



Olimpíada Brasileira Online de Física

1ª Fase - 3 e 4 de junho de 2023

Nome: _____

Série: _____

Nível CL
Ensino Médio
1ª e 2ª séries

Instruções de Prova

- I. Esta prova destina-se exclusivamente aos alunos dos **1ª e 2ª anos do nível médio**. Ela contém **30** questões.
- II. Cada questão tem 5 alternativas de resposta e apenas uma delas é correta.
- III. A duração máxima desta prova é de **quatro horas**. Além do tempo de prova, serão concedidos **5 minutos** correspondentes ao preenchimento online do gabarito.
- IV. Não é permitido o uso de calculadoras.
- V. A prova deve ser feita individualmente e não é permitido falar sobre a solução das questões durante o período de aplicação da prova **dias 3 e 4 de junho**.
- VI. Se necessário, e a menos que indicado ao contrário, use: $\pi = 3,0$; $\sqrt{2} = 1,4$; $\sqrt{3} = 1,7$; $\sqrt{5} = 2,2$; $\sin 30^\circ = 0,50$; $\cos 30^\circ = 0,85$; $\sin 45^\circ = \cos 45^\circ = 0,70$; aceleração gravitacional na superfície da Terra $g = 10 \text{ m/s}^2$; calor específico da água líquida $c_a = 1 \text{ cal/(g}^\circ\text{C)}$; calor latente de fusão do gelo $L = 80 \text{ cal/g}$; $1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$; densidade da água líquida $\rho = 1,0 \text{ g/cm}^3$.

Apoio:





Olimpíada Brasileira Online de Física



Curiosidades:

Cesare Mansueto Giulio Lattes (Curitiba, 11 de julho de 1924 — Campinas, 8 de março de 2005), homenageado nesse nível, foi um físico brasileiro, codescobridor do méson- π (méson pi ou pión), descoberta que levou à concessão do Prêmio Nobel de Física de 1950 a Cecil Frank Powell, líder da pesquisa. Lattes é um dos mais ilustres físicos do Brasil e seu trabalho foi fundamental para o desenvolvimento da física atômica no país. Foi também um grande líder no meio científico brasileiro e um dos principais responsáveis pela criação do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).



Questão 1. Torriela Gabrião é uma jovem que adora carnaval e, quando criança, sua parte preferida do feriado era atirar a serpentina, uma longa fita de papel colorido enrolada no formato de um anel. Torriela decide matar a saudade e arremessa um rolo de comprimento $L = 10$ m com uma velocidade angular $\omega = 50 \text{ s}^{-1}$. Considerando que a serpentina possui um formato circular de raio aproximadamente constante de $R = 5$ cm, podemos afirmar que a serpentina vai desenrolar totalmente em um tempo:

- a) 3,0 s
- b) 4,0 s
- c) 5,0 s
- d) 7,0 s
- e) 10,0 s

Questão 2. O gráfico de $p \times V$ abaixo representa o um ciclo termodinâmico de um mol de gás ideal. O processo $A \rightarrow B$ é isotérmico, $B \rightarrow C$ é isobárico e $C \rightarrow A$ é isovolumétrico. Sabe-se a pressão e volume nos pontos B e C. A constante dos gases ideais vale $R = 8,0 \text{ J/K.mol}$. Portanto a pressão no ponto A e a temperatura no ponto B são, respectivamente:

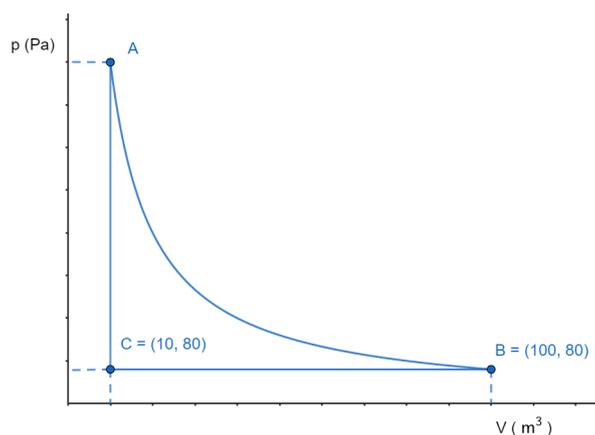


Gráfico de $p \times V$

- a) 800 Pa; 1000 K.
- b) 80 Pa; 800 K.
- c) 800 Pa; 800 K.
- d) 80 Pa; 1000 K.
- e) 1000 Pa; 800 K.



Olimpíada Brasileira Online de Física



Texto para Questão 3. e Questão 4.

Se o leitor já viajou de avião, provavelmente já sentiu um certo desconforto no ouvido durante a decolagem ou aterrissagem. Isso ocorre em função da mudança brusca de pressão. O avião em pleno voo, mesmo sendo pressurizado, ainda possui uma pressão reduzida, quando comparada com a pressão próxima ao solo. No interior do ouvido humano, há uma região com ar e a diferença entre as pressões interna e externa que causam o desconforto característico.

