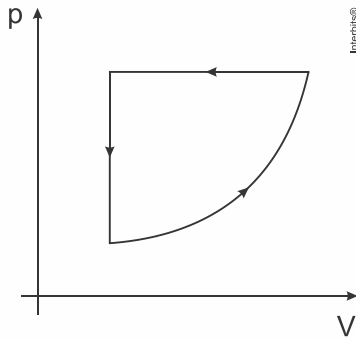


# PROFESSOR TIO ROSY

## PROVAS DA UPE COMENTADAS

1. (Upe-ssa 2 2017) Um estudo do ciclo termodinâmico sobre um gás que está sendo testado para uso em um motor a combustão no espaço é mostrado no diagrama a seguir.



Se  $\Delta E_{\text{int}}$  representa a variação de energia interna do gás, e  $Q$  é o calor associado ao ciclo, analise as alternativas e assinale a CORRETA.

- a)  $\Delta E_{\text{int}} = 0, Q > 0$
- b)  $\Delta E_{\text{int}} = 0, Q < 0$
- c)  $\Delta E_{\text{int}} > 0, Q < 0$
- d)  $\Delta E_{\text{int}} < 0, Q > 0$
- e)  $\Delta E_{\text{int}} = 0, Q = 0$

**Resposta:**

[B]

Para um ciclo completo, a variação da energia interna é nula.

$$\Delta E_{\text{int}} = 0$$

Mas, pela Primeira Lei da Termodinâmica:

$$\Delta E_{\text{int}} = Q - W$$

$$\text{Então: } 0 = Q - W \Rightarrow W = Q$$

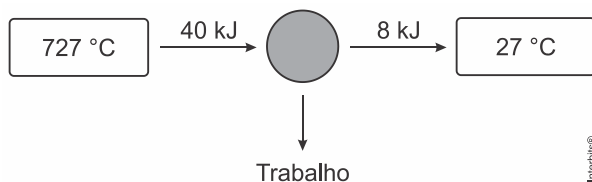
Como o ciclo acontece no sentido anti-horário, tanto trabalho quanto calor é negativo.

$$W = Q \therefore W < 0 \text{ e } Q < 0.$$

2. (Upe-ssa 2 2017) As máquinas térmicas são capazes de converter calor em trabalho. Elas funcionam em ciclos e utilizam duas fontes de temperaturas diferentes: uma quente, de onde recebe calor, e uma fria, para onde o calor rejeitado é direcionado. A respeito das máquinas térmicas, é importante saber que elas não transformam todo o calor em trabalho, ou seja, o rendimento de uma máquina térmica é sempre inferior a 100%.

Fonte: <http://www.infoescola.com/fisica/maquina-termica/>. Acessado em 15 de julho de 2016. (Adaptado)

Um esquema de máquina térmica eficiente é mostrado na figura a seguir:



No que diz respeito à máquina representada, assinale a alternativa CORRETA.

- a) Ela é ideal.
- b) Pode funcionar como esquematizada, uma vez que não viola as Leis da Termodinâmica.
- c) Só pode funcionar entre essas temperaturas, se o calor rejeitado for igual a 12 kJ.
- d) Trabalha abaixo da eficiência de Carnot.
- e) Não pode funcionar da forma esquematizada.

**Resposta:**

[E]

Análise das alternativas:

[A] **Falsa.** Seria ideal se o rendimento fosse igual a 100%, o que não é possível, pois a fonte fria deveria sofrer um resfriamento a 0 Kelvin, impossível para um sistema físico.

[B] **Falsa.** Para determinar se a máquina pode funcionar como o esquema, devemos testar o rendimento quando usamos as temperaturas e quando usamos o calor trocado, com as equações:

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

$$\text{Usando as temperaturas absolutas: } \eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{300}{1000} \therefore \eta = 0,7 = 70\%$$

$$\text{Usando os calores trocados: } \eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{8 \text{ kJ}}{40 \text{ kJ}} \therefore \eta = 0,8 = 80\%$$

Logo, não é possível que a máquina térmica funcione com esse esquema devido a inconsistência dos valores e do rendimento muito alto quando comparado com outras, como por exemplo: motores de automóveis em média 22%, motores a diesel em torno de 25% e turbinas a gás em média de 33%.

[C] **Falsa.** Neste caso, o rendimento usando os calores, seria:

$$\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{12 \text{ kJ}}{40 \text{ kJ}} \therefore \eta = 0,7 = 70\%$$

Contudo ainda temos um rendimento considerado absurdo para máquinas térmicas reais, em que o máximo possível está por volta dos 40%.

[D] **Falsa.** Pelos cálculos dos rendimentos, nota-se que estão bem acima da eficiência do ciclo de Carnot.

[E] **Verdadeira.** Conforme constatado no item [B].

3. (Upe-ssa 2 2017) Neste sábado, começa a maior, mais famosa e mais esperada competição do ciclismo mundial, o Tour de France. (...) Do dia 2 ao dia 24 de julho, os ciclistas vão encarar as grandes montanhas francesas e as mais belas paisagens em busca da tão sonhada camisa amarela. (...) Serão vinte e duas etapas – nove planas, uma de alta montanha, nove de montanha e duas de relógio individual – e 3.519 km percorridos ao longo de todo o território francês, uma média de 167,5 km pedalados por dia.

Fonte: [http://espn.uol.com.br/noticia/610082\\_equiques-favoritos-camisas-e-curiosidades-saiba-tudo-sobre-o-tour-de-france-2016](http://espn.uol.com.br/noticia/610082_equiques-favoritos-camisas-e-curiosidades-saiba-tudo-sobre-o-tour-de-france-2016). Acessado em 15 de julho de 2016. (Adaptado)

Ao longo dessa competição, um ciclista viaja por diversos locais, onde ele e sua bicicleta experimentam as mais diferentes temperaturas. Desejando um melhor desempenho aerodinâmico na prova, um atleta analisa o comportamento geométrico dos raios (barras cilíndricas maciças) disponíveis para instalar nas rodas de sua bicicleta, com a variação de temperatura. Em seu experimento, dois raios de alumínio, A e B, de comprimentos L e 2L e diâmetros 4r e 2r, respectivamente, são aquecidos até a mesma temperatura, a partir de uma mesma temperatura inicial.

A razão entre o aumento de volume do raio A com respeito ao raio do tipo B é

- a) 1 : 1
- b) 1 : 2
- c) 2 : 1
- d) 1 : 4
- e) 4 : 1

**Resposta:**

[C]

A dilatação volumétrica de cada barra cilíndrica é dada por:

$$\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta T$$

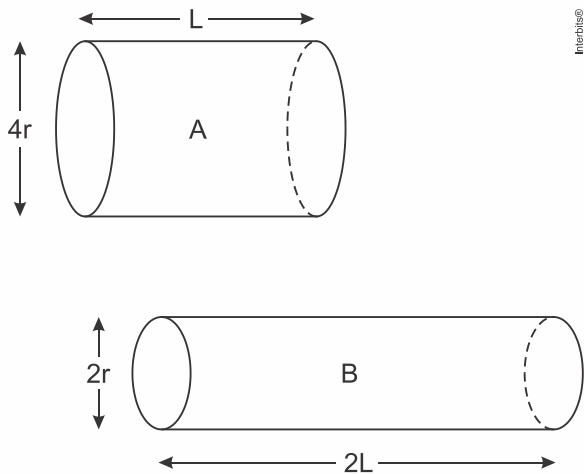
Logo, a razão entre as dilatações das duas barras cilíndricas será:

$$\frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{V_{0A} \cdot \gamma \cdot \Delta T}{V_{0B} \cdot \gamma \cdot \Delta T}$$

Como os materiais das barras e as diferenças de temperaturas são iguais, simplificamos,

$$\frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{V_{0A}}{V_{0B}}$$

Os cilindros estão representados na figura:



E sabendo que o volume de um cilindro é calculado com a equação:  $V = \frac{\pi}{4} D^2 h$

$$\frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{\frac{\pi}{4} (4r)^2 \cdot L}{\frac{\pi}{4} (2r)^2 \cdot 2L} \Rightarrow \frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{16r^2}{8r^2} \therefore \frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = 2$$

4. (Upe-ssa 2 2017) O primeiro banho de um recém-nascido só deve acontecer cerca de seis horas após o nascimento, quando sua temperatura corporal e suas funções cardiorrespiratórias estiverem estáveis. (...) A temperatura ideal da água é entre 36 °C e 37 °C. É possível medir a temperatura com termômetros específicos para o banho ou usando o antebraço. É comum que a

temperatura ideal da água para o banho do bebê dê a impressão de morna aos adultos. Por isso, testar no antebraço ou com o dorso da mão é mais eficiente.

Fonte: <http://revistacrescer.globo.com/Revista/Crescer/0,,EMI330848-18560,00.html>.  
Acessado em 13 de julho de 2016.

Seguindo as recomendações, uma mãe que vai dar banho em seu filho recém-nascido vai misturar duas porções de água: uma com temperatura de 20 °C (fria) e outra mais quente, ambas em uma banheira de 20 litros. A banheira deve estar com água fria em 2/3 de sua capacidade antes de se misturar à porção de água quente.

Quantos litros de água a mãe deve ferver a 100 °C para misturar com a água fria, visando atingir a temperatura ideal do banho de 36 °C?

- a) 0,30
- b) 1,20
- c) 3,33
- d) 16,7
- e) 53,3

**Resposta:**

[C]

Para o equilíbrio térmico, temos que:

$$\sum Q = 0 \Rightarrow Q_f + Q_q = 0$$

Sendo:

$$Q_f = m_f \cdot c \cdot \Delta T_f \text{ e } Q_q = m_q \cdot c \cdot \Delta T_q$$

Dado que a relação entre a massa de água fria e a capacidade total da banheira é

$$m_f = \frac{2}{3} m_{\text{total}} \Rightarrow m_f = \frac{2}{3} \cdot 20 \text{ kg} \therefore m_f = \frac{40}{3} \text{ kg}$$

Substituindo tudo na equação de equilíbrio térmico:

$$\frac{40}{3} \text{ kg} \cdot c \cdot (36 - 20) \text{ °C} + m_q \cdot c \cdot (36 - 100) \text{ °C} = 0$$

$$\frac{40}{3} \text{ kg} \cdot (16) + m_q \cdot (-64) = 0$$

$$\frac{40}{3} \text{ kg} \cdot (16) + = 64 \cdot m_q$$

$$m_q = \frac{40}{3} \cdot \frac{16}{64} \text{ kg} \therefore m_q = \frac{10}{3} \text{ kg} = 3,33 \text{ kg}$$

5. (Upe-ssa 2 2017) Em dias com grandes variações de temperatura, um fenômeno curioso pode ocorrer em alguns copos de vidro: racham, quebram ou explodem sem nenhum impacto ou queda.

Com base nas propriedades térmicas do vidro utilizado na fabricação do copo, uma explicação para esse fenômeno é

- a) a baixa condutividade térmica.
- b) a alta condutividade térmica.
- c) o calor específico alto.
- d) o baixo ponto de fusão.
- e) o alto ponto de fusão.

**Resposta:**

[A]

O vidro constitui-se de um material considerado bom isolante térmico devido à sua baixa condutividade térmica. Sendo assim, ao se aquecer uma parte de um copo de vidro diferencialmente, este calor não se transfere uniformemente para toda a superfície do vidro, ficando pontos com diferenças de temperatura no mesmo corpo, causando fissuras, quebras ou até mesmo com rupturas mais críticas parecendo explosões.

6. (Upe-ssa 2 2017) Um aprendiz de cozinheiro colocou 1,0 litro de água em temperatura ambiente (25 °C) numa panela sem tampa e a deixou aquecendo em um fogão elétrico, sobre uma boca de potência de 2.000 W.

Considerando-se que toda a energia fornecida pela boca é absorvida pela água, qual o tempo mínimo aproximado em que toda a água evapora?

Dados:

calor latente de vaporização da água = 2.256 kJ/kg

calor específico da água = 4,2 kJ/kg °C

densidade da água = 1.000 kg/m<sup>3</sup>

- a) 18,2 min
- b) 21,4 min
- c) 36,0 min
- d) 42,7 min
- e) 53,8 min

**Resposta:**

[B]

A energia calorífica total E é a soma do calor sensível Q<sub>1</sub> e do calor latente Q<sub>2</sub>, bem como, da potência elétrica P do fogão multiplicada pelo tempo Δt.

$$E = P \cdot \Delta t = Q_1 + Q_2$$

Cálculo do calor sensível para aquecimento da água até a ebulição:

Sabendo que 1 L de água é igual a 1 kg de água, então:

$$Q_1 = m \cdot c \cdot \Delta T \Rightarrow Q_1 = 1 \text{ kg} \cdot 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot (100 - 25) ^\circ\text{C} \therefore Q_1 = 315 \text{ kJ}$$

Cálculo do calor latente para a vaporização:

$$Q_2 = m \cdot L \Rightarrow Q_2 = 1 \text{ kg} \cdot 2256 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \therefore Q_2 = 2256 \text{ kJ}$$

Calor total necessário para aquecimento e vaporização:

$$E = Q_1 + Q_2 \Rightarrow E = 315 + 2256 \therefore E = 2571 \text{ kJ}$$

Tempo necessário para todo o processo:

$$E = P \cdot \Delta t \Rightarrow \Delta t = \frac{E}{P} \Rightarrow \Delta t = \frac{2571 \text{ kJ}}{2000 \text{ W}} = \frac{2571 \text{ kJ}}{2 \frac{\text{kJ}}{\text{s}}} \Rightarrow \Delta t = 1285,5 \text{ s} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \therefore$$

$$\therefore \Delta t = 21,425 \text{ min}$$

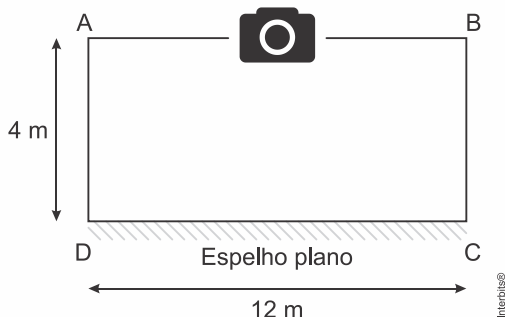
7. (Upe-ssa 2 2017) Como funciona o foco automático das câmeras fotográficas?

Existem basicamente dois sistemas: o primeiro é o usado por câmeras do tipo reflex. Apertando levemente o botão disparador,

alguns feixes de luz entram na máquina e, depois de refletidos, atingem um sensor. Este envia as informações para um microprocessador dentro da máquina, que calcula a distância e ajusta o foco por meio de um pequeno motor, que regula a lente na posição adequada. O segundo sistema é aquele, que envia raios de luz infravermelha, usado em geral por máquinas compactas, totalmente automáticas. Na frente do corpo da câmera, há um dispositivo que emite os raios. Eles batem no objeto focalizado e voltam para um sensor localizado logo abaixo do emissor infravermelho. Com base nos reflexos, a máquina calcula a distância do objeto e ajusta o foco.

Fonte: <http://mundoestranho.abril.com.br/materia/como-funciona-o-foco-automatico-das-cameras-fotograficas>, acessado em 13 de julho de 2016.

Um sistema de segurança foi criado para a vigilância e o monitoramento de todos os pontos de uma sala. Para isso, utilizou-se uma câmera de foco automático, do tipo reflex, instalada no centro da parede AB, e um espelho em toda a parede CD, conforme ilustra a figura a seguir (vista superior da sala).



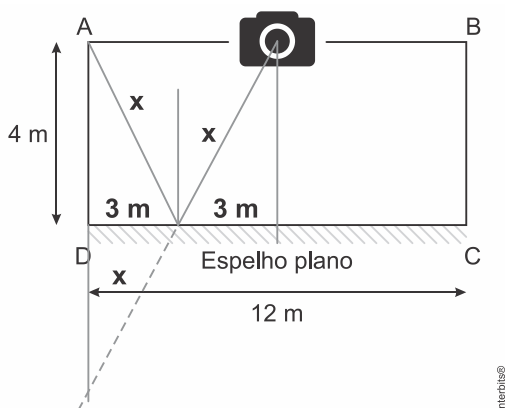
A sala, de formato retangular, possui dimensões  $12\text{ m} \times 4\text{ m} \times 3\text{ m}$ . Então, para focar CORRETAMENTE um objeto no ponto A da sala, na mesma altura da câmera, o foco deverá ser ajustado em

- 4 m.
- 6 m.
- 8 m.
- 10 m.
- 16 m.

**Resposta:**

[D]

Para focar um objeto visto através da reflexão de um espelho plano, devemos obter a distância da câmera até a imagem, conforme desenho.



O objeto colocado em A deve ser focalizado numa distância  $2x$ .

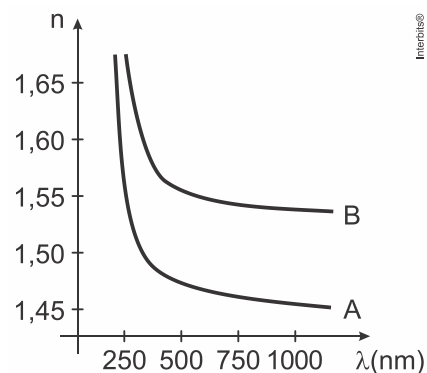
Então, usando o Teorema de Pitágoras para o triângulo retângulo formado.

$$x^2 = 3^2 + 4^2 \therefore x = 5\text{ m}$$

Logo, a distância procurada é:

$$d = 2x \Rightarrow d = 2 \cdot 5 \text{ m} \therefore d = 10 \text{ m}$$

8. (Upe-ssa 2 2017) A dependência do índice de refração,  $n$ , com o comprimento de onda da luz,  $\lambda$ , para vidros de sílica fundida (A) e silicato de alumínio (B), é mostrada na figura



Considere a correlação entre cores e comprimento de onda da luz, mostrada na tabela a seguir:

Cor	Comprimento de Onda (nm)
Azul	450 – 495
Verde	495 – 570
Vermelho	620 – 750

É CORRETO afirmar que

- a velocidade da luz verde é maior no vidro A em comparação ao vidro B.
- para os dois vidros, o índice de refração na região do azul é menor que na região do vermelho.
- o índice de refração na região do vermelho é menor para o vidro B em comparação ao índice do vidro A.
- para um feixe de luz vermelha, passando do ar para o vidro, formando um ângulo de incidência de  $30^\circ$  com a normal, o ângulo de refração dentro de um vidro será menor, se ele for do tipo B.
- para um feixe de luz verde, passando do ar para o vidro, o comprimento de onda da luz incidente aumenta quando passa pelo vidro A e diminui ao passar pelo vidro B.

**Resposta:**

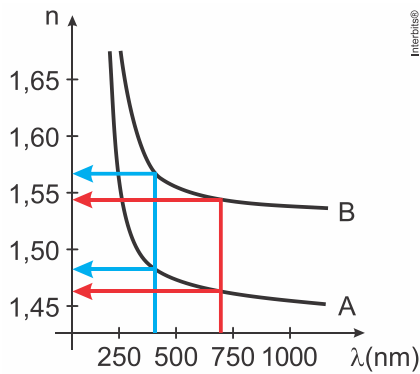
**ANULADA**

Questão anulada no gabarito oficial.

Análise de todas as alternativas:

[A] **Verdadeira.** A velocidade da luz no meio é inversamente proporcional ao índice de refração, portanto observando-se o gráfico, para 500 nm (luz verde),  $n_B > n_A$ , logo:  $v_B < v_A$ .

[B] **Falsa.** Basta analisar o gráfico:



Conclui-se que para os dois vidros, o índice de refração na região do azul é **maior** que na região do vermelho

[C] **Falsa.** Como pode-se constatar pelo gráfico acima, o índice de refração na região do vermelho é **maior** para o vidro B em relação ao vidro A.

