

Olimpíada Brasileira Online de Física

1ª Fase - 12 a 14 de setembro de 2025

Nome: _____

Série: _____

Nível JL
Ensino Fundamental
6ª e 7ª séries

Instruções de Prova

- I. Esta prova destina-se exclusivamente aos alunos dos **6ª e 7ª séries do ensino 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 12 a 14 de setembro de 2025**.
- 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:

José Leite Lopes (Recife, 28 de outubro de 1918 — Rio de Janeiro, 12 de junho de 2006) foi um dos grandes nomes da física teórica brasileira. Destacou-se por estudos fundamentais em física de partículas, como a previsão do bóson Z, que mais tarde se tornaria parte essencial da teoria eletrofraca. Foi um dos fundadores do CBPF e teve papel central na criação do CNPq e da FINEP. Dirigiu importantes instituições científicas, como o CBPF e o Instituto de Física da UFRJ. Recebeu o Prêmio de Ciência da UNESCO, sendo o único físico brasileiro a conquistar essa honra.



Questão 1. Gru, em sua busca de roubar a Lua, passou anos observando a mesma em um mesmo local. Curiosamente, ele notou que ele sempre via praticamente o mesmo lado da Lua. Qual é a melhor explicação desse fenômeno?

- a) O período de translação da Terra é praticamente divisível pelo período de translação da Lua.
- b) O período de translação da Terra é praticamente divisível pelo período de rotação da Lua.
- c) O período de rotação da Terra é praticamente o mesmo que período de rotação da Lua.
- d) O período de rotação da Terra é praticamente o mesmo período de translação da Lua.
- e) O período de um estação do ano da é praticamente divisível pelo período de rotação da Lua.

Solução:

A alternativa correta é a letra (d). Como ambos esses períodos são praticamente iguais, acabamos sempre vendo apenas um mesmo lado da Lua.

Questão 2. Em um belo dia, Trucas se pergunta sobre como funcionam as estações do ano. Assim, seu colega Prucas responde à sua pergunta, explicando qual a principal razão física por trás das estações do ano. Qual das seguintes alternativas é verdadeira e se encaixa melhor nessa razão?

- a) Estrelas distantes possuem ciclos de emissão de luz com períodos bem definidos que determinam as estações do ano.
- b) As camadas da atmosfera terrestre mudam suas propriedades de acordo com períodos muito bem definidos que determinam as estações do ano.
- c) As estações do ano acontecem por causa da trajetória perfeitamente circular da Terra, cujo período bem definido(ano) determina as estações.
- d) As estações do ano ocorrem, principalmente, por causa da trajetória da Terra em torno do Sol e da inclinação do eixo de rotação da Terra com respeito à sua órbita.
- e) As estações do ano ocorrem por causa do Efeito Estufa.

Solução:

Vamos analisar cada alternativa:

- (a) Apesar de algumas estrelas distantes realmente terem ciclos de emissão de luz com períodos bem definidos, isso não está relacionado com as estações do ano
- (b) As camadas da atmosfera não possuem nenhuma relação direta com o período das estações do ano.
- (c) A trajetória da Terra não é perfeitamente circular.
- (d) Essa é a alternativa correta. Por causa de tal inclinação orbital, o sol pode ficar acima do horizonte



Olimpíada Brasileira Online de Física



mais ou menos tempo do que o normal. É por causa desse efeito que são criadas as estações do ano.
(e) O Efeito Estufa não possui relação direta com a causa das estações do ano.

Questão 3. David Iron é um estudante fascinado por física. Por causa disso, ele decide realizar um experimento curioso. Ele separou 5 L de água da sua torneira, que estava em uma temperatura de 20°C e depois juntou com 20 litros de água de uma sauna, que estava com temperatura de 60°C . Desconsiderando perdas externas de calor, qual a temperatura final esperada para o sistema?

- a) 52°C
- b) 50°C
- c) 58°C
- d) 55°C
- e) 60°C

Solução:

Por conservação de energia, temos:

$$Q_1 + Q_2 = 0$$

Podemos expressar o calor transferido por cada parte de água por meio da fórmula:

$$Q = mc\Delta T$$

Onde m é a massa de parte de água, c é o calor específico da água e ΔT a variação de calor. Como o enunciado nos forneceu apenas o volume da água, pode substituir $m = \rho V$, onde ρ é a densidade da água e V seu volume. Assim, temos:

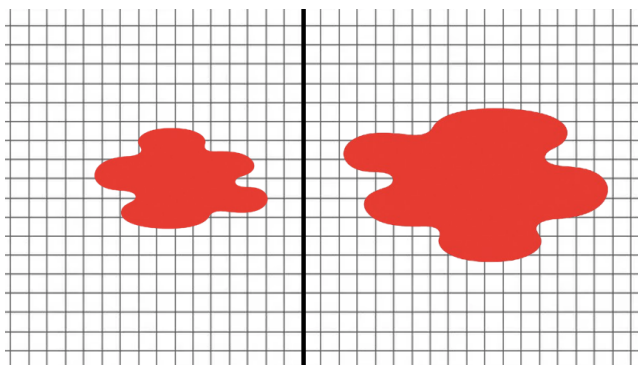
$$V_1\Delta T_1 = -V_2\Delta T_2 \rightarrow V_1(T_e - T_1) = V_2(T_2 - T_e)$$

Isolando a temperatura de equilíbrio e substituindo:

$$T_e = \frac{V_2T_2 + V_1T_1}{V_1 + V_2} = 52^{\circ}\text{C}$$

Questão 4. Observe a imagem (à direita) gerada por um objeto (à esquerda) após seus raios passarem por um espelho. Com isso, analise as seguintes características da transformação óptica que ocorreu e marque a única alternativa que descrever corretamente o sistema:

- a) A imagem está invertida e aumentada, podendo ter sido formada por espelho convexo.
- b) A imagem está invertida e aumentada, podendo ter sido formada por espelho côncavo.
- c) A imagem está direita e aumentada, podendo ter sido formada por espelho côncavo.
- d) A imagem está direita e reduzida, podendo ter sido formada por espelho côncavo.
- e) A imagem está direita e reduzida, podendo ter sido formada por espelho convexo.



