

OLIMPIÁDA BRASILEIRA DE FÍSICA 2021
1ª FASE - 25 DE SETEMBRO DE 2021

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/2021>.
4. A prova é individual e sem consultas. A prova deve ser resolvida apenas com folhas de papel em branco para rascunho, caneta, lápis, borracha, régua e compasso.
5. Durante a prova, pode-se usar o celular ou computador apenas para acessar o site <https://app.graxaim.org/obf/2021>, ou para receber e enviar mensagens para o professor credenciado da OBF em sua escola ou para obf.app.online@gmail.com. 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. A resolução das questões e envio das respostas deve ocorrer das 8:00 às 22:00 BRT. Dentro deste intervalo, **Você tem 4 horas (tempo de prova) para completar a prova**.
7. A contagem do tempo de prova inicia no instante de acesso ao caderno de questões.
8. Controle seu tempo de prova. O sistema **não informa** quando o tempo está se esgotando ou quando uma resposta é enviada atrasada.
9. O sistema registra os instantes de todas as submissões. Respostas enviadas atrasadas (além das quatro horas permitidas) serão anuladas posteriormente (no processo da avaliação).
10. Este caderno de questões é para seu uso exclusivo. É proibida a divulgação de seu conteúdo, total ou em parte, por quaisquer meios, até as 23:59 BRT do dia 25/09/2021.
11. São vedados comentários e discussões nas redes sociais sobre os enunciados das questões, suas possíveis resoluções e respostas até as 23:59 BRT, de 25/09/2021.

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 = $80 \text{ cal g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$; calor latente de vaporização da água = $540 \text{ cal g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$; 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 Amazônia 1, primeiro Satélite de observação totalmente feito pelo Brasil, começou, nesta quarta-feira (3), a enviar as primeiras imagens do espaço ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). O Amazônia 1 foi lançado no início da madrugada de domingo (28). Ele foi colocado em órbita pela agência espacial indiana *Indian Space Research Organization* (ISRO), no *Satish Dhawan Space Centre*, em Sriharikota, na Índia. Em torno de 17 minutos após a decolagem, que foi à 1h54 do horário de Brasília, o satélite foi separado do foguete PSLV-C51 e colocado em órbita a 757 km de altitude, em um ponto próximo da ilha de Madagascar e com direção ao Pólo Sul.



Sabendo que a Terra tem, aproximadamente, um raio de 6 400 km e massa de $5,0 \times 10^{24}$ kg, para se manter estável nesta altitude em uma órbita circular ao redor da Terra, a velocidade do satélite é, em m/s, aproximadamente igual a

- a) $6,8 \times 10^3$
- b) $8,9 \times 10^3$
- c) $2,2 \times 10^5$
- d) $9,0 \times 10^6$
- e) $2,1 \times 10^8$

Questão 2. As vibrações causadas por um exame de ultrassom podem danificar o vírus da Covid-19. A pesquisa feita pelo Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) e publicada pelo periódico *Science Direct* diz que a ressonância é capaz de deformar o coronavírus. Os cientistas estudaram a forma do vírus e concluíram que o formato com pontas e o material elástico com o qual ele é composto podem ser suscetíveis a vibrações. Nos testes usaram então frequências para tentar causar danos no vírus. Para ver os resultados, o processo foi criado em computador. Os cientistas criaram modelos do vírus e viram como ele reage a simulação das vibrações em diversas frequências. Os testes começaram com 100 MHz, mas não causaram grandes danos à estrutura. Os pesquisadores passaram então para frequências mais baixas, entre 25 MHz e 50 MHz, e nessas o vírus sofreu danos por conta da ressonância, que cria drástico aumento na amplitude da vibração. A pesquisa ainda está em fase inicial e, até o momento, foram feitas apenas simulações.