[D] **Verdadeira.** Usando a Lei de Snell:  $n_{\text{ar}} \cdot \text{sen } \theta_i = n_{\text{vidro}} \cdot \text{sen } \theta_r$

Considerando-se  $n_{\text{ar}} = 1$ , temos:

$$\text{sen } 30^\circ = n_{\text{vidro}} \cdot \text{sen } \theta_r$$

Logo, quanto maior for o índice de refração (vidro B) menor será o seno do ângulo de refração e menor é o ângulo de refração.

Portanto,  $\text{sen } 30^\circ > \text{sen } \theta_r \Rightarrow \theta_r < 30^\circ$

[E] **Falsa.** A velocidade da luz no meio é inversamente proporcional ao índice de refração, como visto no item [A], para 500 nm (luz verde),  $n_B > n_A$ , logo:  $v_B < v_A$  e ambos os vidros tendo índice de refração maior que 1, ambas as velocidades de propagação diminuem ao passar do ar para cada vidro e também seus respectivos comprimentos de onda.

Mas, a velocidade e o comprimento de onda são diretamente proporcionais de acordo com a equação  $f = \frac{v}{\lambda}$ , então  $\lambda_B < \lambda_A$  para a situação proposta.

Com isso, conclui-se que a questão possui mais de uma resposta correta sendo este o motivo da anulação.

9. (Upe-ssa 2 2017) A Lei 13.290 modifica o Art.40 do Código de Trânsito Brasileiro e diz: "O condutor manterá acesos os faróis do veículo, utilizando luz baixa durante a noite e durante o dia, nos túneis providos de iluminação pública e nas rodovias;" (...) Aumenta mesmo a visibilidade? Sim. Mesmo de dia, a luz faz diferença; afirma-se que, ao acender os faróis, a visibilidade do veículo aumenta em 60%. (...) Em situações de Sol a pino, que criam "miragens" na pista (efeito de pista molhada), é muito difícil distinguir se um veículo está vindo em sua direção ou indo na direção contrária. (...) E isso aumenta a segurança? Sim. No Brasil, a maior causa de morte no trânsito são as colisões frontais. Embora sejam apenas 4,1% das ocorrências, causam 33,7% dos óbitos. Essas colisões acontecem, principalmente, em tentativas malsucedidas de ultrapassagem. Já com a luz acesa, o veículo pode ser visto antes, prevenindo quem vem na direção oposta, evitando acidentes.

Fonte: <http://www.penaestrada.com.br/lei-do-farol-aceso-duvidas/>.  
Acessado em 14 de julho de 2016. (Adaptado)

Acerca das informações do texto e dos conhecimentos básicos da óptica geométrica, é CORRETO afirmar que

- a cor de um veículo não influencia na sua visibilidade por parte de outros motoristas.
- o fenômeno da "miragem" citado no texto pode ser explicado por efeitos decorrentes da refração e reflexão da luz.
- o tempo de reação de um motorista – intervalo de tempo entre visualizar um objeto e promover uma intervenção no veículo – diminui com o uso dos faróis nas estradas.
- um total de 4,1% das ocorrências de colisões aconteceram porque os faróis dos veículos estavam apagados.
- o fenômeno da ressonância luminosa explica, de forma mais completa, a "miragem" observada por motoristas em uma estrada.

**Resposta:**

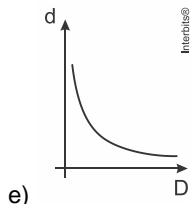
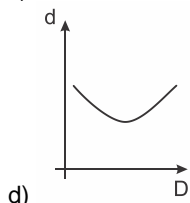
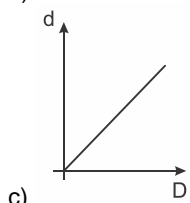
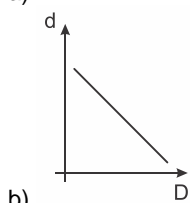
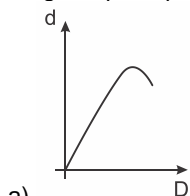


[B]

A miragem ocorre devido às camadas de ar próximas ao asfalto da estrada serem bem mais quentes que as camadas superiores, com isso, diminuindo a densidade deste ar, provocando refração e reflexão da luz que chega aos nossos olhos formando o fenômeno.

10. (Upe-ssa 2 2017) Fotógrafos amadores e profissionais estão utilizando cada vez mais seus smartphones para tirar suas fotografias. A melhora na qualidade das lentes e dos sensores ópticos desses aparelhos está popularizando rapidamente a prática da fotografia, e o número de acessórios e lentes, que se acoplam aos aparelhos, só cresce. Um experimento foi conduzido a fim de produzir um acessório que consiste de uma lente convexa. A distância  $d$  da imagem real formada por um objeto posicionado sobre o eixo da lente, a uma distância  $D$  até ela, foi anotada em um gráfico.

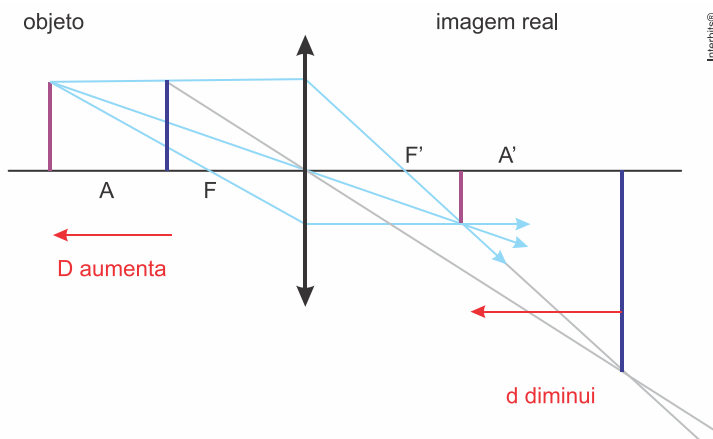
A figura que representa, de forma CORRETA, o resultado do gráfico desse experimento é



**Resposta:**

[E]

De acordo com a imagem real para dois pontos na lente convexa, temos a seguinte construção de imagens:



Nota-se que à medida que se aumenta a distância do objeto  $D$ , a distância da imagem  $d$  fica menor, sendo as duas inversamente proporcionais.

Com isso, o gráfico correto entre essas duas distâncias apresenta uma curva chamada hipérbole corretamente representado na alternativa [E].

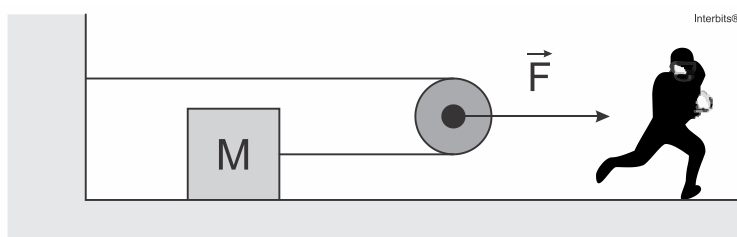
TEXTO PARA AS PRÓXIMAS 10 QUESTÕES:

Considere o módulo da aceleração da gravidade como  $g = 10,0 \text{ m/s}^2$  e a constante da gravitação universal como  $G = 6,7 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$  e utilize  $\pi = 3$ .

11. (Upe-ssa 1 2017) Achar modalidades mais criativas é uma preocupação constante na vida de quem está acostumado a malhar e precisa se manter motivado. Em algum momento, a atividade escolhida perde a graça, sendo preciso encontrar algo diferente. A mais recente inovação nessa área é o *CrossFit*, uma ginástica elaborada com base nos treinamentos do Exército e da Marinha dos Estados Unidos e de atletas olímpicos. No Brasil, o número de adeptos cresce, e surgem academias especializadas na modalidade.

Fonte: [http://istoe.com.br/188465\\_TREINAMENTO+ANTIMONOTONIA/](http://istoe.com.br/188465_TREINAMENTO+ANTIMONOTONIA/), acessado em 14 de julho de 2016.

Em uma sessão de treino *CrossFit*, um atleta de Rugby segura uma pequena bola e puxa uma polia que está presa a uma parede e a um bloco por um fio ideal, com uma força de módulo  $F$  horizontal, conforme mostra a figura a seguir.



Supondo que a polia tenha massa desprezível e que o atrito entre o bloco e a superfície horizontal seja desprezível, assinale a alternativa CORRETA.

- A aceleração do bloco é o dobro da aceleração da polia.
- A aceleração da polia é o dobro da aceleração do bloco.
- A aceleração do bloco tem intensidade igual a  $F/(4M)$ .
- Se a polia for movida por uma distância horizontal  $d$ , para a direita, o bloco se move  $d/2$  também para a direita.
- A variação de energia cinética do bloco, quando a polia se move por uma distância horizontal  $d$ , para a direita, é igual a  $Fd$ .

Resposta:

ANULADA

Questão anulada no gabarito oficial.

Questão apresentou a alternativa [A] como resposta oficial, mas possui também a alternativa [E] correta, de acordo com o exposto abaixo:

A polia desloca exatamente a metade do deslocamento do bloco, pois a corda faz a volta na polia, sendo assim, um deslocamento  $d$  na polia significa um deslocamento  $2d$  no bloco.

$$\Delta s_{\text{bloco}} = 2 \Delta s_{\text{polia}}$$

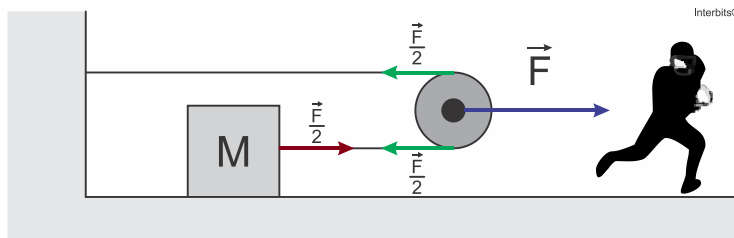
Usando a equação do movimento uniformemente variado para o deslocamento em função da aceleração, para o caso de velocidade inicial nula:

$$\Delta s = \frac{a \cdot t^2}{2},$$

então:

$$\frac{a_{\text{bloco}} \cdot t^2}{2} = 2 \cdot \frac{a_{\text{polia}} \cdot t^2}{2} \therefore a_{\text{bloco}} = 2 \cdot a_{\text{polia}}$$

Mas, observando o diagrama de forças abaixo, temos:



O trabalho realizado para mover o bloco pode ser relacionado com o trabalho realizado para mover a polia:

Na polia, para um deslocamento  $d$ :

$$\tau_{\text{polia}} = F \cdot d$$

No bloco para um deslocamento  $2d$ :

$$\tau_{\text{bloco}} = \frac{F}{2} \cdot 2d \Rightarrow \tau_{\text{bloco}} = F \cdot d$$

Com isso,

$$\tau_{\text{polia}} = \tau_{\text{bloco}} = F \cdot d$$

Logo, justifica-se a anulação da questão por apresentar mais de uma resposta correta.

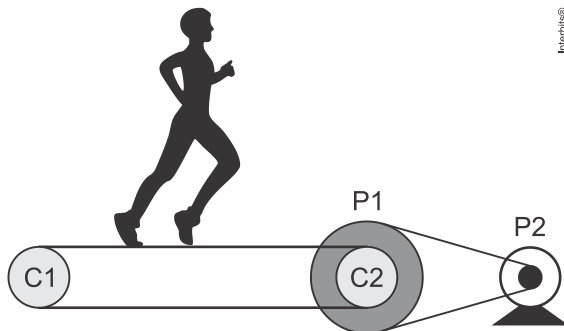
12. (Upe-ssa 1 2017) Como um velocista, Bolt passa muito pouco tempo correndo. Em todas as finais olímpicas das quais participou, nos últimos três jogos (Pequim, Londres e Rio), ele correu um total de “apenas” 114 segundos, ou seja, nem dois minutos.

	Pequim 2008	Londres 2012	Rio 2016
100 m	9,69	9,63	9,81
200 m	19,3	19,32	19,78
4×100 m	8,98	8,7	9 *

\*O tempo individual de Bolt ainda não foi publicado. Medimos o tempo dele pela TV.

Fonte: <http://www.bbc.com/portuguese/brasil-37144726>, acessado em 20 de agosto de 2016.

Esteiras ergométricas são dispositivos que auxiliam no treino e na execução de atividades físicas, como caminhada e corrida. Uma esteira é formada por uma lona, que envolve dois cilindros idênticos, C1 e C2, de 2 cm de raio, conforme indicado na figura a seguir. No eixo do cilindro frontal, está montada uma polia P1 de 4 cm de raio que, através de uma correia, está acoplada ao eixo de um motor elétrico. O motor gira a correia em uma polia P2, que possui 1 cm de raio. Supondo que Usain Bolt desenvolvesse a velocidade média da prova 4×100 m dos Jogos Olímpicos Rio 2016, utilizando a esteira ergométrica descrita anteriormente, qual seria a velocidade aproximada de rotação da polia P1 em r.p.m.?



- a) 40.000
- b) 20.000
- c) 10.000
- d) 5.000
- e) 1.000

**Resposta:**

[D]

A velocidade de rotação, mais comumente conhecida como frequência  $f$  está relacionada com a velocidade linear das correias com a seguinte equação:

$$v = 2\pi Rf$$

onde:

$v$  = velocidade linear das correias em m/s;

$R$  = raio da polia em m;

$f$  = frequência em Hz.

Para transformar a frequência em rotações por minutos, basta multiplicar o resultado em hertz por 60.

Para efetuar o cálculo, devemos obter a velocidade linear na lona que envolve os cilindros idênticos, C1 e C2, sabendo que o corredor Bolt faz 100 m em 9 s :

$$v = \frac{100 \text{ m}}{9 \text{ s}} \therefore v = 11,11 \text{ m/s}$$

Para o acoplamento das polias C2 e P1 temos que as frequências em cada uma delas são iguais entre si, portanto:

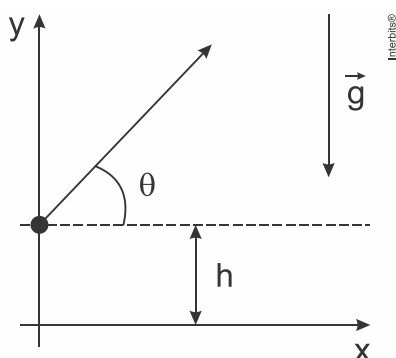
$$v = 2\pi Rf \Rightarrow f = \frac{v}{2\pi R} \Rightarrow f = \frac{11,11 \text{ m/s}}{2 \cdot 3 \cdot 0,02 \text{ m}} \therefore f = 92,6 \text{ Hz}$$

Passando para r.p.m:

$$f = 92,6 \text{ Hz} \cdot 60 \therefore f = 5.555,5 \text{ rpm}$$

Correspondendo então, de forma aproximada, à alternativa [D].

13. (Upe-ssa 1 2017) Em uma prova olímpica de arremesso de peso, o atleta atira, sob um ângulo  $\theta$  em relação à horizontal, um objeto esférico de massa  $m$ , com energia cinética  $E$ , de maneira a obter maior alcance possível. Veja a representação esquemática a seguir.



Em um arremesso desse tipo,  $h$  é aproximadamente igual a 2,0 m, e o ângulo de lançamento está entre  $31^\circ$  e  $43^\circ$ , quando considerada a resistência do ar. Não havendo resistência do ar, a energia cinética do projétil no ponto mais alto dessa prova seria

- a)  $E(\cos 31^\circ)^2$
- b)  $E(\sin 43^\circ)^2$
- c)  $E(\tan 43^\circ)^2$
- d)  $E/2$
- e)  $E/4$

**Resposta:**

[D]

Para o caso de não haver resistência do ar, devemos considerar o ângulo de lançamento teórico para o maior alcance possível de  $45^\circ$ . Então a componente horizontal da velocidade, eixo  $x$ , que é constante, é dada por:

$$v_x = v_0 \cdot \cos \theta \Rightarrow v_x = v_0 \cdot \cos 45^\circ = v_0 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$$

No ponto mais alto da trajetória, a velocidade no eixo vertical  $y$  é nula e, conseqüentemente, a energia cinética associada a esse eixo.

$$v_y = 0 \text{ e } E_y = 0$$

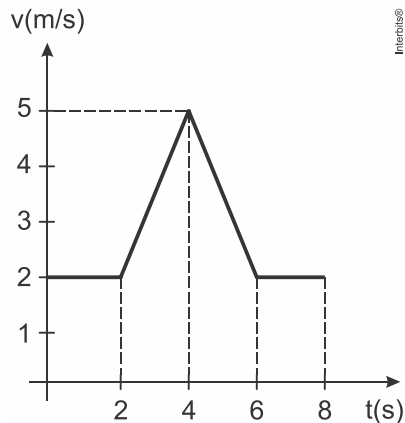
Usando a expressão para a energia cinética do lançamento  $E$  e a componente horizontal  $E_x$  :

$$E = \frac{m \cdot v_0^2}{2} \text{ e } E_x = \frac{m \cdot v_x^2}{2}$$

Substituindo o valor da velocidade na equação da componente horizontal e comparando com a energia cinética inicial:

$$E_x = \frac{m \cdot v_x^2}{2} = \frac{m}{2} \cdot \left( v_0 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \right)^2 = \frac{m}{2} \cdot v_0^2 \cdot \frac{1}{2} \therefore E_x = \frac{E}{2}$$

14. (Upe-ssa 1 2017) Em um treino de corrida, a velocidade de um atleta foi registrada em função do tempo, conforme ilustra a figura a seguir.



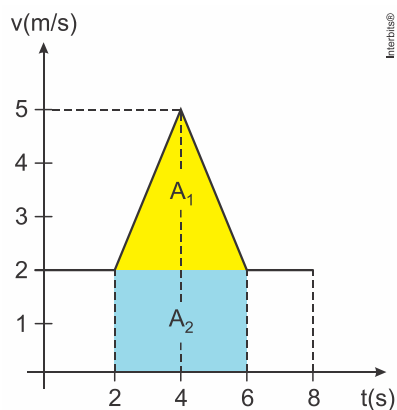
A distância total percorrida pelo corredor, em metros, durante o período de tempo em que ele possuía aceleração diferente de zero, é

- a) 4
- b) 7
- c) 8
- d) 14
- e) 22

**Resposta:**

[D]

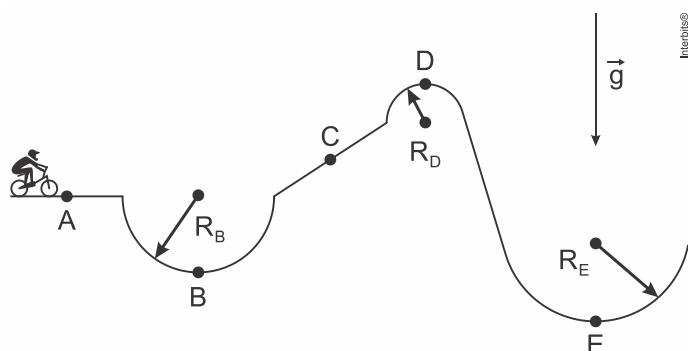
A distância percorrida nos gráficos de velocidade por tempo é obtida a partir do cálculo da área sob o mesmo. Para o caso de trechos onde a aceleração é diferente de zero, correspondem aos trechos em que a velocidade muda, ou seja, entre 2 e 6 segundos, conforme figura abaixo.



$$d = A_1 + A_2$$

$$d = \frac{4 \cdot 3}{2} + 4 \cdot 2 \Rightarrow d = 6 + 8 \therefore d = 14 \text{ m}$$

15. (Upe-ssa 1 2017) Suponha que, em uma prova olímpica de ciclismo BMX, presente nos Jogos Olímpicos desde a Olimpíada de Pequim 2008, um atleta percorre um trecho de pista de corrida cujo corte lateral é mostrado na figura a seguir.