Solução:

É possível ver que a imagem está invertida e com proporções aumentadas, o que somente pode ser produzido por espelhos côncavos, já que espelhos convexos apenas podem gerar imagens direitas - Item (b)

Questão 5. João e Alnardo Farias Barros Cevaldo Corvos Clube estão debatendo sobre os princípios da óptica geométrica e tiram algumas conclusões. Analise cada uma das afirmativas propostas pelos garotos.

(I) - A luz pode ser considerada como onda ou partícula na física, dependendo do contexto, mas em óptica geométrica, de maneira geral, trabalharemos com a luz se comportando como onda.

(II) - Um fato que sustenta o comportamento de onda da luz é o fato de sempre tomar (quando o meio é homogêneo e isotrópico) caminho retilíneo.

(III) - A refração ocorre quando a luz muda de meio de refração, o que a faz mudar sua velocidade e comprimento de onda, mantendo a frequência dela constante.

Das afirmativas, estão corretas

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

Solução:

Todas as afirmativas estão corretas e descrevem basicamente os princípios utilizados pela óptica geométrica. São com esses conceitos que se constroem todos os estudos de comportamento de lentes e espelhos. - item (d)

Questão 6. O seguinte texto vale para as próximas duas questões:

Uma jovem estudante de física chamada **Alexanidrido Dissal** está analisando o comportamento de uma mangueira e seu fluxo de água. Ligando a torneira à qual a mangueira está conectada, ela segura a ponta aberta em cima de um grande balde, o qual enche até escorrer água! Apesar da molhaceira, ela tira seu caderno e calculadora do bolso e começa a trabalhar a física!

Primeiramente, ela busca obter o fluxo da água. Sabendo que encheu o balde de 90 L em 4 min, qual é o valor da vazão em m^3/s ?

- a) $1,25 \times 10^{-4}$



- b) $1,25 \times 10^{-1}$
- c) 5×10^{-1}
- d) 5×10^{-4}
- e) $2,5 \times 10^{-4}$

Solução:

Sabendo que um metro cúbico contém 1000 L, logo:

$$90 \text{ L} = 0,09 \text{ m}^3$$

e a vazão é:

$$Q = \frac{0,09}{4 \times 60} = 3,75 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

Não havendo item correto, portanto a questão está **anulada**.

Questão 7. Agora, Alexandridro pretende estudar a velocidade da água. Utilizando o valor da vazão obtido no item anterior e sabendo que a abertura da mangueira é de 2 cm^2 , logo a velocidade da água que sai da mangueira é de (em m/s):

- a) Não é possível obter apenas com estes dados.
- b) $0,250 \text{ m/s}$
- c) $0,425 \text{ m/s}$
- d) $0,500 \text{ m/s}$
- e) $0,675 \text{ m/s}$

Solução:

Utilizando a relação

$$Q = v \cdot A$$

e utilizando o valor obtido no item anterior, a velocidade é $0,1875 \text{ m/s}$. Como este valor não está em alguma das alternativas, o correto é o **item - a**

Questão 8. Considere um pêndulo simples formado por um fio ideal de comprimento L , com uma pequena massa M presa à sua extremidade inferior. O sistema está sujeito a um campo gravitacional uniforme de intensidade g . Suponha que o movimento ocorra em pequenas oscilações e que não haja resistência do ar.

Utilizando análise dimensional, ache uma expressão para o período T de oscilação do pêndulo em função de L , M , g e de uma constante numérica K que não precisa ser determinada.

- a) $T = K\sqrt{Lg}$
- b) $T = K\sqrt{\frac{1}{gL}}$
- c) $T = K\sqrt{\frac{L^2}{g}}$
- d) $T = K\sqrt{\frac{L}{g}}$
- e) $T = K\sqrt{\frac{L}{g^2}}$



Solução: Pela análise dimensional, o período T deve depender do comprimento L , da massa M e da aceleração da gravidade g . Considerando as dimensões: $[T] = T$, $[L] = L$, $[M] = M$, $[g] = L/T^2$.

Como T tem dimensão de tempo, podemos propor a forma:

$$T = K L^a M^b g^c$$

Comparando as dimensões, temos:

$$[T] = [L]^a [M]^b [L/T^2]^c = L^{a+c} M^b T^{-2c}$$

Igualando as dimensões:

$$M : \quad b = 0 \quad \Rightarrow \text{não depende de } M$$

$$L : \quad a + c = 0 \quad \Rightarrow a = -c$$

$$T : \quad -2c = 1 \quad \Rightarrow c = -\frac{1}{2}, \quad a = \frac{1}{2}$$

Logo, a expressão para o período é:

$$T = K \sqrt{\frac{L}{g}}$$

Letra D

Questão 9. Patrícia é uma motorista de aplicativo que está tentando chegar ao seu destino o mais rápido possível. O trajeto consiste em uma linha reta de 105 m. O carro possui uma aceleração máxima de 6 m/s^2 e uma velocidade máxima de 30 m/s .

