



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

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/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. 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 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.

Dois feixes de luz de igual comprimento de onda, e coerentes, produzem franjas de interferência em uma tela. Os dois feixes tem diferente intensidade, sendo que intensidade do primeiro feixe é igual a 4 vezes a do outro. Qual a relação entre a intensidade máxima e mínima na tela?

- (a) 16:1
- (b) 2:1
- (c) 5:3
- (d) 9:1
- (e) 4:1

Questão 2.

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.

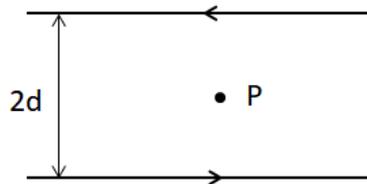
Questão 3.

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 4.

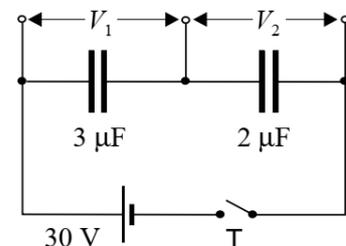
A lei de Ampere pode ser usada para determinar o magnético criado por fios percorridos por correntes elétricas. Considere a situação em que dois longos fios paralelos conduzem uma corrente elétrica I , como mostra a figura (as setas indicam os sentidos da corrente). O campo magnético num ponto P no meio entre os dois fios, é



- (a) zero
- (b) $\frac{\mu_0 I}{2\pi d}$ perpendicular ao plano da figura e saindo.
- (c) $\frac{\mu_0 I}{\pi d}$ perpendicular ao plano da figura e entrando.
- (d) $\frac{\mu_0 I}{2\pi d}$ no plano da figura, no sentido A-B.
- (e) $\frac{\mu_0 I}{\pi d}$ perpendicular ao plano da figura e saindo.

Questão 5.

No circuito mostrado na figura, os capacitores estão inicialmente descarregados. Após fechar o interruptor T espera-se que o circuito atinge um estado estacionário. Quanto valem, em volts, nessas circunstâncias, as diferenças de potencial V_1 e V_2 , respectivamente?



- (a) 12 e 18
- (b) 18 e 12
- (c) 15 e 15
- (d) 30 e 30
- (e) Depende da resistência do circuito

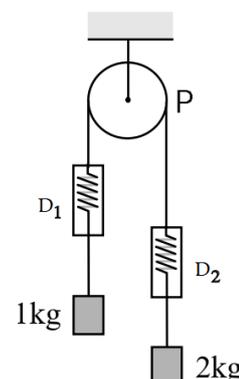
Questão 6.

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°C são adicionados a 10 kg de água a 40°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 7.

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

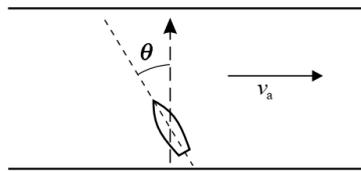
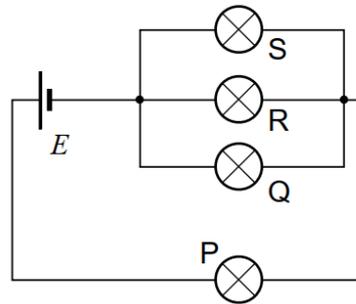


- (a) $10/3$ e $20/3$
- (b) $40/3$ e $40/3$
- (c) $20/3$ e $40/3$
- (d) $20/3$ e $20/3$
- (e) 10 e 20

Questão 8.

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 ?, 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 9.

O circuito da figura mostra quatro lâmpadas iguais, identificadas pelas letras P, Q, R e S, todas acesas, conectadas a uma fonte de corrente contínua E. Se a lâmpada Q é desconectada, qual das seguintes afirmações é verdadeira?

- (a) As lâmpadas P, R e S permanecem igualmente brilhantes.
- (b) A lâmpada P é mais brilhante do que antes, mas não tão brilhante do que R e S são agora.
- (c) A lâmpada P é menos brilhante do que antes, e não tão brilhante do que R e S são agora.
- (d) A lâmpada P é mais brilhante do que antes, e também mais brilhante do que R e S são agora.
- (e) A lâmpada P é menos brilhante do que antes, mas mais brilhante do que R e S são agora.

