Olimpíada Brasileira de Física das Escolas Públicas
Comentário 1° Fase
Nível B

1. **(Somente para a 1ª série)** Na nossa realidade, o atrito entre superfície sólidas é um fenômeno presente a todo momento em nossas vidas, mediando diversas ações do cotidiano. Em uma realidade alternativa, as superfícies sólidas não possuem atrito, pois todas são perfeitamente lisas. Identifique a alternativa que certamente **NÃO** se aplica para essa realidade alternativa devido à ausência de atrito.

   (a) Ao pular, as pessoas atingem alturas maiores que o próprio corpo.

   (b) A forma de segurar uma caneta ou um lápis não é igual à de nossa realidade.

   (c) As pessoas não se movimentam livremente ao andar em um piso horizontal como em nossa realidade.

   (d) O movimento de automóveis não poderia ser controlado pelas rodas.

Solução:

a) Errado: O atrito é a componente horizontal da força de contato, logo ela não tem impacto significativo na direção horizontal. Então, não existe nenhuma razão para conseguirmos pular mais alto do que o normal nessa nova realidade.

b) Correto: Normalmente, contamos com a ajuda do atrito para segurar lápis e caneta para impedir que os objetos consigam se mover livremente por meio de nossso dedos.

c) Correto: Na nossa realidade, apenas conseguimos andar com o auxílio do atrito: nesse caso, o atrito nos ajuda a realizar o movimento, ao contrário do que pensamos convencionalmente. Sem a força de atrito, qualquer força que fosse aplicada no chão por meio dos nossos pés iria ser inútil, já que não iríamos conseguir sair do local.

d) Correto: Sem o atrito, o controle e o freamento de carros seria bem mais complicado, já que não haveria uma força resistiva que permitisse maior controle da velocidade. Logo, alguns atitudes simples como fazer o carro realizar uma curva seriam impossíveis.

Resposta: (a)

Feito por Alefe Ryan Correia da Silva, Daniela Emília Cerda Sales, Davi Lucas Marques de Freitas, Guilherme Galvão de Oliveira Pinto, Leon Luca de Araujo Calheira, Tiago Rocha Morais de Santiago, William Alves da Silva Costa

2. **(Somente para a 1^a série)** Os ossos, ajudados pelos músculos, garantem o formato do corpo humano. Ao produzir tensões nos ossos, visando deformá-los, eles podem quebrar (fratura). É por isso que cair de grande altura produz graves danos ao nosso corpo. Em uma realidade alternativa, os ossos são constituídos por um material parcialmente elástico que transforma parte da energia mecânica em térmica, amortecendo impactos mais intensos. Nessa realidade, uma queda de grandes alturas não produz danos ao corpo, o qual quica no solo algumas vezes como uma bola de basquete. Nesse contexto, uma pessoa de 80 kg caiu de 80 m de altura. Após quicar no solo a primeira vez, subiu até 20 m de altura. Desprezando a influência do ar, qual a quantidade de energia mecânica dissipada que foi transformada em energia térmica na primeira colisão com o solo? Dados: $g = 10\,\text{m/s}^2$ e despreze a resistência do ar.

   a) 64.000 J

   b) 32.000 J

   c) 48.000 J

   d) 86.000 J

Solução:

A energia mecânica inicial do sistema é dada pela expressão $E_i = mgh$, onde $h = 80\,\text{m}$ representa a altura inicial do objeto em relação ao solo.

Após colidir com o chão e dissipar energia, o objeto sobe até uma altura de 20 metros. Assim, a energia mecânica final do sistema é $E_f = mgh'$, com $h' = 20\,\text{m}$.

Sabendo que a variação da energia mecânica $(E_i - E_f)$ é igual à energia dissipada durante o impacto, podemos calcular:

$$\Delta E = E_i - E_f = mg(h - h')$$

Substituindo os valores fornecidos:

$$\Delta E = mg(h - h') = 800 \cdot 60$$

$$\boxed{\Delta E = 48.000\,\text{J}}$$

Resposta: (c)

3. **(somente para a 1^a série)** Você conhece a Relatividade de Albert Einstein? Essa teoria parte do pressuposto de que a medida da velocidade da luz, cerca de 1 bilhão de km/h, independe do referencial. A partir dessa incrível propriedade, Einstein sugere que a luz se torne uma mediadora para as medições de comprimento e tempo. Com essa premissa, é possível demonstrar que o comprimento L de um objeto diminui à medida que sua velocidade v se aproxima da velocidade da luz c,

conforme a equação

$$L = L_0\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}.$$

Nela, o símbolo L_0 é o comprimento do objeto quando medido em repouso. Como, na nossa realidade, a luz é muito mais rápida que os meios de transporte, não testemunhamos situações do cotidiano cuja contração relativística do comprimento seja significativa. Em uma realidade alternativa, a luz tem uma velocidade na ordem de grandeza de velocidades atingidas por carros de alta performance na nossa realidade. Qual é o valor da velocidade da luz nessa realidade alternativa se o comprimento de um carro a 300 km/h é 20% menor que o seu comprimento em repouso?

a) 400 km/h

b) 500 km/h

c) 600 km/h

d) 1000 km/h

Solução:

Usando a equação dada:

$$L = L_0\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \rightarrow \frac{L^2}{L_0^2} = 1 - \frac{v^2}{c^2}$$

Isolando c nessa equação, encontramos que:

$$c = \frac{v}{\sqrt{1 - \frac{L^2}{L_0^2}}}$$

Sabendo que o comprimento diminuirá em 20%, temos que $L = 0,8L_0$ e podemos substituir os valores dados no enunciado:

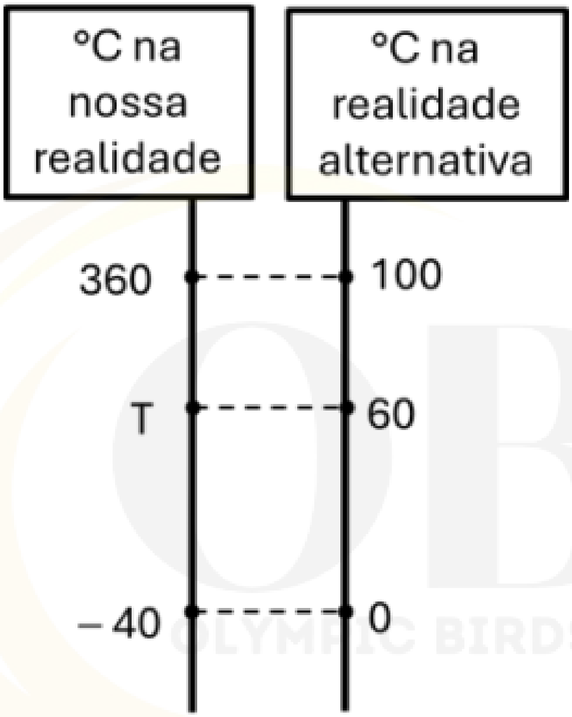
$$c = \frac{300}{\sqrt{1 - \frac{(0,8L_0)^2}{(L_0)^2}}} = \frac{300}{\sqrt{0,36}}$$

$$\boxed{c = 500\frac{\text{km}}{\text{h}}}$$

Resposta: (b)

Feito por Alefe Ryan Correia da Silva, Daniela Emília Cerda Sales, Davi Lucas Marques de Freitas, Guilherme Galvão de Oliveira Pinto, Leon Luca de Araujo Calheira, Tiago Rocha Morais de Santiago, William Alves da Silva Costa

4. **(Somente para a 1ª série)** Na nossa realidade, o sueco Anders Celsius usou os pontos de solidificação e ebulição da água ao nível do mar para definir as temperatura de 0 °C e 100 °C, respectivamente. Em uma realidade alternativa, Anders Celsius optou por usar o mercúrio no lugar da água, sendo essa a única diferença. Uma temperatura de 60 °C na nossa realidade corresponde a que temperatura nessa realidade alternativa? Considere que, em nossa realidade, o mercúrio se solidifica a – 40 °C e entra em ebulição a 360 °C.



(a) 250 °C

(b) 320 °C

(c) 200 °C

(d) 400 °C

Solução:

Para resolver o problema, utilizamos a equação de transformação entre escalas de temperatura:

$$\frac{X - F_1}{E_1 - F_1} = \frac{Y - F_2}{E_2 - F_2}$$

Onde:

- X é a temperatura na escala original (nossa realidade)
- Y é a temperatura na escala alternativa
- F_1 e E_1 são os pontos de fusão e ebulição da água (0 °C e 100 °C)
- F_2 e E_2 são os pontos de fusão e ebulição do mercúrio (-40 °C e 360 °C)

Dado que a equação correta é:

$$\frac{X + 40}{360 + 40} = \frac{Y - 0}{100 - 0}$$

Substituindo $Y = 60$:

$$\frac{X + 40}{400} = \frac{60}{100}$$

Simplificando:

$$\frac{X + 40}{400} = \frac{3}{5}$$

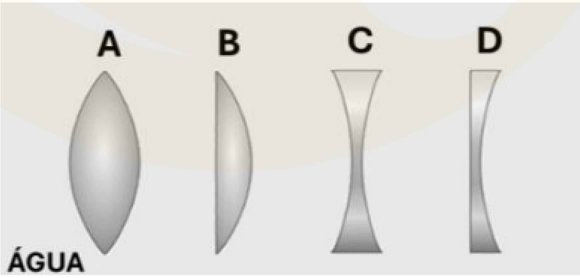
$$X + 40 = \frac{3 \cdot 400}{5}$$

$$X + 40 = 240$$

$$\boxed{X = 200°\text{C}}$$

Resposta: (c)

5. **(Somente para a 1^a série)** O vidro possui índice de refração maior que o da água. Em uma realidade alternativa, o vidro possui índice de refração menor que o da água. Vemos abaixo os perfis de quatro tipos de lentes de vidros, mergulhadas em água. Qual a alternativa que indica a classificação dessas lentes nessa situação ocorrida nessa outra realidade?



(a) divergente: A e C; convergentes: B e D

(b) divergente: C e D; convergentes: A e B

(c) divergente: B e D; convergentes: A e C

(d) divergente: A e B; convergentes: C e D

Solução:

Para determinar o comportamento das lentes, devemos considerar a relação entre o índice de refração do material da lente e o do meio em que ela está inserida:

- **Lentes de bordas finas**: são *convergentes* quando o índice de refração do material da lente é maior que o do meio e *divergentes* quando é menor.

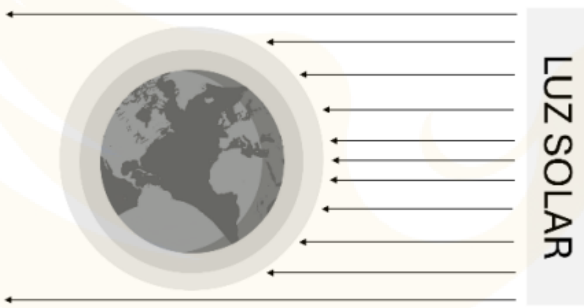
- **Lentes de bordas grossas**: apresentam o comportamento oposto, sendo *divergentes* quando o índice de refração do material é maior que o do meio e *convergentes* quando é menor.

Aplicando esses critérios, concluímos que as lentes A e B são divergentes, enquanto as lentes C e D são convergentes.

Resposta: (d)

6. A Terra possui uma camada atmosférica que se estende por mais de 700 km de altitude. A forma da atmosfera pode ser considerada quase esférica, acompanhando a forma da Terra. Sua densidade diminui à medida que a altitude aumenta. Tanto a luz solar, quanto a que chega de qualquer astro devem atravessar a atmosfera terrestre, portanto, o céu que vemos é um pouco distorcido por ela.

   Em uma realidade alternativa, a Terra tinha perdido toda a sua atmosfera. Identifique a alternativa que **NÃO** corresponde a uma característica dessa realidade alternativa que diferencia da nossa para pessoas que estejam na superfície da Terra.



   (a) A Lua vista permanece com o mesmo tamanho durante a noite de lua cheia

   (b) Uma localidade recebe luz solar por um período diário maior do que na nossa realidade.

   (c) Não existe diferença entre Sol real e Sol aparente.