Considerando que Patrícia acelera até atingir a velocidade máxima e depois mantém essa velocidade constante até o destino, determine o tempo total necessário para completar o trajeto. Despreze quaisquer efeitos de frenagem, curvas ou resistência do ar.

- a) $t = 6 \text{ s}$
- b) $t = 7 \text{ s}$
- c) $t = 8 \text{ s}$
- d) $t = 9 \text{ s}$
- e) $t = 10 \text{ s}$

Solução: Primeiro, vamos verificar se o carro atinge a velocidade máxima antes de completar o trajeto.

A distância necessária para atingir a velocidade máxima $v_{\max}$ com aceleração a é:

$$s_1 = \frac{v_{\max}^2}{2a} = \frac{30^2}{2 \cdot 6} = \frac{900}{12} = 75 \text{ m}$$

Como o trajeto total é $s = 105 \text{ m} > 75 \text{ m}$, o carro consegue atingir a velocidade máxima.

O tempo para acelerar até $v_{\max}$ é:

$$t_1 = \frac{v_{\max}}{a} = \frac{30}{6} = 5 \text{ s}$$



A distância restante percorrida a velocidade constante é:

$$s_2 = s - s_1 = 105 - 75 = 30 \text{ m}$$

O tempo para percorrer s_2 a velocidade constante $v_{\max}$ é:

$$t_2 = \frac{s_2}{v_{\max}} = \frac{30}{30} = 1 \text{ s}$$

Portanto, o tempo total é:

$$t_{\text{total}} = t_1 + t_2 = 5 + 1 = 6 \text{ s}$$

Letra A

Questão 10. Asfury está dirigindo seu carro, um Fusca, e competindo com uma Ferrari. No instante inicial ($t = 0$), a Ferrari está a 100 metros à frente de Asfury e desloca-se com velocidade constante 20 m/s. Enquanto, inicialmente Asfury já desloca-se com velocidade constante 30 m/s. Determine após quanto tempo Asfury alcançará a Ferrari, considerando que o movimento ocorre em linha reta e desprezando quaisquer resistências.

- a) $t = 9s$
- b) $t = 10s$
- c) $t = 11s$
- d) $t = 12s$
- e) $t = 13s$

Solução: Vamos definir a posição de cada carro em função do tempo t :

$$x_{\text{Ferrari}} = 100 + 20t$$

$$x_{\text{Asfury}} = 0 + 30t$$

Para determinar quando Asfury alcança a Ferrari, igualamos as posições:

$$x_{\text{Asfury}} = x_{\text{Ferrari}} \Rightarrow 30t = 100 + 20t$$

Resolvendo para t :

$$30t - 20t = 100 \Rightarrow 10t = 100 \Rightarrow t = 10 \text{ s}$$

Portanto, Asfury alcançará a Ferrari após 10 segundos.

Letra B

Questão 11. Lucas, irmão de Asfury, está analisando o movimento de um carro que parte do repouso e inicia o movimento com aceleração constante positiva, depois desacelerando também com aceleração constante de mesmo módulo pela mesma quantidade de tempo e, por fim, continuando com velocidade constante.

Assumindo que Lucas desenhe corretamente o gráfico da posição em função do tempo ($s \times t$) do carro, assinale a alternativa que apresenta a descrição que mais se assemelha qualitativamente ao gráfico de Lucas:



- a) uma parábola côncava para baixo, seguida de uma côncava para cima seguida de uma linha reta com inclinação não nula
- b) uma parábola côncava para cima cujo o vértice, seguida de uma côncava para baixo seguida de uma linha reta com inclinação não nula
- c) uma parábola côncava para cima, seguida de uma côncava para baixo seguida de uma linha reta com inclinação nula
- d) uma linha reta inclinada para cima, seguida de uma para baixo seguida de uma sem inclinação
- e) uma parábola côncava para cima cujo o vértice está abaixo do ponto (0,0), seguida de uma côncava para baixo seguida de uma linha reta com inclinação nula

Solução: O gráfico de um movimento acelerado é uma parábola, nessa caso côncava para cima ($a > 0$) como parte do repouso, o começo é em seu vértice. a segunda parte $a < 0$, então ainda é um parábola, mas com concavidade oposta. Como ele passa o mesmo tempo desacelerando, essa velocidade constante é zero, (uma linha reta horizontal) **Letra C**

Questão 12. Elias e Asfury estavam brincando de arremessar projéteis Considerando que Asfury já está a 10 metros de distância quando começa a fugir, (com velocidade constante de 6 m/s) Considerando que Elias quer acertar Asfury no arremesso, qual deve ser o tempo, aproximadamente, que ele precisa esperar antes de lançar o projétil, para que ele atinja exatamente o ponto onde Asfury estará? Sabendo que vai lançar a bola com uma velocidade de 20 m/s, formando um ângulo de 30° com a horizontal

- a) $t = 1,4s$
- b) $t = 1,6s$
- c) $t = 1,8s$
- d) $t = 2,0s$
- e) $t = 2,2s$

Solução: Primeiro, calculamos a distância horizontal máxima que o projétil de Elias alcançará:

$$R = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g} = \frac{20^2 \cdot \sin 60^\circ}{10} = \frac{400 \cdot 0,866}{10} \approx 34,64 \text{ m}$$