Questão 3. Ling Diren, campeão mundial de Damas, vai embarcar em um voo para a China e decide aproveitar a oportunidade para realizar um pequeno experimento. Ling possui duas garrafas plásticas comuns, A e B, vazias. Assim que entra no avião, ele deixa a garrafa A fechada, e a B aberta. Quando o avião termina o processo de decolagem, enquanto Ling estiver no avião em pleno voo, podemos afirmar que:

- a) A garrafa A estará estufada.
- b) A garrafa B estará estufada.
- c) A garrafa A estará murcha.
- d) A garrafa B estará murcha.
- e) Nada acontecerá com as garrafas.

Questão 4. Esse problema está inserido no mesmo contexto do anterior. Enquanto o avião estava em pleno voo, Ling abriu a garrafa A e fechou a garrafa B. Posteriormente, quando o avião aterrissar, podemos afirmar que:

- a) A garrafa A estará estufada.
- b) A garrafa B estará estufada.
- c) A garrafa A estará murcha.
- d) A garrafa B estará murcha.
- e) Nada acontecerá com as garrafas.

Questão 5. Um instrumento de corda, como o violão, pode ser afinado através da tarraxa, aquelas “borboletinhas” que ficam na extremidade do braço que podem apertar ou afrouxar as cordas. Analise as afirmativas sobre o som produzido nas cordas do violão:

- I. Ao apertar uma tarraxa, a tensão aumenta. Assim, a frequência emitida também aumentará.
- II. O comprimento de onda de vibração da corda é sempre igual ao comprimento de onda do som no ar.
- III. Quanto maior a densidade linear da corda, mantendo fixos todos os outros parâmetros, maior será a frequência do som emitido.

- a) Somente o item I é verdadeiro.
- b) Somente os itens I e II são verdadeiros.
- c) Somente os itens I e III são verdadeiros.
- d) Somente o item III é verdadeiro.
- e) Todos os itens são verdadeiros.



Questão 6. O gráfico abaixo representa a velocidade de um objeto em função do tempo. Sobre esse gráfico, a alternativa que apresenta a informação **falsa** é:

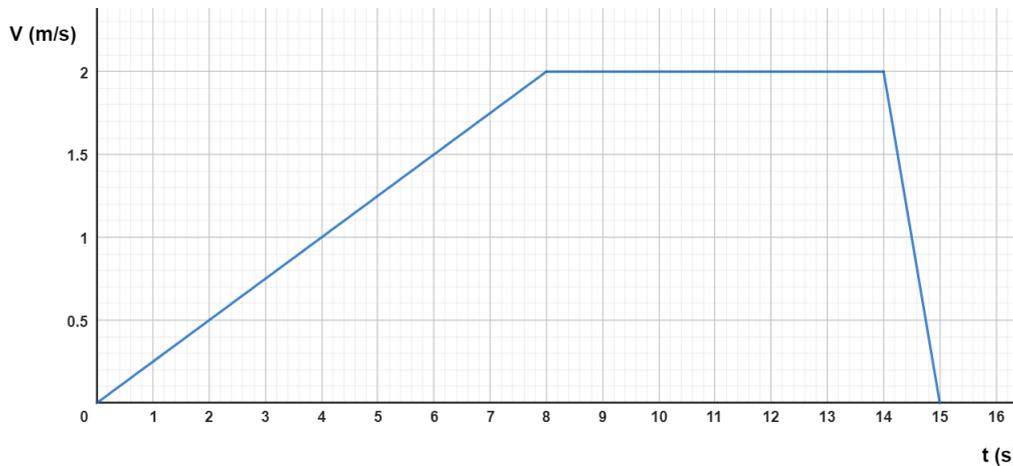


Gráfico de $V(\text{m/s}) \times t(\text{s})$

- a) A distância total percorrida no intervalo vale 21 m.
- b) A velocidade máxima no intervalo apresentado vale 2 m/s.
- c) Em módulo, a aceleração do objeto vale $0,25 \text{ m/s}^2$ durante o primeiro segundo e $-2,00 \text{ m/s}^2$ durante o último segundo de movimento.
- d) O objeto se move no sentido negativo entre os instantes $t = 14 \text{ s}$ e $t = 15 \text{ s}$.
- e) A velocidade média do trajeto vale 1,4 m/s.

Questão 7. Imagine que você foi selecionado para uma missão espacial. Ao realizar uma operação de reparo no lado externo da nave espacial, o cabo de proteção acaba se rompendo e você fica pairando no espaço sem contato nenhuma com a sua nave. Sem entrar em desespero, você percebe que a escotilha na qual você saiu está à vista. Das opções sugeridas abaixo, qual a única que lhe proporcionaria o retorno até a escotilha?

