que a velocidade do som em Marte é muito diferente da registrada aqui da Terra. A descoberta foi anunciada pelo cientista planetário Baptiste Chide, do Laboratório Nacional de Los Alamos, na 53^a Conferência de Ciência Lunar e Planetária que ocorreu entre os dias 7 e 11 de março de 2022. Em frequências altas, acima de 240 Hz, os modos vibracionais ativados pela colisão das moléculas de dióxido de carbono não têm tempo suficiente para relaxar ou retornar ao seu estado original, resultando em um som que viaja mais de 10 metros por segundo mais rápido do que em frequências baixas.

O comportamento diferente a que se refere a notícia é que na Terra, o som no intervalo de frequência considerado, tem velocidade de propagação:

- (a) independente da frequência e do comprimento de onda.
- (b) maior para ondas de maior comprimento de onda.
- (c) maior para fontes de maior da potência.
- (d) maior para ondas de maior amplitude da onda.
- (e) maior para fontes sonoras deslocando-se no sentido de propagação.

Questão 6. Qual a massa de gelo, a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, que pode ser derretida com o calor necessário para fundir um pequeno bloco de chumbo de 50 g, inicialmente à temperatura $28\text{ }^{\circ}\text{C}$? Considere as seguintes propriedades (aproximadas) para o chumbo: temperatura de fusão $328\text{ }^{\circ}\text{C}$, calor específico $0,03\text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$ e calor latente de fusão 6 cal/g .

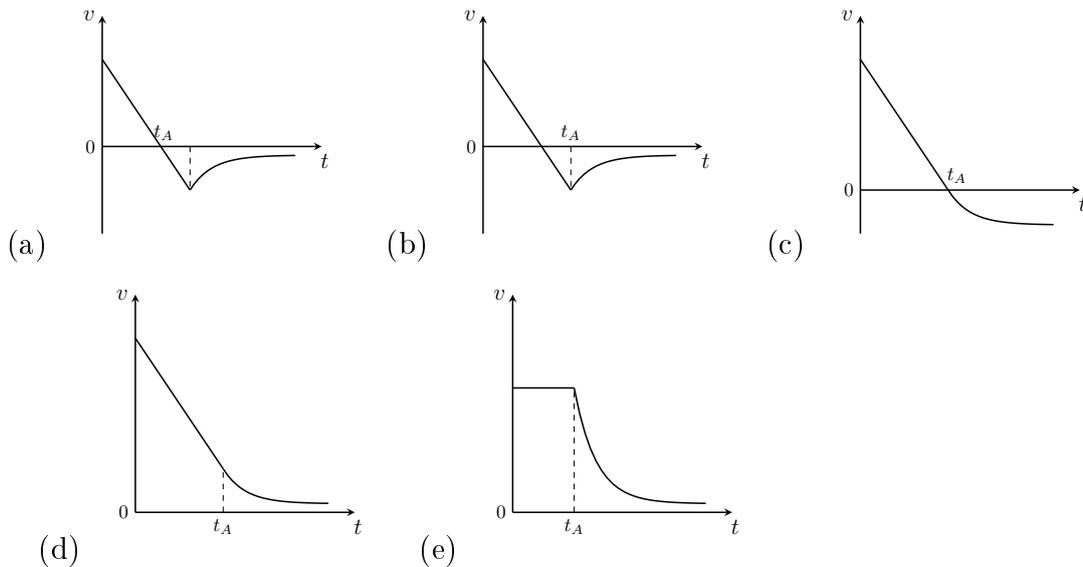
- (a) 3,8 (b) 4,7 (c) 5,6 (d) 9,4 (e) 9,9

Questão 7. Uma motorista planeja uma viagem por uma estrada que está dividida em dois trechos. O primeiro trecho tem comprimento de 100 km e a estrada é simples com uma faixa em cada sentido e velocidade máxima de 80 km/h. O segundo trecho, de comprimento 50 km, é uma autoestrada com três faixas e velocidade máxima permitida de 120 km/h. Caso a motorista percorra cada trecho com uma velocidade escalar média (rapidez média) igual à máxima rapidez de cada trecho, a velocidade escalar média, em km/h, de toda a viagem é aproximadamente:

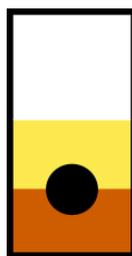
- (a) 90 (b) 93 (c) 96 (d) 100 (e) 106

Questão 8. No instante $t = 0$ um estudante de física lança verticalmente para cima um brinquedo que tem um pequeno paraquedas embutido. O paraquedas é ajustado para ser aberto em um instante t_A após o brinquedo já estar se movendo para baixo.

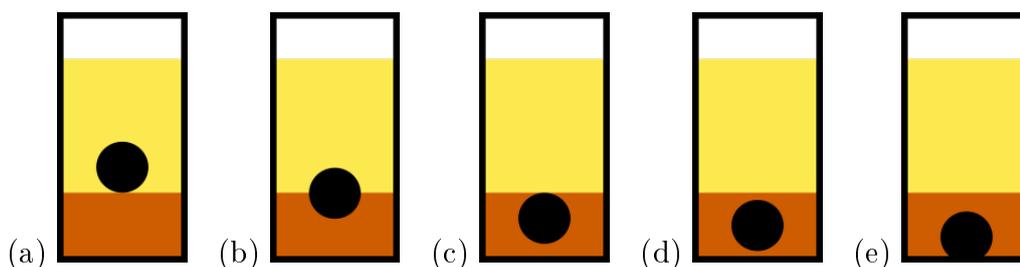
O gráfico $v \times t$ que melhor representa a velocidade do brinquedo em função do tempo durante seu voo é:



Questão 9. Um recipiente contém volumes iguais de dois líquidos que não se misturam e um corpo sólido esférico. Quando o sistema entra em equilíbrio hidrostático, observa-se que cada hemisfério do sólido fica em contato com um líquido, conforme ilustrado na figura.



Acrescenta-se ao recipiente uma quantidade do líquido menos denso até que a altura de sua camada dobre. Após o equilíbrio hidrostático ser reestabelecido, a situação que melhor representa o sistema é:



Texto para as duas próximas questões

O Japão estuda a possibilidade de criar um elevador entre a superfície da Terra e uma estação espacial. No projeto, um contêiner oval com capacidade de transportar até 30 pessoas é movido por um motor elétrico com uma rapidez de cerca de 200 km/h (relativa ao cabo que liga a base terrestre à estação espacial). Suponha que a estação espacial ficará em uma órbita geoestacionária e sua base terrestre estará ao nível do mar em algum ponto do equador. Assuma também que o raio de uma órbita geoestacionária é 42 000 km e o raio da Terra é 6 400 km.



Questão 10. A duração, em dias, de uma viagem de elevador da Terra à estação espacial será de

- (a) 1,3 (b) 7,4 (c) 8,4 (d) 8,8 (e) 9,8

Questão 11. Sejam P_T e P_E , respectivamente, o peso (intensidade da força gravitacional) de uma pessoa quando está na superfície da Terra e quando está dentro de um cômodo na estação espacial. Podemos afirmar que:

- (a) $P_T = P_E$, enquanto a estação estiver presa ao cabo que a liga à Terra.
(b) $0 < P_E < P_T$ em qualquer situação.
(c) $0 \leq P_E < P_T$, com $P_E = 0$ se o cômodo estiver sem atmosfera.
(d) $0 \leq P_E < P_T$, com $P_E = 0$ se o cabo se romper.
(e) $0 < P_T < P_E$ em qualquer situação.

Questão 12. Uma estudante física viaja dentro de um táxi que tem um amuleto pendurado no espelho retrovisor, que funciona como um pêndulo. O táxi anda sobre um trecho plano com pavimento liso e perfeitamente conservado. Quando percorre um trecho retilíneo com rapidez constante ela observa que o fio que prende o amuleto está perfeitamente na vertical. Considere as seguintes observações feita pela estudante em dois trechos do caminho:

- No trecho I, no referencial do carro, o amuleto se deslocou levemente para trás ao longo do comprimento do carro.
- No trecho II, no referencial do carro, o amuleto se deslocou na direção transversal do carro no sentido da janela lateral esquerda (do motorista).