O tempo que Asfury leva para percorrer a distância entre sua posição inicial ($x_0 = 10 \text{ m}$) até o ponto de alcance do projétil é:

$$T_1 = \frac{R - 10}{v_{\text{Asfury}}} = \frac{34,64 - 10}{6} \approx \frac{24,64}{6} \approx 4,11 \text{ s}$$

O tempo que o projétil fica no ar é dado por:

$$T_2 = \frac{2v_0 \sin \theta}{g} = \frac{2 \cdot 20 \cdot \frac{1}{2}}{10} = 2 \text{ s}$$

Para que o projétil acerte Asfury, Elias deve lançar a bola Δt antes de Asfury chegar ao ponto de impacto:

$$\Delta t = T_1 - T_2 \approx 4,11 - 2 \approx 2,11 \text{ s}$$



Portanto, Elias deve esperar aproximadamente 2,1 segundos antes de lançar o projétil.

Letra E

Questão 13. João está brincando com seu laser vermelho ($\lambda = 640 \text{ nm}$) em casa, até que ele incide em um CD. Ao fazer isso, ele observa que mais de um pico é observado. João, por ser um medalhista na OBOF, percebeu imediatamente que a luz estava difratando. Ele então, viu que o primeiro máximo de interferência estava a 4 cm do máximo central e sobre a parede que estava a 10 m do CD. Considerando que o laser atinge, normalmente, um plano contendo duas fendas, qual a distância entre as fendas no CD encontrada por João

- a) $16 \mu\text{m}$
- b) $64 \mu\text{m}$
- c) $160 \mu\text{m}$
- d) $320 \mu\text{m}$
- e) $640 \mu\text{m}$

esta questão era de um nível diferente e não corresponde com o conteúdo do nível junior, então ela está **anulada**

Questão 14. João, um jovem estudioso, voltava para casa após um longo e cansativo dia na escola. No caminho, ele se deparou com um desafio curioso promovido por uma doceria em parceria com a **OBOF**. O cartaz dizia:

*“Considere a seguinte sequência infinita: OBOF2025OBOF2025OBOF2025...
Qual caractere ocupa a posição 1527?
Acertando, você ganha um cookie!”*

Para garantir seu merecido cookie, qual caractere João deve dizer?

- a) B
- b) O
- c) F
- d) 2
- e) 5

Solução:

A sequência dada é a repetição infinita do bloco de caracteres

$$S = \text{OBOF2025},$$

Portanto, a cada 8 posições a sequência se repete. Para encontrar o caractere na posição 1527, basta dividir 1527 por 8 e observar o resto:

$$\frac{1527}{8} = 190 \text{ com resto } 7.$$

Isso significa que se passaram 190 blocos completos e ainda restam 7 caracteres. Logo, o caractere procurado corresponde ao 7º elemento do bloco S . Observando:

$$1 : O, \quad 2 : B, \quad 3 : O, \quad 4 : F, \quad 5 : 2, \quad 6 : 0, \quad 7 : 2, \quad 8 : 5,$$

concluimos que o 7º caractere é o número 2.



2

Letra D

Questão 15. Elias adora jogar sinuca e sonha em comprar sua própria mesa, que custa 7.500 reais. Sabendo que ele ganha 4.000 reais por mês e tem despesas mensais de 1.500 reais com custos de vida, guardando o dinheiro restante. Em quantos meses Elias conseguirá comprar sua tão sonhada mesa?

- a) 5
- b) 4
- c) 3
- d) 2
- e) 1

Solução:

O salário mensal de Elias é de 4000 reais, e suas despesas são de 1500 reais. Logo, ele consegue guardar

$$4000 - 1500 = 2500 \text{ reais por mês.}$$

Como a mesa custa 7500 reais, o número de meses necessários é

$$\frac{7500}{2500} = 3.$$

3 meses

Letra C

Questão 16. Takashi, um jovem apaixonado por Stranger Things, descobriu que a quinta temporada da série tão aguardada será lançada em 90 dias. No entanto, ele ainda está assistindo One Piece e precisa terminar antes de ver a nova temporada. Com 400 episódios restantes, Takashi quer calcular quantos episódios no mínimo ele precisará assistir por dia para conseguir finalizar One Piece a tempo. Como ele não gosta de parar no meio de um episódio, Takashi decidiu assistir sempre um número inteiro de episódios por dia. Após o cálculo, em quantos episódios ele chegou?

- a) 5
- b) 4
- c) 3
- d) 2
- e) 1

Solução: Takashi precisa assistir 400 episódios em 90 dias. Assim, o número mínimo de episódios por dia é

$$\frac{400}{90} \approx 4,44.$$



Olimpíada Brasileira Online de Física



Como ele deve assistir sempre um número inteiro de episódios por dia, arredondamos para cima:

5 episódios por dia.

5

Letra A

Questão 17. Praça, um entusiasta das olimpíadas de física, deseja se organizar com antecedência para participar da OBOF 2026. Ao pesquisar sobre o evento, encontrou uma publicação online afirmando que a prova ocorrerá no dia 1º de agosto de 2026. Com isso, Praça quer saber: em que dia da semana cairá essa data?