   (d) O céu estrelado é visto durante o dia-claro e durante a noite.

Solução:

a) Essa característica pode ser percebida tanto na nossa realidade quanto na realidade alternativa, já que não haveria nenhum fator que mudaria o tamanho aparente da lua com o passar da noite. Logo, essa alternativa é a buscada.

b) Na nossa realidade, grande parte da luz solar é barrada pela atmosfera. Logo, nessa realidade alternativa, a quantidade de luz solar que chega na Terra efetivamente é maior. Então, essa alternativa está correta.

c) Como não haverá refração atmosférica, a posição do sol que vemos não será alterada da original. Logo, o sol aparente e o sol verdadeiro serão iguais. Então, essa alternativa está correta.

d) O efeito que deixa o nosso céu colorido é chamado espalhamento de Raylight e ocorre por causa da atmosfera terrestre. Logo, na realidade alternativa, nós veríamos o céu totalmente preto, iluminado apenas pelas luzes dos astros distantes. Vale ressaltar que esse conhecimento astronômico é bastante avançado, mas o aluno ainda poderia resolver essa questão tranquilamente se percebesse que o item a) é o que deve ser marcado. No final, essa alternativa está correta.

Resposta: (a)

7. Quando a luz incide em um corpo sólido, ela pode sofrer reflexão, absorção e/ou refração, a depender da cor (frequência) da luz e das substâncias que compõem sua superfície. Na nossa realidade, a grande maioria dos corpos sólidos não permite a refração da luz, tem absorção seletiva e promove um percentual ínfimo de reflexão regular. Em uma realidade alternativa, a grande maioria dos corpos sólidos também não permite a refração da luz, sua absorção não é seletiva e 95% da reflexão é regular. Nessa realidade alternativa, a superfície da grande maioria dos objetos sólidos, quando iluminados por luz branca, possui uma aparência:

   (a) Opaca de cor branca.

   (b) Transparente.

   (c) Opaca de cor preta.

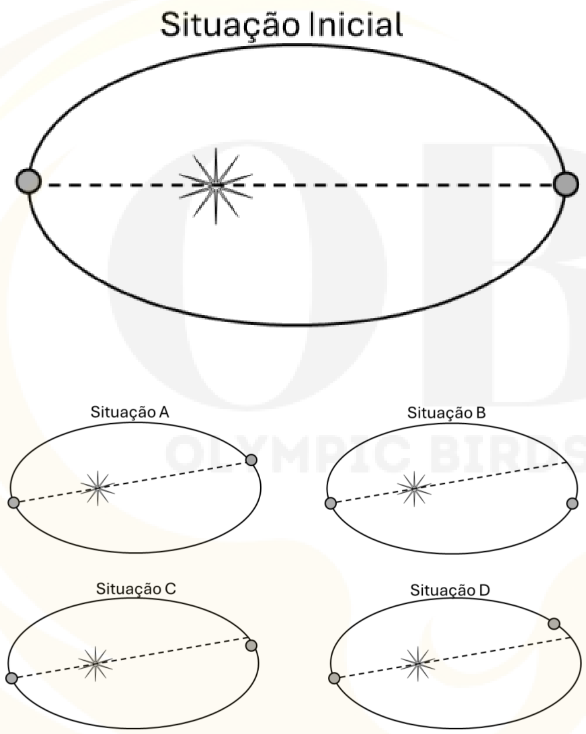
   (d) Espelhada.

Solução:

Se 100% da luz fosse refletida, o corpo seria completamente espelhado, enquanto se 100% fosso absorvida de forma não-seletiva, o corpo seria opaco branco. Se uma pessoa estivesse na mesma sala com o objeto e a luz branca, ela veria o objeto bem mais espelhado do que branco por causa da alta porcentagem da luz que é refletida. Além disso, tem um detalhe no enunciado: ele pede a superfície vista para a grande maioria dos corpos sólidos. Logo, a alternativa mais adequada para a resposta é letra D, apesar da letra A estar parcialmente correta e existir sim uma certa ambiguidade.

Resposta: (d)

8. Em uma realidade alternativa, na órbita da Terra existe outro planeta igual à Terra desde sua formação. Toda vez que um desses planetas estão no afélio, o outro está no periélio de tal forma que eles nunca se encontram. Considerando a situação inicial a que está representada logo abaixo, qual a situação seguinte para esse par de planetas nessa realidade alternativa?



(a) Situação A

(b) Situação B

(c) Situação C

(d) Situação D

Solução:

A situação apresentada refere-se a uma imagem dos planetas após um certo Δt desde o instante inicial. De acordo com a 2ª Lei de Kepler, a velocidade areolar $V_{areolar} = \dfrac{\Delta A}{\Delta t}$ = cte para todos os astros em órbita. Portanto, as áreas percorridas por esses planetas na realidade alternativa devem ser iguais.

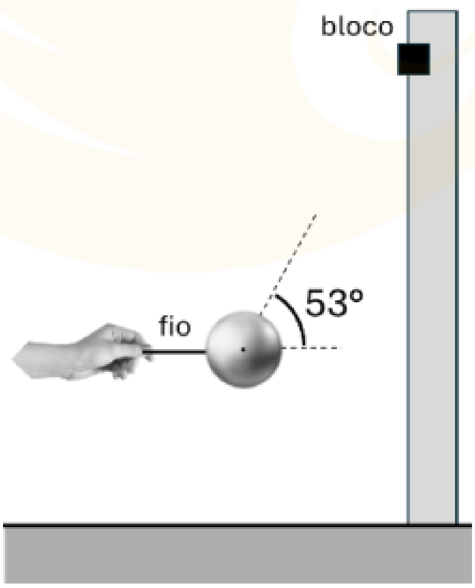
Se os planetas se movessem em sentidos opostos em suas órbitas, eles inevitavelmente se encontrariam em algum ponto. Portanto, a situação B é impossível.

Além disso, pela 2ª Lei de Kepler, o planeta mais distante do foco percorrerá uma distância menor em um determinado período. Assim, as situações A e D também são impossíveis. Isso pode ser visualizado desenhando a "área percorrida"por cada planeta: trace um segmento de reta sobre a distância entre o foco e o planeta na posição inicial e final. Ao comparar as áreas das figuras formadas, percebe-se que o planeta mais distante percorre uma distância menor, o que é coerente, dado que as outras dimensões da figura do planeta mais distante são maiores.