- a) Soprar o ar de sua boca com todas as forças para que o vento possa empurrar o visor do capacete e gerasse uma força resultante em direção à escotilha.
- b) Retirar alguma ferramenta de massa significativa do seu cinto de utilidades, ou até mesmo sua mochila completa, e atirar no sentido contrário a escotilha.
- c) Retirar alguma ferramenta de massa significativa do seu cinto de utilidades, ou até mesmo sua mochila completa, e atirar no sentido da escotilha.
- d) Tentar correr no sentido da escotilha.
- e) Abrir o visor e gritar por ajuda.



Texto para a Questão 8. e a Questão 9.

Galileu Galilei nasceu a 15 de Fevereiro de 1564, em Pisa, Itália. Foi o primogénito de sete filhos de um músico. Estudou medicina por vontade do pai na Universidade de Pisa, desistindo dois anos mais tarde para passar a estudar matemática. Como isto não agradou o seu pai, foi obrigado a abandonar a Universidade. Desempenhou um papel essencial na Revolução Científica ao contribuir para várias áreas da física e da astronomia, introduzindo o método científico e tentando descrever os fenômenos da física através da linguagem matemática.

Questão 8. Para entender os movimentos dos corpos, Galileu discutiu o movimento de uma esfera de metal em dois planos inclinados sem atritos e com a possibilidade de se alterarem os ângulos de inclinação, conforme mostra a figura. No experimento mostrado, uma esfera de metal é abandonada e inicia um movimento de descida num plano inclinado a partir de uma determinada altura. Percebe-se que ela sempre atinge, no plano ascendente, uma altura igual a de partida.



Se o ângulo de inclinação do plano de subida for reduzido a zero, a esfera:

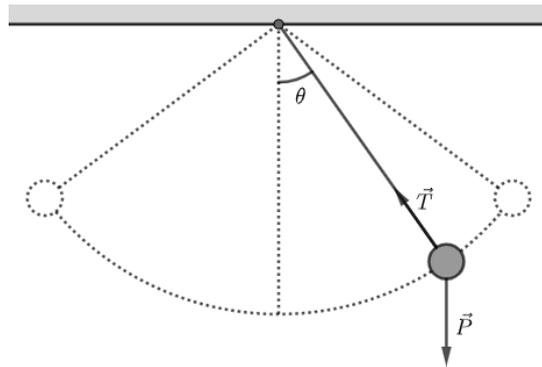
- a) manterá sua velocidade constante sobre o plano horizontal, pois não existe força resultante sobre a mesma.
- b) irá parar depois de um tempo, pois existe uma força resistiva atrelada a qualquer movimento.
- c) irá parar seu movimento instantaneamente, pois não existe mais força para manter o movimento.
- d) permanecerá constante, pois existe uma força resultante na horizontal que anulará a força de resistência referente ao próprio movimento.
- e) aumentará gradativamente a sua velocidade, pois nenhuma força resultante atuará contrária ao movimento.



Olimpíada Brasileira Online de Física



Questão 9. Reza a história que o seu interesse por pêndulos surgiu quando assistia a uma missa na Catedral de Pisa, na época em que frequentava a Universidade local em 1588. Galileu observou a forma como os candelabros pendurados na Catedral oscilavam e ficou surpreendido pelo fato de candelabros, atados por cabos de mesmos comprimentos, com uma amplitude de oscilação maior parecerem levar o mesmo tempo de oscilação que candelabros com menor amplitude, considerando tais amplitudes pequenas. Galileu efetuava todas as medições do período dos pêndulos usando como cronômetro a sua pulsação cardíaca.



Sobre a dinâmica do movimento pendular, podemos afirmar que:

- a) A tração no ponto mais baixo da oscilação deve ter módulo igual ao da força peso.
- b) Nos pontos de retorno, quando a partícula não possui velocidade, a força resultante deve ser nula.
- c) A tração é a reação do peso.
- d) A tração é de natureza gravitacional, assim como o peso.
- e) No ponto mais baixo da trajetória, a tração deve ser maior que o peso para provocar a resultante centrípeta.

Questão 10. Para criar as imagens abaixo, cada tipo de sistema utilizou um tipo diferente de fenômeno.

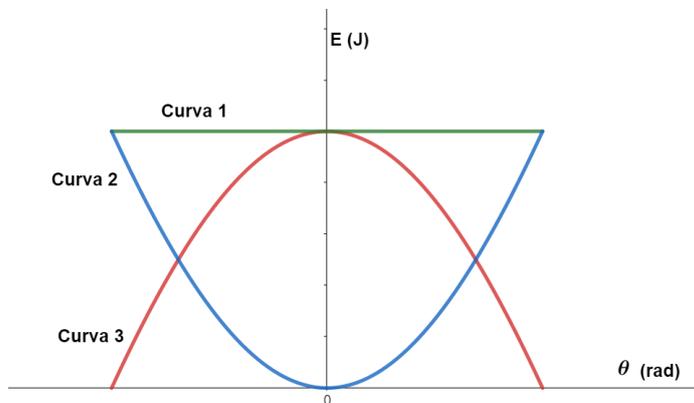


Indique qual o fenômeno utilizado pelo sistema óptico da esquerda e da direita, respectivamente.