A partir desse corte, percebe-se que o atleta viaja por segmentos de pista retos e por semicírculos onde  $R_D < R_B < R_E$ . Se o atleta pedala e utiliza os freios de forma a ter velocidade constante no trecho mostrado, o ponto de maior intensidade da reação normal da pista sobre a bicicleta é

- A
- B
- C
- D
- E

**Resposta:**

[B]

A dinâmica do movimento circular nos informa que as curvas dos pontos B e E possuem a maior chance de aumentar a reação normal da pista sobre a bicicleta, de acordo com a equação abaixo em que a força resultante no MCU, ou seja, a diferença entre a força normal e o peso é igual a resultante centrípeta:

$$F_r = F_c \Rightarrow N - P = \frac{m \cdot v^2}{R} \therefore N = \frac{m \cdot v^2}{R} + P$$

Como a velocidade, massa e peso da bicicleta não variam, a maior força normal será maior onde o raio é menor, portanto no ponto B.

Nos trechos C e D temos a normal menor que o peso, devido ao fato da pista ser inclinada e da normal apontar para fora da curva, respectivamente.

16. (Upe-ssa 1 2017) No jogo de caça-monstros para smartphones, que usa realidade virtual, os jogadores devem caminhar por diversos pontos de uma cidade, a fim de encontrarem monstros virtuais para a sua coleção e promover a sua evolução. Em julho do corrente ano, estima-se que aproximadamente 10 milhões de pessoas tenham jogado esse game somente nos Estados Unidos. Supondo que esses jogadores utilizem duas horas do dia para jogar, caminhando a uma velocidade de 1 m/s, e sabendo que em uma caminhada, gasta-se, em média, 4.200 J de energia por quilômetro percorrido, a potência média despendida associada a essa população de jogadores, em MW, é igual a

- 12
- 20
- 42
- 72
- 84

**Resposta:**

[C]

Distância percorrida por pessoa:

$$d = v \cdot t \Rightarrow d = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{2 \text{ h}}{\text{pessoa}} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} \therefore d = 7200 \frac{\text{m}}{\text{pessoa}} = 7,2 \frac{\text{km}}{\text{pessoa}}$$

Potência total despendida por todos os jogadores

$$P_{\text{total}} = \frac{E_{\text{total}}}{t} \Rightarrow P_{\text{total}} = \frac{4200 \frac{\text{J}}{\text{km}} \cdot 7,2 \frac{\text{km}}{\text{pessoa}} \cdot 10^7 \text{ pessoas}}{7200 \text{ s}} \therefore$$

$$P_{\text{total}} = 42 \cdot 10^6 \text{ W ou } 42 \text{ MW}$$

17. (Upe-ssa 1 2017) Os campeões olímpicos e paralímpicos, Cesar Cielo e Guizni Li, possuem os recordes na prova de natação nos 50 m livres, fazendo a prova em 21,30 s e 30,73 s, respectivamente.

Fontes:

<http://agenciabrasil.etc.com.br/rio-2016/noticia/2016-09/noite-de-natacao-paralimpica-tem-quebra-de-recordes-e-3-medalhas-para-o>

[http://www.ipt.br/olimpiada\\_e\\_metrologia/velocidade-na-olimpiada/](http://www.ipt.br/olimpiada_e_metrologia/velocidade-na-olimpiada/)

Acessados em: 23 de setembro de 2016.

Baseado nesses fatos, assinale a alternativa CORRETA.

- Os dois atletas percorreram distâncias diferentes.
- A velocidade média de Cesar Cielo é igual à de Guizni Li.
- A velocidade final dos atletas na prova de natação de 50 metros livres é zero.
- A velocidade instantânea é proporcional à distância total percorrida.
- Durante a prova, a energia mecânica dos atletas não é conservada.

**Resposta:**

[E]

[A] Falsa. As distâncias percorridas são iguais, mas os tempos são diferentes.

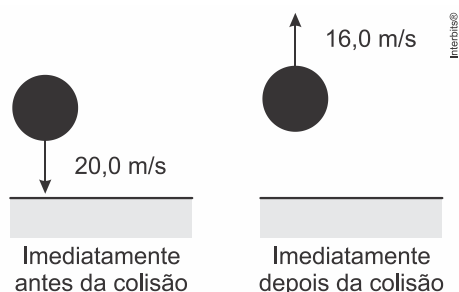
[B] Falsa. A velocidade média maior é daquele nadador com menor tempo, no caso, Cielo.

[C] Falsa. Quando o cronômetro encerra a prova os nadadores ainda possuem inércia de movimento.

[D] Falsa. A velocidade instantânea é proporcional à razão entre a distância percorrida e o tempo gasto em percorrê-la.

[E] Verdadeira. O sistema não é considerado conservativo, pois existe atrito entre o nadador e a água, portanto a energia mecânica não é conservada.

18. (Upe-ssa 1 2017) Em uma aula de educação física, o professor convida os estudantes para observar o movimento de uma bola de basquete de 500 g, arremessada contra o solo. Nesse experimento, as velocidades da bola imediatamente antes e depois da colisão foram determinadas e estão mostradas na figura a seguir.



Três afirmações propostas pelo professor acerca da colisão da bola com o chão devem ser analisadas pelos estudantes como verdadeiras (V) ou falsas (F). São elas:

- O impulso sobre a bola possui direção vertical e para baixo.
- O módulo da variação da quantidade de movimento da bola é igual a 18 kg m/s.



( ) A Terceira Lei de Newton não se aplica nesse caso.

A sequência CORRETA encontra-se na alternativa

- a) F – V – V
- b) V – V – F
- c) F – F – V
- d) V – F – V
- e) F – V – F

**Resposta:**

[E]

[I] Falsa. A bola se move para cima depois da colisão indicando que o impulso teve o mesmo sentido.

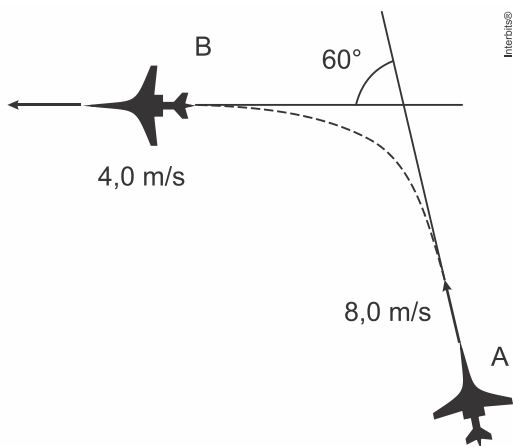
[II] Verdadeira. O módulo da variação da quantidade de movimento é calculado por:

$$\Delta Q = Q_f - Q_i \Rightarrow \Delta Q = m \cdot (v_f - v_i) \Rightarrow \Delta Q = 0,5 \text{ kg} \cdot (16 - (-20)) \text{ m/s}$$

$$\Delta Q = 18 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

[III] Falsa. A 3ª lei de Newton (ação e reação) surge na mudança de sentido de deslocamento quando a bola aplica uma força no solo e este aplica a mesma força em sentido contrário na bola.

19. (Upe-ssa 1 2017) Um veículo aéreo não tripulado (VANT), também conhecido como “*drone*”, percorre, em 2,0 segundos, a trajetória curva entre dois pontos A e B que pertencem a um mesmo plano horizontal. A figura a seguir ilustra a vista superior do movimento. Sabendo que o veículo de 250 g de massa realiza o movimento com altura constante em relação ao solo, é CORRETO afirmar que, entre os pontos A e B,

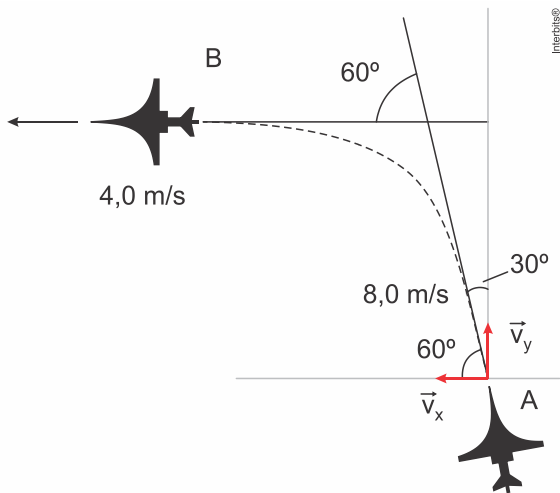


- a) o módulo da velocidade média do veículo foi igual a 6,0 m/s.
- b) o módulo da força resultante média que produziu essa trajetória foi igual a 0,5 N.
- c) o módulo do impulso sobre o veículo foi igual a 0,5 Ns.
- d) o módulo da aceleração média do veículo foi igual a  $2(3)^{1/2} \text{ m/s}^2$ .
- e) a força de sustentação média em suas asas foi igual a 25 N.

**Resposta:**

[D]

[A] Falsa. Como o movimento é circular variado, há uma aceleração angular e tangencial, sendo que a velocidade linear no eixo horizontal se mantém em 4,0 m/s e a velocidade linear no eixo vertical se anula ao final do trajeto, como podemos notar pela figura abaixo e os cálculos considerando-se as componentes da velocidade tangencial.



Decomposição da velocidade linear inicial:

$$v_x = 8 \cdot \cos 60^\circ = 8 \cdot \frac{1}{2} \therefore v_x = 4 \text{ m/s}$$

$$v_y = 8 \cdot \sin 30^\circ = 8 \cdot 0,5 \therefore v_y = 4 \text{ m/s}$$

Velocidade média no eixo vertical, pois houve aceleração negativa somente neste eixo, uma vez que a velocidade horizontal não mudou:

$$\bar{v}_y = \frac{0 + 4}{2} = 2 \text{ m/s}$$

[B] Falsa. O módulo da força resultante é calculado a partir do teorema do impulso, usando somente a velocidade no eixo y vertical, pois no eixo horizontal não houve variação de velocidade:

$$I = \Delta Q \Rightarrow F_r \cdot \Delta t = m(v_f - v_i) \therefore |F_r| = \frac{m(v_i - v_f)}{\Delta t}$$

$$|F_r| = \frac{0,25 \text{ kg}(4 - 0) \text{ m/s}}{2 \text{ s}} \therefore |F_r| = 0,625 \text{ N}$$

[C] Falsa. O módulo do impulso corresponde ao módulo da força resultante vezes o intervalo de tempo, então:

$$I = |F_r| \cdot \Delta t \Rightarrow I = 0,625 \text{ N} \cdot 2 \text{ s} \therefore I = 1,25 \text{ N} \cdot \text{s}$$

[D] Verdadeira. O módulo da aceleração média obtemos a partir da 2ª Lei de Newton, tendo a força média e a massa do corpo:

$$|a_m| = \frac{|F_r|}{m} \Rightarrow |a_m| = \frac{0,625 \text{ N}}{0,25 \text{ kg}} \therefore |a_m| = 2,5 \text{ m/s}^2 \approx 2,5 \text{ m/s}^2$$

Outra possibilidade é calcular usando a cinemática vetorial:

$$(\Delta v)^2 = (v_i)^2 + (v_f)^2 - 2 \cdot v_i \cdot v_f \cdot \cos 60^\circ$$

$$(\Delta v)^2 = (4)^2 + (4)^2 - 2 \cdot 4 \cdot 4 \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow (\Delta v)^2 = 16 + 16 - 16 \Rightarrow (\Delta v)^2 = 16$$

$$\Delta v = \sqrt{16} \therefore \Delta v = 4 \text{ m/s}$$

Finalmente, fazendo o cálculo da aceleração, temos:

$$|a_m| = \frac{|\Delta v|}{\Delta t} \Rightarrow |a_m| = \frac{4 \text{ m/s}}{2 \text{ s}} \therefore |a_m| = 2 \text{ m/s}^2$$

[E] Falsa. A força de sustentação média é igual ao peso do avião.

$$F_{\text{sust}} = P = m \cdot g \Rightarrow F_{\text{sust}} = 0,25 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \therefore F_{\text{sust}} = 2,5 \text{ N}$$

20. (Upe-ssa 1 2017) O veículo da Nasa, a Agência Espacial Americana, completou, com sucesso, uma arriscada manobra de 35 minutos, que deixou os cientistas com os nervos à flor da pele: acionar motores para frear a sonda e permitir que fosse atraída pela gravidade do maior planeta do Sistema Solar. (...) O raio de Júpiter é 11 vezes maior que o da Terra e tem 300 vezes a massa de nosso planeta. O planeta precisa de 12 anos terrestres para completar uma volta em torno do Sol, mas um dia em Júpiter é equivalente a, apenas, dez horas na Terra.

Fonte: <http://ultimosegundo.ig.com.br/ciencia/2016-07-05/bem-vindo-a-jupiter-sonda-entra-na-orbita-do-maior-planeta-do-sistema-solar.html>, acessado em 14 de julho de 2016. (Adaptado)

Com base nas informações do texto, analise as afirmativas a seguir:

- I. Júpiter possui uma densidade média menor que a da Terra.
- II. A redução da aceleração gravitacional no equador dos planetas, devido ao movimento de rotação, é menor em Júpiter que na Terra.
- III. Para que o veículo da NASA permaneça em uma órbita circular de raio 75.000 km em torno de Júpiter, sua velocidade tangencial deve ser aproximadamente de 40 km/s.
- IV. A distância de Júpiter ao Sol é três vezes maior que a distância da Terra ao Sol.

Estão CORRETAS

- a) I e II, apenas.
- b) I e III, apenas.
- c) II e IV, apenas.
- d) III e IV, apenas.
- e) I, II, III e IV.

**Resposta:**

**ANULADA**

Questão anulada no gabarito oficial.

[I] Verdadeira. Sabendo as razões de massa e raio entre a Terra e Júpiter e considerando os planetas como esferas perfeitas, com os volumes podemos calcular a densidade relativa entre os planetas.

$$d = \frac{M}{V} \text{ e } V = \frac{4}{3}\pi R^3, \text{ então:}$$

$$d_J = \frac{M_J}{V_J} = \frac{300 M_T}{\frac{4}{3}\pi(11R_T)^3} \Rightarrow d_J = \frac{300}{11^3} \cdot \underbrace{\frac{M_T}{\frac{4}{3}\pi(R_T)^3}}_{d_T} \therefore d_J = 0,225 \cdot d_T$$

[II] Falsa. A gravidade aparente no equador é obtida fazendo a diferença entre a aceleração da gravidade e a aceleração centrípeta devido ao movimento circular de rotação, de acordo com:

$$g_{ap} = g - a_c \Rightarrow g_{ap} = g - \omega^2 R$$

A velocidade angular  $\omega$  é dada por:

$$\omega = \frac{2\pi}{T}, \text{ onde } T \text{ é o período de rotação.}$$

Para Júpiter e Terra:

$$\omega_J = \frac{2\pi}{T_J} \Rightarrow \omega_J = \frac{2\pi \text{ rad}}{10 \text{ h}} \therefore \omega_J = \frac{\pi}{5} \text{ rad/h}$$

$$\omega_T = \frac{2\pi}{T_T} \Rightarrow \omega_T = \frac{2\pi \text{ rad}}{24 \text{ h}} \therefore \omega_T = \frac{\pi}{12} \text{ rad/h}$$

Logo, as acelerações centrípeta para cada planeta serão:

$$a_{c,T} = \omega_T^2 \cdot R_T \therefore a_{c,T} = \left(\frac{\pi}{12}\right)^2 \cdot R_T$$

$$a_{c,J} = \omega_J^2 \cdot R_J \therefore a_{c,J} = \left(\frac{\pi}{5}\right)^2 \cdot 11R_T$$

Dividindo os termos, obtemos a razão:

$$\frac{a_{c,J}}{a_{c,T}} = \frac{\left(\frac{\pi}{5}\right)^2 \cdot 11R_T}{\left(\frac{\pi}{12}\right)^2 \cdot R_T} \Rightarrow \frac{a_{c,J}}{a_{c,T}} = 63,36 \therefore a_{c,J} > a_{c,T}$$

[III] Sem resposta. Faltam dados para a resolução correta do item. A massa do planeta Júpiter não foi fornecida e não se consegue determinar a velocidade orbital.

Usando dados obtidos do livro *Física 1*, Halliday e Resnick, página 327:

$$M_J = 1,9 \cdot 10^{27} \text{ kg}$$

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3/\text{s}^2 \cdot \text{kg}$$

Então a velocidade orbital será de:

$$v_{\text{orbital}} = \sqrt{\frac{G \cdot M_J}{R_{\text{orbital}}}} \Rightarrow v_{\text{orbital}} = \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3/\text{s}^2 \cdot \text{kg} \cdot 1,9 \cdot 10^{27} \text{ kg}}{7,5 \cdot 10^7 \text{ m}}}$$

$$\therefore v_{\text{orbital}} \approx 40.009 \text{ m/s} = 40,0 \text{ km/s}$$

Resultando em valor próximo a afirmativa sendo considerada **verdadeira** no caso se a banca tivesse fornecido dados suficientes.

[IV] Falsa. Usando a Lei dos períodos de Kepler:

$$\frac{T_J^2}{R_J^3} = \frac{T_T^2}{R_T^3} \Rightarrow \frac{12^2}{R_J^3} = \frac{1^2}{R_T^3} \Rightarrow R_J = \sqrt[3]{12^2 \cdot R_T^3} \therefore$$

$$\therefore R_J \square 5,2 R_T$$

Portanto, não há resposta correta para a questão como foi divulgada, porém para as modificações apresentadas na análise, a resposta certa seria da alternativa [B].

TEXTO PARA AS PRÓXIMAS 10 QUESTÕES:

Nas questões com respostas numéricas, considere o módulo da aceleração da gravidade como  $g = 10,0 \text{ m/s}^2$ , o módulo da carga do elétron como  $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ , o módulo da velocidade da luz como  $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$  e utilize  $\pi = 3$ .

21. (Upe-ssa 3 2017) *A partir da adaptação para um sistema intensivo de criação em tanques escavados e do uso de aeração artificial diária, é possível se triplicar a produção de peixe de piscicultura no Amazonas, mantendo as mesmas áreas de tanques existentes.*

Fonte: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/1472703/piscicultores-buscam-adotar-tecnologia-que-pode-triplicar-producao-de-peixe-no-am>, acessado em: 14 de julho de 2016. (Adaptado)

Analisando-se um sistema de aeração, percebe-se que uma bolha de ar que ascende desde o fundo de um tanque de piscicultura, com temperatura constante, dobra seu volume desde sua formação até atingir a superfície da água. Considerando-se que o ar da bolha é um gás ideal e que a pressão atmosférica local é igual a 1 atm, a profundidade do tanque é, aproximadamente, igual a

- a) 1 m.
- b) 5 m.
- c) 10 m.

- d) 16 m.  
e) 20 m.

**Resposta:**

[C]

Usando a equação geral dos gases ideais e considerando o processo isotérmico juntamente com a informação de que o volume da bolha dobra até a superfície, temos:

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2} \Rightarrow P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 \Rightarrow P_1 \cdot \cancel{V_1} = 1 \text{ atm} \cdot 2\cancel{V_1} \therefore P_1 = 2 \text{ atm}$$

Essa pressão pode ser transformada para o Sistema Internacional de unidades (Pa) multiplicando-se por  $10^5$ .

$$P_1 = 2 \text{ atm} \cdot \frac{1 \cdot 10^5 \text{ Pa}}{1 \text{ atm}} \therefore P_1 = 2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

Este valor representa a pressão total, isto é, a soma da pressão atmosférica com a pressão devido à coluna de líquido, também chamada de pressão hidrostática (Stevin):

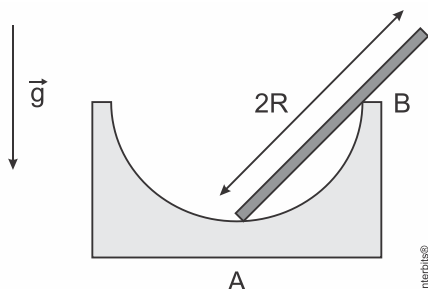
$$P_T = P_{\text{atm}} + P_h \Rightarrow P_T = P_{\text{atm}} + \rho g h \Rightarrow h = \frac{P_T - P_{\text{atm}}}{\rho g}$$

$$h = \frac{2 \cdot 10^5 \text{ Pa} - 1 \cdot 10^5 \text{ Pa}}{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \therefore h = 10 \text{ m}$$

22. (Upe-ssa 3 2017) O BMX, também conhecido como bicicross, é o caçula do ciclismo. A origem da modalidade data das décadas de 1960 e 1970, época em que as vertentes mais tradicionais do esporte — estrada e pista — já faziam parte dos Jogos Olímpicos. O BMX surgiu graças à admiração de jovens norte-americanos pelo MotoCross. A vontade de imitar as manobras dos ídolos, aliada à falta de equipamento, fez bicicletas serem utilizadas em pistas de terra. Nasceu, então, o Bicycle Moto Cross, ou simplesmente BMX. O BMX fez sua primeira aparição olímpica nos Jogos Olímpicos de Pequim-2008, com disputas tanto no masculino quanto no feminino. No Rio de Janeiro-2016, foi a terceira vez em que o BMX distribuiu medalhas em uma edição dos Jogos.