Resposta: (c)

9. Sabemos que o Ósmio puro é a substância de maior densidade na nossa realidade – cerca de 23 vezes mais denso que a água. Em uma realidade alternativa, os chineses conseguiram sintetizar um material tão denso que um pequeno bloco constituído por esse material conseguia produzir forças de atração gravitacional na mesma ordem de grandeza que os pesos dos corpos próximos a ele. Com esse bloco fixado em uma parede bem resistente, uma esfera de 1,6 kg permaneceu parada no ar presa apenas a um fio na horizontal, conforme figura. Calcule o valor da força gravitacional que o bloco estava produzindo na esfera nessa situação.

   Dados: Campo gravitacional terrestre $g = 10$N/kg; seno de $53° = \frac{4}{5}$ e cosseno de $53°$ $\frac{3}{5}$



Feito por Alefe Ryan Correia da Silva, Daniela Emília Cerda Sales, Davi Lucas Marques de Freitas, Guilherme Galvão de Oliveira Pinto, Leon Luca de Araujo Calheira, Tiago Rocha Morais de Santiago, William Alves da Silva Costa

(a) 12 N

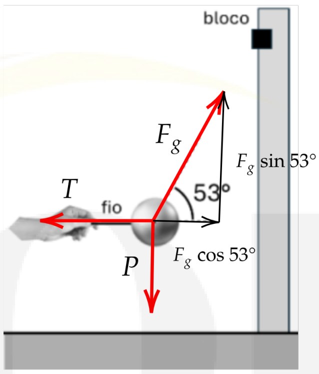
(b) 16 N

(c) 18 N

(d) 20 N

Solução:

Perceba que a força gravitacional gerada pelo bloco pode ser decomposta em horizontal e vertical assim como na imagem:



A componente horizontal é equilibrada pela tração do fio T, enquanto a vertical é equilibrada pelo peso da bola P. Veja que a componente vertical da força gravitacional é igual ao produto do módulo da força gravitacional pelo seno de 53°. Logo:

$$mg = F_g \cdot \text{sen}\, 53° \Rightarrow F_g = \frac{mg}{\text{sen}\, 53°}$$

Substituindo os valores:

$$F_g = \frac{1,6 \cdot 10}{0,8}$$

$$\boxed{F_g = 20\,\text{N}}$$

Resposta: (d)

10. Na nossa realidade, o planeta Terra sofre rotação e translação em torno do Sol. Em uma realidade alternativa a única diferença na formação do planeta Terra é que ele se consolidou sem rotação. Por conta disso, a vida não se desenvolveu na Terra e esse planeta é ocupado por extraterrestres nômades que vivem em grandes naves pousadas sobre a superfície. Como a fonte de energia dessas naves é a solar, constantemente, elas se deslocam para deixar o Sol sempre próximo do zênite. Se o raio da Terra mede aproximadamente 6.000 km, a velocidade média que esses povos nômades devem desenvolver para que nunca deixem de receber a energia solar muito próximo ao zênite é **aproximadamente**:

Dica: faça aproximações em π e na duração do ano.

(a) 4 km/h.

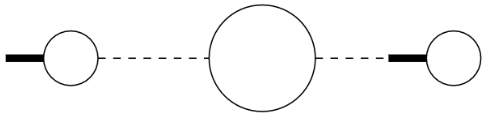
(b) 5 km/h.

(c) 6 km/h.

(d) 7 km/h.

Solução:

Primeiro, podemos observar a posição da Terra em uma certa data e meio ano depois, desconsiderando o movimento dos nômades:



Lembrando que o zênite é o ponto de altura 90°, ou seja aquele que o observador vê quando inclina totalmente sua cabeça para cima, temos na imagem acima o zênite sendo representado pela linha preta.

Perceba que para deixar o sol no zênite novamente, eles devem percorrer metade da circunferência terrestre nesse tempo. Assim:

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{C/2}{\Delta t} = \frac{\pi \cdot 6000\,\text{km}}{0,5\,\text{ano}} \approx \frac{3 \cdot 6 \cdot 10^3\,\text{km}}{0,5 \cdot 360 \cdot 25\,\text{h}}$$

$$\boxed{v = 4\text{km/h}}$$

Resposta: (a)

11. Ao nível do mar, a pressão atmosférica é aproximadamente 102.000 Pa e a densidade do ar é 1,2 kg/m^3. Na nossa realidade, à medida que a altitude cresce, a densidade do ar diminui, o que produz uma variação de pressão não linear até o final da atmosfera, a mais de 600 km de altitude. Em uma realidade alternativa, a densidade do ar, permanece constante e igual à do nível do mar até o fim da atmosfera. Considerando que a altura do Monte Everest é 8,8 km e que a aceleração da gravidade é constante e igual a 10 m/s^2, determine qual das alternativas abaixo é a correta para essa realidade alternativa.

(a) O limite da atmosfera fica no meio da altura do Monte Everest.

(b) A atmosfera ultrapassa o pico do Monte Evereste em quase 1 quilômetro.

Feito por Alefe Ryan Correia da Silva, Daniela Emília Cerda Sales, Davi Lucas Marques de Freitas, Guilherme Galvão de Oliveira Pinto, Leon Luca de Araujo Calheira, Tiago Rocha Morais de Santiago, William Alves da Silva Costa

(c) O pico do Monte Evereste é exatamente o limite da atmosfera.

(d) O limite da atmosfera fica a menos de 1 quilômetro abaixo do pico do Monte Everest.