- a) Sexta-feira
- b) Sábado
- c) Domingo
- d) Segunda-feira
- e) Terça-feira

Solução: Primeiro, vamos determinar o dia da semana de 1º de agosto de 2025, usando como referência a data de 11 de setembro de 2025 (uma quinta-feira). Contamos os dias para trás entre essas datas:

$$\text{Dias em Agosto (após o dia 1)} + \text{Dias em Setembro} = (31 - 1) + 11 = 41 \text{ dias.}$$

Dividindo pelo número de dias da semana:

$$\frac{41}{7} = 5 \text{ com resto } 6.$$

Voltando 6 dias a partir de uma quinta-feira, chegamos a uma sexta-feira. Portanto, 1º de agosto de 2025 foi uma **sexta-feira**.

Agora, para encontrar o dia da semana de 1º de agosto de 2026, calculamos o número de dias em um ano. O ano de 2026 não é bissexto, logo possui 365 dias.

$$\frac{365}{7} = 52 \text{ com resto } 1.$$

Isso significa que a data avança 1 dia na semana. Assim, partindo de sexta-feira (1º/08/2025), somamos 1 dia.

Sexta-feira + 1 dia = Sábado.

Sábado

Letra B

Questão 18. Gustavo, um renomado músico apaixonado por música clássica, encontrava-se a poucas horas de subir ao palco para uma aguardada apresentação. Enquanto aguardava nos bastidores, aproveitou o momento de silêncio para se distrair com um de seus passatempos favoritos: resolver desafios matemáticos. Foi então que se lembrou de um problema curioso que havia visto nas redes sociais:



Olimpíada Brasileira Online de Física



Quantos pares de números inteiros positivos consecutivos n e $n+1$ existem, tais que n seja um número primo e $n+1$ seja um quadrado perfeito?

Intrigado, Gustavo decidiu desvendar a questão antes de sua entrada no palco. Naturalmente, ele conseguiu encontrar a solução. Qual foi a resposta que ele alcançou?

- a) 0
- b) 1
- c) 2
- d) 3
- e) infinitos

Solução: Buscamos pares de inteiros positivos consecutivos $(n, n+1)$ onde n é primo e $n+1$ é um quadrado perfeito.

Podemos escrever a segunda condição como:

$$n+1 = k^2$$

para algum inteiro positivo k . Isolando n , temos:

$$n = k^2 - 1$$

Fatorando a expressão da direita (diferença de quadrados), obtemos:

$$n = (k-1)(k+1)$$

Como n deve ser um número primo, seus únicos divisores positivos são 1 e ele mesmo. Sendo que k é um inteiro positivo, $k-1$ e $k+1$ são inteiros e $k-1 < k+1$. Para que o produto seja primo, o menor fator deve ser igual a 1.

$$k-1 = 1 \implies k = 2$$

Substituindo $k = 2$ na equação para n :

$$n = (2-1)(2+1) = 1 \cdot 3 = 3$$

Verificamos a solução: $n = 3$ é um número primo e $n+1 = 4$, que é um quadrado perfeito (2^2). Para qualquer outro valor de $k > 2$, tanto $k-1$ quanto $k+1$ serão maiores que 1, e n será um número composto. Portanto, existe apenas um par que satisfaz a condição.

1

Letra B

Questão 19. Em um mancal, um disco de 1 metro de diâmetro e peso de $200N$ está sendo sustentado por duas forças, uma em cada lado do disco. Se o disco está em equilíbrio e as forças têm mesma intensidade, qual é a intensidade de cada força, sabendo que a força resultante sobre o disco é zero?

- a) $200N$ e $200N$
- b) $400N$ e $400N$



- c) 150N e 150N
- d) 100N e 100N
- e) 50N e 50N

Solução: Para que o disco esteja em equilíbrio estático, a soma de todas as forças que atuam sobre ele deve ser nula. As forças que atuam na direção vertical são o peso do disco (P) e as duas forças de sustentação (F).

Adotando o sentido para cima como positivo, a condição de equilíbrio é:

$$\sum F_y = 0$$

$$F + F - P = 0$$

O problema informa que o peso do disco é $P = 200\text{ N}$. Substituindo na equação:

$$2F - 200 = 0$$

Agora, resolvemos para F :

$$2F = 200$$

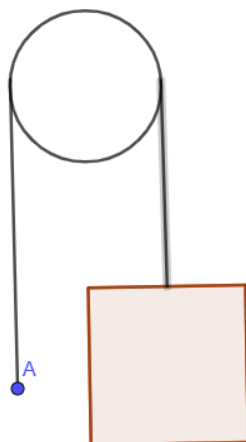
$$F = \frac{200}{2} = 100\text{ N}$$

Portanto, a intensidade de cada uma das forças de sustentação é de 100 N.

100N

Letra D

Questão 20. Considere o mecanismo representado abaixo, onde um cubo de vidro de 1 kg e volume de 4 L está sendo equilibrado por uma força aplicada na corda no ponto A. Na primeira situação, o cubo está totalmente preenchido com água, cuja densidade é 1 g/cm^3 . Na segunda situação, metade da água foi substituída por álcool, cuja densidade é $0,8\text{ g/cm}^3$. Qual é a força necessária para equilibrar o cubo nos casos 1 e 2, respectivamente?





- a) 5N e 4N
- b) 4N e 5N
- c) 46N e 50N
- d) 40N e 36N
- e) 50N e 46N

Solução: A força F necessária para equilibrar o sistema é igual ao peso total do conjunto (cubo + líquido). Usaremos a aproximação da gravidade $g \approx 10 \text{ m/s}^2$. O peso é calculado por $P = m \cdot g$.

