

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

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 **20** 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.

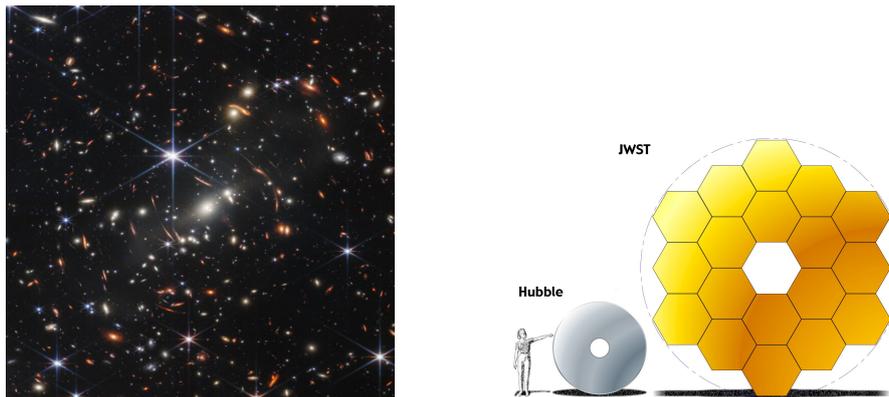
Constantes

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 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 $L = 66 \text{ cm}$ e o HST é formado por, aproximadamente, uma coroa circular de raio externo $R = 120 \text{ cm}$ e raio interno $r = 40 \text{ cm}$.



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

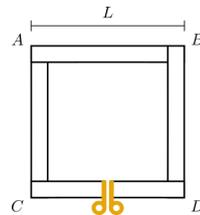
- Coleta mais energia luminosa.
- Coleta radiações de maior comprimento de onda.
- Minimiza efeitos de difração.
- Minimiza efeitos de interferência.
- Tem maior distância focal.

Questão 2. Necessitando de uma resistência quadrada, um técnico em eletrônica adquire três resistências em forma de fita utilizadas em máquinas seladoras de embalagens (figura abaixo à esquerda). Ele corta as fitas e as emenda formando os quadrados (figuras resistor 1 e resistor 2).

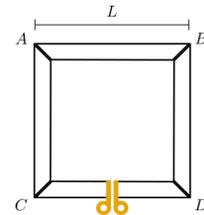
Para fazer o resistor 1, ele corta a fita em quatro segmentos retangulares idênticos, de comprimento L , e os emenda de forma a obter a peça quadrada. Note que as emendas são feitas sobrepondo-se os segmentos de fita.

Para montar o resistor 2, ele corta a fita em quatro segmentos trapezoidais idênticos, com lado maior de comprimento L , e os emenda nas laterais para formar a peça quadrada. Note que não há sobreposição entre os segmentos de fita.

Depois de obter as peças quadradas, ele as corta para instalar os terminais (em amarelo nas figuras resistor 1 e 2).



resistor 1



resistor 2

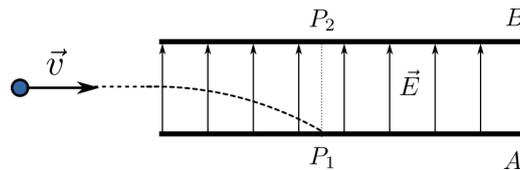
Considere que as resistências elétricas produzidas pelos contatos e emendas sejam desprezíveis. Sejam R_1 e R_2 , respectivamente, as resistências dos resistores e P_1 e P_2 as potências dissipadas neles quando ligados à mesma tensão, podemos dizer que:

- (a) $R_1 = R_2$ e $P_1 = P_2$
- (b) $R_1 > R_2$ e $P_1 > P_2$
- (c) $R_1 < R_2$ e $P_1 > P_2$
- (d) $R_1 > R_2$ e $P_1 < P_2$
- (e) $R_1 < R_2$ e $P_1 < P_2$

Questão 3. Um circuito elétrico antigo de 120 V foi projetado para iluminar uma loja com 8 lâmpadas incandescentes de 60 W. O circuito é protegido por um disjuntor dimensionado para disparar caso a corrente exceda em 25% o uso planejado. Deseja-se substituir as lâmpadas incandescentes por lâmpadas LED de 15 W, sem qualquer outra alteração no circuito. Quantas lâmpadas LED se pode instalar sem que o disjuntor dispare abrindo o circuito?