Sobre o movimento nos trechos podemos afirmar que:

- No trecho I a rapidez do táxi aumentou. No trecho II o táxi virou para a direita.
- No trecho I a rapidez do táxi diminuiu. No trecho II o táxi virou para a direita e sua rapidez diminuiu.
- No trecho I a rapidez do táxi diminuiu. No trecho II o táxi virou para a esquerda e sua rapidez diminuiu.
- No trecho I a rapidez do táxi diminuiu. No trecho II o táxi virou para a direita e manteve sua a rapidez constante.
- No trecho I a rapidez do táxi diminuiu. No trecho II o táxi virou para a esquerda e manteve sua a rapidez constante.

Questão 13. Em um laboratório didático de física há duas bancadas para estudo de dinâmica. Em uma bancada há o arranjo experimental 1 com um bloco de 2,0 kg, um dinamômetro, uma polia e dois fios, montados como mostra a figura 1. Note que uma extremidade do dinamômetro está presa em um fio que se prende a uma haste fixa na bancada e a outra está presa a um fio que, depois de passar por uma polia, suspende o bloco. Na outra bancada há o arranjo experimental 2, com dois blocos de massa 2,00 kg, duas polias e dois fios, montados como mostra a figura 2.

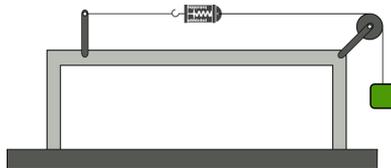


figura 1

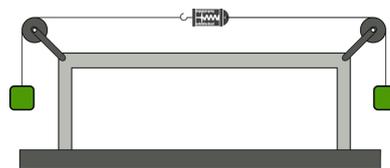
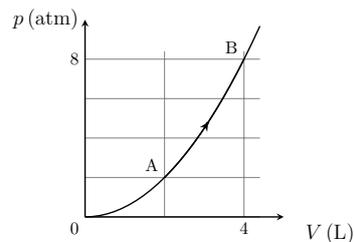


figura 2

Considerando que, os fios, a polia e o dinamômetro são ideais e ambos os sistemas estão em equilíbrio estático, a leitura T_1 e T_2 , em N, respectivamente, dos dinamômetros dos arranjos 1 e 2, valem

- (a) 20 e 0 (b) 20 e 20 (c) 20 e 40 (d) 40 e 20 (e) 40 e 40

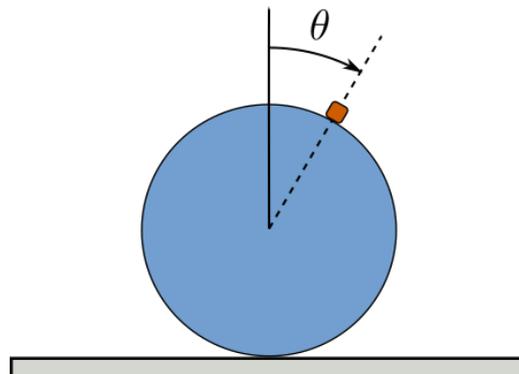
Questão 14. Em um laboratório de física um gás é submetido ao processo termodinâmico quase estático cujo diagrama pressão por volume, $p \times V$, está representado na figura. Note que a pressão p é dada em atmosferas e o volume V é dado em litros. Observa-se que o processo pode ser representado pela função empírica $p(V) = aV^2$, onde a é um parâmetro empírico.



A unidade de medida do parâmetro a em unidades do sistema internacional é:

- (a) Pa (b) Pa/m³ (c) Pa/m⁶ (d) atm (e) atm/L²

Questão 15. Um bloco liso de massa m desliza apoiado sobre uma superfície lisa e esférica de raio R como mostra a figura. A posição do bloco em função do tempo é dada pela coordenada angular θ . No instante inicial, $t = 0$, o bloco parte de $\theta = 0$ com velocidade escalar nula.