Primeiro, vamos converter as densidades para kg/L, lembrando que $1 \text{ g/cm}^3 = 1 \text{ kg/L}$:

- $\rho_{\text{água}} = 1 \text{ kg/L}$
- $\rho_{\text{álcool}} = 0,8 \text{ kg/L}$

Caso 1: Cubo totalmente preenchido com água.

A massa de água ($m_{\text{água}}$) em um volume de 4 L é:

$$m_{\text{água}} = \rho_{\text{água}} \cdot V = 1 \text{ kg/L} \cdot 4 \text{ L} = 4 \text{ kg}$$

A massa total do conjunto é a soma da massa do cubo com a massa da água:

$$m_{\text{total, 1}} = m_{\text{cubo}} + m_{\text{água}} = 1 \text{ kg} + 4 \text{ kg} = 5 \text{ kg}$$

A força necessária para o equilíbrio é o peso total:

$$F_1 = m_{\text{total, 1}} \cdot g = 5 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 50 \text{ N}$$

Caso 2: Metade água, metade álcool.

Agora o volume é dividido: 2 L de água e 2 L de álcool.

- Massa de água: $m_{\text{água,2}} = 1 \text{ kg/L} \cdot 2 \text{ L} = 2 \text{ kg}$
- Massa de álcool: $m_{\text{álcool}} = 0,8 \text{ kg/L} \cdot 2 \text{ L} = 1,6 \text{ kg}$

A massa total do conjunto neste caso é:

$$m_{\text{total, 2}} = m_{\text{cubo}} + m_{\text{água,2}} + m_{\text{álcool}} = 1 \text{ kg} + 2 \text{ kg} + 1,6 \text{ kg} = 4,6 \text{ kg}$$

A força necessária para o equilíbrio é o novo peso total:

$$F_2 = m_{\text{total, 2}} \cdot g = 4,6 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 46 \text{ N}$$

As forças são, respectivamente, 50 N e 46 N.

50N, 46N

Letra E

Questão 21. O cientista gibolG decide fazer um experimento com duas bolas A e B de mesma massa, sendo



a densidade do material que compõe A maior que do que a do material de B , que por sua vez é maior que a da água. O cientista coloca elas em uma balança de dois lados, usando fios para as sustentar, até o equilíbrio. Se ambas são submergidas em um recipiente de água suficientemente grande, de modo que nenhuma água transborda, o que se pode dizer da situação?

- a) O equilíbrio é perturbado inclinando a balança para A .
- b) O equilíbrio é perturbado inclinando a balança para B .
- c) O equilíbrio não é perturbado.
- d) A força causada pela água nas bolas é igual.
- e) A tração nos fios aumentam.

Solução: Primeiramente, temos que o empuxo atua para cima (inverso a direção do peso), logo a tração nos fios diminuirá.

Além disso, sabemos que para corpos de mesma massa, quanto maior a densidade do corpo menor será seu volume. Assim, podemos utilizar que o empuxo em um corpo com volume submerso V_{sub} em um líquido de densidade ρ_l é:

$$E = \rho_l V g$$

Portanto, considerando que A e B são colocados no mesmo líquido, então quanto maior o volume submerso maior será o empuxo.

Como a densidade das bolas é maior que a da água, o volume submerso é igual ao volume das bolas, assim quanto maior a densidade, menor o volume submerso, o que implica menor empuxo (que atua para cima). Ou seja, o empuxo em A é menor do que em B , o que indica que a balança irá se inclinar para A . Logo, a resposta certa é **(a)**.

Questão 22. A capacidade térmica de um corpo consiste em uma medida de quanta energia precisa ser fornecida para um material para sua temperatura subir. A fim de realizar um experimento, o cientista Lucas Square separa três placas A , B e C , com capacidades térmicas 580 J/K , 340 J/K e 1000 J/K . Depois disso, ele coloca a mesma quantidade de gelo a 0°C em cima de cada uma das placas, que estavam inicialmente a uma temperatura de 27°C , e observa o processo de fusão ("derretimento") dos gelos. Considerando apenas a troca de calor entre cada gelo e placa, assinale a ordem de quais placas possuirão o gelo completamente derretido primeiro:

- a) $A - B - C$
- b) $C - B - A$
- c) $C - A - B$
- d) $B - C - A$
- e) $B - A - C$

Solução: Primeiramente, devemos entender que quanto maior for a temperatura de uma placa, mais rapidamente o calor será transferido para o gelo e, assim, menor será o tempo do gelo ser completamente derretido. Logo, se quando a placa fornecer uma certa quantidade de calor para o gelo, sua temperatura diminuir muito, então o processo até o gelo derreter será mais lento.

Ou seja, as placas em que todo o gelo sofrerá fusão em um menor tempo são aquelas que diminuem menos a sua temperatura quando cedem calor, ou seja, aquelas que possuem uma maior "resistência" a diminuir sua temperatura, que, em conceitos físicos, pode ser expressado como uma maior capacidade térmica.



Olimpíada Brasileira Online de Física



Assim, usando $C_C > C_A > C_B$, a ordem das placas que terão o gelo derretido primeiro são C - A - B. Portanto, a alternativa correta é (c).

Questão 23. O cientista Tiago Pedra simula o experimento de Joule em seu laboratório. Assim, ele coloca um bloco de massa $m = 10 \text{ kg}$ para cair uma distância $h = 4,2 \text{ m}$ e prepara um recipiente isolado termicamente com $M = 10 \text{ g}$ de água a 30°C . Considerando que todo o trabalho da queda é transferido em forma de calor para a água, em que intervalo está a temperatura final da água quando o bloco terminar de cair?