Fonte: <http://tecnologia.hsw.uol.com.br/fibras-opticas5.htm>, acessado em: 14 de julho de 2016. (Adaptado).

Na montagem de uma estrutura de uma pista de BMX, uma barra de comprimento  $2R$  e peso  $P$  está em equilíbrio, dentro de uma superfície semiesférica de raio  $R$ , conforme mostra a figura a seguir.



Considerando-se que não há atrito no ponto de apoio A, ponto mais baixo da pista, qual é o valor do coeficiente de atrito estático no ponto de apoio B, na condição de deslizamento iminente?

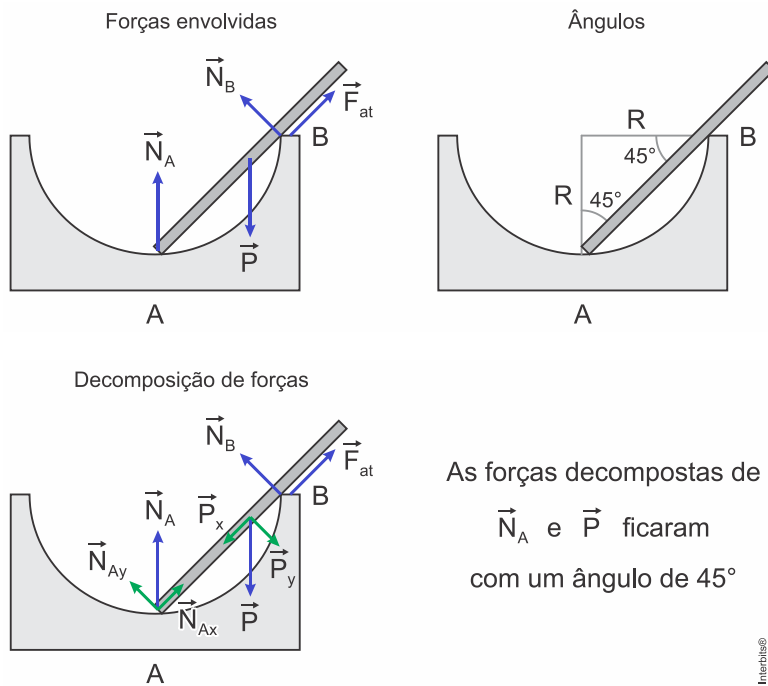
- a) 1,7  
b) 1,4  
c) 1,0  
d) 0,7

e) 0,5

**Resposta:**

[C]

Esta questão de estática deve ser resolvida utilizando-se o diagrama de forças, mas como a barra está inclinada de  $45^\circ$ , teremos que decompor as forças segundo os eixos horizontal e vertical tomando como referência a barra inclinada.



As forças decompostas de  $\vec{N}_A$  e  $\vec{P}$  ficaram com um ângulo de  $45^\circ$

Então, para calcular o coeficiente da força de atrito, o somatório das forças deve ser nulo.

$$\sum \vec{F}_x = 0 \text{ e } \sum \vec{F}_y = 0$$

No eixo  $x$ :

$$\vec{N}_{Ax} - \vec{P}_x + \vec{F}_{at} = 0$$

$$N_A \cdot \cos 45^\circ - P \cdot \cos 45^\circ + \mu \cdot N_B = 0$$

$$P \cdot \cos 45^\circ = N_A \cdot \cos 45^\circ + \mu \cdot N_B \quad (1)$$

No eixo  $y$ :

$$\vec{N}_{Ay} - \vec{P}_y + \vec{N}_B = 0$$

$$N_A \cdot \sin 45^\circ - P \cdot \sin 45^\circ + N_B = 0$$

$$P \cdot \sin 45^\circ = N_A \cdot \sin 45^\circ + N_B \quad (2)$$

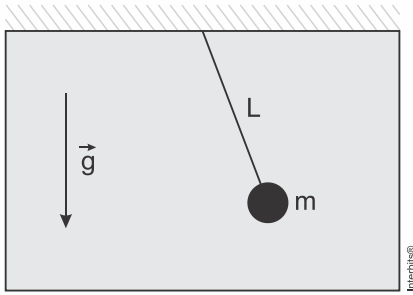
Sabendo que  $\cos 45^\circ = \sin 45^\circ$ , em consequência teremos:

$$N_A \cdot \sin 45^\circ = N_A \cdot \cos 45^\circ \text{ e } P \cdot \sin 45^\circ = P \cdot \cos 45^\circ$$

Finalmente, igualando as equações (1) e (2), temos:

$$N_A \cdot \cos 45^\circ + \mu \cdot N_B = N_A \cdot \sin 45^\circ + N_B$$

$$\mu \cdot N_B = N_B \Rightarrow \mu = \frac{N_B}{N_B} \therefore \mu = 1,0$$



Um pêndulo simples de massa  $m$  e comprimento  $L$  está imerso em um fluido viscoso, num local onde a aceleração da gravidade tem módulo  $g$  que aponta verticalmente para baixo. Considerando-se que a força de arrasto, que atua sobre o pêndulo, devido ao fluido, seja proporcional à sua velocidade e que ela não possua efeitos significativos sobre o fio, assinale a alternativa CORRETA.

- A energia mecânica é conservada.
- A amplitude de oscilação é constante.
- O pêndulo tenderá ao repouso mais rapidamente, se a sua massa aumentar.
- A força de tração na corda aumenta, se a massa do pêndulo aumentar.
- A força de tração na corda diminui, se o comprimento do pêndulo diminuir.

**Resposta:**

[D]

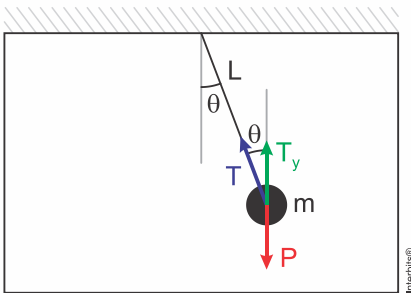
Análise das alternativas:

[A] Falsa. Como existe a força de arrasto impondo uma resistência ao movimento do pêndulo, a energia mecânica não se conserva, pois parte dessa energia é dissipada com o atrito da massa ao se mover no fluido viscoso.

[B] Falsa. A amplitude seria constante se não houvesse atrito.

[C] Falsa. Massas maiores sofrem menos resistência, pois a força restauradora do movimento é dependente da sua componente tangencial, que depende da massa.

[D] Verdadeira. De acordo com o diagrama de corpo livre abaixo, podemos estimar a relação entre a massa e a tração na corda.

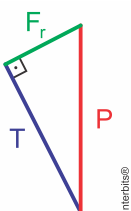


O equilíbrio de força no eixo vertical é:

$$T_y = P \Rightarrow T \cdot \cos\theta = m \cdot g \therefore T = \frac{m \cdot g}{\cos\theta}$$

Portanto, a tração na corda será maior quanto maior for a massa do corpo, pois ambas as variáveis são diretamente proporcionais.

[E] Falsa. Para o pêndulo simples, a tração na corda pode ser relacionada com o seu comprimento, para ângulos de oscilações pequenas com a seguinte equação, obtida pelo Teorema de Pitágoras para a força resultante no sistema:



$$P^2 = T^2 + F_r^2 \therefore T = \sqrt{P^2 - F_r^2} \quad (1)$$

Mas, para oscilações pequenas, o módulo da força resultante é a diferença entre a força restauradora  $F_x$  e a força de arrasto  $F_d$ .

$$F_x = m \cdot g \cdot \text{sen } \theta$$

Fazendo  $\text{sen } \theta \approx \theta$  e  $\theta = \frac{x}{L}$ :

$$F_x = \frac{m \cdot g \cdot x}{L}$$

Então, a força resultante será:

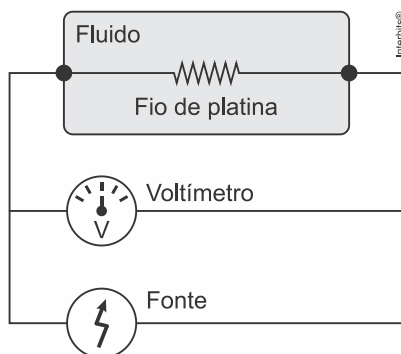
$$F_r = \frac{m \cdot g \cdot x}{L} - F_d$$

Substituindo a força resultante e o peso em (1), temos:

$$T = \sqrt{(mg)^2 - \left( \frac{m \cdot g \cdot x}{L} - F_d \right)^2}$$

Com isso, notamos que a tração na corda é inversamente proporcional à raiz quadrada do seu comprimento, tornando falsa a afirmativa.

24. (Upe-ssa 3 2017) A medida da condutividade térmica de um fluido pode ser realizada com a técnica do fio quente. Nessa técnica, um fio de platina é esticado e imerso num reservatório com fluido. As extremidades do fio são conectadas a uma fonte de tensão autoajustável, para manter uma corrente constante circulando no circuito, e a um voltímetro em paralelo, conforme ilustra a figura a seguir. Quando a corrente passa pelo fio, a temperatura do fluido aumenta em razão do efeito joule. Sabendo-se que a resistência do fio aumenta linearmente com a temperatura, qual é a equação que descreve o comportamento da tensão,  $V$ , em função do tempo,  $t$ , medido quando o sistema está em equilíbrio térmico com o ambiente?



Considere que as dimensões do reservatório são muito maiores que as dimensões do fio.

- $V = \delta + \beta t$ , com  $\delta$  e  $\beta$  constantes.
- $V = \delta + \beta t^2$ , com  $\delta$  e  $\beta$  constantes.
- $V = \delta$ , com  $\delta$  constante.
- $V = \delta + \beta t g(t)$ , com  $\beta$  constante.
- $V = \delta + \beta \text{sen}(t)$ , com  $\delta$  e  $\beta$  constantes.

**Resposta:**

[C]



Pela Primeira Lei de Ohm, a tensão elétrica  $U$  varia linearmente com a corrente  $i$ , sendo a resistência  $R$  a constante de proporcionalidade, que é função da temperatura  $T$ .

$$U = R(T) \cdot i$$

Para a situação descrita, a tensão elétrica é regulável de modo que a corrente fique constante, portanto temos  $i$  constante.

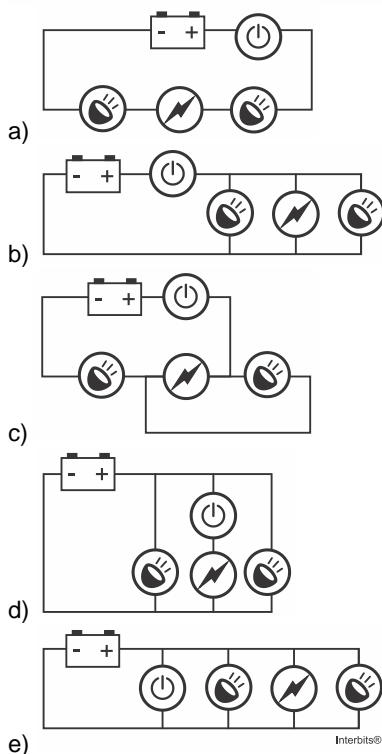
E, quando o sistema está em equilíbrio com o ambiente, significa que a temperatura é constante e que também a resistência  $R$  é constante.

Então, sendo a tensão dependente da resistência e da corrente, mas com ambos constantes, significa que a mesma também será constante.

Logo,  $U = \delta$ , com  $\delta$  constante.

25. (Upe-ssa 3 2017) Tendo em vista a Lei Federal 13290/2016, que "Torna obrigatório o uso, nas rodovias, de farol baixo aceso durante o dia e dá outras providências...", um estudante de ensino médio está propondo um circuito para um carro elétrico. Nesse veículo, o motorista liga lâmpadas resistivas e motor simultaneamente, evitando, assim, uma infração de trânsito de gravidade média na qual ele estaria sujeito, ainda, ao pagamento de multa no valor de R\$ 85,13. Das seguintes alternativas, qual permite ligar simultaneamente o motor e as lâmpadas na condição de máxima potência de funcionamento do sistema?

Legenda:  Motor de partida  Interruptor  Lâmpada



**Resposta:**

[B]

Para maximizar a potência de funcionamento do sistema, deveremos ter a máxima corrente e a menor resistência possível, levando em conta que o circuito do automóvel tem tensão constante. O tipo de circuito que possui a menor resistência é o paralelo para todos os equipamentos. Logo, a resposta correta é letra [B].

26. (Upe-ssa 3 2017) *Em 1859 aconteceu uma erupção solar, e, na Terra, os fios soltaram faíscas, que deram choques nos operadores de telégrafo, botando fogo no papel. Foi a maior tempestade geomagnética de que há registros históricos. O Sol arremessou bilhões de toneladas de elétrons e prótons para a Terra, e, quando essas partículas bateram no campo magnético do planeta, criaram auroras espetaculares nas cores vermelho, verde e roxo no céu noturno – além de correntes poderosas de eletricidade, que saltaram do chão para os fios, sobrecarregando os circuitos. Se uma tempestade dessas acontecesse no século XXI, muito mais que fios e papel estaria em risco. Alguns satélites de telecomunicação muito acima da Terra seriam desligados. Os sinais do GPS ficariam misturados. E o surto de eletricidade, vindo do chão, ameaçaria as redes elétricas, quem sabe deixando um continente ou dois nas trevas. (...) O exemplo mais estudado e inequívoco de a capacidade solar prejudicar redes elétricas aconteceu em 13 de março de 1989, na província canadense do Quebec. Nas primeiras horas da manhã, uma tempestade solar gerou correntes nos fios de transmissão, desligando disjuntores. Em questão de minutos, um apagão tomou conta da província, fechando empresas, escolas, aeroportos e metrô até a energia ser religada no fim daquele dia. (...)*

Fonte: <http://ultimosegundo.ig.com.br/ciencia/2013-03-30/cientistas-avaliam-consequencias-das-tempestades-solares.html>, acessado em: 14 de julho de 2016. (Adaptado)

Considerando-se o trecho acima e os conhecimentos básicos acerca do eletromagnetismo, é **CORRETO** afirmar que

- o campo elétrico terrestre é o principal responsável por repelir os elétrons arremessados pelo Sol, criando os efeitos de luz denominados de auroras boreais.
- a baixa função trabalho, característica do material utilizado nos fios metálicos de transmissão, ocasionou o desligamento dos disjuntores em Quebec.
- o tempo entre a observação de uma atividade anormal na superfície do Sol e a chegada da tempestade solar à Terra é nulo, uma vez que as partículas arremessadas pelo astro viajam na velocidade da luz.
- uma possível explicação é que as correntes nos fios de transmissão, que desligaram os disjuntores em Quebec, foram criadas por indução magnética, por causa dos efeitos da tempestade solar sobre o campo magnético terrestre.
- as auroras espetaculares relatadas podem ser explicadas pelo efeito fotoelétrico.

**Resposta:**

[D]

A emissão de massa coronal vinda do Sol, ocorre quando este está em seu auge de atividade, provocando emissões de partículas carregadas eletricamente, além de ondas eletromagnéticas que ao colidirem com o campo magnético terrestre provocam o deslocamento destas partículas carregadas para os polos magnéticos do planeta causando aparições de luzes coloridas nestes locais, fenômeno conhecido como as auroras boreal e austral. Essa variação do campo magnético gera uma corrente induzida nos circuitos elétricos próximos de acordo com a lei de Faraday da indução magnética e podem comprometer seriamente redes elétricas extensas e circuitos elétricos de equipamentos mais sensíveis pela alta densidade de carga induzida em curto espaço de tempo.

27. (Upe-ssa 3 2017) Supondo-se que uma equação de onda de ultrassom, utilizada em um exame pré-natal, tem o deslocamento ao longo da direção  $y$  dado pela relação  $y(x, t) = 50 \sin [(60 \times 10^6)t + (4 \times 10^3)x]$ , onde  $x$  e  $y$  estão medidos em micrômetros e o tempo  $t$ , em segundos. Essa equação representa uma onda

- que viaja com uma velocidade de  $15 \text{ mm/s}$  no sentido negativo do eixo  $x$ .
- de amplitude  $25 \text{ }\mu\text{m}$  que viaja ao longo do sentido negativo do eixo  $x$ .
- que possui número de onda igual a  $40 \text{ m}^{-1}$ .
- de comprimento de onda  $60 \text{ }\mu\text{m}$ .
- de frequência  $10^6 \text{ MHz}$ .

**Resposta:**

[A]

A equação dada pode ser comparada com a equação representativa da elongação de uma onda harmônica como função da posição e do tempo, assim obtemos os parâmetros informados na equação dada.

$$y(x, t) = 50 \text{ sen } [(60 \times 10^6)t + (4 \times 10^3)x]$$

$$y(x, t) = A \text{ sen } [\omega t + kx]$$

Então:

A amplitude da onda é:

$$A = 50 \text{ } \mu\text{m}$$

A frequência:

$$\omega = 60 \cdot 10^6 \text{ rad/s} \Rightarrow$$

$$\omega = 2\pi f \Rightarrow f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{60 \cdot 10^6 \text{ rad/s}}{2 \cdot 3} \therefore f = 10 \text{ MHz}$$

A onda viaja no sentido negativo do eixo x, devido ao sinal positivo do número de onda.

O número de onda:

$$k = 4 \cdot 10^3 \cdot 10^6 \therefore k = 4 \cdot 10^9 \text{ m}^{-1}$$

Comprimento de onda:

$$\lambda = \frac{2\pi}{k} \Rightarrow \lambda = \frac{2 \cdot 3}{4 \cdot 10^9 \text{ m}^{-1}} \therefore \lambda = 1,5 \cdot 10^{-9} \text{ m}$$

E, finalmente, a velocidade da onda, será:

$$v = \lambda \cdot f \Rightarrow v = 1,5 \cdot 10^{-9} \text{ m} \cdot 10 \cdot 10^6 \text{ Hz} \therefore v = 15 \cdot 10^{-3} \text{ m/s} = 15 \text{ mm/s}$$

28. (Upe-ssa 3 2017) *As fibras ópticas são feitas de vidro óptico extremamente puro. Costumamos achar que uma janela de vidro é transparente. Entretanto, quanto mais espesso for o vidro, menos transparente ele será em razão das impurezas nele contidas. O vidro de uma fibra óptica possui, porém, menos impurezas que o vidro usado em janelas. Segue a descrição da qualidade do vidro produzido por uma companhia: se você estivesse sobre um oceano feito de quilômetros de núcleo sólido de fibra de vidro, poderia ver claramente o fundo. Fazer fibras ópticas requer as seguintes etapas: elaborar um cilindro de vidro pré-formado; estirar as fibras a partir da pré-forma; e testar as fibras.*

Fonte: <http://tecnologia.hsw.uol.com.br/fibras-opticas5.htm>, acessado em: 14 de julho de 2016.

Durante a fase de estiramento das fibras, é necessário haver um controle da espessura dos fios de fibra óptica fabricados. Para isso, suponha que uma montagem experimental é configurada, utilizando-se um laser com comprimento de onda de 650 nm que incide sobre o fio de fibra óptica, com um revestimento opaco, conforme ilustra a Figura 1. Após passar pelo fio, o feixe de laser forma um padrão de difração em um anteparo instalado a 2,0 m de distância do fio. A representação esquemática desse padrão está mostrada na Figura 2.