Os comprimentos de onda das ondas que causaram danos no vírus estão entre

- a) $6,8 \mu\text{m}$ e $13,6 \mu\text{m}$
- b) 6,0 m e 12 m
- c) 6,8 m e 13,6 m
- d) $8,5 \times 10^3$ m e 17×10^3 m
- e) $6,0 \times 10^6$ m e 12×10^6 m

Questão 3. Um artista de circo construiu um globo da morte com 6 m de diâmetro. Em suas apresentações, pilotando um motocicleta de peso P , ele completa um loop em 2 segundos. O recorde de loops completados por ele em uma mesma apresentação foram 12. Durante os loops, a velocidade da moto é praticamente constante.



A variação da força normal que o globo exerce no automóvel entre ponto mais alto e o mais baixo do loop é

- a) 0
- b) $P/2$
- c) P
- d) $2P$
- e) $6P$

Questão 4. Um pedaço de gelo flutuante com três vezes o tamanho da cidade de São Paulo está solto. O iceberg A-76 se desprendeu do lado oeste da plataforma de gelo de Filchner-Ronne, que fica no mar de Weddell, na Antártida, nos últimos dias, informou a Agência Espacial Europeia (ESA, na sigla em inglês). As imagens do enorme iceberg foram capturadas pelo satélite Sentinel-1, do programa de observação Copernicus, e divulgadas pela ESA nesta quarta-feira (19/05/2021). De acordo com a agência, o pedaço de gelo mede 4320 quilômetros quadrados, com cerca de 170 quilômetros de comprimento por 25 quilômetros de largura. O A-76 ficará flutuando até derreter completamente.

Considere que o A-76 tem uma altura média em relação à superfície do oceano de 20 metros e que 80% de volume total está submerso. Se, no momento em que o A-76 se desprendeu, sua temperatura média é de $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$, a quantidade de calor necessária para fundir esse imenso bloco de gelo é, em calorías, aproximadamente

- a) $3,2 \times 10^{19}$
- b) $2,6 \times 10^{19}$
- c) $6,3 \times 10^{18}$
- d) $3,0 \times 10^{16}$
- e) $2,7 \times 10^{16}$

Questão 5. No dia 23/03/2021, o mega navio cargueiro Ever Given encalhou no canal de Suez. Suas dimensões são colossais: 399,94 metros de comprimento, 58,8 metros de largura e 14,5 metros de altura, com peso bruto de 220 940 toneladas vazio, e DWT Summer de 199 692 toneladas. No âmbito náutico, o porte (DWT ou dwt) é soma de todos os pesos variáveis que um navio é capaz de embarcar em segurança. É constituído pelo somatório dos pesos do combustível, água, mantimentos, consumíveis, tripulantes, passageiros, bagagens e carga embarcados.



Frear um navio deste porte também é bastante complexo. Navios deste porte, em alto mar, viajando a velocidade máxima percorrem aproximadamente 3,0 km para atingirem o repouso deste o momento em que o giro do motor é invertido.

A força resultante necessária para, em alto mar, levar um navio como este, com carga total, da velocidade máxima de 42,2 km/h ao repouso é, em N, aproximadamente

- a) $9,0 \times 10^3$
- b) $5,1 \times 10^6$
- c) $9,6 \times 10^6$
- d) $6,4 \times 10^8$
- e) $1,2 \times 10^8$

Questão 6. A brasileira Ana Marcela Cunha conquistou a medalha de ouro na prova dos 10 km da maratona aquática da Olimpíada de Tóquio, com o tempo de 1h59min30s8. A medalha de prata ficou com a holandesa Sharon Van Rouwendaal, que fez o tempo de 1h59min31s7. Considerando a velocidade média das duas, a distância entre Ana e Sharon no instante em que Ana tocou a placa de chegada era, em metros, igual a

- a) 1,58
- b) 1,39
- c) 1,25
- d) 0,125
- e) 0,139

Questão 7. Galileu argumentou que a velocidade com que os corpos caem não depende de suas massas. Para provar essa hipótese, Galileu soltou duas esferas de massa diferentes do alto da Torre de Pisa para demonstrar que ambas chegam juntas no solo. Alguns historiadores acreditam que essa história foi uma experiência de pensamento e que não foi efetivamente realizada. No entanto, experiências que têm por objetivo mostrar que a velocidade de queda é independente da massa por comparação direta entre corpos em queda são conhecidas com *Experimentos de Galileu*.