Solução:

Supondo que a pressão atmosférica ao nível do mar é igual a da nossa realidade, devido a constância da densidade atmosférica podemos usar o princípio de stevin para determinar o limiar da atmosfera:

$$P_{atm} = \rho g h$$

Onde:

- P_{atm} é a pressão atmosférica no nível do mar.
- ρ é a densidade atmosférica

Substituindo os valores, temos:

$$P_{atm} = 102 \cdot 10^3 = 1,2 \cdot 10 \cdot h$$

$$h = 8500\text{m}$$

$$\boxed{h = 8,5\text{km}}$$

Resposta: (d)

12. Com certa dificuldade, um ser humano consegue manter sua boca acima da água para respirar enquanto boia. É impossível transportar objetos pesados e outra pessoa por um rio usando o seu próprio corpo boiando. Essa dificuldade foi uma das motivações para grupos humanos aprenderem a construir barcos. Em uma realidade alternativa, os homens tinham a capacidade de aumentar o seu volume de forma consciente até 50% do volume original. Um homem que normalmente tinha de 84 L e 82 kg, deveria usar o seu próprio corpo para atravessar um rio com o seu filho de 14 kg sem que este se molhe. Durante essa travessia, qual é o volume máximo desse homem que ficará acima da água, a qual possui massa específica de 1,2 kg/L?

(a) 40 L

(b) 46 L

(c) 52 L

(d) 64 L

Feito por Alefe Ryan Correia da Silva, Daniela Emília Cerda Sales, Davi Lucas Marques de Freitas, Guilherme Galvão de Oliveira Pinto, Leon Luca de Araujo Calheira, Tiago Rocha Morais de Santiago, William Alves da Silva Costa

Solução:

Na situação de equilíbrio de boiar, de acordo com o princípio de Arquimedes, o empuxo equilibra o peso do objeto. Portanto, temos:

$$E = P$$

$$\rho V_s \cdot g = mg$$

Onde:

- ρ: densidade da água
- V_s: volume submerso
- g: aceleração da gravidade
- V_l: volume que ficará acima da água

Substituindo os valores dados no enunciado:

$$\rho V_s \cdot g = (82 + 14)\,\mathrm{kg} \cdot g$$

$$V_s = \frac{96}{1,2} = 80\,\mathrm{L}$$

O volume que ficará em cima da água, V_l, será o volume total do homem menos o volume submerso. Como o enunciado pede que V_l seja máximo, consideramos que o volume do homem aumentou em 50

$$V_l = 1,5 \cdot 84 - 80$$

$$\boxed{V_l = 46\,\mathrm{L}}$$

Resposta: (b)

13. O salto em distância é a maior distância que um ser humano pode pular iniciando e finalizando no mesmo nível. O recorde mundial dessa prova olímpica é 8,95 m, conseguido por Mike Powell. A velocidade que esse atleta conseguiu imprimir no momento que perdeu o contato com o solo foi de 10 m/s inclinada de 30,6°, em relação ao solo. Se essa velocidade formasse 45° com o solo, o recorde seria 10,2 m, valor máximo com essa velocidade. Em uma realidade alternativa, a aceleração da gravidade terrestre mede 2 m/s^2, próxima da lunar. Sabendo que o seno e o cosseno de 45° são iguais a $\frac{\sqrt{2}}{2}$, qual seria o valor máximo para o recorde de Mike Powell nessa realidade alternativa, considerando que ele saltaria com 10 m/s?

    (a) 50 m

    (b) 46 m

Feito por Alefe Ryan Correia da Silva, Daniela Emília Cerda Sales, Davi Lucas Marques de Freitas, Guilherme Galvão de Oliveira Pinto, Leon Luca de Araujo Calheira, Tiago Rocha Morais de Santiago, William Alves da Silva Costa

(c) 40 m

(d) 32 m

Solução:

Com base no movimento retilíneo uniformemente variado que ocorre no eixo y, podemos calcular o tempo em que o lançamento realiza a trajetória:

$$v_y = v_{oy} - gt_q \Rightarrow t_q = \frac{v_{oy}}{g}$$

Logo,

$$2t_q = t_t = 2\frac{v\cos\theta}{g}$$

No movimento uniforme do eixo x, podemos calcular o alcance horizontal:

$$\Delta S = A_h = v_x t_t = \frac{v\,\mathrm{sen}\,\theta \cdot 2v\cos\theta}{g} = \frac{v^2\,\mathrm{sen}(2\theta)}{g}$$

$$A_h = \frac{100 \cdot \mathrm{m^2 s^{-2}}}{2 \cdot \mathrm{ms^{-2}}}$$

$$\boxed{A_h = 50\mathrm{m}}$$

Resposta: (a)

14. Marcos tinha uma lagartixa de estimação que costumava levar para a escola. Esse animal, diferente dos seres humanos, é exotérmico: não consegue manter a temperatura corporal estável, precisando de fontes externas para manter a temperatura na faixa ideal. Marcos vive na nossa realidade, onde a dilatação térmica dos sólidos e líquidos possuem, em geral, coeficientes de dilatação volumétricos que não ultrapassam 2×10^{-3} °C^{-1}. Em uma realidade alternativa, os coeficientes de dilatação volumétrica possuem valores próximos e inferiores a 5×10^{-2} °C^{-1}. Em certo dia, nessa realidade alternativa, Marcos e sua lagartixa entram na sala de aula. O corredor da escola e a sala de aula estavam, respectivamente, com 30 °C e 20 °C de temperatura. Identifique a alternativa que relata algo que certamente NÃO aconteceria na situação descrita.

(a) Caso a lagartixa se afaste de Marcos, seu tamanho iria diminuir significativamente.

(b) A mochila de Marcos cresceria significativamente, ao ser colocada no chão.

(c) Marcos não mudaria de tamanho porque seu corpo mantém a temperatura.

Feito por Alefe Ryan Correia da Silva, Daniela Emília Cerda Sales, Davi Lucas Marques de Freitas, Guilherme Galvão de Oliveira Pinto, Leon Luca de Araujo Calheira, Tiago Rocha Morais de Santiago, William Alves da Silva Costa

(d) Marcos cederia calor para suas roupas as quais não sofreriam grandes mudanças.