- (a) 10 (b) 26 (c) 32 (d) 33 (e) 53

Questão 4. Uma partícula carregada é lançada em uma região entre duas placas horizontais A e B paralelas entre si e na qual existe um campo elétrico uniforme \vec{E} , conforme a figura. A partícula viaja entre as placas até tocar a placa A no ponto P_1 . Para alterar a trajetória da partícula fazendo com que ela atinja a placa B no ponto P_2 cria-se na região um campo magnético uniforme.



A direção e o sentido do campo magnético são:

- (a) Vertical e para cima.
- (b) Vertical e para baixo.
- (c) Horizontal e para a direita.
- (d) Perpendicular ao plano do papel e para dentro.
- (e) Perpendicular ao plano do papel e para fora.

Questão 5. 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:

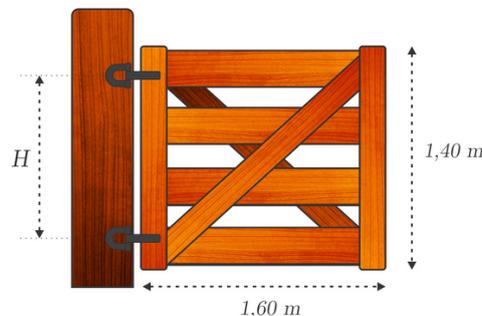
- (a) 0,06 (b) 0,12 (c) 0,48 (d) 0,60 (e) 0,74

Questão 6. 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 7. 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.

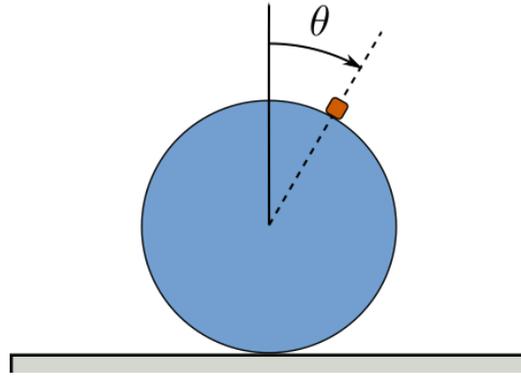


Sejam A_x e A_y as componentes horizontal e vertical da força aplicada na porteira pela dobradiça de cima e B_x e B_y as grandezas análogas para dobradiça de baixo.

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 iguai; $|A_x|$ e $|B_x|$ aumentariam.

Questão 8. 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 9. Duas esferas sólidas, a e b , de mesmo raio R estão eletrizadas com uma mesma carga Q . A esfera a é isolante e a carga está uniformemente distribuída por todo o material que a forma. A esfera b é condutora e está em equilíbrio eletrostático. Sobre as intensidades dos campos elétricos $E_a(r)$ e $E_b(r)$ produzidos, respectivamente, pelas esferas a e b , onde r é a distância até o centro da respectiva esfera, podemos dizer que

- (a) $E_a(r) = E_b(r)$, para $r \geq 0$.
- (b) $E_a(r) > E_b(r)$, para $r > 0$.
- (c) $E_a(r) < E_b(r)$, para $r > 0$.
- (d) $E_a(r) > E_b(r)$, para $r \in]0, R[$ e $E_a(r) = E_b(r)$ para $r \geq R$.
- (e) $E_b(r) < E_a(r)$, para $r \in]0, R[$ e $E_a(r) = E_b(r)$ para $r \geq R$.

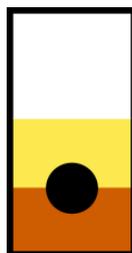
Questão 10. Uma estudante física viaja dentro de um táxi que tem um amuleto pendurado no espelho retrovisor, que funciona como um pêndulo. O táxi anda sobre um trecho plano com pavimento liso e perfeitamente conservado. Quando percorre um trecho retilíneo com rapidez constante ela observa que o fio que 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).