Um experimento desses pode ser feito colocando uma pedra e uma pena dentro de um tubo de vidro hermeticamente fechado no qual é retirado todo o ar. Considere uma situação inicial na qual o tubo inicialmente na vertical é invertido rapidamente, de modo que a pedra e a pena caem a partir da mesma posição em direção à base do tubo.

A figura mostra a posição da pena e da pedra, se deslocando à mesma velocidade, pouco antes de atingir juntas a base do tubo.

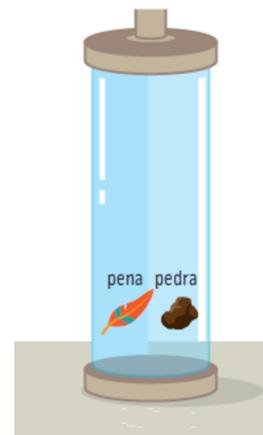
A experiência é muito interessante e de certa forma surpreendente, pois em nossa experiência cotidiana, que não é realizada no vácuo!, uma pedra cai muito mais rapidamente que uma pena.

Logo, a completa ausência de ar no tubo é necessária para realizar um experimento de Galileu, pois:

- I. É preciso eliminar o efeito do campo gravitacional. Sem ar o campo gravitacional é muito fraco e todos os corpos caem lentamente com a mesma velocidade.
- II. É preciso eliminar as forças resistivas, que dependem do formato de cada corpo e faz com que a pena menos aerodinâmica que a pedra, na presença do ar, caia mais lentamente que a pedra.
- III. É preciso eliminar as forças de empuxo, que faz com que a pena, menos densa que a pedra, na presença do ar, caia mais lentamente que a pedra.

São verdadeiras as explicações:

- a) Somente I.
- b) Somente II.
- c) Somente III.
- d) I e II
- e) II e III.



Questão 8. Em 2016 o Antonov 225 Myria pousou no Brasil, no aeroporto de Garulhos, SP. O Antonov 225 é o maior avião cargueiro em operação. Ele possui 84 metros de comprimento, uma envergadura de 88,4 m, 16 trens de pouso e 300 toneladas de massa. Para movimentá-lo, conta com 6 motores ZMKB Progress Lotarev com 229,5 kN de propulsão cada. Nessa viagem ele transportou do Brasil para o Chile um gigantesco gerador de 182 toneladas.



A pista de Garulhos possui 3700 m de comprimento. Considerando que o Antonov 225 utilizou 80% do comprimento da pista para decolar, em todo o percurso utilizou força máxima de seus motores, e decolou com velocidade de 306 km/h, a força de resistência média que atuou sobre ele, em kN, foi igual a

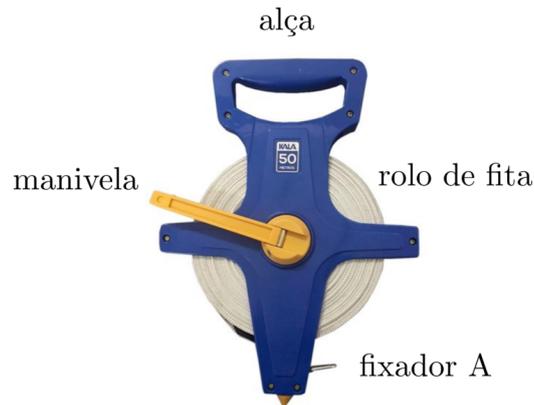
- a) 1011
- b) 957
- c) 905
- d) 789
- e) 588

Questão 9. Em uma cena para um filme de ação, uma carreta de 30 metros de comprimento se aproxima de um cruzamento com uma linha férrea. Quando ela está a 20 metros do trilho, o motorista vê um trem muito longo e a 50 metros do cruzamento se aproximando com uma velocidade de 36 km/h. Considere a velocidade do trem constante, que as duas vias são perpendiculares entre si e que o trem tem uma largura de 5 m.