Questão 10.

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 θ segundo o qual deve ser orientado o barco e sua velocidade em relação às margens são, respectivamente,

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

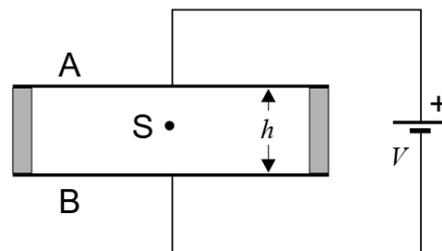
Questão 11.

A hipótese de D'Broglie afirma que a matéria tem caráter dual, isto é, ondas podem se comportar como partículas sob certas circunstâncias, e partículas também podem ter comportamento ondulatório em alguns casos específicos. Quando a intensidade de um feixe monocromático de cor laranja ($\lambda = 600 \text{ nm}$) é tão tênue que um olho humano mal a consegue ver, o feixe atinge a retina a uma potência de $1,7 \cdot 10^{-18} \text{ W}$. Em tal situação, o número de fótons que, em um segundo, incide no olho é...

- (a) 5
- (b) 50
- (c) 500
- (d) $5 \cdot 10^4$
- (e) $5 \cdot 10^9$

Questão 12.

No circuito mostrado na figura, A e B representam duas laminas metálicas horizontais separadas por uma distância h (ver figura). A região entre as placas encontra-se no vácuo. Uma esferinha S, de massa m e carga $-e$, permanece em equilíbrio dentro dessa região. Se, nas mesmas condições, no lugar da esfera S é colocada outra, de massa M e carga $+e$, então, podemos dizer que esta última esfera



- (a) Permanece em equilíbrio como a primeira.
- (b) Adquire uma aceleração $\frac{eV}{Mh}$ vertical para cima.
- (c) Adquire uma aceleração $\frac{Mgh - eV}{Mh}$ vertical para baixo.
- (d) Adquire uma aceleração $\frac{M+m}{M}g$ vertical para baixo.
- (e) Adquire uma aceleração $\frac{M}{M+m}g$ vertical para cima.

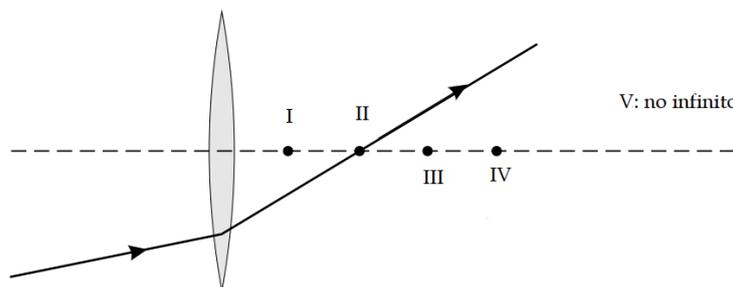
Questão 13.

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 14.

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?

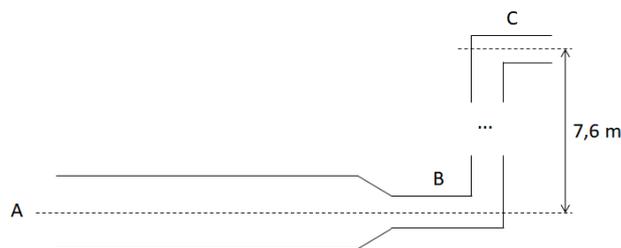
- (a) I
- (b) II
- (c) III
- (d) IV
- (e) V

Questão 15. Um mosquito, que voava na rodovia, bate no para-brisa de um caminhão e permanece esmagado lá. Indiquemos com Δp_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 Δp_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 16.

Um cano com diâmetro interno de 2,5 cm, na região A, transporta água para o porão de uma casa a uma velocidade de 0,90 m/s, com uma pressão de 170 kPa. O cano então se estreita (região B), ainda na horizontal, para 1,2 cm de diâmetro e depois sobe para o segundo piso (região C), que fica a 7,6 m acima do ponto de entrada (ver figura a seguir).