- a) Refração e Refração.
- b) reflexão e reflexão.
- c) Refração e difração.
- d) Refração e reflexão.
- e) Difração e reflexão.



Questão 11. Para esse problema considere o contexto da **Questão 9**. Dr. Yunomae é um arqueólogo muito importante e, quando vasculhava os documentos deixados por Galileu Galilei, encontrou uma série de arquivos secretos. Em um deles, Yunomae encontrou o seguinte gráfico de Energia (E) em função do ângulo que o pêndulo fazia com a vertical (θ).



Energia x Ângulo

Infelizmente, o documento era muito velho e não era possível ler a legenda sobre o que cada curva significava. Avalie as seguintes proposições:

- I. A Curva 1 (verde) pode representar a energia cinética do pêndulo, já que a velocidade da massinha é aproximadamente constante.
- II. A Curva 2 (azul) pode representar a energia potencial do pêndulo.
- III. A Curva 3 (vermelho) pode representar a energia cinética do pêndulo.

Com base nisso, assinale a alternativa que contém as proposições corretas:

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

Questão 12. Joãozinho, curioso em estudar mais fenômenos físicos, separou um grande recipiente de água para realizar experimentos diversos. Em um deles, Joãozinho colocou no recipiente um bloco de gelo e um bloco de metal, ambos de mesma dimensão, e observou que, enquanto o gelo flutuava, o metal afundava. Definindo as variáveis ρ_A , ρ_G e ρ_M como as densidades, respectivamente, da água, do gelo e do metal, Joãozinho concluiu que:

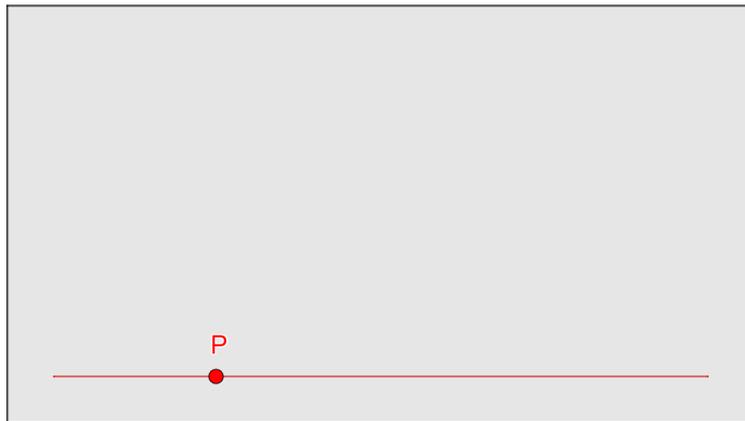
- a) $\rho_A > \rho_M > \rho_G$
- b) $\rho_G > \rho_A > \rho_M$
- c) $\rho_M > \rho_A > \rho_G$
- d) $\rho_M > \rho_G > \rho_A$
- e) $\rho_A > \rho_M > \rho_G$



Olimpíada Brasileira Online de Física



Questão 13. Vinícius Neblina é um estudante de olimpíadas muito dedicado e, após terminar a prova da OBOF, foi assistir à gravação da live com o gabarito do NOIC, que possui duração de 60 minutos. No entanto, Vinícius tinha um compromisso em breve, então ele decide alterar a velocidade de reprodução do vídeo a fim de finalizá-lo em 25 minutos. A velocidade de reprodução de um vídeo pode ser definida como a razão entre o tempo que passa no vídeo e o tempo que passa na vida real. Além disso, Vinícius percebeu que a barra de progresso (o pontinho vermelho que indica quantos minutos do vídeo já foram assistidos) passou a se mover mais rapidamente. Sabendo que a barra de progresso possui um comprimento de 30 cm, a velocidade de reprodução do vídeo e a velocidade da barra de reprodução, respectivamente, são:



- a) 2,4 e 1,2 cm/min
- b) 2,0 e 1,2 cm/min
- c) 1,4 e 0,5 cm/min
- d) 2,4 e 0,5 cm/min
- e) 1,4 e 1,2 cm/min

Questão 14. Sr Uchoa, um professor de física experiente, um dia furou o pneu de seu carro em uma ladeira. Por sorte o carro do Sr Uchoa não deslizou ladeira a abaixo, curioso, decidiu calcular o valor do coeficiente de atrito entre os pneus e o solo enquanto esperava o reboque. Assim, após encontrar o valor correto do coeficiente de atrito, Sr Uchoa fez as seguintes afirmações:

- I. O seno do ângulo de inclinação da pista vale $7/25$.
- II. O coeficiente de atrito é menor que $8/7$ do valor mínimo possível para essa pista.