Figura 1

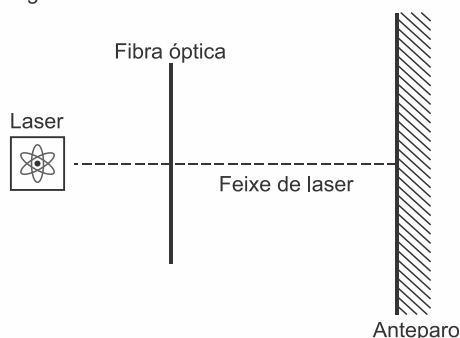
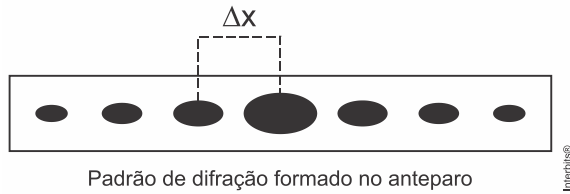


Figura 2



Sabendo-se que a separação entre os máximos de intensidade luminosa,  $\Delta x$ , é 1,0 cm, qual é o valor do diâmetro do fio?

- a) 65  $\mu\text{m}$
- b) 130  $\mu\text{m}$
- c) 260  $\mu\text{m}$
- d) 390  $\mu\text{m}$
- e) 520  $\mu\text{m}$

**Resposta:**

[B]

A partir do padrão de interferência (figura 2), a distância de separação entre dois máximos de intensidade luminosa  $\Delta x$  pode ser relacionada com o diâmetro da fibra  $d$ , a distância entre o anteparo e a fibra óptica  $D$  e o comprimento de onda do laser  $\lambda$  usado na medida através da equação ajustada para interferência construtiva:

$$d = \frac{\lambda \cdot D}{\Delta x}$$

Substituindo os valores fornecidos no problema, temos:

$$d = \frac{650 \cdot 10^{-9} \text{ m} \cdot 2 \text{ m}}{1 \cdot 10^{-2} \text{ m}} \therefore d = 130 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 130 \mu\text{m}$$

29. (Upe-ssa 3 2017) Um corpo negro tem um pico de emissão em uma temperatura cujo comprimento de onda de sua radiação vale 9.000 Å. Nessa temperatura, a radiação que emerge desse corpo não produz efeito fotoelétrico em uma placa metálica.

Aumentando a temperatura do corpo negro, sua radiação emitida aumenta 81 vezes, causando efeito fotoelétrico na placa para o comprimento de onda de pico dessa nova temperatura. A energia necessária para frear esses fotoelétrons emitidos é equivalente à diferença de energia dos níveis  $n = 2$  e  $n = 3$  do átomo de hidrogênio de Bohr. Sabendo-se que a *Lei de Wien* relaciona o comprimento de onda de pico de emissão com a temperatura do corpo negro na forma  $\lambda T = \text{constante}$ , é CORRETO afirmar que a função trabalho do metal vale aproximadamente

Dados: energia do átomo de hidrogênio de Bohr no estado fundamental = -13,6 eV, constante de Planck =  $4,14 \times 10^{-15}$  eVs,

$$1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J.}$$

- a) 1,15 eV.
- b) 2,25 eV.
- c) 4,50 eV.
- d) 7,25 eV.
- e) 10,75 eV.

**Resposta:**

[B]

Para iniciar o efeito fotoelétrico foi necessário triplicar a temperatura. Então, usando Lei de Wien, podemos determinar o comprimento de onda em relação à primeira radiação.

$$\lambda \cdot T = \text{constante} \Rightarrow \frac{\lambda}{3} \cdot (3T) = \text{constante} \therefore \lambda' = \frac{\lambda}{3}$$

Isto é, ao triplicar a temperatura, devemos dividir por três o comprimento de onda original, pois essas variáveis são inversamente proporcionais.

$$\lambda' = \frac{\lambda}{3} = \frac{9000 \text{ \AA}}{3} \therefore \lambda' = 3000 \text{ \AA} = 3 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

Este novo comprimento de onda nos fornece a frequência dessa onda, de acordo com:

$$v = \lambda f \Rightarrow f = \frac{v}{\lambda} \Rightarrow f = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{3 \cdot 10^{-7} \text{ m}} \therefore f = 1 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

Finalmente, para a Energia cinética máxima dos elétrons ejetados da superfície do metal, igualamos à diferença de energia entre os níveis 2 e 3 do átomo de hidrogênio de acordo com a teoria de Bohr:

$$E_{c(\text{máx})} = \Delta E_{\text{Bohr}}$$

Sendo:

$$E_{c(\text{máx})} = hf - \varphi$$

$$\Delta E_{\text{Bohr}} = E_0 \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

Igualando:

$$hf - \varphi = E_0 \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \Rightarrow \varphi = hf - E_0 \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

Substituindo:

$$\varphi = 4,14 \times 10^{-15} \text{ eVs} \cdot 1 \cdot 10^{15} \text{ Hz} - 13,6 \text{ eV} \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right) \therefore \varphi = 2,25 \text{ eV}$$

30. (Upe-ssa 3 2017) A sonda caçadora de exoplanetas Kepler encontrou aquele que talvez seja o corpo celeste mais parecido com a Terra. A Nasa anunciou, nesta quinta-feira (23), a descoberta de Kepler-452b, um exoplaneta encontrado dentro de uma zona habitável de seu sistema solar, ou seja, uma região onde é possível que exista água no estado líquido. A semelhança com nosso planeta é tão grande que os pesquisadores chamaram o Kepler-452b de Terra 2.0. O Kepler-452b é cerca de 60% maior que a Terra e precisa de 385 dias para completar uma órbita ao redor de sua estrela, a Kepler 452. E essa estrela hospedeira é muito parecida com nosso Sol: tem quase o mesmo tamanho, temperatura e emite apenas 20% mais luz. Localizado na constelação Cygnus, o sistema solar da Terra 2.0 está a 1.400 anos-luz distante do nosso.

Fonte: <http://exame.abril.com.br/tecnologia/noticias/terra-2-0-nasa-anuncia-descoberta-historica-de-planeta-quase-identico-aonosso>, acessado em: 14 de julho de 2016.

Supondo-se que, a fim de investigar mais de perto o Kepler-452b, uma sonda tenha sido enviada da Terra por uma equipe da Nasa, com uma velocidade igual a  $(3)^{1/2} c/2$ . Quando o relógio instalado na sonda marcar 28 anos de viagem, quanto tempo terá se passado para a equipe na Terra?

- a) 7 anos
- b) 14 anos
- c) 21 anos
- d) 42 anos
- e) 56 anos

**Resposta:**

[E]

Usando a Teoria da Relatividade para o tempo, podemos determinar a dilatação no tempo com a equação:

$$\Delta t_{\text{relativ}} = \gamma \cdot \Delta t_{\text{próprio}}, \text{ onde } \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}, \text{ a constante de Lorentz.}$$

Cálculo da constante  $\gamma$  de Lorentz:

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot c}{c}\right)^2}} \Rightarrow \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - 0,75}} \therefore \gamma = 2$$

Com isso o tempo relativístico passado na Terra será o dobro que o tempo próprio:

$$\Delta t_{\text{relativ}} = 2 \cdot 28 \text{ anos} \therefore \Delta t_{\text{relativ}} = 56 \text{ anos}$$

31. (Upe-ssa 1 2016) Uma viagem do Nordeste do Brasil até Ruanda, na África, é proposta da seguinte forma: decola-se um helicóptero e, ficando em suspensão no ar em baixa altitude, espera-se a Terra girar para pousar em solo africano. Sobre essa proposta, desprezando os efeitos de correntes de ar externas sobre o helicóptero, assinale a alternativa **CORRETA**.

- a) É possível de ser realizada, mas é evitada por causa do longo tempo de viagem, que é de aproximadamente 24 horas.
- b) É possível de ser realizada, mas é evitada porque o helicóptero mudaria sua latitude atingindo, na verdade, a Europa.
- c) É impossível de ser realizada, uma vez que o helicóptero, ao decolar, possui aproximadamente a mesma velocidade de rotação da Terra, ficando no ar, sempre acima da mesma região no solo.
- d) É impossível de ser realizada, por causa do movimento de translação da Terra.
- e) É impossível de ser realizada porque violaria a irreversibilidade temporal das equações do movimento de Newton.

**Resposta:**

[C]

O fato do helicóptero ficar em suspensão, significa que ele, em relação à Terra, permanece na mesma posição, ou seja, tem a mesma velocidade de rotação do planeta, não tendo avanços em seu deslocamento. Sendo assim, seria impossível realizar este tipo de transporte desta maneira. Única alternativa correta corresponde à letra [C].

32. (Upe-ssa 1 2016) Um balão dirigível sobe verticalmente, com velocidade constante de 90,0 km/h em relação ao solo, e, a uma altura de 80,0 m do chão, um de seus passageiros arremessa um objeto com velocidade vertical e para cima de 18,0 km/h, em relação ao piso do cesto do balão. Em quantos segundos, o objeto retorna para a mão do passageiro?

- a) 5,0
- b) 4,0
- c) 3,0
- d) 2,0
- e) 1,0

**Resposta:**

[E]

**1ª opção:**

Ajustando as velocidades em relação ao solo no Sistema Internacional de Unidades:

$$\text{Balão: } v_b = 90 \text{ km/h} \cdot \frac{1 \text{ m/s}}{3,6 \text{ km/h}} = 25 \text{ m/s}$$

$$\text{Objeto: } v_0 = (18 + 90) \text{ km/h} \cdot \frac{1 \text{ m/s}}{3,6 \text{ km/h}} = 30 \text{ m/s}$$

Tomando as velocidades em relação ao solo, as equações das posições dos móveis em relação ao tempo são:

$$\text{Balão: } h = 80 + 25t \quad (1)$$

$$\text{Objeto: } h = 80 + 30t - 5t^2 \quad (2)$$

Para que o objeto retorne à mão do passageiro é necessário que a posição indicada pelo balão seja a mesma do objeto, portanto, fazendo a igualdade das duas equações:

$$80 + 25t = 80 + 30t - 5t^2$$

$$25t = 30t - 5t^2$$

$$5t^2 - 5t = 0$$

$$t^2 - t = 0$$

$$t \cdot (t - 1) = 0$$

Resolvendo a equação de segundo grau incompleta, as raízes são:

$$t' = 0 \text{ s} \quad \text{e} \quad t'' = 1 \text{ s.}$$

Logo, após o lançamento, o objeto retorna ao passageiro em apenas 1 segundo.

#### 2ª opção:

Considerando o balão como um sistema inercial, usamos somente a informação do objeto efetuando um lançamento vertical com velocidade inicial referida ao balão.

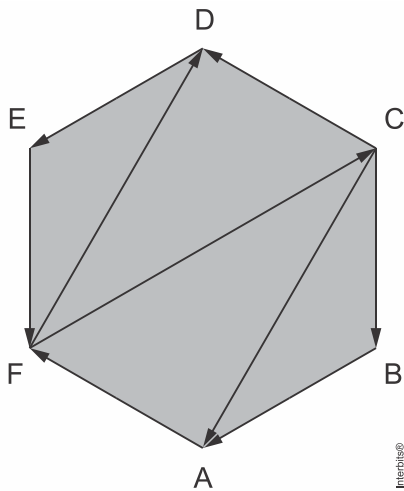
$$\text{Objeto: } v_0 = 18 \text{ km/h} \cdot \frac{1 \text{ m/s}}{3,6 \text{ km/h}} = 5 \text{ m/s}$$

Usando a equação horária da velocidade para o lançamento vertical,  $v = v_0 - gt$ .

Sabendo-se que a velocidade final terá sentido contrário da velocidade inicial, mas de mesmo módulo e usando a aceleração da gravidade  $g = 10 \text{ m/s}^2$ :

$$-5 = 5 - 10t \Rightarrow t = 1 \text{ s}$$

33. (Upe-ssa 1 2016) Um robô no formato de pequeno veículo autônomo foi montado durante as aulas de robótica, em uma escola. O objetivo do robô é conseguir completar a trajetória de um hexágono regular ABCDEF, saindo do vértice A e atingindo o vértice F, passando por todos os vértices sem usar a marcha ré. Para que a equipe de estudantes seja aprovada, eles devem responder duas perguntas do seu professor de física, e o robô deve utilizar as direções de movimento mostradas na figura a seguir:



Suponha que você é um participante dessa equipe. As perguntas do professor foram as seguintes:

- I. É possível fazer a trajetória completa sempre seguindo as direções indicadas?
- II. Qual segmento identifica o deslocamento resultante desse robô?

Responda às perguntas e assinale a alternativa **CORRETA**.

- a) I – Não; II – AF
- b) I – Não; II – CB
- c) I – Não; II – Nulo
- d) I – Sim; II – FC
- e) I – Sim; II – AF

**Resposta:**

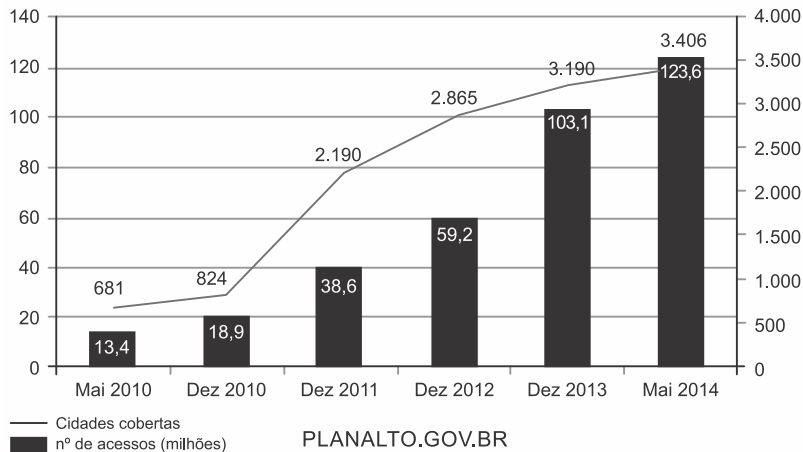
- [E]
- [I] Sim. Por exemplo, duas possibilidades de caminho começando por A e terminando em F : AFDEF CBAF ou AFCBACDEF.
- [II] O deslocamento é dado pelo vetor AF.

34. (Upe-ssa 1 2016) O número de acessos em banda larga móvel, entre 2010 e 2014, cresceu 969% na região Norte, chegando a 8,63 milhões de acessos e 920% na região Nordeste, com 27,68 milhões de acessos. O crescimento foi percentualmente acima das demais regiões, sendo 786% no Centro-Oeste (11,54 milhões), 702% no Sul (17,16 milhões) e 816% no Sudeste (58,61 milhões). O crescimento médio de acessos no país foi de 825%, atingindo 123,6 milhões de acessos. Os dados são do balanço do programa divulgado em junho pelo Ministério das Comunicações. No mesmo período, a cobertura de banda larga móvel subiu 400% em todo o País, alcançando 3.406 cidades que eram apenas 681 em 2010.



## Banda larga móvel - Brasil

número de acessos (milhões) e  
número de cidades cobertas



Disponível em: <http://blog.planalto.gov.br/banda-larga-movel-cresce-mais-de-900-no-norte-e-nordeste-aponta-balanco-do-pnbl/>, acessado em: 12 de julho de 2015. (Adaptado)

Com base no trecho de reportagem e no gráfico acima, assinale a alternativa **CORRETA**.

- A taxa média de crescimento de acessos entre o período de dezembro de 2013 e maio de 2014 é menor que a obtida entre maio e dezembro de 2010.
- Entre dezembro de 2011 e dezembro de 2013, tem-se que a variação do número de cidades cobertas foi de 2865.
- O gráfico mostra que o número de acessos em maio de 2014 é da ordem de 1010 acessos.
- Se a taxa média de crescimento do número de acessos se mantiver constante em relação ao período de dezembro de 2013 e maio de 2014, é possível estimar que o número de acessos em dezembro de 2014 foi de 140 milhões.
- A velocidade média de crescimento de cidades cobertas foi de aproximadamente 57 cidades por mês em todo o período mostrado no gráfico.

### Resposta:

[E]

[A] Falsa. São períodos desiguais contendo 5 e 7 meses podendo incorrer em alguns enganos. O crescimento dos períodos inteiros foi menor para o período de 5 meses (20% contra 41%), mas a taxa média mensal foi maior para o período de 5 meses quando comparado ao de 7 meses.

$$tx_{12/13-05/14} = \frac{123,6 \text{ milhões} - 103,1 \text{ milhões}}{5 \text{ meses}} \approx \frac{20,5 \text{ milhões}}{5 \text{ meses}} = 4,1 \text{ milhões / mês}$$

$$tx_{05/10-12/10} = \frac{18,9 \text{ milhões} - 13,4 \text{ milhões}}{7 \text{ meses}} = \frac{5,5 \text{ milhões}}{7 \text{ meses}} = 0,786 \text{ milhões / mês}$$

[B] Falsa. A variação de cidades cobertas no período de dezembro/11 e dezembro/13 foi de:

$$\Delta_{\text{cidades cobertas}} = 3190 - 2190 = 1000 \text{ cidades}$$

[C] Falsa. Visualizando o gráfico, o número de acessos em maio de 2014 é da ordem de 123,6 milhões de acessos.

[D] Falsa. De maio a dezembro temos mais 7 meses, considerando um aumento constante de 4,1 milhões de acessos pro mês, ficamos em dezembro de 2014 com uma estimativa de:

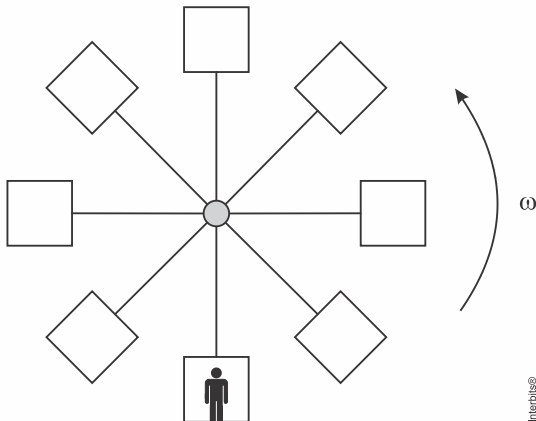
$$N_{\text{acessos dez/14}} = 123,6 + 7 \cdot 4,1 = 152,3 \text{ milhões}$$

[E] Verdadeira.

$$v_{\text{média}} = \frac{(3406 - 681) \text{ cidades}}{4 \text{ anos}} \cdot \frac{1 \text{ ano}}{12 \text{ meses}} \approx 56,8 \text{ cidades / mês}$$

35. (Upe-ssa 1 2016) Em um filme de ficção científica, uma nave espacial possui um sistema de cabines girantes que permite ao astronauta dentro de uma cabine ter percepção de uma aceleração similar à gravidade terrestre. Uma representação esquemática

desse sistema de gravidade artificial é mostrada na figura a seguir. Se, no espaço vazio, o sistema de cabines gira com uma velocidade angular  $\omega$ , e o astronauta dentro de uma delas tem massa  $m$ , determine o valor da força normal exercida sobre o astronauta quando a distância do eixo de rotação vale  $R$ . Considere que  $R$  é muito maior que a altura do astronauta e que existe atrito entre o solo e seus pés.

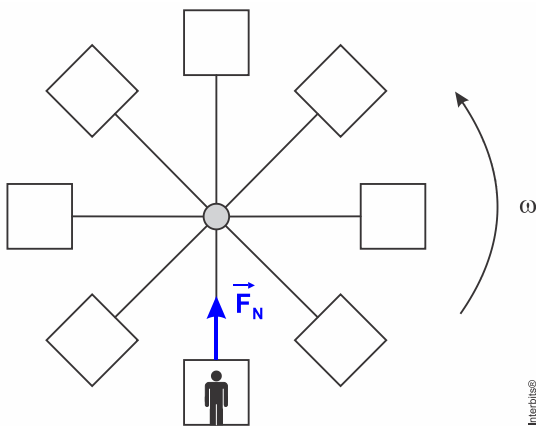


- a)  $mR\omega^2$
- b)  $2mR\omega^2$
- c)  $mR\omega^2/2$
- d)  $m\omega^2/R$
- e)  $8mR\omega^2$

**Resposta:**

[A]

A figura abaixo ilustra a força normal gerada na situação de gravidade artificial.