Solução:

a) Como humanos são animais endotérmicos, a temperatura de Marcos deve estar sendo controlada para se manter por volta de 30ºC ou mais. Logo, se a lagartixa de Marcos de afastasse dele, ela provavelmente sofreria uma variação de temperatura de mais de 10ºC, o que faria seu tamanho diminuir significamente. Existir sim uma certa ambiguidade sobre como Marcos carrega a lagartixa, mas como o enunciado pede algo que **certamente** não aconteceria, essa alternativa não deve ser marcada.

b) A mochila estava no corredor, onde a temperatura era de 30 ºC, e depois é colocada na sala de aula, onde a temperatura é de 20 ºC. Isso sem contar o auxílio de calor fornecido pelo corpo humano, que diminui a queda de temperatura da mochila ao se chegar naa sala. Logo, o que podemos garantir é que a mochila de Marcos terá uma temperatura acima de 20º(provavelmente perto de 30ºC) e entrará em contato com o objeto que deve estar a 20ºC, o que deve fazer com que a mochila diminua e não aumente. Logo, a afirmação de que a mochila crescerá significamente provavelmente está errada. Aqui, o enunciado deveria ser mais específico sobre a temperatura do chão, para assim podermos ter a total certeza de que a mochila irá diminuir. Porém, como o ar frio possui a tendência de cair e o ar quente de subir(correntes de convecção), podemos, com certa confiança, afirmar que a temperatura deve ser menor ou igual a da sala, o que resolve nossos problemas. No final, essa altertaniva é a mais coesa com o pedido no enunciado.

c) O corpo humano é endotérmico, logo possui mecanismos internos que permitem melhor controle de sua temperatura. Então, Marcos provavelmente não mudaria seu tamanho significamente, apesar de se esperar sim que ele sofra uma leve mudança de temperatura. Novamente, destaca-se que o enunciado pede algo que **certamente** não aconteceria. O corpo humano provavelmente iria sim sofrer uma mudança, mesmo que talvez pequena, mas também existe a possibilidade(dependendo das roupas, do ambiente e do corpo de Marcos) que não haja mudança alguma.

d) Como o corpo de Marcos é endotérmico, o calor que ele cede não deve mudar significamente com a mudança de temperatura no ambiente. Logo, é possível que as roupas não sofreriam grandes mudanças, apesar de existir sim chances das mudanças serem grandes(dependendo das roupas, do ambiente e do corpo de Marcos). Logo, seguindo o enunciado, essa alternativa não deve ser marcada.

Logo, a alternativa que mais se adequa ao enunciado é letra b). Existe sim uma certa dúvida sobre a temperatura do chão, mas, com o argumento das correntes de convecção, a chance da temperatura do chão conseguir causar um

Feito por Alefe Ryan Correia da Silva, Daniela Emília Cerda Sales, Davi Lucas Marques de Freitas, Guilherme Galvão de Oliveira Pinto, Leon Luca de Araujo Calheira, Tiago Rocha Morais de Santiago, William Alves da Silva Costa

aumento significante na mochila é algo extremamente improvável, podemos até considerar praticamente impossível. Então, vamos ficar com a alternativa b).

Resposta: (b)

15. Desconsiderando a influência do ar, os corpos abandonados partem do repouso e adquirem uma aceleração g $\cong$ 10 m/s^2. Esse comportamento para a queda-livre foi proposto por Galileu Galilei, em uma época que as concepções aristotélicas eram predominantes. De forma simplificada, podemos considerar que Aristóteles acreditava que os corpos caiam em movimento uniforme e que, para corpos de mesma substância, a velocidade de queda era diretamente proporcional à massa. Em uma realidade alternativa, as concepções aristotélicas são verdadeiras e uma esfera de chumbo de 1 kg desce em queda-livre por 45 m de altura no mesmo tempo que na nossa realidade, sem levar em consideração a influência do ar. Quanto tempo levará para uma esfera de chumbo de 2 kg cair 120 m nessa realidade alternativa?

   (a) 3 s

   (b) 6 s

   (c) 18 s

   (d) 4 s

Solução:

Como o enunciado disse, segundo Aristóteles, a velocidade de um mesmo material é proporcional a sua massa. Por isso, considerando que cada material tem uma constante k específica, podemos encontrar a seguinte função para o cálculo da velocidade:

$$v(m) = km$$

Assim também sabendo que a definição de velocidade é a variação do espaço em um intervalo de tempo, calcula-se sob concepções aristotélicas o primeiro cenário alternativo:

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t} = k_m m \Rightarrow k_m = \frac{\Delta S}{m\Delta t}$$

$$k_m = \frac{45\text{m}}{1\text{kg} \cdot \text{t}_\text{q}}$$

Na nossa realidade, podemos calcular o tempo a partir de uma substituição na função da posição em movimento uniformente variável:

$$\Delta S = v_0 t_q + \frac{a t_q^2}{2}$$

Como a velocidade inicial em uma queda é nula e a variação do espaço é a altura h:

$$h = \frac{g t_q^2}{2}$$

Chegamos em:

$$t_q = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

Logo,

$$k_m = \frac{45m}{1kg\sqrt{\frac{2 \cdot 45m}{10ms^{-2}}}} = 15\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{kg} \cdot \mathrm{s}}$$

Agora que possuímos a constante, podemos calcular o intervalo de tempo do segundo cenário alternativo:

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t} = k_m m \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta S}{k_m m}$$

$$\Delta t = \frac{120\mathrm{m}}{15\mathrm{m} \cdot \mathrm{kg}^{-1}\mathrm{s}^{-1} 2\mathrm{kg}}$$

$$\boxed{\Delta t = 4\mathrm{s}}$$

Resposta: (d)

16. Quando estava defendendo a gravitação como um fenômeno universal, Isaac Newton descreveu uma experiência mental: um corpo orbitando a Terra rente à sua superfície após ser lançado com uma específica velocidade. Na nossa realidade, essa experiência é impossível por causa da atmosfera, a qual reduziria a velocidade inicial do corpo, promovendo a sua colisão com a superfície. Em uma realidade alternativa, onde a Terra tinha perdido sua atmosfera, essa experiência foi realizada com um projétil sendo lançado por um poderoso canhão, produzido para esse fim. Considerando que o raio da Terra mede 6,05 mil quilômetros e que a aceleração da gravidade mede 9,8 m/s^2, determine a velocidade de disparo desse projétil para realizar tal experiência nessa realidade alternativa.