- a) entre 35°C e 45°C
- b) entre 45°C e 55°C
- c) entre 55°C e 65°C
- d) entre 65°C e 75°C
- e) entre 85°C e 85°C

Solução: A diferença de energia potencial do bloco nesse processo é:

$$\Delta U = mg\Delta h = 10 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 4,2 \text{ m} \Rightarrow \Delta U = 420 \text{ J}$$

De acordo com o enunciado, essa energia será totalmente convertida em calor transferido para água. Logo, usando os conceitos de calorimetria:

$$\Delta U = Q \Rightarrow \Delta U = Mc\Delta T \Rightarrow 420 \text{ J} = 0,01 \text{ kg} \cdot 4200 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} \Delta T \iff \Delta T = 10^\circ\text{C}$$

O que implica, usando $T_0 = 30^\circ\text{C}$ do enunciado, que:

$$T_f = T_0 + \Delta T \Rightarrow T_f = 40^\circ\text{C}$$

Portanto, a alternativa correta é (a).

Questão 24. O cientista e professor Lucas Parque fez um experimento em sala de aula, onde ele separou uma amostra de 10 g de gelo a 0°C e, depois, usou um aquecedor para fornecer 3200 J ao gelo. Com base nos seus conhecimentos de física e considerando que essa foi a única troca de calor do gelo, qual é o estado da matéria final da amostra do professor?

- a) Somente sólido.
- b) Parte sólido e parte líquido.
- c) Somente líquido.
- d) Parte líquido e parte gás.
- e) Somente gás.

Solução: Primeiramente, podemos calcular qual é a energia necessária para derreter 10 g de gelo. Dos conceitos da calorimetria e usando a tabela de valores no início da prova, temos que:

$$Q = mL = 10 \text{ g} \cdot 80 \text{ cal/g} = 800 \text{ cal} \iff Q = 3360 \text{ J}$$

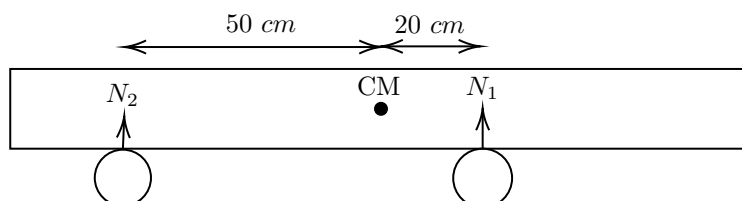
Onde apenas convertemos de calorias para Joule no último passo.

Desse modo, vemos que o calor fornecido para o gelo não é o suficiente para o gelo derreter completamente,



pois $Q > 3200 \text{ J}$. Logo, a amostra final do professor será composta de gelo não derretido e água líquida (da parte da amostra de gelo que sofreu fusão). Portanto, a alternativa correta é **(b)**.

Questão 25. Elias apoia uma barra de ferro sobre dois de seus dedos, conforme ilustrado na figura. Sabendo que a barra tem massa de 700 g e está em equilíbrio, determine os valores das forças normais N_1 e N_2 exercidas por cada dedo.



- a) $N_1 = 7 \text{ N}$ e $N_2 = 0 \text{ N}$
- b) $N_1 = 2 \text{ N}$ e $N_2 = 5 \text{ N}$
- c) $N_1 = 5 \text{ N}$ e $N_2 = 2 \text{ N}$
- d) $N_1 = 1 \text{ N}$ e $N_2 = 6 \text{ N}$
- e) $N_1 = 5 \text{ N}$ e $N_2 = 5 \text{ N}$

Solução: Sabemos que o objeto está em equilíbrio. Logo, ele está sujeito ao equilíbrio de forças e de torque.

Pelo equilíbrio de forças, temos que:

$$mg = N_1 + N_2$$

$$0,7 \cdot 10 = N_1 + N_2$$

$$7 = N_1 + N_2$$

Alem disso, pelo equilíbrio de torques (momento) em torno do CM.

Pela figura, as distâncias do CM aos pontos de apoio são $d_1 = 20 \text{ cm}$ (para N_1) e $d_2 = 50 \text{ cm}$ (para N_2). Como os dois normais são para cima, seus momentos em torno do CM devem se cancelar:

$$N_1 d_1 = N_2 d_2$$

$$N_1 \cdot 20 = N_2 \cdot 50$$

$$N_1 = \frac{5N_2}{2}$$

Substituindo

$$7 = \frac{5N_2}{2} + N_2$$

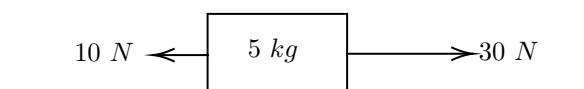


$$N_2 = 2 \text{ N}$$

$$N_1 = 7 - 2 = 5 \text{ N}$$

Letra c) $N_1 = 5 \text{ N}$ e $N_2 = 2 \text{ N}$

Questão 26. João Victor e Brandão estão puxando um bloco de massa 5 kg sobre uma superfície perfeitamente lisa, ou seja, sem atrito. Brandão aplica uma força de 30 N e João Victor, uma força de 10 N, em direções opostas. Determine a aceleração do bloco.