Neste caso, temos que essa força é a resultante das forças no movimento circular uniforme.

$$F_N = F_C = m \cdot \frac{v^2}{R}$$

Como podemos representar a velocidade tangencial em função da velocidade angular dada com a expressão:

$$v = \omega \cdot R$$

Substituindo na equação anterior, obtemos uma relação entre a força normal, o raio e a velocidade angular:

$$F_N = m \cdot \frac{(\omega \cdot R)^2}{R} \therefore F_N = m \cdot \omega^2 \cdot R$$

36. (Upe-ssa 2 2016) É muito comum o amplo uso de aparelhos de ar-condicionado durante o verão intenso do Recife. Nessa cidade, uma residência possui uma parede de área  $40 \text{ m}^2$  e espessura  $20 \text{ cm}$ , separando o ambiente interior do exterior. Se a temperatura externa é de  $33 \text{ }^\circ\text{C}$  e deseja-se manter a interna igual a  $23 \text{ }^\circ\text{C}$ , qual será o gasto por hora de aparelho ligado, considerando-se, apenas, essa parede separadora?

Dados: A condutividade térmica da parede é igual a  $1,25 \times 10^{-3} \text{ kW}/(\text{mK})$ , e o custo da energia elétrica em kWh é de R\$ 0,60.

- a) R\$ 0,30.
- b) R\$ 0,90.
- c) R\$ 1,20.
- d) R\$ 1,50.
- e) R\$ 2,50.

**Resposta:**

[D]

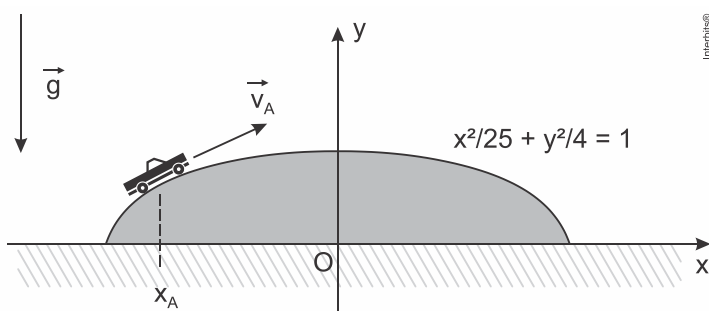
A quantidade de calor cedida para o exterior é:

$$Q = \frac{k A \Delta \theta \Delta T}{e} = \frac{1,25 \times 10^{-3} \times 40 \times (33 - 23) \times 1}{0,2} \Rightarrow Q = 2,5 \text{ kWh.}$$

O gasto será:

$$G = 2,5 \times 0,60 \Rightarrow \boxed{G = \text{R\$}1,50.}$$

37. (Upe-ssa 1 2016) Desejando ampliar seus conhecimentos sobre conservação da energia mecânica, um estudante observa o movimento de um pequeno carro, de massa  $250 \text{ g}$ , ao longo de uma trajetória que é descrita pela equação  $x^2/25 + y^2/4 = 1$ , onde  $x$  e  $y$  são medidos em metros. Se no ponto A de coordenada horizontal  $x = x_A = -3,0 \text{ m}$ , o carro foi arremessado com velocidade inicial de módulo  $v_A = 3,0 \text{ m/s}$ , qual é a velocidade do carro no ponto B de coordenada horizontal  $x_B = 0,0 \text{ m}$ ? Considere que o carro pode ser tratado como partícula e despreze os efeitos do atrito.



- a) 0,0 m/s
- b) 1,0 m/s
- c) 3,0 m/s
- d) 6,2 m/s
- e) 8,4 m/s

**Resposta:**

[B]

Por conservação da energia mecânica, temos:

$$E_{M(A)} = E_{M(B)}$$

Assim,

$$m \cdot g \cdot y_A + \frac{m \cdot v_A^2}{2} = m \cdot g \cdot y_B + \frac{m \cdot v_B^2}{2}$$

Simplificando a massa e isolando  $v_B$  :

$$v_B = \sqrt{2g \cdot (y_A - y_B) + v_A^2}$$

Precisamos das posições verticais nos pontos A e B:

$$x^2/25 + y^2/4 = 1 \Rightarrow y = \sqrt{\frac{100 - 4x^2}{25}}$$

Para o ponto A:

$$y_A = \sqrt{\frac{100 - 4(-3)^2}{25}} \therefore y_A = 1,6 \text{ m}$$

Para o ponto B:

$$y_B = \sqrt{\frac{100 - 4(0)^2}{25}} \therefore y_B = 2 \text{ m}$$

Substituindo os valores de  $g$ , de  $y_A$  e de  $y_B$  na equação de  $v_B$ , temos:

$$v_B = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot (1,6 - 2) + 3^2} = \sqrt{-8 + 9} = \sqrt{1} \therefore v_B = 1 \text{ m/s}$$

38. (Upe-ssa 3 2016) Com o objetivo de economizar energia elétrica, um estudante resolveu desligar o seu computador pessoal enquanto dorme, período em que o equipamento fica ocioso. O valor do quilowatt-hora utilizado que é cobrado pela distribuidora de sua região é R\$ 0,545 somados à tarifação por bandeira vermelha, em que as condições mais custosas de geração produzem um acréscimo de R\$ 0,055 para cada quilowatt-hora consumido. Analisando as especificações do seu computador, o estudante identificou que sua potência em uso intenso é de 740 W e de 120 W quando apenas ligado. Então, fazendo esse desligamento durante 8 horas e meia por dia, durante 30 dias, de quanto foi a redução no valor de sua conta nesse período?

- a) R\$ 18,36
- b) R\$ 33,48
- c) R\$ 94,86
- d) R\$ 113,22
- e) R\$ 206,46

**Resposta:**

[C]

**Gabarito Oficial:** [A]

**Gabarito SuperPro®:** [C]

**Observação:** o gabarito oficial dá como resposta a opção [A], mas esse valor (R\$ 18,36) não responde à pergunta da questão, pois representa apenas o gasto de energia mensal durante as 8,5 horas diárias que o computador está apenas ligado, consumindo 120 W, como está mostrado no cálculo correto na resolução.

A tarifa de energia elétrica é:  $T_r = (0,545 + 0,055) = 0,60 \frac{\text{R\$}}{\text{kWh}}$ .

### 1ª Situação:

Computador ligado 24 horas por dia durante 30 dias, consumindo potência de 740 W.

$$\begin{cases} P_1 = 720 \text{ W} = 0,72 \text{ kW} \\ \Delta t_1 = 24 \frac{\text{h}}{\text{dia}} \times 30 \text{ dias} = 720 \text{ h} \end{cases}$$

O gasto com energia antes era:

$$G_A = P_1 \Delta t_1 T_r = 0,74 \cdot 720 \cdot 0,6 \Rightarrow \underline{G_1 = \text{R\$}319,68.}$$

### 2ª Situação:

Computador ligado 15,5 h por dia, consumindo potência de 740 W e 8,5 h por dia, consumindo potência de 120 W, durante 30 dias.

$$\begin{cases} P_2 = 740 \text{ W} = 0,74 \text{ kW} \\ \Delta t_2 = 15,5 \frac{\text{h}}{\text{dia}} \times 30 \text{ dias} = 465 \text{ h} \end{cases} \Rightarrow G_2 = P_2 \Delta t_2 T_r = 0,74 \cdot 465 \cdot 0,6 \Rightarrow \underline{G_2 = \text{R\$}206,46.}$$

$$\begin{cases} P_3 = 120 \text{ W} = 0,12 \text{ kW} \\ \Delta t_2 = 8,5 \frac{\text{h}}{\text{dia}} \times 30 \text{ dias} = 255 \text{ h} \end{cases} \Rightarrow G_3 = P_3 \Delta t_3 T_r = 0,12 \cdot 255 \cdot 0,6 \Rightarrow \underline{G_3 = \text{R\$}18,36.}$$

O gasto com energia depois é:

$$G_D = G_2 + G_3 = 206,46 + 18,36 \Rightarrow \underline{G_D = \text{R\$}224,82.}$$

Portanto, a economia é:

$$G_A - G_D = 319,68 - 224,82 \Rightarrow \underline{G_A - G_D = \text{R\$}94,86.}$$

39. (Upe-ssa 3 2016) Em 1964, durante o período de intensa pesquisa em busca de vida extraterrestre inteligente, o astrofísico russo Nikolai Kardashev assumiu que algumas civilizações galácticas poderiam estar a milhões ou bilhões de anos de desenvolvimento tecnológico à frente dos humanos. Baseado nesse princípio, Kardashev fez a seguinte proposta: classificar a busca dessas inteligências com base na medição de graus de desenvolvimento tecnológico. Esses graus seriam organizados de acordo com a quantidade de energia capaz de ser transformada por uma civilização. As escalas foram originalmente divididas em três:

Tipo I: civilização capaz de utilizar toda a energia disponível em um planeta como a Terra, aproximadamente  $1 \times 10^{16}$  W.

Tipo II: civilização capaz de utilizar toda a energia disponível em uma estrela como o Sol, aproximadamente  $4 \times 10^{26}$  W.

Tipo III civilização capaz de utilizar toda a energia disponível em uma galáxia, aproximadamente  $4 \times 10^{37}$  W.

Ainda sem atingir o Tipo I na escala, a civilização humana estuda a possibilidade de aproveitar a energia solar com uma menor atenuação da atmosfera terrestre. O projeto tem como objetivo instalar um grande painel solar para coletar radiação proveniente do Sol e fazer sua transmissão para a Terra via micro-ondas, suprimindo parte da atual demanda por energia. Segundo a Agência Internacional de Energia, a estimativa de potência média mundial utilizada em 2012 foi de aproximadamente  $1 \times 10^{13}$  W. Entre quais constituintes do sistema solar, um painel de absorção circular de raio 40 km deveria ser instalado para coletar a mesma potência média utilizada na Terra, em todo o ano de 2012?

	Mercúrio	Vênus	Terra	Marte	Júpiter	Saturno	Urano	Netuno
Distância média do Sol, $10^6$ km	57,9	108	150	228	778	1430	2870	4500

- a) Entre o Sol e Mercúrio
- b) Entre Mercúrio e Vênus
- c) Entre Vênus e a Terra
- d) Entre Marte e Saturno
- e) Entre Júpiter e Netuno

**Resposta:**

[C]

O enunciado diz: "Entre quais constituintes do sistema solar, um painel de absorção circular de raio 40 km deveria ser instalado para coletar a **mesma potência média utilizada na Terra**, em todo o ano de 2012."

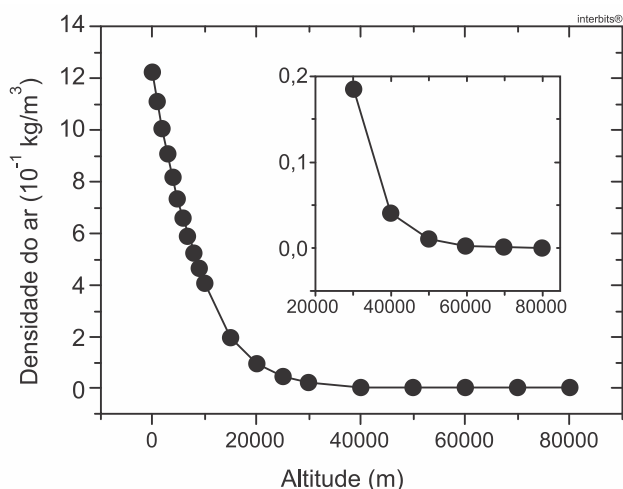
Como o problema quer a mesma potência média, logo a distância será entre Vênus e a Terra, pois estão relativamente pertos um do outro dessa forma sendo mais fácil fornecer essa mesma potência média.

40. (Upe-ssa 3 2016) Empresa realiza primeiro voo teste de balão que levará turistas ao espaço

A World View, sediada no estado americano do Arizona, construiu uma espécie de parapente e o levou até a estratosfera usando um gigantesco balão. Mais importante: o parapente voltou intacto para a Terra. (...) Ao usar balões, o tempo que os turistas passam na estratosfera pode passar duas horas flutuando no espaço, ao contrário dos poucos minutos dos passeios feitos por empresas que utilizam foguetes para chegar até lá.

Disponível em: <http://info.abril.com.br/noticias/ciencia/2015/03/empresa-realizaprimeiro-voo-teste-de-balao-que-ira-levar-turistas-ao-espaco.shtml>, acessado em: 14 de julho de 2015. (Adaptado)

Um estudante resolveu estimar as altitudes atingidas por um balão desse tipo. Utilizando uma equação que relaciona a densidade do ar com a altitude, ele fez um gráfico em seu computador, de acordo com a figura a seguir. A caixa dentro do gráfico mostra uma ampliação de uma dada região do gráfico, e a linha contínua representa apenas a união dos pontos.



Supondo que o balão seja esférico com 30 m de diâmetro e que sua massa total, composta de cabine com balão, seja igual a 20 toneladas, qual é, aproximadamente, a altitude em quilômetros no instante em que sua velocidade não varia mais? Despreze as dimensões da cabine e quaisquer atritos.

- a) 10.000
- b) 20.000
- c) 30.000
- d) 40.000
- e) 80.000

**Resposta:**

## ANULADA

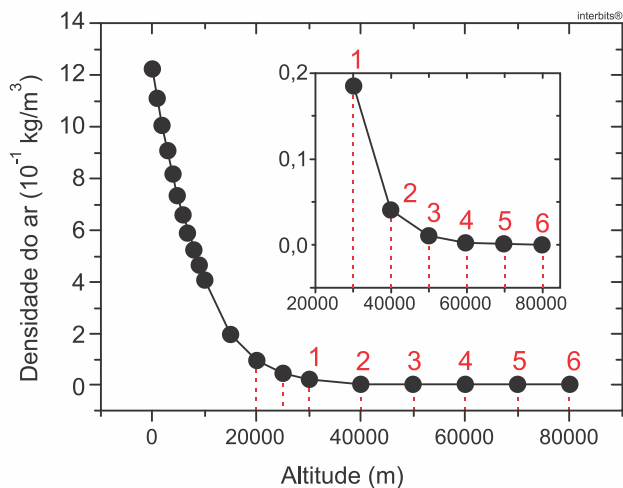
Questão anulada no gabarito oficial.

Com os dados fornecidos pela questão não é possível calcular o valor exato da altura. Dessa forma, deve-se ser feito uma estimativa através do gráfico.

Analisando o gráfico sem o zoom, a resposta seria 40.000 m.

Analisando o gráfico com o zoom, a resposta seria 60.000 m (que não possui resposta entre as opções).

Olhando com cuidado o gráfico com o zoom, ele não parece ser o mesmo sem o zoom.



41. (Upe-ssa 1 2016) “Ao utilizar o cinto de segurança no banco de trás, o passageiro também está protegendo o motorista e o carona, as pessoas que estão na frente do carro. O uso do cinto de segurança no banco da frente e, principalmente, no banco de trás pode evitar muitas mortes. Milhares de pessoas perdem suas vidas no trânsito, e o uso dos itens de segurança pode reduzir essa estatística. O Brasil também está buscando, cada vez mais, fortalecer a nossa ação no campo da prevenção e do monitoramento. Essa é uma discussão que o Ministério da Saúde vem fazendo junto com outros órgãos do governo”, destacou o Ministro da Saúde, Arthur Chioro.

Estudo da Associação Brasileira de Medicina de Tráfego (Abramet) mostra que o cinto de segurança no banco da frente reduz o risco de morte em 45% e, no banco traseiro, em até 75%. Em 2013, um levantamento da Rede Sarah apontou que 80% dos passageiros do banco da frente deixariam de morrer, se os cintos do banco de trás fossem usados com regularidade.

Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/ultimas-noticias/1596-metade-dos-brasileiros-nao-usa-cinto-de-seguranca-no-banco-detras>

Acesso em: 12 de julho de 2015.

Em uma colisão frontal, um passageiro sem cinto de segurança é arremessado para a frente. Esse movimento coloca em risco a vida dos ocupantes do veículo. Vamos supor que um carro popular com lotação máxima sofra uma colisão na qual as velocidades inicial e final do veículo sejam iguais a 72 km/h e zero, respectivamente. Se o passageiro do banco de trás do veículo tem massa igual a 80 kg e é arremessado contra o banco da frente, em uma colisão de 400 ms de duração, a força média sentida por esse passageiro é igual ao peso de

- 360 kg na superfície terrestre.
- 400 kg na superfície terrestre.
- 1440 kg na superfície terrestre.
- 2540 kg na superfície terrestre.
- 2720 kg na superfície terrestre.

**Resposta:**

[B]

Transformando a velocidade e o tempo para o Sistema Internacional de unidades:

$$v_i = 72 \text{ km/h} \cdot \frac{1 \text{ m/s}}{3,6 \text{ km/h}} = 20 \text{ m/s}$$

$$\Delta t = 400 \text{ ms} \cdot \frac{1 \text{ s}}{1000 \text{ ms}} = 0,4 \text{ s}$$

Utilizando a definição de impulso e o teorema do impulso, têm-se a relação entre a força média e a variação da quantidade de movimento:

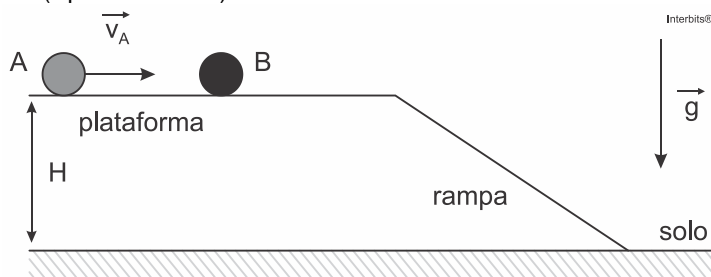
$$I = \Delta Q = F_m \cdot \Delta t \Rightarrow F_m = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{m \cdot (v_f - v_i)}{\Delta t}$$

$$F_m = \frac{80 \text{ kg} \cdot (0 - 20 \text{ m/s})}{0,4 \text{ s}} \therefore F_m = 4000 \text{ N}$$

Essa força média equivale a uma massa no campo gravitacional terrestre de:

$$m = \frac{F_m}{g} \Rightarrow m = \frac{4000 \text{ N}}{10 \text{ m/s}^2} \therefore m = 400 \text{ kg}$$

42. (Upe-ssa 1 2016)



Em um experimento utilizando bolas de bilhar, uma bola A é arremessada com velocidade horizontal de módulo  $v_A$ , em uma superfície horizontal fixa e sem atrito. A bola A colide elasticamente com outra bola idêntica, B. Sobre o movimento do centro de massa do conjunto de bolas, sabendo que a bola B está sempre em contato com a superfície, assinale a alternativa **CORRETA**.

- Permanece em repouso, durante o movimento de A e B na plataforma.
- Permanece em repouso, durante o movimento na rampa da partícula B.
- Está em movimento uniformemente variado, antes da colisão.
- Está em movimento uniforme, depois da colisão, enquanto B ainda está na plataforma.
- Está em movimento uniforme, durante o movimento descendente da partícula B.

**Resposta:**

[D]

Antes e depois da colisão o centro de massa do conjunto de bolas possui o movimento uniforme enquanto estão na plataforma, primeiramente aproximando-se da bola B e, finalmente afastando-se. Na rampa passa a agir o campo gravitacional que irá acelerar as bolas, portanto por eliminação chegamos à alternativa correta, letra [D].