    (a) 7,7 km/s

    (b) 6,4 km/s

    (c) 4,9 km/s

(d) 8,2 km/s

Solução:

Como o corpo vai entrar em órbita circular numa altitude desprezível, podemos calcular a velocidade a partir da energia:

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

Como a aceleração gravitacional é dada por $g = \frac{GM}{R^2}$:

$$v = \sqrt{gR} = \sqrt{9,8 \cdot 6,05 \cdot 10^6} = 7700\text{m/s}$$

$$\boxed{v = 7,7\text{km/s}}$$

Resposta: (a)

17. Um dos maiores problemas de nossa realidade é a dificuldade de transformar alguma energia em trabalho. Isso aumenta a disputa pelas fontes dessas energias, tornando-as cada vez mais caras e escassas. Existe uma quantidade abundante de energia térmica nos corpos e no ambiente, mas que, na prática, é inviável convertê-la em trabalho por causa da segunda lei da termodinâmica. Em uma realidade alternativa, a segunda lei da termodinâmica não é absoluta, possibilitando que os seres humanos desenvolvessem automóveis que capturam energia térmica da água armazenada em um reservatório no próprio veículo, para converter integralmente em trabalho. Nessa realidade, um carro possui 500 kg de massa, incluindo a do piloto e os 25 kg de água a 20 °C (temperatura ambiente) do reservatório do veículo. Desprezando qualquer dissipação de energia mecânica, determine qual a temperatura da água no reservatório quando esse carro, partindo do repouso, atingir 20 m/s. Considere que o calor específico da água é 4 J/g°C e que o reservatório é um calorímetro ideal.

(a) 19 °C

(b) 14 °C

(c) 16 °C

(d) 12 °C

Feito por Alefe Ryan Correia da Silva, Daniela Emília Cerda Sales, Davi Lucas Marques de Freitas, Guilherme Galvão de Oliveira Pinto, Leon Luca de Araujo Calheira, Tiago Rocha Morais de Santiago, William Alves da Silva Costa

Solução:

Primeiro, vamos calcular o calor envolvido na transformação:

$$\Delta Q = mc\Delta T = 25kg \cdot 4\frac{J}{gC} \cdot \Delta T = 10^5 \Delta T J$$

Agora, podemos traçar a relação entre trabalho e calor:

$$\Delta Q = W = \frac{Mv^2}{2} \Rightarrow \Delta T = \frac{Mv^2}{2 \cdot 10^5}$$

Onde M é a massa do carro. Agora, substituindo os valores:

$$\Delta T = \frac{5 \cdot 10^2 \cdot (20)^2}{2 \cdot 10^5} = 1°C$$

Logo, como a temperatura da água é $20°C$, a temperatura do reservatório deve ser 20 - 1 = $\boxed{19°C}$

Resposta: (a)

18. A Terra tem a forma aproximada de uma esfera de raio igual a 6 megâmetros. Sua densidade média é aproximadamente $\frac{600}{91}$ yottagrama por megâmetro cúbico. Sabemos que a aceleração da gravidade em m/s^2 na superfície de um planeta se relaciona com sua massa M em yottagrama e seu raio R em megâmetro pela relação: g $\cong \frac{0{,}06 \cdot M}{R^2}$. Em uma realidade alternativa, a Terra possui a mesma densidade média, o mesmo raio, mas é oca, formada por uma casca de 1 megâmetro de espessura. Qual o valor aproximado da aceleração da gravidade na superfície da Terra nessa realidade alternativa?

    Dados: volume de uma esfera $\cong 4R^3$

    (a) 3 m/s^2

    (b) 5 m/s^2

    (c) 4 m/s^2

    (d) 2 m/s^2

Feito por Alefe Ryan Correia da Silva, Daniela Emília Cerda Sales, Davi Lucas Marques de Freitas, Guilherme Galvão de Oliveira Pinto, Leon Luca de Araujo Calheira, Tiago Rocha Morais de Santiago, William Alves da Silva Costa

Solução:

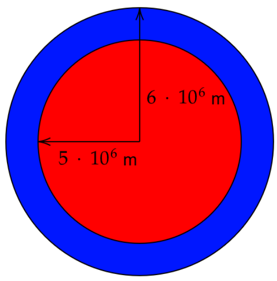
Primeiramente, quando analisamos o campo gravitacional exterior ao planeta, ou seja, com $r \geqslant R$, temos que:

$$g = \frac{GMm}{r^2}$$

Substituindo os valores da questão temos que:

$$g \cong \frac{0,06 \cdot M}{r^2} = \frac{0,06 \cdot \rho \cdot V}{r^2} \approx \frac{1,6}{r^2} \cdot R^3$$

Assim, utilizando do princípio da superposição, podemos considerar uma Terra maciça de raio 6 megâmetros (azul) e subtrair de uma Terra maciça de 5 megâmetros (vermelha), perceba que o que sobra é a casca de 1 megâmetro de espessura assim como na imagem:



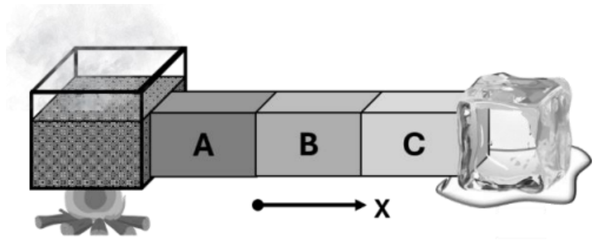
Desse modo:

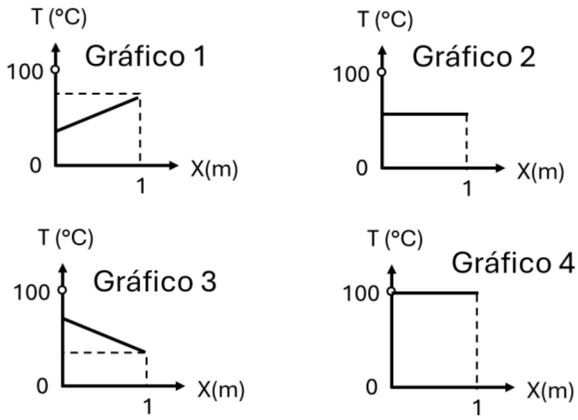
$$g_F = g_1 - g_2 = \frac{1,6}{r^2} \cdot (R_1^3 - R_2^3) = \frac{1,6}{6^2} \cdot (6^3 - 5^3)$$

$$\boxed{g_F \approx 4\text{m/s}^2}$$

Resposta: (c)