Qual opção a seguir pode ser o coeficiente de atrito encontrado pelo Sr Uchoa?

- a) 0,20
- b) 0,25
- c) 0,30
- d) 0,35
- e) 0,40



Questão 15. O gráfico abaixo representa a posição de um carro em função do tempo. Em $t_0 = 0$ s, quando a velocidade do carro valia 20 m/s, o motorista vê um sinal vermelho e começa a frear com aceleração constante. O ponto **P** representa o instante em que o carro para completamente. Com base no gráfico, podemos afirmar que a aceleração do carro vale:

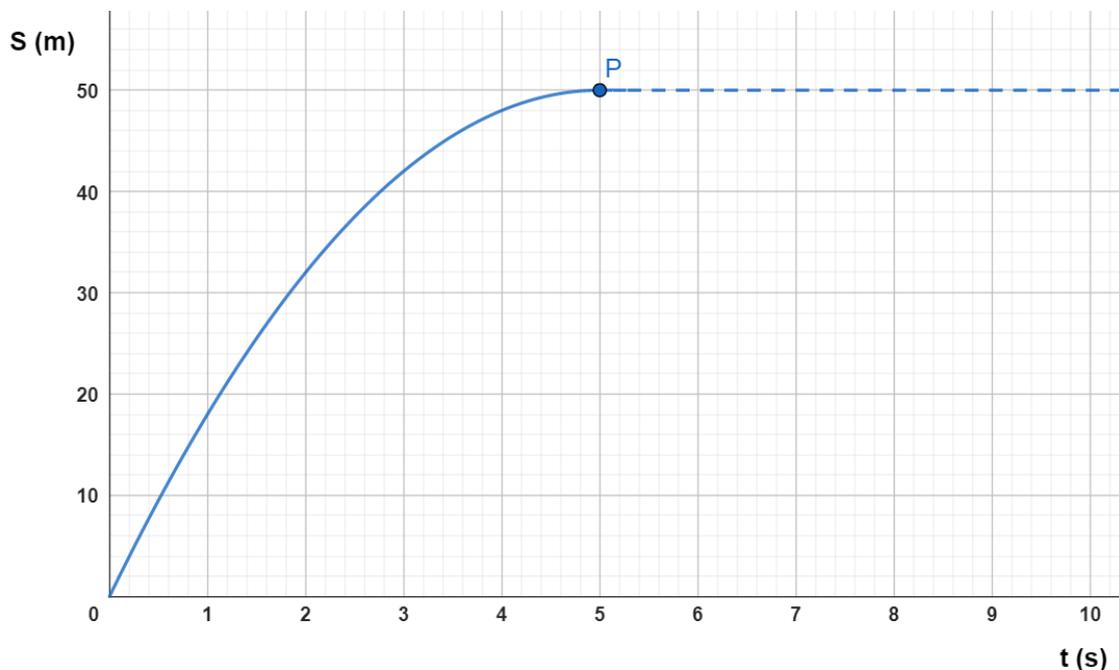


Gráfico de $S(m) \times t(s)$

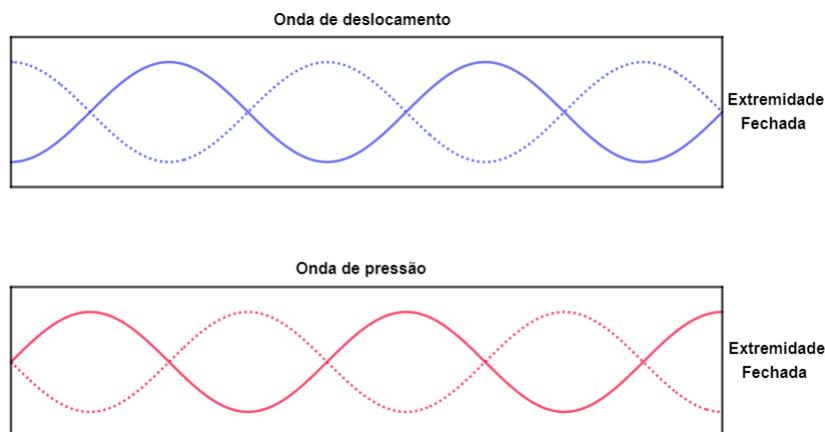
- a) -8 m/s^2
- b) -4 m/s^2
- c) -2 m/s^2
- d) $+2 \text{ m/s}^2$
- e) $+4 \text{ m/s}^2$

Questão 16. Planetas orbitando outras estrelas, localizados fora do sistema solar, são chamados de exoplanetas ou planetas extrassolares. De forma especial, o sistema estelar 55 Cancri foi um dos primeiros em que se descobriu a existência de exoplanetas, como 55 Cancri e, um planeta 8 vezes mais massivo e com o dobro do tamanho da Terra. O astro orbita a estrela 55 Cancri, similar ao Sol, a uma distância cerca de 64 vezes menor do que a distância Terra-Sol. Considerando que a massa de 55 Cancri seja idêntica à do Sol, o período orbital de 55 Cancri e é:

- a) 8 vezes menor do que um ano terrestre.
- b) 64 vezes menor do que um ano terrestre.
- c) 128 vezes menor do que um ano terrestre.
- d) 256 vezes menor do que um ano terrestre.
- e) 512 vezes menor do que um ano terrestre.