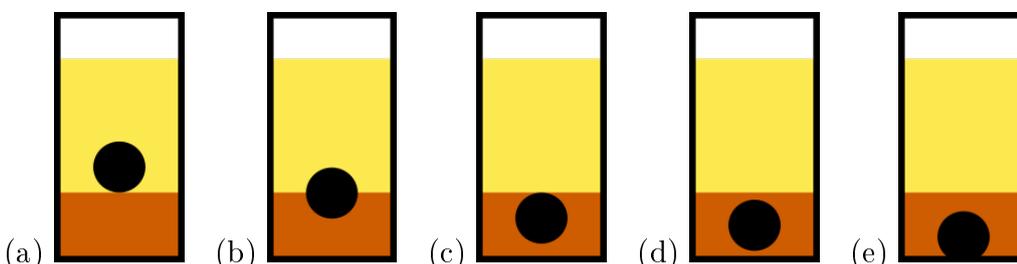
Sobre o movimento nos trechos podemos afirmar que:

- 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 11. 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:



Questão 12. 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.

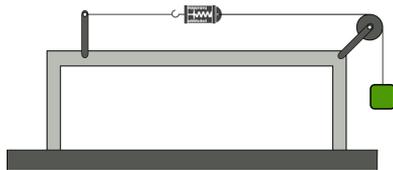


figura 1

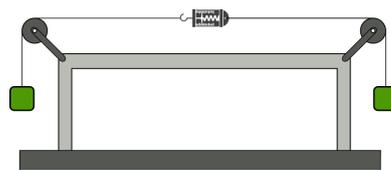
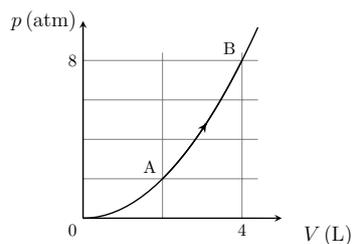


figura 2

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 13. 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 14. 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.

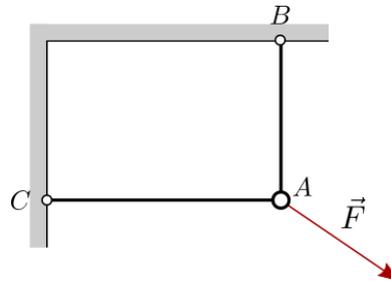
Considere que um atleta em treinamento consiga subir tanto pela escada quanto pelas rampas com a mesma rapidez (velocidade escalar) e faz seus exercícios carregando um lastro de massa M . Sejam W_e e P_e , respectivamente, o trabalho que o atleta realiza sobre o lastro e P_e a energia por unidade de 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 15. Quatro resistores ôhmicos de mesma resistência R_X são associados em paralelo tendo uma resistência equivalente R_A . Outros seis resistores ôhmicos de mesma resistência R_Y são associados em série produzindo uma resistência equivalente R_B . Sabendo que a razão $\frac{R_A}{R_B} = \frac{1}{2}$, a razão $\frac{R_X}{R_Y}$ é igual a

- (a) $\frac{1}{12}$ (b) $\frac{1}{2}$ (c) 2 (d) 4 (e) 12

Questão 16. 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.