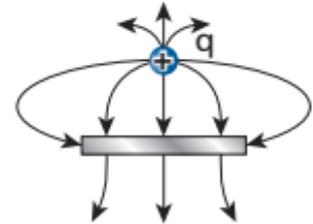


Qual das afirmações abaixo é verdadeira?

- (a) A pressão no segundo piso P_C é igual à pressão na parte A mais a pressão hidrostática ρgh_{BC} , onde h_{BC} é a altura até o segundo piso.
- (b) A velocidade da água na parte B do cano é, aproximadamente, 3,9 m/s.
- (c) As pressões na parte A e B do tubo são iguais.
- (d) O estreitamento do tubo não influencia na velocidade da água.
- (e) O estreitamento do tubo faz diminuir a velocidade da água.

Questão 17.

A figura mostra uma carga positiva q puntiforme próxima de uma barra de metal. O campo elétrico nas vizinhanças da carga puntiforme e da barra está representado pelas linhas de campo mostradas na figura.



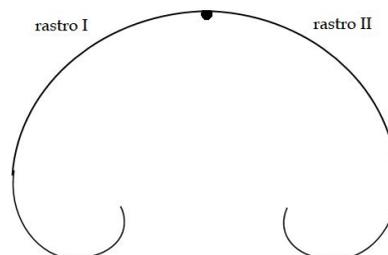
Analise a situação considerando que cada uma das linhas representadas corresponde a uma unidade de carga elétrica. Qual é a carga efetiva induzida na barra?

- (a) 0
- (b) $-2q$
- (c) $+2q$
- (d) $+8q$
- (e) $-8q$

Questão 18.

A física de partículas ensina a reconhecer padrões no comportamento de partículas que entram o tempo todo a nossa atmosfera. Na imagem abaixo, se mostra as trajetórias de duas destas partículas durante o “decaimento” de um nêutron ($n \rightarrow p + e^- + \nu^-$). As partículas resultantes são um próton (carga positiva), um elétron (carga negativa) e um antineutrino protônico (carga nula).

Na região onde se movem as partículas existe um campo magnético uniforme de indução B , perpendicular ao plano do papel e no sentido de fora para dentro deste. A imagem revela um nêutron inicialmente em repouso que se desintegra. Os rastros são deixados pelas duas partículas carregadas, isto é, o próton e o elétron.

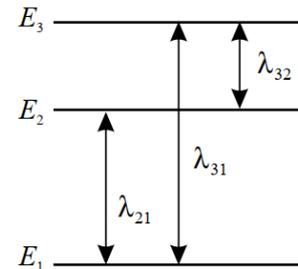


Das alternativas a seguir, qual é a correta?

- (a) O rastro I corresponde ao elétron e o rastro II ao próton.
- (b) O rastro I corresponde ao próton e o rastro II ao elétron.
- (c) As trajetórias são curvilíneas devido à força tangencial que atua sobre as partículas.
- (d) O raio das trajetórias vai diminuindo porque as partículas se afastam da região de maior campo magnético.
- (e) Todas as afirmações são verdadeiras.

Questão 19.

O diagrama da figura representa o diagrama de níveis energéticos para os elétrons dos orbitais externos de certo átomo e λ_{21} , λ_{31} e λ_{32} representam os comprimentos de onda das radiações correspondentes às transições energéticas entre os níveis mostrados, E_1 , E_2 e E_3 , segundo indicado na figura.



Considere as seguintes afirmações:

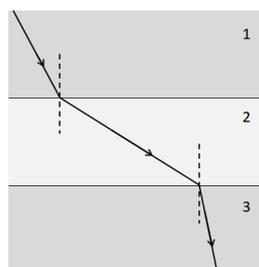
- I. $\lambda_{31} = \lambda_{21} + \lambda_{32}$.
- II. A frequência da radiação de comprimento de onda λ_{32} é menor do que a da radiação de comprimento de onda λ_{31} .
- III. Se λ_{31} é um comprimento de onda da região ultravioleta, então λ_{21} poderia ser um comprimento de onda do espectro visível.

Quais afirmações estão correta(s)?

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

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