- a) 6 m/s^2
- b) 2 m/s^2
- c) 8 m/s^2
- d) 3 m/s^2
- e) 4 m/s^2

Solução:

Pela Segunda Lei de Newton, a força resultante sobre um corpo é dada por:

$$F_R = m \cdot a$$

Onde F_R é a força resultante, m é a massa do corpo e a é a aceleração.

Como a força resultante corresponde à soma vetorial das forças que atuam sobre o corpo, neste caso temos:

$$F_R = 30 - 10 = 20 \text{ N}$$

Substituindo os valores na Segunda Lei de Newton:

$$20 = 5 \cdot a$$

Obtemos:

$$a = 4 \text{ m/s}^2$$

Letra c) 4 m/s^2

Questão 27. Bruno Feltran está em um carro a 72 km/h quando percebe que o sinal está vermelho. Bruno começa a desacelerar com uma aceleração constante de 5 m/s^2 para não ultrapassar o sinal. O carro percorrerá quantos metros até parar completamente?



- a) 4 m.
- b) 20 m.
- c) 36 m.
- d) 40 m.
- e) 80 m.

Solução: Convertendo para m/s, descobrimos que o carro está a 20 m/s. Pela equação de Torricelli:

$$v_f^2 = v_0^2 + 2a\Delta S$$

$$0 = 400 - 2 \cdot 5 \cdot \Delta S$$

$$\Delta S = 40 \text{ m}$$

Logo, a resposta correta é **Letra d)**

Questão 28. Em um planeta com uma aceleração gravitacional de 2 m/s^2 , o astronauta Alexandre Pontes lança uma pedra para cima com velocidade inicial de 4 m/s . Qual será o tempo que levará para a pedra subir e voltar na mão de Alexandre?

- a) 1 s.
- b) 2 s.
- c) 4 s.
- d) 6 s.
- e) 8 s.

Solução: Quando a pedra chegar no ponto máximo ela terá velocidade zero, logo:

$$v = v_0 + at$$

$$0 = 4 - 2 \cdot t$$

$$t = 2 \text{ s}$$

Como leva 2 segundos para subir, para a pedra subir e voltar na mão levará 4 segundos.

Logo, a resposta correta é **Letra c)**

Questão 29. Vitor Takashi percorre com sua bicicleta um trajeto dividido em duas partes. Na primeira, ele percorre 20 km com uma velocidade de 20 km/h. Na segunda, faltando 30 km, ele reduz a velocidade para 15 km/h. Qual a velocidade média de Vitor em todo o percurso?

- a) 16,7 km/h.



- b) 17,1 km/h.
- c) 17,5 km/h.
- d) 18 km/h.
- e) 18,5 km/h.

Solução: Tempo que leva para percorrer a primeira parte:

$$t = \frac{20}{20} = 1 \text{ h}$$

Tempo que leva para percorrer a segunda parte:

$$t = \frac{30}{15} = 2 \text{ h}$$

Como sabemos que ele percorreu no total 50 km e levou 3 horas, a velocidade média deve ser de aproximadamente 16,7 km/h.

Logo, a resposta correta é **Letra a)**

Questão 30. Lucas Asfury, determinado a provar sua superioridade não apenas em solo, mas também nas alturas, investe tudo o que possui (inclusive o futuro) na compra de um foguete. Com ele, coloca-se em órbita circular ao redor da Terra. Sua viagem começa exatamente no ponto da órbita situado acima da base de lançamento, localizada na superfície da Terra.

Sabendo que:

- A órbita de Lucas é circular e no mesmo sentido da rotação da Terra;
- A Terra gira em torno de seu próprio eixo com velocidade angular constante ω_T ;
- O período de rotação do foguete em torno da Terra é T_0 e é menor que o período de rotação da Terra;
- A única força atuando sobre Lucas é a gravidade terrestre (despreze resistência do ar e outras perturbações).

Determine, em função das variáveis fornecidas, o tempo T necessário para que Lucas veja novamente a base de lançamento passando exatamente abaixo dele.

- a) $T = \frac{2}{\frac{1}{T_0} - \frac{\omega_T}{2\pi}}$
- b) $T = \frac{1}{\frac{1}{T_0} - \frac{\omega_T}{2\pi}}$
- c) $T = \frac{2\pi}{\omega_T}$
- d) $T = \frac{1}{\frac{1}{T_0} + \frac{\omega_T}{2\pi}}$
- e) $mT = \frac{1}{\frac{2}{T_0} - \frac{\omega_T}{\pi}}$



Solução: A situação descreve um satélite em órbita circular acima da Terra, enquanto a base de lançamento gira com velocidade angular ω_T .

A velocidade angular do foguete em órbita é determinada pela condição de equilíbrio da força centrípeta com a gravidade:

$$\frac{GMm}{R^2} = m \frac{v^2}{R} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$$

A velocidade angular do foguete em relação ao centro da Terra é:

$$\omega = \frac{v}{R} = \frac{\sqrt{GM/R}}{R} = \sqrt{\frac{GM}{R^3}}$$

Para que Lucas veja novamente a base passando abaixo dele, o foguete precisa percorrer um ângulo relativo de 2π em relação à base que gira com ω_T . O tempo T satisfaz:

$$(\omega - \omega_T)T = 2\pi$$

Logo, o tempo necessário é:

$$T = \frac{2\pi}{\omega - \omega_T} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{GM}{R^3}} - \omega_T} = \frac{1}{\frac{1}{T_o} - \frac{\omega_T}{2\pi}}$$

Letra B