A cena exige que a carreta atravesse o cruzamento na frente do trem, sem colidir com ele. Qual é a menor velocidade, considerada constante e em m/s, que a carreta deve ter?

- a) 20
- b) 11
- c) 10
- d) 5
- e) 4

Questão 10. Para medir o comprimento de um campo de futebol, uma pessoa fixa a extremidade A da trena mostrada na figura em uma das traves do gol. Ela então caminha em linha reta em direção à outra trave movendo-se com velocidade constante de 0,8 m/s, segurando a trena pela alça e deixando a manivela livre. Durante seu movimento, a trena desenrola e a manivela da trena gira.



Durante este movimento, o tempo que a manivela leva para completar cada volta e a velocidade linear de sua extremidade, respectivamente

- a) aumenta e aumenta.
- b) diminui e aumenta.
- c) diminui e permanece constante.
- d) permanece constante e aumenta.
- e) aumenta e permanece constante.

Questão 11. O período de rotação da Lua ($T = 27,32$ dias) é igual ao seu período de translação em torno da Terra. A translação da Lua é que gera suas fases e seu sentido é o mesmo que o da translação da Terra em torno do Sol. Em um determinado momento, observa-se aqui da Terra uma Lua cheia. Uma fase idêntica a esta será observada novamente em um intervalo de tempo de

- a) $T/4$
- b) $T/2$
- c) pouco menor que T
- d) T
- e) pouco maior que T

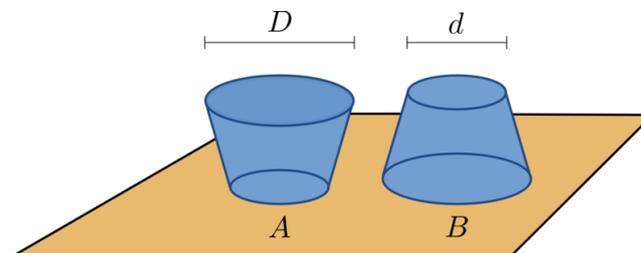
Questão 12. Um “arco-íris em Marte”? Fênomeno inusitado foi capturado pelo robô Perseverance, da agência aeroespacial norte-americana Nasa, que explora desde fevereiro o solo marciano. O arco-íris no céu do planeta vermelho é considerado impossível. Segundo pesquisadores da Nasa, o fenômeno registrado não era um arco-íris, e sim um reflexo de lente muito comum, o *lens flare*.



A formação de um arco-íris em Marte é considerada impossível pois o arco-íris aqui na Terra se deve a

- Refração e difração da luz do Sol no vapor de água presente na atmosfera.
- Refração e difração da luz do Sol nas gotículas de água suspensas na atmosfera.
- Refração e reflexão total da luz do Sol no vapor de água presente na atmosfera.
- Reflexão e dispersão da luz do Sol nas gotículas de água suspensas na atmosfera.
- Refração e reflexão total da luz do Sol nas gotículas de água suspensas na atmosfera.

Questão 13. Uma pessoa possui duas vasilhas construídas com características idênticas, exceto pelo fato de uma ter a tampa larga e fundo estreito (vasilha A) e a outra ter tampa estreita e fundo largo (vasilha B). A pessoa enche completamente as duas com água. O diâmetro da parte larga D é o dobro do da parte estreita d . As vasilhas são apoiadas em uma superfície plana e horizontal. Sejam P_A e P_B as pressões que as vasilhas A e B fazem, respectivamente, na superfície de apoio e sejam P_1 e P_2 as pressões que os líquidos fazem, respectivamente, no fundo dos recipientes A e B.