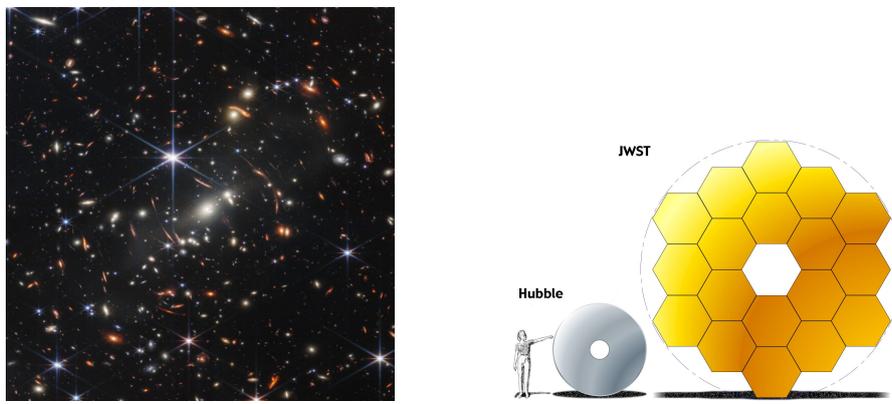


Seja N a intensidade da força aplicada pela superfície no bloco, podemos afirmar (medidas de θ em radianos) que:

- (a) $N = mg$ é constante no intervalo de $[0, \frac{\pi}{2}[$. $N = 0$ em $\theta = \frac{\pi}{2}$, quando o bloco abandona a superfície.
- (b) $N = mg$ é constante no intervalo $[0, \theta_c[$, com $\theta_c < \frac{\pi}{2}$. $N = 0$ em $\theta = \theta_c$, quando o bloco abandona a superfície.
- (c) $N = mg$ em $\theta = 0$. N decresce no intervalo $[0, \frac{\pi}{2}[$. $N = 0$ em $\theta = \frac{\pi}{2}$, quando o bloco abandona a superfície.
- (d) $N = mg$ em $\theta = 0$. N decresce no intervalo $[0, \theta_c[$, com $\theta_c < \frac{\pi}{2}$. $N = 0$ em $\theta = \theta_c$, quando o bloco abandona a superfície.
- (e) $N = mg$ em $\theta = 0$. N decresce no intervalo $[0, \pi[$. $N < 0$ em $\theta = \pi$, quando o bloco colide com o solo.

Questão 16. O telescópio espacial James Webb (JWST, na sigla em inglês) começou a enviar suas primeiras imagens para a Terra em 12/07/2022. As imagens obtidas por ele mostram detalhes nunca antes vistos. Abaixo à esquerda, está uma imagem de um aglomerado de galáxias capturada pelo JWST, na qual cada ponto luminoso é uma galáxia formada por bilhões de estrelas.

A figura abaixo à direita compara os espelhos primários do JWST e do telescópio espacial Hubble, que entrou em operação em 1990. O espelho primário do JWST é formado por 18 espelhos hexagonais de lado $L = 66$ cm e o HST é formado por, aproximadamente, uma coroa circular de raio externo $R = 120$ cm e raio interno $r = 40$ cm.



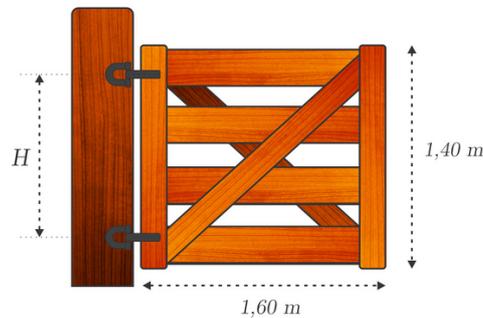
Comparado ao Hubble, o JWST consegue observar objetos luminosos muito mais distantes, pois seu maior espelho primário:

- (a) Coleta mais energia luminosa.
- (b) Coleta radiações de maior comprimento de onda.
- (c) Minimiza efeitos de difração.
- (d) Minimiza efeitos de interferência.
- (e) Tem maior distância focal.

