ELITE PRÉ-VESTIBULAR campinas

Resolve

AFA 2009

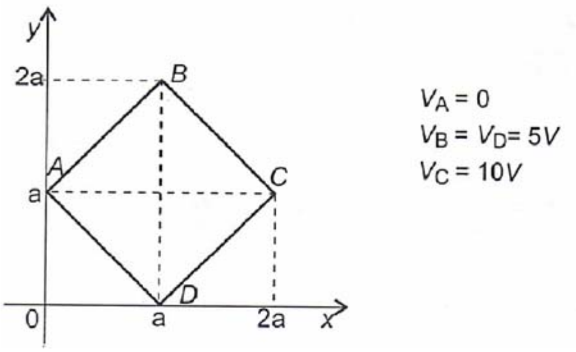
FÍSICA

www.elitecampinas.com.br

FÍSICA

QUESTÃO 01

Os valores do potencial elétrico V em cada vértice de um quadrado estão indicados na figura abaixo.



Os valores desses potenciais condizem com o fato de que o quadrado estar situado num campo eletrostático

a) uniforme, na direção bissetriz do 1° quadrante
b) criado por duas cargas puntiformes situadas no eixo y
c) criado por duas cargas puntiformes situadas nas bissetrizes dos quadrantes impares
d) uniforme, na direção do eixo x

Resolução Alternativa D

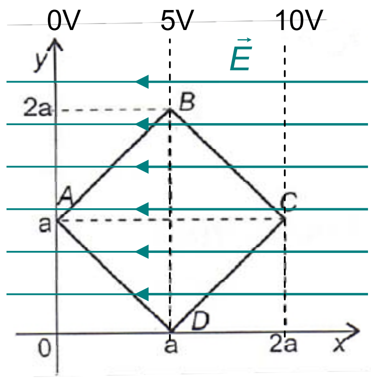
Pode-se ver que se dividirmos a diferença de potencial entre dois pontos quaisquer pela distância horizontal que os separa, obtemos sempre o mesmo valor:

$$B \to A : \frac{5-0}{a} = \frac{5}{a} \qquad C \to A : \frac{10-0}{2a} = \frac{5}{a}$$

$$C \to B : \frac{10-5}{2a-a} = \frac{5}{a} \qquad C \to D : \frac{10-5}{2a-a} = \frac{5}{a}$$

Para um campo elétrico uniforme na direção x, este é justamente o resultado esperado, já que:

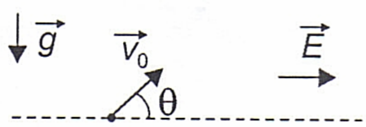
$E.d_x = U$ (C.E.U na direção x): $\frac{U}{d_x} = E$ (cte.)



$$|\vec{E}| = \frac{5}{a}$$

QUESTÃO 02

Na figura abaixo, uma partícula com carga elétrica positiva q e massa m é lançada obliquamente de uma superfície plana, com velocidade inicial de módulo v_0, no vácuo, inclinada de um ângulo θ em relação à horizontal.



Considere que, além do campo gravitacional de intensidade g, atua também um campo elétrico uniforme de módulo E. Pode-se afirmar que a partícula voltará à altura inicial de lançamento após percorrer, horizontalmente, uma distância igual a

a) $\frac{v_0}{2g}\left(1+\frac{qE}{m}sen2\theta\right)$

b) $\frac{v_0^2}{2g}\,sen\theta\left(\cos\theta+\frac{qE}{m}sen\theta\right)$

c) $\frac{v_0}{g}\left(sen2\theta+\frac{qE}{mg}\right)$

d) $\frac{v_0^2}{g}\,sen2\theta\left(1+\frac{qE}{mg}tg\theta\right)$

Resolução Alternativa D

Para avaliarmos a distância horizontal percorrida, devemos analisar o movimento da partícula tanto na direção horizontal quanto na vertical. Assim, temos:

Direção Vertical

Nesta direção, a partícula é submetida à ação do campo gravitacional de intensidade **g** considerada constante. Assim, o movimento vertical da partícula é um MUV (lançamento vertical para cima sob a ação da gravidade).