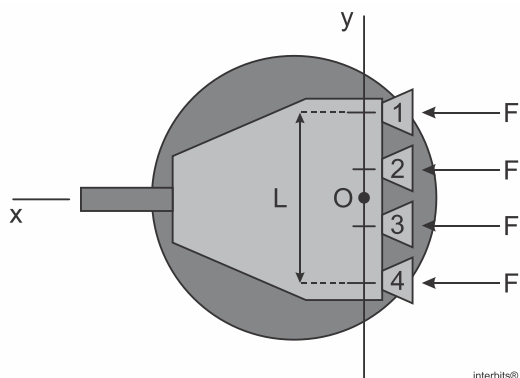
43. (Upe-ssa 3 2016) Sonda New Horizons liga para casa e avisa que está tudo bem em Plutão

A sonda New Horizons, que chegou ao ponto mais próximo de Plutão nesta terça-feira (14), está funcionando e indo na direção do cinturão de Kuiper, na fronteira do Sistema Solar. Às 21h53 da terça, no horário de Brasília, chegou à NASA o sinal enviado pela espaçonave confirmando o sucesso do rasante que fez sobre o planeta anão. "A espaçonave está saudável, registrou dados do sistema de Plutão e está de saída", anunciou Alice Bowman, chefe de operações da missão, que recebeu os sinais positivos de todos os sistemas da New Horizons, além de conseguir definir a localização exata da sonda.



(Fonte: <http://info.abril.com.br/noticias/ciencia/2015/07/sonda-new-horizonsliga-para-casa-e-avisa-que-esta-tudo-bem-em-plutao.shtml>, acesso em: 16 de julho de 2015).

Suponha que essa sonda possua quatro pequenos motores que promovem a impulsão da nave na direção  $x$  com forças de módulo  $F$ . Os motores estão igualmente separados em uma distância total  $L$ , conforme mostra a figura a seguir. Havendo uma pane que faça o motor 2 parar de funcionar, é possível ajustar da Terra uma nova força a ser desenvolvida no motor 1, de forma que a nave não gire em torno do ponto  $O$ , no plano  $xy$ .

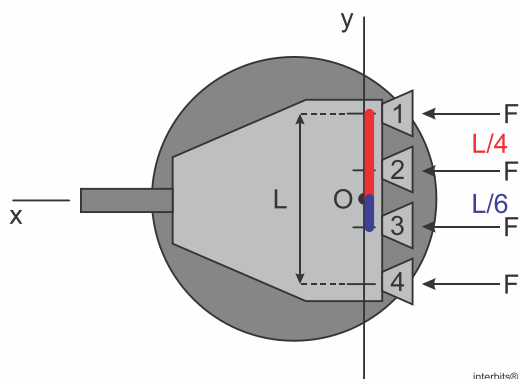


Essa nova força deve ser

- a)  $2F$
- b)  $4F$
- c)  $F/2$
- d)  $2F/3$
- e)  $4F/3$

**Resposta:**

[E]



$$\tau_{\text{horário}} = \tau_{\text{anti-horário}}$$

$$F_1 \cdot \frac{L}{2} = F \cdot \frac{L}{6} + F \cdot \frac{L}{2} \Rightarrow F_1 = \frac{4}{3}F$$

44. (Upe-ssa 1 2016) Em 16 de julho de 2015, a equipe da NASA, responsável pela sonda *New Horizons*, que tirou fotografias de Plutão, publicou a seguinte mensagem:

Uau! Acabamos de tirar mais de 1200 fotos de Plutão. Vamos tentar ter mais algumas enquanto estamos na vizinhança.  
#PlutoFlyBy

Disponível em: *Twitter.com*, usuário: @NASANewHorizons. Publicado em 16 de julho de 2015, traduzido e acessado em 19 de julho de 2015.

- Uma das fotografias mostrava uma cadeia de montanhas em sua superfície. Suponha que você é um participante da missão aqui na Terra e precisa auxiliar a equipe no cálculo da massa de Plutão. Assinale a alternativa que oferece o método de estimativa mais preciso na obtenção de sua massa. Para efeitos de simplificação, suponha que Plutão é rochoso, esférico e uniforme.
- a) Medir o seu raio e posicionar a sonda em órbita circular, em torno de Plutão, em uma distância orbital conhecida, medindo ainda o período de revolução da sonda.
  - b) Medir o seu raio e compará-lo com o raio de Júpiter, relacionando, assim, suas massas.
  - c) Observar a duração do seu ano em torno do Sol, estimando sua massa utilizando a Terceira Lei de Kepler.
  - d) Medir a distância percorrida pela sonda, da Terra até Plutão, relacionando com o tempo que a luz do Sol leva para chegar a ambos.
  - e) Utilizar a linha imaginária que liga o centro do Sol ao centro de Plutão, sabendo que ela percorre, em tempos iguais, áreas iguais.

**Resposta:**

[A]

Para estimarmos a massa de Plutão, devemos utilizar a Lei da Gravitação Universal de Newton e o seu Princípio Fundamental da Dinâmica aplicada ao movimento circular uniforme do satélite;

$$F = ma \quad (1)$$

$$F = \frac{G M m}{r^2} \quad (2)$$

Para o MCU, a aceleração é centrípeta:

$$a = \frac{v^2}{r} = \frac{(2\pi r / T)^2}{r} \therefore a = \frac{4\pi^2 r}{T^2} \quad (3)$$

Substituindo (3) em (1) e igualando a (2), temos:

$$\frac{4\pi^2 r}{T^2} = \frac{G M}{r^2}$$

Isolando a massa de Plutão:

$$M = \frac{4\pi^2 r^3}{G T^2}$$

Com isso, para determinar a massa de um planeta, precisamos apenas da distância entre o satélite e o planeta para uma órbita circular, em MCU e o período de cada volta completa. Portanto, a resposta correta é da alternativa [A].

45. (Upe-ssa 2 2016) Um refrigerador foi construído, utilizando-se uma máquina de Carnot cuja eficiência, na forma de máquina de calor, é igual a 0,1. Se esse refrigerador realiza um trabalho de 10 J, é **CORRETO** afirmar que a quantidade de calor removida do reservatório de menor temperatura foi, em joules, de

- a) 100
- b) 99
- c) 90
- d) 10
- e) 1

**Resposta:**

[C]

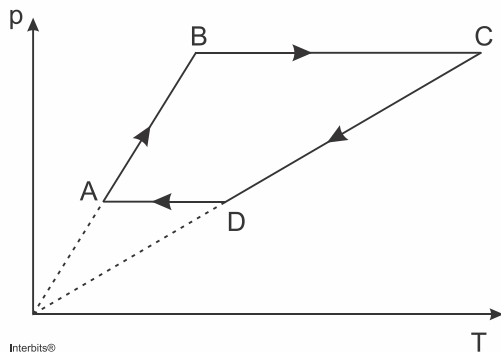
A eficiência de um refrigerador é dada pela relação entre a quantidade de calor retirada do congelador ( $Q_{\text{frio}}$ ) que é a fonte fria e o trabalho ( $W$ ) recebido do sistema motor-compressor. No caso, como o enunciado refere-se a uma máquina de calor, deve-se inverter a relação, como uma máquina térmica motora.

$$\eta = \frac{W}{Q_{\text{quente}}} \Rightarrow Q_{\text{quente}} = \frac{10}{0,1} \Rightarrow Q_{\text{quente}} = 100\text{J}.$$

Mas, na máquina motora:

$$Q_{\text{quente}} = W + Q_{\text{frio}} \Rightarrow 100 = 10 + Q_{\text{frio}} \Rightarrow Q_{\text{frio}} = 100 - 10 \Rightarrow Q_{\text{frio}} = 90\text{J}.$$

46. (Upe-ssa 2 2016) Quando dez moles de um gás ideal são submetidos a um ciclo termodinâmico em uma máquina térmica, pode-se construir o gráfico de pressão *versus* temperatura, mostrado a seguir. Sabendo que as temperaturas dos pontos A, B, C e D são 800 K, 1200 K, 2600 K e 1400 K, respectivamente, e que o ciclo é completado em 2,0 segundos, calcule a potência da máquina por ciclo. Considere que a constante universal dos gases perfeitos é igual a 8,3 J/(mol K).



- a) 16,6 kW
- b) 21,0 kW
- c) 33,2 kW
- d) 48,2 kW
- e) 68,4 kW

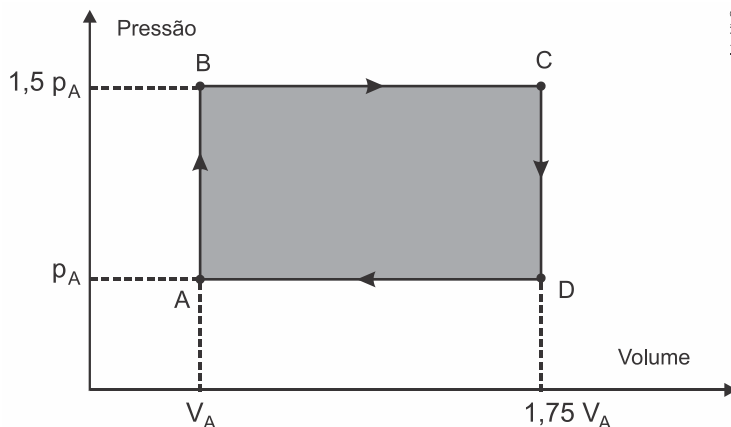
**Resposta:**

ANULADA

**Gabarito Oficial:** [C]

**Gabarito SuperPro®:** Anulada.

Como as linhas que representam as transformações AB e CD são retas passando pela origem, as pressões nessas transformações são diretamente proporcionais à temperatura, ou seja, ambas são isométricas. O gráfico pressão  $\times$  volume fica como abaixo.



$$\left\{ \begin{array}{l} p_B V_B = nRT_B \\ p_A V_A = nRT_A \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{p_B}{p_A} = \frac{T_B}{T_A} = \frac{1.200}{800} = 1,5 \Rightarrow p_B = 1,5p_A.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} p_D V_D = nRT_D \\ p_A V_A = nRT_A \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{V_D}{V_A} = \frac{T_D}{T_A} = \frac{1.400}{800} = 1,75 \Rightarrow V_D = 1,75 V_A.$$

O trabalho realizado é numericamente igual a área do retângulo ABCD destacado na figura.

$$W = p_B (V_D - V_A) - p_A (V_D - V_A) \Rightarrow W = (1,5p_A \times 0,75 V_A) - (p_A \times 0,75 V_A) \Rightarrow$$

$$W = (1,125 - 0,75)p_A V_A \Rightarrow W = 0,375nRT_A = 0,375 \times 10 \times 8,3 \times 800 \Rightarrow$$

$$W = 24.900 \text{ J.}$$

Calculando a potência:

$$P = \frac{W}{\Delta t} = \frac{29.400}{2} = 14.700 \text{ W} \Rightarrow \boxed{W = 14,7 \text{ kW.}}$$

Não há alternativa correta.

47. (Upe-ssa 2 2016) Com base nos conhecimentos acerca da expansão térmica dos sólidos, sabe-se que, ao aquecer uma esfera feita de alumínio, em 100°C, o maior aumento percentual vai ocorrer na (no)

- sua área de superfície.
- seu volume.
- seu diâmetro.
- sua densidade.
- sua massa.

**Resposta:**

[B]

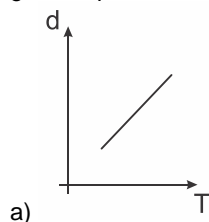
Como o coeficiente de dilatação volumétrica é maior que o linear e o superficial, o maior aumento percentual ocorre no volume.

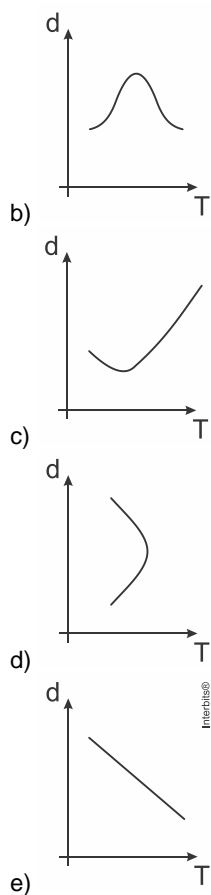
48. (Upe-ssa 2 2016) Por que os lagos congelam só na superfície?

Porque a camada de gelo funciona como uma espécie de cobertor, impedindo que a água mais profunda congele. "A capa gelada faz o papel de isolante térmico. Como o gelo é um mau condutor, ele evita que o resto da água perca calor para a atmosfera", afirma o glaciologista Jefferson Cardia Simões, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Disponível em: <http://mundoestranho.abril.com.br/materia/por-que-os-lagos-congelam-so-na-superficie>, acessado em:

O comportamento diferenciado da densidade da água em baixas temperaturas, quando comparada com outras substâncias, permite que o fundo dos lagos não congele, preservando a vida nesses ecossistemas, nos períodos de inverno. Sobre isso, o gráfico que melhor descreve a variação da densidade da água,  $d$ , com a temperatura,  $T$ , está indicado na alternativa





**Resposta:**

[B]

De 0°C a 4°C a água sofre contração no seu volume, portanto, aumento na densidade.

A partir de 4°C ela sofre dilatação, causando diminuição na densidade. Portanto, uma porção de água tem densidade máxima a 4°C.

49. (Upe-ssa 2 2016) Em uma tentativa de emular os diversos tipos de leite, uma indústria mistura água com uma certa quantidade de lipídios que é mostrada na tabela seguinte:

TIPO DE LEITE	LIPÍDIOS (a cada porção de 100 g de leite)
Leite integral	3,5 gramas
Leite semidesnatado	1,5 gramas
Leite de vaca	3,7 gramas
Leite de ovelha	6,2 gramas
Leite materno	4,1 gramas

Sabendo que o calor específico da água é maior que o do grupo de lipídios usados, concluímos, utilizando os princípios da calorimetria e apenas as informações da tabela, que, em quantidades iguais,

a) o leite de ovelha necessitaria de menos energia para chegar a 100 °C em relação aos demais.

b) quando todos forem submetidos a um aquecimento constante, o leite de vaca chegará a 100 °C mais rápido que os demais.

- c) com os diversos tipos de leite no congelador, sob a mesma temperatura inicial, o leite semidesnatado atingirá o estado sólido primeiro em relação aos outros.
- d) a proporção água com lipídios não interfere no processo de variação de temperatura.
- e) todos os tipos de leite chegam a 100 °C no mesmo tempo, quando submetidos a um aquecimento constante, uma vez que essa variação depende, apenas, da fonte de energia térmica.

**Resposta:**

[A]

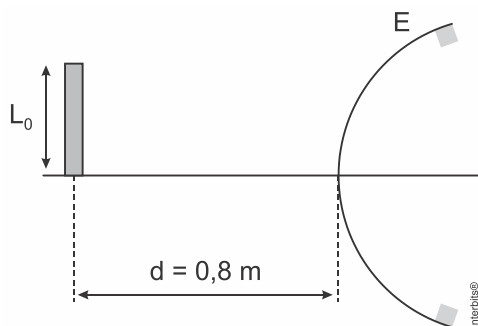
*emular*: Sinônimo de igualar.

A unidade de calor específico é  $\frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}}$ .

Isso significa que quanto menor o calor o calor específico de uma substância, menos energia ela necessita para aquecer de 1°C a massa de 1 g.

Considerando que o calor específico de todos os tipos de leite citados sejam iguais ao da água e que as respectivas temperaturas de ebulição também sejam iguais à da água, 100°C, sob pressão normal, se o calor específico do grupo de lipídios é menor que o da água, ao acrescentá-lo ao leite, seu calor específico diminui, exigindo menos energia para o aquecimento. Como o leite de ovelha é o que recebe maior quantidade do grupo de lipídios, ele necessitaria de menos energia para chegar a 100°C, em relação ao demais.

50. (Upe-ssa 2 2016) Uma barra delgada está em uma temperatura na qual o seu comprimento é igual  $L_0 = 100$  cm. A barra, de coeficiente de dilatação linear  $8,0 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ , é, então, colocada a uma distância  $d = 0,8$  m do vértice de um espelho curvo. O espelho possui um raio de curvatura de 160 cm. Para se fazer a imagem crescer meio centímetro, pode-se



- a) aproximar a barra em 15 cm.
- b) afastar a barra em 10 cm.
- c) aquecer a barra em 40 °C.
- d) esfriar a barra em 10 °C.
- e) aquecer a barra em 125 °C.

**Resposta:**

[E]

Como o espelho é convexo, a distância focal é:

$$f = \frac{-R}{2} = \frac{-160}{2} \Rightarrow R = -80 \text{ cm.}$$

Calculando a posição da imagem para a posição dada da barra.

$$d' = \frac{df}{d-f} = \frac{80 \times (-80)}{80 - (-80)} \Rightarrow \frac{-6400}{160} \Rightarrow d' = -40 \text{ cm. (Imagem Virtual)}$$

O aumento linear fornecido é:

$$A = -\frac{d'}{d} = -\frac{-40}{80} \Rightarrow A = \frac{1}{2}.$$

Para essa posição da barra, a imagem é direita e tem metade do tamanho dela. Para a imagem crescer podemos aproximar a barra ou aquecê-la.

- Aproximando a barra.

Se a imagem tem metade do tamanho do objeto, na nova posição ela deverá ter comprimento:

$$L_1 = \frac{L_0}{2} + \Delta L = \frac{100}{2} + 0,5 \Rightarrow L_1 = 50,5 \text{ cm.}$$

Para essa posição, o aumento linear transversal é:

$$A_1 = \frac{L_1}{L_0} = \frac{50,5}{100} \Rightarrow A_1 = 0,505.$$

A nova distância  $d_1$  vale:

$$A_1 = \frac{f}{f - d_1} \Rightarrow 0,505 = \frac{-40}{-40 - d_1} \Rightarrow -20,2 - 0,505d_1 = -40 \Rightarrow d_1 = \frac{-20,2 + 40}{0,505} \Rightarrow$$

$$d_1 = 39,2 \text{ cm.}$$

A aproximação da barra deve ser:

$$\Delta d = d - d_1 = 80 - 39,2 \Rightarrow \boxed{\Delta d = 40,8 \text{ cm.}}$$

Não há opção para essa resposta.

- Aproximando a barra.

Como a imagem tem metade do tamanho do objeto, para a imagem crescer 0,5cm, o objeto deve crescer  $\Delta L = 1\text{cm}$ .

Para tal, a variação da temperatura,  $\Delta\theta$ , deve ser:

$$\Delta L = L_0 \alpha \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = \frac{\Delta L}{L_0 \alpha} = \frac{1}{100 \times 8 \times 10^{-5}} = \frac{1}{8 \times 10^{-3}} = 0,125 \times 10^3 \Rightarrow \boxed{\Delta\theta = 125^\circ\text{C.}}$$

51. (Upe-ssa 2 2016) O Ano Internacional da Luz é uma iniciativa mundial, que vai destacar a importância da luz e das tecnologias ópticas na vida dos cidadãos, assim como no futuro e no desenvolvimento das sociedades de todo o mundo. Essa é uma oportunidade única para se inspirar, para se educar e para se unir em escala mundial.

Disponível em: <http://www.unesco.org/new/pt/brasil/ia/about-this-office/prizes-and-celebrations/2015-international-year-of-light/>, acessado em: 13 de julho de 2015.

Sabendo que 2015 é o Ano Internacional da Luz e, com base nos conhecimentos fundamentais da óptica, assinale a alternativa **CORRETA**.

a) Fibras ópticas não podem ser utilizadas para sistemas de comunicação, porque a velocidade da luz dentro dela é menor que

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s.}$$

b) O eclipse total do Sol pode ser visto em toda a Terra, exceto nas regiões em que já é noite.

c) Podem-se utilizar espelhos convexos sempre que for necessário formar imagens de menor tamanho.

d) As imagens do mundo exterior são formadas na retina humana, em menor tamanho e não são invertidas.

e) Em uma cidade litorânea, é mais fácil observar a luz de estrelas distantes, porque a umidade do ar espalha melhor a luz.

**Resposta:**

[C]

No espelho convexo a imagem de um objeto real é sempre virtual, direita e **menor** que ele.

52. (Upe-ssa 2 2016) Google irá conectar o Brasil aos EUA com cabo submarino

São Paulo – O Google anunciou que irá usar um cabo submarino para ligar o Brasil aos Estados Unidos. O cabo sairá de Boca Raton, na Flórida, e irá até as cidades de Fortaleza e Santos, esta no litoral de São Paulo.