- $P_A = P_B$ e $P_1 = P_2$
- $P_A = 2P_B$ e $P_1 = P_2$
- $P_A = 4P_B$ e $P_1 = P_2$
- $P_A = 2P_B$ e $P_1 = 2P_2$
- $P_A = 4P_B$ e $P_1 = 4P_2$

Questão 14. Ao chegar em uma loja de artesanatos, um professor de física se encantou com a esfera maciça de vidro exposta na entrada. A esfera é mostrada na foto. Como o dia estava ensolarado e o fundo da loja estava escuro ele percebeu que, olhando para o lado da esfera voltado para o exterior, ele via o reflexo da paisagem exterior. Olhando do outro lado ele via uma imagem da mesma paisagem.



Em relação às duas imagens que ele observou, elas eram

- a) reduzidas e diretas.
- b) reduzidas e invertidas.
- c) ampliadas e diretas.
- d) reduzidas, uma direta e outra invertida.
- e) ampliadas, uma direta e outra invertida.

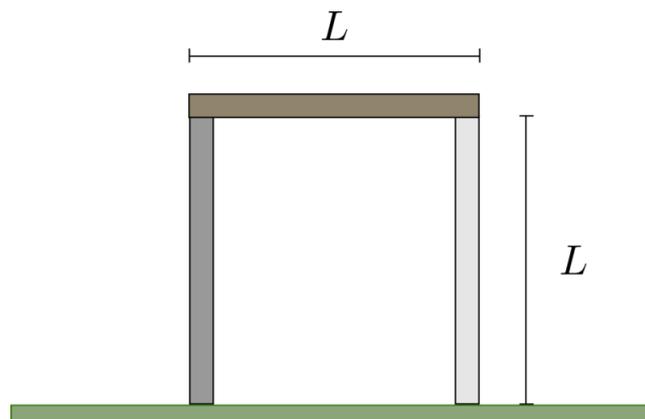
Questão 15. Paraquedista renomado, o norte-americano Luke Aikins alcançou mais uma façanha em 30 de julho de 2016. Sem o uso de paraquedas ou traje planador, ele saltou de um avião a 25 mil pés (aproximadamente 7 620 metros) do solo. Transmitido ao vivo, o voo durou dois minutos e terminou com a aterrissagem em uma rede montada sobre o solo árido de um deserto ao sul da Califórnia. Ao atingir a rede, sua velocidade era de 193 km/h.

Comemorando ao lado da mulher e do filho, Aikins disse “Estou quase levitando, é incrível! Todos nós sonhamos em voar”.

Considerando os dados apresentados na reportagem, conclui-se que a velocidade do paraquedista durante a queda

- a) ficou constante e igual a 193km/h todo o tempo.
- b) aumentou uniformemente até o momento que ela atinge a rede a 193 km/h.
- c) aumentou até 193km/h, valor que permaneceu constante até ele atingir a rede.
- d) aumentou uniformemente até 193km/h, valor que permaneceu constante até ele atingir a rede
- e) atingiu um valor superior a 193km/h.

Questão 16. A figura mostra esquematicamente uma estrutura construída com duas barras verticais, uma de ferro e outra de alumínio que sustentam uma haste de madeira. Todas as peças tem um comprimento $L = 2,4$ m. A estrutura foi nivelada com a haste na horizontal em um dia quente de verão, quando a temperatura ambiente era de 40 °C. Considere que os coeficientes de dilatação linear do ferro e alumínio são, respectivamente, $1,1 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ e $2,3 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$. Quando a temperatura no inverno cair para 2 °C, haverá um desnível entre as barras de ferro e alumínio igual a:

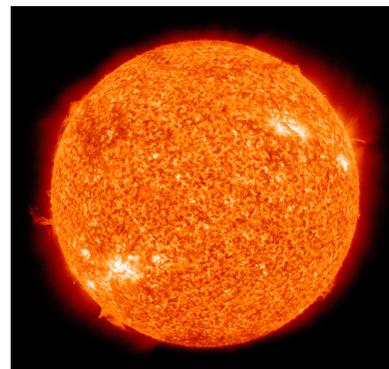


- a) 2,1 cm
- b) 1,2 cm
- c) 3,3 mm
- d) 2,1 mm
- e) 1,1 mm

Questão 17. O texto abaixo faz parte de uma reportagem sobre os movimentos existentes no Sol.