Desprezando o efeito de forças dissipativas, o tempo de retorno da partícula ao nível de lançamento corresponde ao dobro do tempo de subida (t_S), ou seja:

$$t_{RETORNO} = 2 \cdot t_S$$

O tempo de subida é dado por:

$$v_Y = v_{0Y} - g \cdot t_S = 0 \quad \Rightarrow \quad t_S = \frac{v_{0Y}}{g} = \frac{v_0 \cdot sen\theta}{g}$$

Assim:

$$t_{RETORNO} = 2 \cdot t_S = \frac{2 \cdot v_0 \cdot sen\theta}{g}$$

Direção Horizontal

Nesta direção, a partícula é submetida a um campo elétrico uniforme dirigido para a direita que produzirá uma força elétrica $(\vec{F}_E)$ sobre a partícula. A intensidade de $\vec{F}_E$ é dada por:

$$|\vec{F}_E| = q \cdot |\vec{E}|$$

Sendo esta a única força atuante nesta direção, ela será a força resultante na horizontal. Pelo princípio fundamental da Dinâmica, temos:

$$|\vec{F}_R|_X = m \cdot |\vec{a}_X| \Rightarrow q \cdot |\vec{E}| = m \cdot |\vec{a}_X| \Rightarrow |\vec{a}_X| = \frac{q \cdot |\vec{E}|}{m}$$

Como o campo elétrico é uniforme, $|\vec{a}_X|$ é constante e o movimento horizontal da partícula é um MUV. Desta forma, a distância horizontal (Δx) percorrida pela partícula pode ser obtida a partir da equação:

$$\Delta x = |\vec{v}_{OX}| \cdot t + \frac{|\vec{a}_X|}{2} \cdot t^2$$

Sendo $|\vec{v}_{0X}| = |\vec{v}_0| \cdot \cos\theta$ e $t = t_{RETORNO} = \frac{2 \cdot |\vec{v}_0| \cdot sen\theta}{g}$, temos:

$$\Delta x = |\vec{v}_0| \cdot \cos\theta \cdot \frac{2 \cdot |\vec{v}_0| \cdot sen\theta}{g} + \frac{q \cdot |\vec{E}|}{2m} \cdot \left(\frac{2 \cdot |\vec{v}_0| \cdot sen\theta}{g}\right)^2$$

$$\Delta x = |\vec{v}_0| \cdot \cos\theta \cdot \frac{2 \cdot |\vec{v}_0| \cdot sen\theta}{g} + \frac{q \cdot |\vec{E}|}{2m} \cdot \frac{4 \cdot |\vec{v}_0|^2 \cdot sen^2\theta}{g^2}$$

Utilizando a identidade trigonométrica do arco duplo, $sen(2\theta) = 2 \cdot sen\theta \cdot \cos\theta$, vem que:

$$\Delta x = \frac{|\vec{v}_0|^2 \cdot sen(2\theta)}{g} + \frac{|\vec{v}_0|^2}{g} \cdot \frac{2 \cdot q \cdot |\vec{E}| \cdot sen^2\theta}{mg^2}$$

$$\Delta x = \frac{|\vec{v}_0|^2 \cdot sen(2\theta)}{g} + \frac{|\vec{v}_0|^2}{g} \cdot \frac{2 \cdot q \cdot |\vec{E}| \cdot sen\theta \cdot sen\theta \cdot \cos\theta}{mg\cos\theta}$$

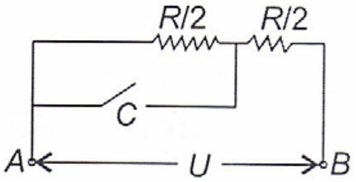
$$\Delta x = \frac{|\vec{v}_0|^2 \cdot sen(2\theta)}{g} + \frac{|\vec{v}_0|^2 \cdot sen(2\theta)}{g}\left(\frac{q \cdot |\vec{E}| \cdot sen\theta}{mg\cos\theta}\right)$$

Lembrando que $tg\theta = \dfrac{sen\theta}{\cos\theta}$, temos:

$$\Delta x = \frac{|\vec{v}_0|^2 \cdot sen(2\theta)}{g}\left(1 + \frac{q \cdot |\vec{E}| \cdot tg\theta}{mg}\right)$$

QUESTÃO 03

O elemento de aquecimento de uma torneira elétrica é constituído de dois resistores e de uma chave C conforme ilustra a figura abaixo.