Questão 17. Uma pequena pedra é lançada verticalmente para cima. Quando ela está no ponto mais alto de sua trajetória podemos afirmar que:

- (a) suas velocidade e aceleração são nulas.
- (b) sua velocidade é nula e sua aceleração aponta para baixo.
- (c) sua velocidade é nula e sua aceleração aponta para cima.
- (d) sua velocidade aponta para cima e sua aceleração é nula.
- (e) sua velocidade aponta para baixo e sua aceleração é nula.

Questão 18. Um fazendeiro instala na entrada de sua propriedade uma porteira cujo peso é 50 kgf. Na instalação ele utiliza duas dobradiças igualmente distantes do centro da porteira e a uma distância H uma da outra, como representado na figura.

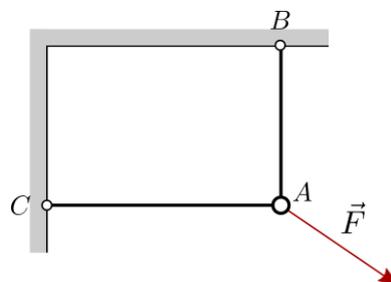


Sejam A_x e A_y as componentes horizontal e vertical da força aplicada na porteira pela dobradiça de cima e B_x e B_y as grandezas análogas para dobradiça de baixo.

Caso o fazendeiro instalasse a porteira com uma distância H menor, as forças aplicadas pelas dobradiças seriam tais que:

- (a) $|A_y + B_y|$ aumentaria; $|A_x|$ e $|B_x|$ aumentariam.
- (b) $|A_y + B_y|$ aumentaria; $|A_x|$ e $|B_x|$ permaneceriam iguais.
- (c) $|A_y + B_y|$ permaneceria igual; $|A_x|$ e $|B_x|$ diminuiriam.
- (d) $|A_y + B_y|$ permaneceria igual; $|A_x|$ e $|B_x|$ permaneceriam iguais.
- (e) $|A_y + B_y|$ permaneceria igual; $|A_x|$ e $|B_x|$ aumentariam.

Questão 19. Um anel A de massa desprezível está suspenso por dois fios finos ideais, um ligado a uma parede vertical outro ao teto, conforme a figura. Quando uma força externa \vec{F} é nele aplicada, observa-se que a tração no fio vertical \overline{AB} é 300 N e no fio horizontal \overline{AC} 400 N.



Determine a intensidade da força \vec{F} , em N, sabendo que nessa situação o anel se encontra em equilíbrio estático.

- (a) 100 (b) 350 (c) 500 (d) 595 (e) 700

Questão 20. Uma placa de metal retangular de espessura constante possui uma abertura quadrada em seu centro. A figura abaixo mostra a placa na temperatura ambiente.



Quando a placa é aquecida homogeneamente, a figura que melhor a representa dilatada é:



Créditos e Referências

Questão 1

<https://www.gazetadopovo.com.br/parana/areas-escape-277-376-evitaram-acidentes> (texto).

<https://www.gazetadopovo.com.br/parana/areas-escape-277-376-evitaram-acidentes> (figura).

Questão 2

<https://www.minasgerais.com.br/pt/atracoes/nova-lima/rua-do-zigue-zague> (texto).

<https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcR03iUCeYsClwDJbPGkoMjTChmxmRk9tjngxg&usqp=CAU> (figura).

Questão 5

<https://www.uol.com.br/tilt/noticias/redacao/2022/03/26/perseverance-descobre-que-a-velocidade-do-som-em-marte-e-diferente-entenda.htm?cmpid=copiaecola> (texto).

Questão 16

<https://www.jwst.nasa.gov/content/about/comparisonWebbVsHubble.html> (texto).

<https://www.jwst.nasa.gov/content/about/comparisonWebbVsHubble.html> (figura).