Questão 17. Analisando um tubo sonoro fechado, temos a seguinte configuração:



- a) A onda sonora de pressão não inverte a fase quando atinge uma extremidade fixa (fechada).
- b) A onda sonora de deslocamento não inverte a fase quando atinge uma extremidade fixa (fechada).
- c) A onda de pressão está defasada de 180° da onda de deslocamento.
- d) A onda de pressão está em fase com a de deslocamento.
- e) A onda de pressão possui velocidade de propagação maior que a onda de deslocamento.

Questão 18. Daniel, um jovem que se esforça a praticar atividades físicas, sempre leva sua garrafa de água gelada à corrida. Entretanto, em um determinado dia, sua água está a uma temperatura um pouco elevada, então ele decide colocar a garrafa cheia de água no congelador para diminuir a temperatura da água mais rapidamente. Durante esse tempo, ele decidiu analisar uma curva de investimentos em criptomoeda e esqueceu de sua garrafa no freezer. Ao abrir o freezer, a água havia congelado e a garrafa explodido. Assinale a alternativa que melhor indica a causa do fenômeno ocorrido:

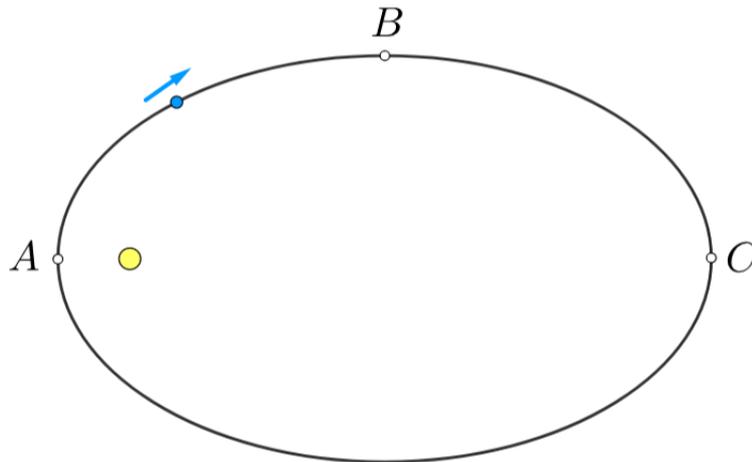
- a) Devido à aplicação de um campo magnético externo.
- b) Devido ao comportamento anômalo da água.
- c) Devido às ligações de hidrogênio das moléculas de água, que se enfraqueceram.
- d) Devido ao fato de o material da garrafa ser muito fraco.
- e) Nenhuma das alternativas anteriores.

Questão 19. Em uma região semiárida, uma bomba d'água de potência 200 W é utilizada para retirar água de um poço de profundidade 20 m. Assumindo que a água chega com velocidade praticamente nula na superfície, assinale a opção que contém o tempo necessário, em minutos, para encher completamente o tanque de um caminhão-pipa de capacidade igual a 3000 litros.

- a) 10
- b) 20
- c) 30
- d) 40
- e) 50



Questão 20. Em uma aula de física sobre gravitação universal, o Prof. Udac resolve propor um pequeno desafio aos seus alunos. Ele esquematiza em sua lousa a seguinte situação: um planeta (em azul, na figura) encontra-se em uma órbita elíptica ao redor de sua estrela (em amarelo). Em seu desenho, o professor também indica o sentido de movimento do planeta com uma seta, além de marcar os pontos A , B e C sobre a órbita do planeta, conforme vemos abaixo.



Então, o professor resolve fazer algumas afirmações acerca da situação:

- I. O módulo da velocidade do planeta no ponto A é menor do que em C .
- II. O intervalo de tempo necessário para o planeta ir de A a B é idêntico ao intervalo de tempo necessário para ir de B a C .
- III. Se a distância do planeta à estrela em A é duas vezes menor do que em C , a intensidade da força gravitacional entre a estrela e o planeta em A é 4 vezes maior do que em C .
- IV. Se soubermos a massa da estrela e o semi-eixo maior da órbita, podemos obter o período de revolução do planeta ao redor da estrela.

Com base nos seus conhecimentos sobre gravitação universal, assinale a opção que contém a(s) afirmativa(s) correta(s).

- a) Apenas I.
- b) Apenas III.
- c) I, II e IV.
- d) III e IV.
- e) Todas as afirmações estão corretas.