Com a chave C aberta, a temperatura da água na saída da torneira aumenta em 10° C. Mantendo-se a mesma vazão d'água e fechando C, pode-se afirmar que a elevação de temperatura da água, em graus Celsius, será de

a) 20
b) 5,0
c) 15
d) 2,5

Resolução Alternativa A

Com a chave aberta, ambos os resistores de resistência R/2 estão associados em série. Desta forma, a resistência equivalente entre os pontos A e B vale **R** e a potência elétrica (P_0) da torneira elétrica é dada por :

$$P_0 = \frac{U^2}{R_{EQ}} = \frac{U^2}{R}$$

Com a chave fechada, notamos que um dos resistores encontra-se em paralelo com um fio (considerado ideal) caracterizando assim um curto-circuito. Assim, a nova resistência equivalente entre os pontos A e B assume o valor **R/2**. A nova potência elétrica (P_1) da torneira elétrica pode ser assim determinada:

$$P_1 = \frac{U^2}{R_{EQ}} = \frac{U^2}{R/2} = \frac{2U^2}{R}$$

Comparando P_1 e P_0 notamos que $P_1 = 2\,P_0$.

A variação de temperatura sofrida pela água em função da potência elétrica da torneira é expressa por:

$$P = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{m \cdot c \cdot \Delta\theta}{\Delta t} \Rightarrow \Delta\theta = \frac{P}{\frac{m}{\Delta t} \cdot c}$$

Notamos que a razão $\dfrac{m}{\Delta t}$ é a vazão de água (**Z**) do chuveiro. Assim, temos:

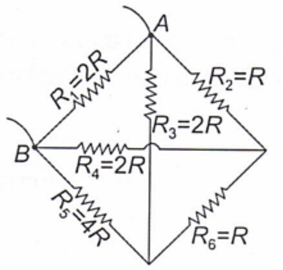
$$\Delta\theta = \frac{P}{Z \cdot c}$$

Considerando a vazão constante, temos que o resultado obtido mostra que a variação de temperatura $\Delta\theta$ é diretamente proporcional à potência elétrica.

Como P_1 é o dobro de P_0, concluímos que, ao fechar a chave, a variação de temperatura da água dobrará, ou seja, $\Delta\theta_1 = 2 \cdot \Delta\theta_0 = 20^oC$

QUESTÃO 04

Parte de um circuito elétrico é constituída por seis resistores ôhmicos cujas resistências elétricas estão indicadas ao lado de cada resistor, na figura abaixo.

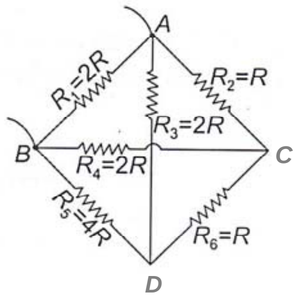


Se a d.d.p. entre os pontos A e B é igual a U, pode-se afirmar que a potência dissipada pelo resistor R_3 é igual a

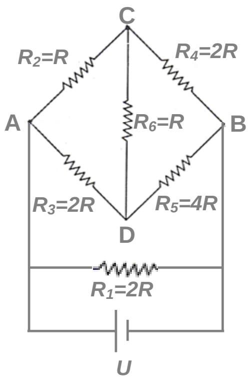
a) $\dfrac{2}{R}\left(\dfrac{U}{3}\right)^2$ b) $\dfrac{1}{2R}\left(\dfrac{U}{3}\right)^2$ c) $\dfrac{2}{3}\left(\dfrac{U}{R}\right)^2$ d) $\dfrac{1}{2R}\left(\dfrac{U}{6}\right)^2$

Resolução Alternativa B

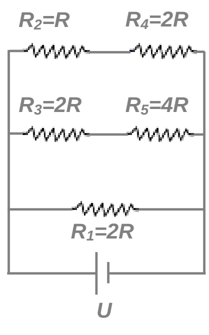
Marcamos os pontos C e D na figura:



Sendo a d.d.p. entre A e B igual a U, o circuito equivale a:



Como $R_2 \cdot R_5 = R_3 \cdot R_4 = 4R^2$, trata-se de uma ponte de Wheatstone em equilíbrio, de modo que no trecho CD, onde está alojado o resistor R_6, não há passagem de corrente. Assim, esse resistor pode ser removido do circuito, e conseqüentemente, os resistores R_2 e R_4 estão associados em série, bem como os resistores R_3 e R_5.
Redesenhando, temos:



A corrente i_3 que atravessa o trecho onde estão os resistores R_3 e R_5 é dada por:

$$U = (2R + 4R)\cdot i_3 \Rightarrow i_3 = \frac{U}{6R}$$

Assim, calculamos a d.d.p a que o resistor R_3 está submetido:

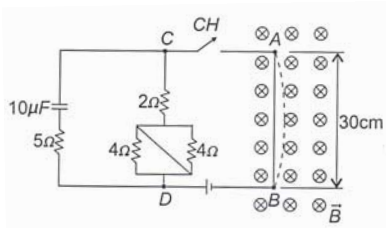
$$U_3 = R_3 \cdot i_3 = 2R\cdot\frac{U}{6R} \Rightarrow U_3 = \frac{U}{3}$$

Portanto, a potência dissipada nesse resistor é:

$$P_3 = \frac{(U_3)^2}{R_3} = \frac{\left(\frac{U}{3}\right)^2}{2R} \Rightarrow \boxed{P_3 = \frac{1}{2R}\cdot\left(\frac{U}{3}\right)^2}$$

QUESTÃO 05

O trecho *AB*, de comprimento 30 cm, do circuito elétrico abaixo, está imerso num campo magnético uniforme de intensidade 4 T e direção perpendicular ao plano da folha. Quando a chave CH é fechada e o capacitor completamente carregado, atua sobre o trecho *AB* uma força magnética de intensidade 3 N, deformando-o, conforme a figura.



Sabe-se que os fios são ideais. A intensidade da corrente elétrica, em ampères, e a diferença de potencial elétrico entre os pontos C e D, em volts, são, respectivamente

a) 2,5 e 5 b) 5 e 10 c) 25 e 50 d) 1,25 e 2,5

Resolução Alternativa A

De acordo com o enunciado da proposta, após fecharmos a chave CH, o capacitor é plenamente carregado. Neste estado, o capacitor fica em aberto não mais recebendo carga elétrica. Assim, a corrente elétrica circulará apenas pela malha DCAB.

Vamos agora determinar a intensidade desta corrente. Utilizando a regra da mão, a força magnética sobre o condutor AB é horizontal e dirigida para a direita.

Sua intensidade é dada por:

$$\left|\vec{F}_{MAG}\right| = \left|\vec{B}\right|\cdot i\cdot L\cdot sen\theta$$

tal que:

θ é ângulo entre a direção do vetor indução magnética $\vec{B}$ e a direção do fio condutor.

Neste caso, $\theta = 90^o$ e consequentemente, a intensidade da força magnética passa a ser expressa por:

$$\left|\vec{F}_{MAG}\right| = \left|\vec{B}\right|\cdot i\cdot L$$

De acordo com o enunciado da proposta, temos:

- a intensidade da força magnética, $\left|\vec{F}_{MAG}\right| = 3N$,
- a intensidade do vetor indução magnética, $\left|\vec{B}\right| = 4T$

Na figura dada, notamos que o comprimento L do fio condutor vale 30 cm = 0,3 m. Substituindo esses valores na equação acima, obtemos a intensidade da corrente elétrica:

$$\left|\vec{F}_{MAG}\right| = \left|\vec{B}\right|\cdot i\cdot L \Rightarrow i = \frac{\left|\vec{F}_{MAG}\right|}{\left|\vec{B}\right|\cdot L} = \frac{3}{4\cdot 0{,}3} = 2{,}5A$$

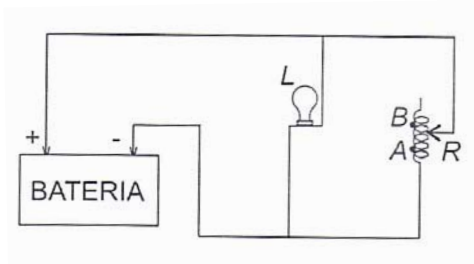
Entre os pontos C e D, notamos que ambos os resistores de resistência 4Ω encontram-se em curto-circuito, por estarem ligados em paralelo com um fio ideal. Desta forma, entre os pontos C e D, a corrente elétrica circulará apenas pelo resistor de resistência 2Ω .