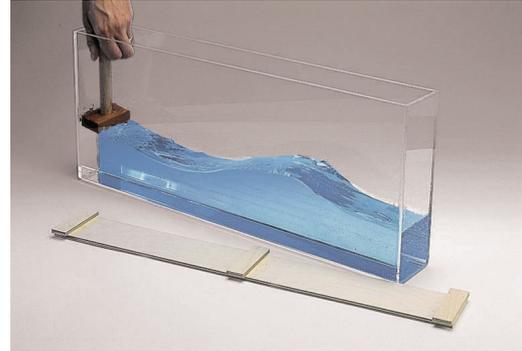
“Da camada externa até 200 mil km abaixo da superfície solar, o plasma solar não é denso ou quente o bastante para transferir o calor do interior do Sol para fora através da radiação. Por isso, a convecção térmica ocorre à medida que colunas térmicas se erguem em direção à superfície. Quando esse material chega na superfície, perde temperatura e cai de volta em direção à base da zona de convecção, onde recebe calor, recomeçando o ciclo novamente.”

A redução de temperatura que acontece na superfície do Sol a que se refere o texto ocorre principalmente por



- a) Expansão adiabática.
- b) Transferência de calor por radiação.
- c) Transferência de calor por convecção.
- d) Transferência de calor por condução.
- e) Transferência de calor por convecção e radiação.

Questão 18. Em um laboratório de demonstração de física, há um cuba com um líquido na qual se pode gerar pulsos que se propagam conforme ilustrado na figura. A parte do equipamento na qual o líquido fica confinado tem base retangular de lados $a = 8$ cm e $b = 80$ cm. Ao produzir um único pulso, uma estudante observa que este demora 2 s para retornar ao ponto de origem. Ela, então, passa a gerar pulsos com uma frequência de 2,0 Hz. Considere um eixo x paralelo à direção de propagação dos pulsos. Para quantos valores de x se poderia colocar uma pequena rolha no líquido que ela ficaria praticamente sem se mover?



- a) 8
- b) 6
- c) 4
- d) 3
- e) 2

Questão 19. Quando a luz do Sol, constituída por todas as frequências de luz, incide na atmosfera da Terra, a luz na frequência do azul é espalhada e as frequências inferiores atravessam a atmosfera. Por isso vemos o céu azul. Quando a luz do Sol incide em uma nuvem, todas as frequências são espalhadas, tornando-a branca aos nossos olhos.

Para tirar uma foto especial, um fotógrafo usa um filtro de luz que permite apenas a passagem da luz na frequência do vermelho. Ao tirar uma foto do céu com algumas nuvens, na imagem registrada

- a) o céu parecerá vermelho assim como as nuvens.
- b) o céu parecerá preto assim como as nuvens.
- c) o céu parecerá vermelho e as nuvens brancas.
- d) o céu parecerá marrom e as nuvens vermelhas.
- e) o céu parecerá preto e as nuvens vermelhas.

Questão 20. Um móvel passa por um ponto A descrevendo um movimento circular uniforme em torno de um ponto C. Após 3,0 s alcança, pela primeira vez, seu deslocamento máximo cujo módulo é igual a 12 cm. Qual será o módulo do deslocamento do móvel, em cm, 7,5 segundos após passar por A pela primeira vez? (Dica: deslocamento é uma grandeza vetorial.)

- a) 12
- b) 9,0
- c) 8,4
- d) 6,0
- e) 0,0