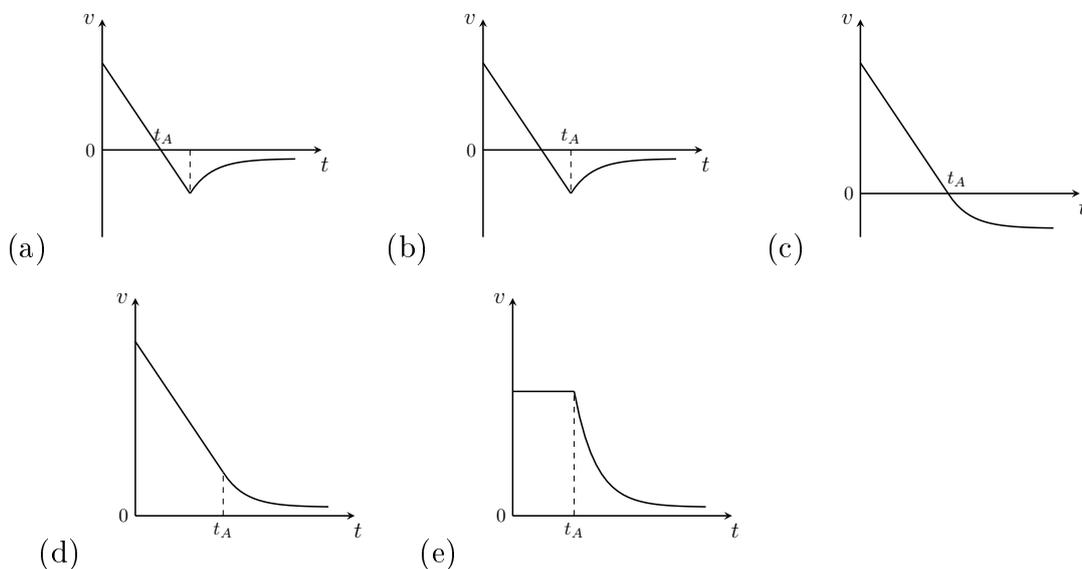
- (a) 100 (b) 350 (c) 500 (d) 595 (e) 700

Questão 17. Qual a massa de gelo, a 0°C , que pode ser derretida com o calor necessário para fundir um pequeno bloco de chumbo de 50 g, inicialmente à temperatura 28°C ? Considere as seguintes propriedades (aproximadas) para o chumbo: temperatura de fusão 328°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

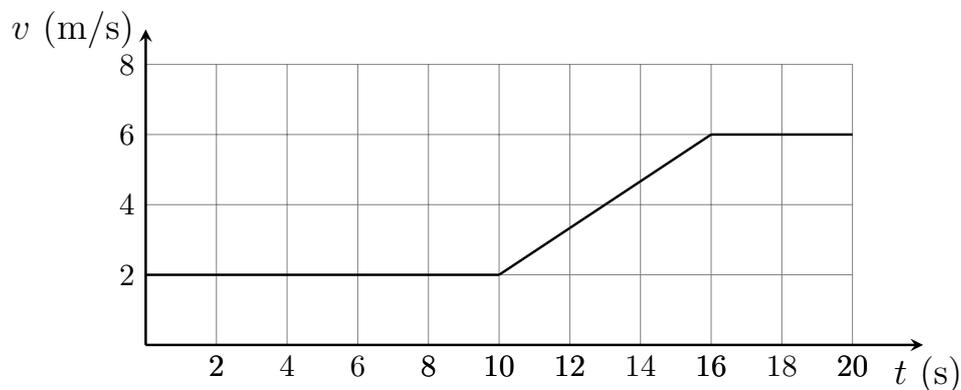
Questão 18. No instante $t = 0$ um estudante de física lança verticalmente para cima um brinquedo que tem um pequeno paraquedas embutido. O paraquedas é ajustado para ser aberto em um instante t_A após o brinquedo já estar se movendo para baixo.

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



Texto para as duas próximas questões

Uma modalidade de treinamento consiste em alternar exercícios de alta e baixa intensidades. Uma estudante de física, adepta deste tipo de treinamento, está se exercitando em uma pista de corrida e ajusta seu relógio para emitir sinais sonoros (bips) a cada 10 segundos para alternar entre um tipo de exercício e outro. O exercício de baixa intensidade é um trote leve de velocidade escalar (rapidez) v praticamente constante. O exercício de alta intensidade consiste em acelerar por alguns instantes e depois manter uma alta rapidez até o próximo bip. O gráfico da figura abaixo, mostra a rapidez v em função do tempo t para os primeiros 20 segundos de treinamento.



Questão 19. Qual a distância percorrida pela estudante, em metros, em uma etapa de alta intensidade?

- (a) 20 (b) 24 (c) 30 (d) 48 (e) 68

Questão 20. Qual a aceleração da estudante, em m/s^2 , no trecho acelerado?

- (a) 0,20 (b) 0,33 (c) 0,38 (d) 0,40 (e) 0,67

Créditos e Referências

Questão 1

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

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

Questão 5

<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 6

<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 14

<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).