Assim, a ddp entre os pontos C e D é representada pela ddp sobre este resistor. Como a corrente é a mesma que passa por AB, pela Lei de Ohm temos:

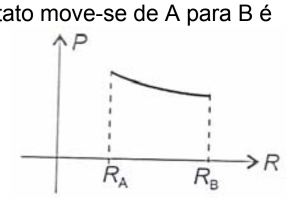
$$U = R\cdot i \quad\Rightarrow\quad U = 2\cdot 2{,}5 = 5V$$

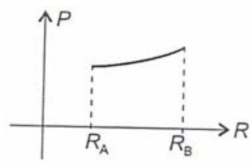
QUESTÃO 06

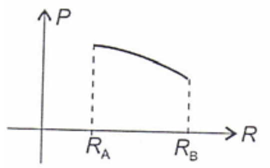
Uma bateria de f.e.m. igual a ε e resistência interna de valor igual a r (constante) alimenta o circuito formado por uma lâmpada L e um reostato R , conforme ilustra a figura abaixo.

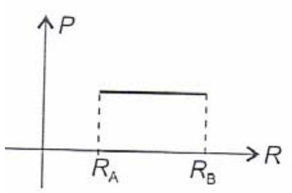


Considerando constante a resistência da lâmpada, o gráfico que melhor representa a potencia por ela dissipada quando o cursor do reostato move-se de A para B é

a)


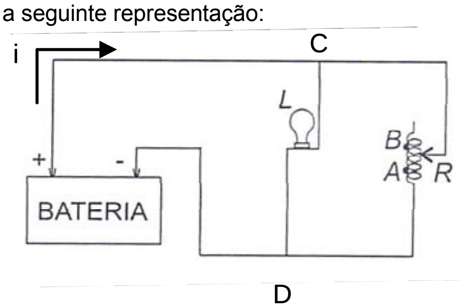
b)


c)


d)


Resolução Alternativa B

Considere a seguinte representação:



Chamando de L a resistência da lâmpada e de U a d.d.p. entre os pontos C e D, e *i* a corrente indicada no esquema acima, a potência dissipada pela lâmpada é: $P = \frac{U^2}{L}$.

Por Kirchhoff: $\varepsilon = ri + U \Rightarrow U = \varepsilon - ri$

Logo, $P = \frac{(\varepsilon - ri)^2}{L}$.

$R_{eq} = r + \frac{1}{\frac{1}{R_r} + \frac{1}{L}}$; onde R_r é a resistência do reostato.

Observe que se R_r aumentar, R_{eq} .

Como a corrente *i* depende da resistência equivalente do circuito ($\varepsilon = R_{eq}\cdot i = cte$), temos que se R_r aumentar *i* diminui. Voltando à fórmula da potência:

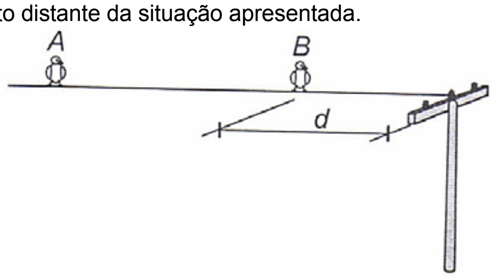
$$P = \frac{(\varepsilon - ri)^2}{L}$$

Se *i* diminui, P aumenta, já que $\varepsilon > ri$ sempre.

A conclusão final é que se R_r aumentar, P aumenta, num gráfico P x R, isto corresponde a uma função estritamente crescente, que corresponde à Alternativa B.