Olimpíada Brasileira Online de Física

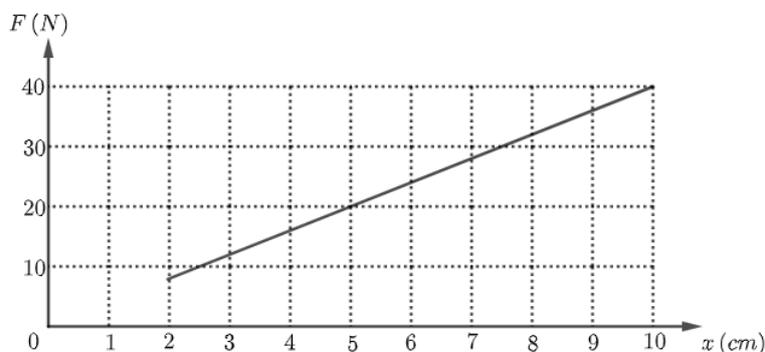


Questão 21. José Beltrão estava treinando tiro ao alvo com seu arco e flecha. Por ser um aluno de física bastante curioso começou a se questionar o qual deve ser o mínimo trabalho realizado sobre a flecha para acertar o centro de um alvo que se encontra a 10 m de Beltrão. Considere que Beltrão é habilidoso suficiente para atirar a flecha horizontalmente e tanto o arco quanto o alvo se encontram a mesma altura. Sabendo que o centro do alvo possui 5 cm de raio e flecha 20 g ajude Beltrão a descobrir o trabalho realizado em Joules.



- a) 50 J
- b) 100 J
- c) 200 J
- d) 50 kJ
- e) 100 kJ

Questão 22. O arco de José Beltrão é especial, esse possui uma corda elástica que obedecia à lei de Hooke de tal forma que possui uma constante elástica equivalente k . O gráfico a seguir mostra a força que Beltrão exerce em função da deformação. Desse modo, encontre k .



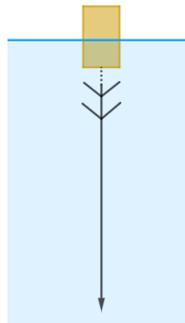
- a) 25,0 N/m
- b) 50,0 N/m
- c) 100,0 N/m
- d) 200,0 N/m
- e) 400,0 N/m



Questão 23. Em um de seus treinamentos para as olimpíadas de arco e flecha, José Beltrão deixou cair uma flecha em sua piscina e infelizmente ela afundou. Assim, ao olhar a flecha no fundo da piscina notou que viu a flecha a uma distância 1,5 m da superfície. Sabendo que o índice de refração da água é $n = 4/3$, encontre a real profundidade da piscina.

- a) 1,125 m
- b) 0,889 m
- c) 2,000 m
- d) 0,500 m
- e) 4,500 m

Questão 24. José Beltrão não quer mais que suas flechas afundem na água então acoplou uma pequena boia cilíndrica a elas de tal maneira que sempre que uma flecha cai na água a boia a impede de afundar, como mostra a figura. Assumindo que a boia tem metade da massa de uma flecha ($m_{flecha} = 20\text{ g}$) encontre o volume total da boia, se apenas a metade da boia está em baixo d'água e o volume da flecha é metade do volume total da boia.



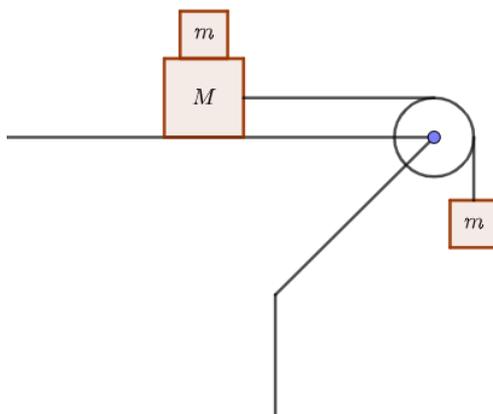
- a) 12 cm^3
- b) 60 cm^3
- c) 20 cm^3
- d) 40 cm^3
- e) 30 cm^3

Questão 25. Matheus, um jovem que ama aviação de caça, decide criar um caça grippen em miniatura inspirado no filme Top Gun. A miniatura do avião tem 6 kg e foi puxada por 5,30 metros em uma superfície plana e horizontal. Matheus utilizou uma corda para fazer isso e aplicou uma força constante de 12,5 N, de forma angulada com um ângulo de 30° acima do plano. Qual foi o trabalho realizado?

- a) 300,00 J
- b) 57,97 J
- c) 30,60 J
- d) 200,00 J
- e) 15,30 J



Questão 26. Considere o esquema mostrado a seguir, composto por dois blocos idênticos de massa $m = 10 \text{ kg}$ e um bloco de massa $M = 30 \text{ kg}$. Considere que todas as superfícies são lisas exceto a superfície de contato entre M e m (o atrito é suficiente para não existir deslizamento). Sabendo que a polia e os fios são ideais, encontre a força de atrito que atua nos blocos.