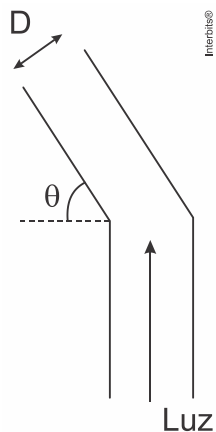
Os cabos submarinos de fibra ótica são os grandes responsáveis pela transmissão de dados ao redor do mundo. De acordo com um especialista, Alan Mauldin, da *Telegeography*, 99% das comunicações internacionais são entregues, graças aos cabos submarinos.

“É uma crença comum que os satélites são o futuro de como as informações serão enviadas, mas esse não tem sido o caso por muito tempo. (...) A principal vantagem dos cabos é que eles são muito mais baratos. Um satélite é limitado e muito mais caro”, afirmou Mauldin à CNN no início deste ano.

Disponível em: <http://exame.abril.com.br/tecnologia/noticias/google-ira-conectar-brasil-aos-eua-com-cabo-submarino>, acessado em: 13 de julho de 2015. (Adaptado).

Antes da instalação de um cabo desse tipo, é necessário fazer um mapeamento do oceano, buscando perigos que possam comprometer o funcionamento do cabo, interrompendo o fluxo de informações. Entre eles, destacam-se materiais de pesca abandonados, riscos de deslizamento, vulcões e abismos.

Determine qual o menor ângulo  $\theta$  no qual podemos dobrar uma fibra ótica cilíndrica no mar, como se mostra na figura, de forma que o feixe de luz ainda se mantenha dentro dela. Considere que o índice de refração da água do mar e o da fibra ótica são iguais a 1,5 e 3,0, respectivamente.



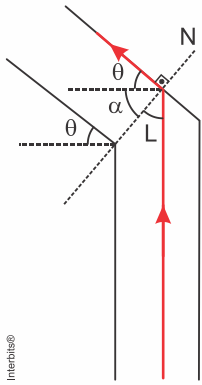
- a) 30°
- b) 45°
- c) 60°
- d) 75°
- e) 90°

**Resposta:**

[A]

O ângulo  $\theta$  deve ser tal que o raio não sofra refração para a água. Ou seja, o ângulo de incidência na superfície da casca deve ser maior que o ângulo limite (L), mostrado na figura.





Pela lei de Snell, calcula-se o valor de  $L$ .

$$n_f \text{sen}L = n_a \text{sen}90^\circ \Rightarrow \text{sen}L = \frac{n_a}{n_f} = \frac{1,5}{3} = \frac{1}{2} \Rightarrow L = 30^\circ.$$

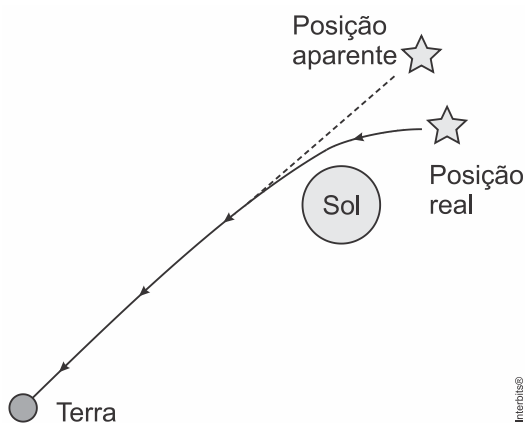
Da figura:

$$\begin{cases} \theta + \alpha = 90^\circ \\ L + \alpha = 90^\circ \end{cases} \Rightarrow \theta = L = 30^\circ.$$

Então, para que o raio não saia da fibra o ângulo  $\theta$  deve ser maior que  $30^\circ$ .

Assim:  $\theta > 30^\circ$ .

53. (Upe-ssa 2 2016) No dia 29 de maio de 1919, uma equipe de astrônomos ingleses visitou a cidade de Sobral, no Ceará, na tentativa de comprovar a Teoria da Relatividade Geral de Einstein, publicada em 1915. O objetivo da comitiva era verificar se a luz que vinha de uma estrela sofreria algum desvio ao passar nas proximidades do Sol. Nessa teoria, movimentos sob a ação de campos gravitacionais são compreendidos como movimentos em um espaço curvo, conforme mostra a figura a seguir. Nela ilustramos como a massa do Sol muda a nossa percepção da posição de uma estrela. Que tipo de instrumento óptico representa, de forma mais precisa, a função da massa do Sol na alteração do caminho da luz?



- Espelho plano
- Espelho côncavo
- Espelho convexo
- Lente convergente
- Lente divergente

**Resposta:**

[D]

O feixe emitido pela estrela, antes de passar próximo aos Sol é divergente, após a passagem ele se torna cilíndrico. A massa do Sol tem a função similar a de uma lente convergente.

54. (Upe-ssa 1 2016) Para economizar na conta de energia elétrica, a gerência de uma cafeteria decidiu proibir o uso das tomadas do seu estabelecimento para recargas de baterias de celular. Mesmo com receio de perder o consumo da clientela que, esperando o celular carregar, consome mais no estabelecimento, a equipe de gerentes acredita que isso foi uma boa ideia.

Para carregar um aparelho celular completamente, consomem-se aproximadamente 15 Wh de energia elétrica. Admitindo que essa carga seja feita diariamente, na cafeteria por um cliente frequente, estime o custo máximo anual de carga desse aparelho, sabendo que cada kWh custa R\$ 0,60.

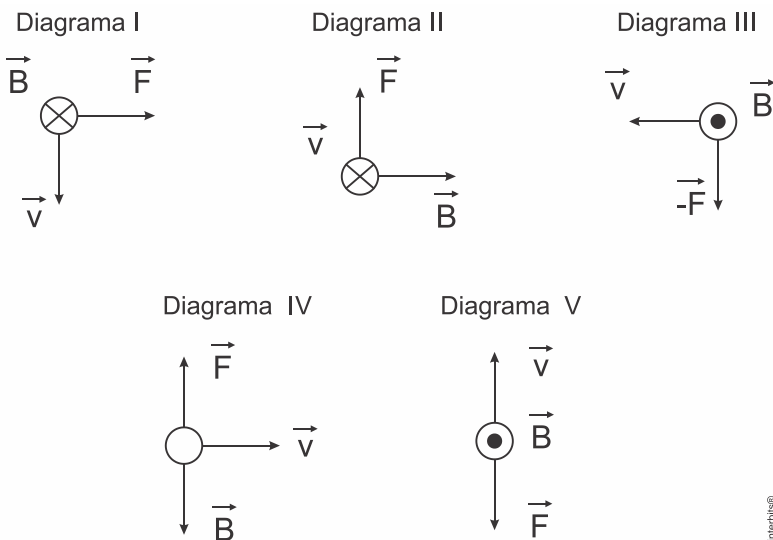
- a) R\$ 5475,00
- b) R\$ 3285,00
- c) R\$ 91,30
- d) R\$ 3,30
- e) R\$ 0,25

**Resposta:**

[D]

$$C_{\text{anual}} = \frac{15 \text{ Wh}}{\text{dia}} \cdot \frac{1 \text{ kWh}}{1000 \text{ Wh}} \cdot \frac{365 \text{ dias}}{1 \text{ ano}} \cdot \frac{\text{R\$ } 0,60}{\text{kWh}} = \text{R\$ } 3,285 / \text{ano}$$

55. (Upe-ssa 3 2016) Uma partícula de carga positiva se move com velocidade de módulo  $v$ , em uma região do espaço que possui um campo magnético de módulo  $B$ . Nessa situação, uma força magnética de módulo  $F$  surge. Um conjunto de diagramas foi construído representando todas essas grandezas vetoriais. Observe os diagramas a seguir:



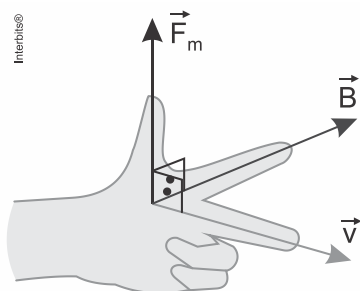
Está(ão) **CORRETO(S)**, apenas,

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

**Resposta:**

[C]

Utilizando a regra da mão direita vemos que os únicos casos corretos são os diagramas I e III.



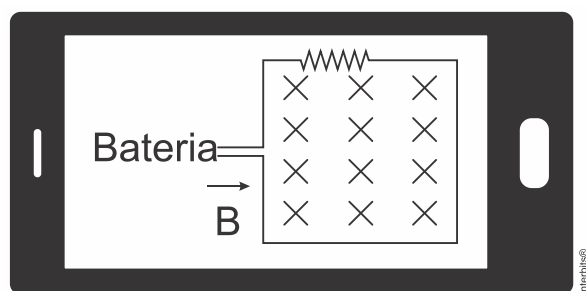
56. (Upe-ssa 3 2016) A eletricidade facilita a vida de muitas pessoas. A única desvantagem é a quantidade de fios com que se tem de lidar, se houver problemas: se você precisa desligar determinada tomada, pode ter que percorrer uma grande quantidade de fios até encontrar o fio certo.

Por isso, os cientistas tentaram desenvolver métodos de transmissão de energia sem fio, o que facilitaria o processo e lidaria com fontes limpas de energia. A ideia pode soar futurista, mas não é nova. Nicola Tesla propôs teorias de transmissão sem fio de energia, no fim dos anos 1800 e começo de 1900. Uma de suas demonstrações energizava remotamente lâmpadas no chão de sua estação de experimentos em Colorado Springs.

O trabalho de Tesla era impressionante, mas não gerou imediatamente métodos práticos de transmissão de energia sem fio. Desde então, os pesquisadores desenvolveram diversas técnicas para transferir eletricidade através de longas distâncias, sem utilizar fios. Algumas técnicas só existem em teoria ou protótipos, mas outras já estão em uso.

Fonte: <http://ciencia.hsw.uol.com.br/eletricidade-sem-fio.htm> (Adaptado)

Atualmente, muitos dispositivos eletrônicos têm suas baterias carregadas pelo processo de indução eletromagnética, baseado nos estudos realizados por Tesla há vários anos. Diversos celulares utilizam uma base que produz um campo magnético, capaz de atravessar uma espira resistiva instalada no celular. Um modelo simples é mostrado na figura a seguir. Sabendo que o campo da figura aponta para dentro do plano da página, que a área da espira é igual a  $4,0 \text{ cm}^2$  e que sua resistência é igual a  $0,5 \text{ m}\Omega$ , determine a variação de campo magnético produzida pela base, para que uma corrente induzida de  $140 \text{ mA}$  atravessasse a espira.



- a)  $175 \text{ mT/s}$
- b)  $350 \text{ mT/s}$
- c)  $450 \text{ mT/s}$
- d)  $525 \text{ mT/s}$
- e)  $700 \text{ mT/s}$

**Resposta:**

[A]

$$|\varepsilon| = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \Rightarrow |\varepsilon| = \frac{A \cdot (B_f - B_i)}{\Delta t} \Rightarrow (B_f - B_i) = \frac{|\varepsilon| \cdot \Delta t}{A}$$

$$\varepsilon = r \cdot i$$

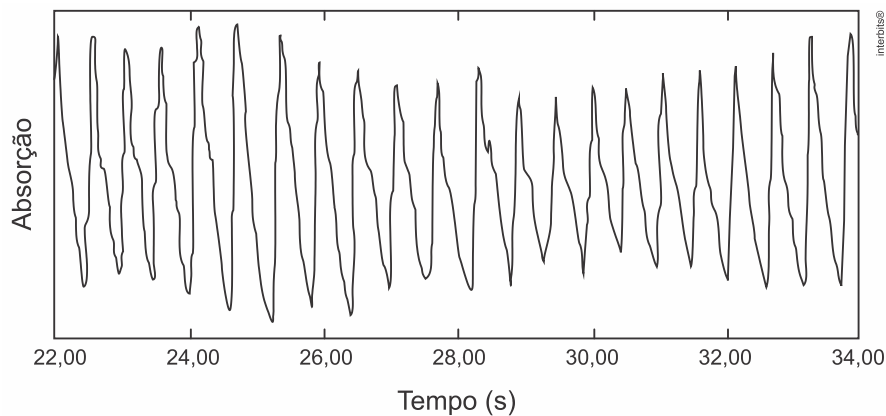
$$(B_f - B_i) = \frac{r \cdot i \cdot \Delta t}{A} \Rightarrow (B_f - B_i) = \frac{0,5 \cdot 10^{-3} \cdot 140 \cdot 10^{-3} \cdot \Delta t}{4 \cdot 10^{-4}}$$

Considerando  $\Delta t = 1$

$$(B_f - B_i) = 17,5 \cdot 10^{-2} \Rightarrow (B_f - B_i) = 175 \cdot 10^{-3} \Rightarrow (B_f - B_i) = 175 \cdot \text{mT} / \text{s}$$

57. (Upe-ssa 3 2016) Um relógio inteligente utiliza fotopletismografia para medir a frequência cardíaca de seu usuário. Essa tecnologia consiste na emissão de luz de coloração esverdeada no braço do portador e na conseguinte medição, por fotossensores, da intensidade da luz refletida por sua pele. Quando o coração bate, o sangue flui, e a absorção da luz verde através da pele é maior. Entre batidas, a absorção é menor. Piscando a luz centenas de vezes em um segundo, é possível calcular a frequência cardíaca.

Suponha que, monitorando os resultados obtidos pelo relógio, um usuário tenha se deparado com o seguinte gráfico de absorção da luz em função do tempo:

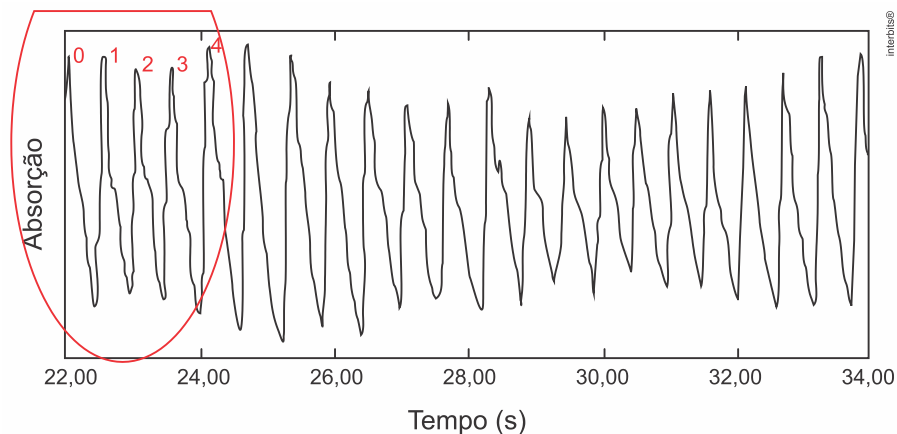


Então, sua frequência cardíaca em batimentos por minuto (bpm) no momento da medida está melhor representada na faixa entre

- 15 e 50 bpm.
- 55 e 65 bpm.
- 70 e 85 bpm.
- 90 e 100 bpm.
- 105 e 155 bpm.

**Resposta:**

[E]



No enunciado está pedindo a frequência cardíaca no momento da medição. Esse momento está representado na figura acima, em vermelho, pelo número 0 (zero).

Em 2s temos 4 cristas. Logo, o tempo para cada crista é:

2 s — 4 cristas

T — 1 crista

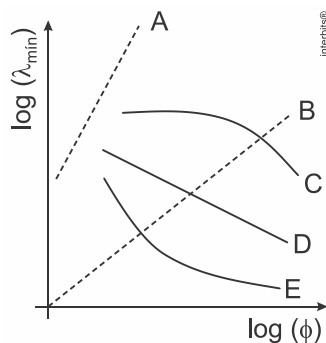
$$4T = 2 \Rightarrow T = \frac{2}{4} \Rightarrow T = 0,5s$$

$$f = \frac{1}{T} \Rightarrow f = \frac{1}{0,5} \Rightarrow f = 2 \text{ Hz}$$

2 Hz significa 2 batimentos por segundo. Logo, em 60s será:

$$2 \times 60 = 120 \text{ bpm}$$

58. (Upe-ssa 3 2016) No efeito fotoelétrico, a energia cinética dos elétrons removidos de um material depende da frequência da radiação incidente e da função trabalho desse material. Observando os gráficos da figura a seguir, conclui-se que a dependência do menor comprimento de onda que produz o fenômeno,  $\lambda_{\min}$ , com a função trabalho do material,  $\phi$ , é melhor representada pela curva



- a) A
- b) B
- c) C
- d) D
- e) E

**Resposta:**

**ANULADA**

Questão anulada no gabarito oficial.

Não há opção certa dentre as alternativas. A luz pode ejetar elétrons de um metal apenas se  $f \geq f_0 = \frac{E_0}{h}$  onde  $E_0$  é a função trabalho do metal.

59. (Upe-ssa 3 2016) As forças gravitacionais promovem fascinantes manifestações no Universo, desde a formação estelar até o movimento mais complexo de galáxias inteiras. Ao longo de bilhões de anos, a assimetria da distribuição de massa no espaço fez tais forças transformarem nuvens de hidrogênio do início do Universo em grandes corpos estelares. Nestes, a grande força gravitacional dos seus núcleos promove inúmeras colisões e reações de fusão nuclear, liberando energia. No interior do Sol, os átomos de hidrogênio estão em agitação constante, colidindo em velocidades tão elevadas que a repulsão eletrostática natural, a qual existe entre as cargas positivas de seus núcleos, é vencida, e a fusão nuclear pode ocorrer. A energia liberada por essas colisões no núcleo do Sol mantém o planeta Terra em condições de abrigar vida e permitir o seu desenvolvimento. Determine a potência gerada no núcleo de uma estrela semelhante ao Sol, em que quatro núcleos de hidrogênio se combinam para formar um núcleo de hélio a uma taxa de fusão de  $10^{38}$  fusões por segundo.

Assinale a alternativa que indica a resposta em unidades de  $10^{23}$  W.

Dados:

Massa do núcleo de hidrogênio =  $1,6735 \times 10^{-27}$  kg

Massa do núcleo de hélio =  $6,6470 \times 10^{-27}$  kg

- a) 2115
- b) 4230
- c) 4700
- d) 6694
- e) 8460

**Resposta:**

**ANULADA**

**Gabarito Oficial:** [B]

**Gabarito SuperPro®:** Anulada.

Massa do núcleo de hidrogênio =  $1,6735 \times 10^{-27}$  kg

Massa do núcleo de hélio =  $6,6470 \times 10^{-27}$  kg

4 núcleos de hidrogênio se combinando para formar um núcleo de hélio:

$$4 \times 1,6735 \times 10^{-27} \text{ kg} \Rightarrow 6,694 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

A energia que é dissipada é dada através da diferença entre a massa do núcleo de hidrogênio e a massa do núcleo de hélio.

$$6,694 \times 10^{-27} \text{ kg} - 6,6470 \times 10^{-27} \text{ kg} \Rightarrow 0,047 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$E = mc^2 \Rightarrow E = 0,047 \times 10^{-27} \times (3 \cdot 10^8)^2 \Rightarrow E = 0,047 \times 10^{-27} \times 9 \cdot 10^{16} \Rightarrow E = 0,423 \times 10^{-11} \text{ J}$$

$$P = \frac{E}{\Delta t} \Rightarrow P = \frac{0,423 \times 10^{-11}}{10^{38}} \Rightarrow P = 0,423 \times 10^{-49} \text{ W}$$

Para encontrar a resposta esperada pelo gabarito oficial, a taxa deveria ser:  $10^{-38}$

$$P = \frac{E}{\Delta t} \Rightarrow P = \frac{0,423 \times 10^{-11}}{10^{-38}} \Rightarrow P = 0,423 \times 10^{27} \text{ W} \Rightarrow P = 4230 \times 10^{23} \text{ W}$$

Entretanto, caso fosse essa taxa, a questão estaria fisicamente incoerente.