19. Em uma realidade alternativa, três blocos cúbicos de 1 m de aresta foram arrumados entre água fervendo e gelo fundente, conforme figura abaixo. A distribuição de temperatura encontra-se em regime estacionário. Tal comportamento é regido pela condutividade térmica, representada por k, na equação de Fourier, $\phi = \frac{k \cdot A \cdot \Delta T}{L}$. Nessa realidade, existe um material que é um condutor térmico perfeito, ou seja, $k \rightarrow \infty$: valor infinitamente grande. O bloco B da figura é constituído por esse material e os demais blocos são condutores comuns. Definimos um eixo X com origem na extremidade esquerda do bloco B, e, em função desta coordenada espacial, são definidos os quatro gráficos abaixo. Identifique o gráfico que melhor representa a distribuição da temperatura pelo bloco B.





(a) Gráfico 1

(b) Gráfico 2

(c) Gráfico 3

(d) Gráfico 4

Solução:

Pela equação de Fourier, tem-se, para o fluxo de calor em fenômeno de condutividade térmica:

$$\Phi = \frac{kA\Delta T}{l} \Rightarrow \frac{\Delta T}{l} = \frac{\Phi}{kA} = cte$$

Além disso, nota-se que, pelo enunciado:

$$\frac{\Delta T}{l} = \lim_{k\to\infty} \frac{\Phi}{kA} = 0$$

$$\Rightarrow \Delta T = 0 \therefore T = T_o$$

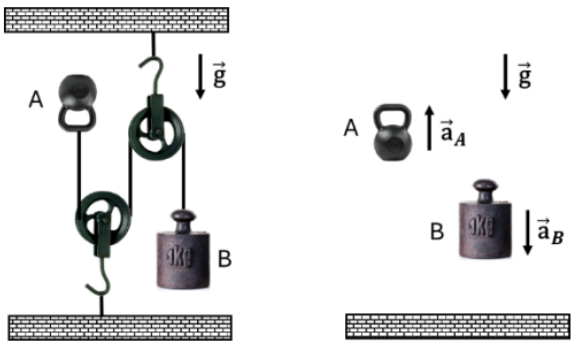
O que nos deixa entre as alternativas b) e d). Contudo, como os outros blocos são formados por materiais condutores comuns, a variação ΔT no bloco A não é 0.

Logo, a temperatura do bloco B não pode ser 100ºC, mas sim 100ºC - ΔT_A. Então, a alternativa d) está errada, o que nos resta com a alternativa b) como a melhor para representar a situação.

Resposta: (b)

20. Sabemos que a massa possui duas facetas. A massa inercial mi relaciona a força resultante à aceleração conforme indica a 2ª lei de Newton, $\vec{F_R} = m_i\vec{a}$, correspondendo a uma medida da inércia. A massa gravitacional m_g relaciona o peso ao campo gravitacional, $\vec{P} = m_g\vec{g}$, correspondendo a uma espécie de carga gravitacional. Na nossa realidade, essas massas são iguais e positivas. Em uma realidade alternativa, é possível produzir corpos para os quais essas massas são diferentes, que torna possível situações como as apresentadas na figura abaixo. Nela, vemos dois corpos, A e B, participando de duas experiências. Na primeira, os corpos permanecem em repouso, ligados por um fio ideal guiado por roldanas ideais. Na segunda experiência, os corpos foram abandonados, sendo movimentados apenas pela gravidade. A região das experiência possui um campo gravitacional de módulo $|\vec{g}| = 10$ N/kg. Se o corpo B tem $m_i = m_g = 1$ kg e, na segunda experiência, $|\vec{a_A}$ $= 5$ m/s^2 e $|\vec{a_B}| = 10$ m/s^2, identifique as massas do corpo A.

Dica: atente-se para as operações vetoriais.



(a) $m_g =$ - 1 kg e $m_i =$ 0,5 kg.

(b) $m_g = 1$ kg e $m_i = 2$ kg.

(c) $m_g =$ - 1 kg e $m_i = 2$ kg.

(d) $m_g = 1$ kg e $m_i =$ 0,5 kg.

Solução:

No primeiro experimento, como não há aceleração, apenas os pesos estão agindo. Como a polia é ideal, para que o repouso seja mantido, os dois pesos devem ter mesmo módulo e sentidos opostos. Assim:

Feito por Alefe Ryan Correia da Silva, Daniela Emília Cerda Sales, Davi Lucas Marques de Freitas, Guilherme Galvão de Oliveira Pinto, Leon Luca de Araujo Calheira, Tiago Rocha Morais de Santiago, William Alves da Silva Costa

$$\vec{P_A} = -\vec{P_B} \Rightarrow m_{g_A} \cdot \vec{g} = -m_{g_B} \cdot \vec{g}$$
$$\boxed{m_{g_A} = -1\,\mathrm{kg}}$$

No segundo experimento, podemos igualar o peso à força resultante:

$$\vec{P_A} = \vec{F_R} \Rightarrow m_{g_A} \cdot \vec{g} = m_{i_A} \cdot \vec{a_A} \therefore m_{i_A} = m_{g_A} \cdot \frac{\vec{g}}{\vec{a_A}}$$

Como o campo gravitacional e a aceleração do bloco A têm sentidos opostos, $\frac{\vec{g}}{\vec{a_A}} = -\left|\frac{\vec{g}}{\vec{a_A}}\right|$. Dessa forma:

$$m_{i_A} = -m_{g_A} \cdot \left|\frac{\vec{g}}{\vec{a_A}}\right| = \frac{10}{5}$$
$$\boxed{m_{i_A} = 2\,\mathrm{kg}}$$

Resposta: (c)

Feito por Alefe Ryan Correia da Silva, Daniela Emília Cerda Sales, Davi Lucas Marques de Freitas, Guilherme Galvão de Oliveira Pinto, Leon Luca de Araujo Calheira, Tiago Rocha Morais de Santiago, William Alves da Silva Costa