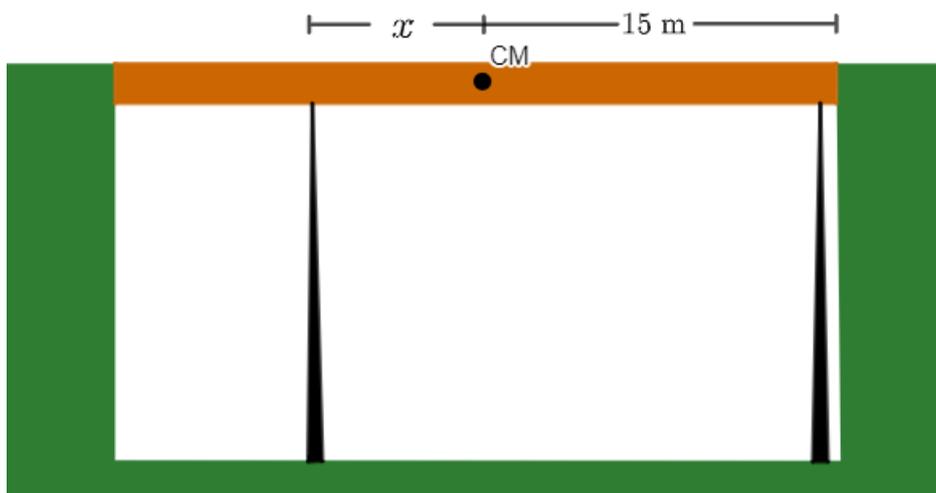
- a) 20 N
- b) 25 N
- c) 60 N
- d) 80 N
- e) 100 N

Questão 27. Em uma aldeia indígena ensolarada, AstroHanita propôs usar um refletor parabólico com largura de $6,0 \text{ m}$ para aquecer água de forma sustentável para que todos os moradores consigam fazer café. Saiba que a incidência de radiação solar neste momento na aldeia é de 800 W/m^2 . AstroHanita calculou o comprimento do refletor necessário para aquecer $1,0 \text{ m}^3$ de água de 20°C para 100°C em uma hora. A aldeia construiu o refletor de acordo com as especificações de astrohanita, permitindo o aquecimento rápido e reduzindo a dependência de energia não renovável para aquecer água para o café da tarde. Qual é o comprimento do refletor construído?

- a) 16 m
- b) 17 m
- c) 18 m
- d) 19 m
- e) 20 m



Questão 28. Certo dia, Alberto, um astuto engenheiro, decidiu construir uma simples ponte retangular e uniforme de madeira que liga dois lados de um abismo de 30,00 m de comprimento. Entretanto, Alberto possui apenas duas colunas para dar sustentação à sua ponte e decidiu colocar uma dessas colunas em uma extremidade da ponte. Sabendo que a ponte possui uma massa de 180,00 kg e Alberto tem uma massa de 60,00 kg, qual deve ser a menor distância da segunda coluna ao centro de massa da ponte para que Alberto nunca caia dela?



- a) 3,00 m
- b) 3,25 m
- c) 3,50 m
- d) 3,75 m
- e) 4,00 m

Questão 29. Astrogabi estava bebendo seu energético da marca boi garantido de coco e açaí muito feliz enquanto estudava cálculo na faculdade. Quando abaixa para pegar seu lápis que caiu no chão, seu óculos cai em direção ao chão. O óculos de Astrogabi tem massa de 0,4 kg e no momento em que bate no chão, tem velocidade de 31 m/s. Sabendo-se disso, qual foi, aproximadamente, a energia cinética do óculos de Astrogabi no instante anterior a bater no chão?

- a) 188 J
- b) 189 J
- c) 190 J
- d) 191 J
- e) 192 J



Olimpíada Brasileira Online de Física



Questão 30. Astroju estava gerando seu código inovador em Python quando de repente o seu gatinho plasma nocauteia sua caneca de café de 4,00 kg de massa em direção ao chão. A caneca de café, ainda bem, é amortecida por uma borracha que estava no chão. A borracha reduziu o impacto da queda, fazendo com que a colisão fosse mais demorada e deixando a caneca voltar, só que com uma velocidade menor. Outra forma de reduzir o impacto é utilizar um material que se deforma, fazendo com que a colisão seja ainda muito demorada, mas não permitindo que a caneca volte após a colisão.

Comparando as duas situações, como ficam a força média exercida sobre a caneca e a energia mecânica dissipada?

- a) A força é maior na colisão com a borracha, e a energia dissipada é maior na colisão com o material deformável.
- b) A força é maior na colisão com o material deformável, e a energia dissipada é maior na colisão com a borracha.
- c) A força é maior na colisão com o material deformável, e a energia dissipada é a mesma nas duas situações.
- d) A força é maior na colisão com a borracha, e a energia dissipada é maior na colisão com o material deformável.
- e) A força é maior na colisão com o material deformável, e a energia dissipada é maior na colisão com a borracha.