QUESTÃO 07

Considere dois pássaros *A* e *B* em repouso sobre um fio homogêneo de densidade linear μ, que se encontra tensionado, como mostra a figura abaixo. Suponha que a extremidade do fio que não aparece esteja muito distante da situação apresentada.



Subitamente o pássaro *A* faz um movimento para alçar vôo, emitindo um pulso que percorre o fio e atinge o pássaro *B* Δt segundos depois. Despreze os efeitos que o peso dos pássaros possa exercer sobre o fio. O valor da força tensora para que o pulso retorne à posição onde se encontrava o pássaro *A*, em um tempo igual a $3\Delta t$, é

a) $\dfrac{4\mu d^2}{(\Delta t)^2}$ b) $\dfrac{9\mu d^2}{(\Delta t)^2}$

c) $\dfrac{\mu d^2}{(\Delta t)^2}$ d) $\dfrac{\mu d^2}{9(\Delta t)^2}$

Resolução Alternativa A

De acordo com o enunciado da proposta, quando o pássaro A faz o movimento de vôo, um pulso é emitido de A para B em Δt segundos.

Como a onda apresenta velocidade constante, para que o pulso retorne ao ponto inicial A em $3\Delta t$ segundos, ele deverá percorrer as seguintes etapas nos respectivos intervalos de tempo:

- de A para B : gastando Δt segundos,
- de B até o poste : gastando $\Delta t/2$ segundos,
- o retorno do poste até B : gastando $\Delta t/2$ segundos e,
- finalmente de B até A gastando Δt segundos.

Assim, entre B e o poste, o pulso emitido percorre uma distância **d** em $\Delta t/2$ segundos. Sua velocidade de propagação no fio será:

$$v = \frac{\Delta s}{(\Delta t/2)} = \frac{2d}{\Delta t} \quad (1)$$

Entretanto, a velocidade de propagação do pulso no fio também é expresso pela fórmula de Taylor:

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} \quad (2)$$

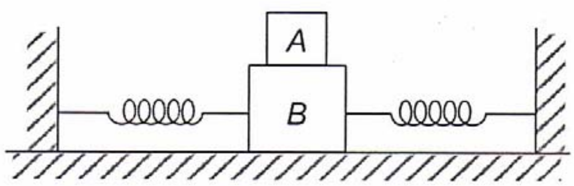
tal que:
μ é a densidade linear do fio e,
T é a intensidade da força tensora.

Igualando (1) e (2), temos:

$$\frac{2d}{\Delta t} = \sqrt{\frac{T}{\mu}} \Rightarrow \frac{4d^2}{(\Delta t)^2} = \frac{T}{\mu} \Rightarrow T = \frac{4\mu d^2}{(\Delta t)^2}$$

QUESTÃO 08

Um par de blocos *A* e *B*, de massas $m_A = 2$ kg e $m_B = 10$ kg, apoiados em um plano sem atrito, é acoplado a duas molas ideais de mesma constante elástica K = 50 N/m, como mostra a figura abaixo.



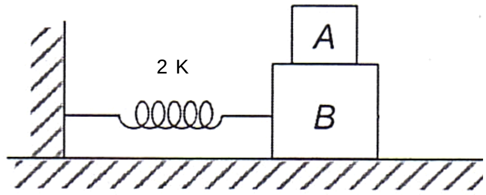
Afastando-se horizontalmente o par de blocos de sua posição de equilíbrio, o sistema passa a oscilar em movimento harmônico simples com energia mecânica igual a 50 J.

Considerando $g = 10$ m/s^2, o mínimo coeficiente de atrito estático que deve existir entre os dois blocos para que o bloco *A* não escorregue sobre o bloco *B* é

a) 1/10 b) 5/12 c) 1 d) 5/6

Resolução Alternativa D

A montagem da figura corresponde a uma associação em paralelo das duas molas, cuja constante elástica equivalente é dada pela soma das constantes elásticas de cada mola (2K = 100 N/m):



Sendo a energia mecânica transferida para o sistema $E_M = 50$ J, a amplitude (elongação máxima) de oscilação do sistema se dará quando toda essa energia estiver armazenada sob a forma potencial elástica na mola.

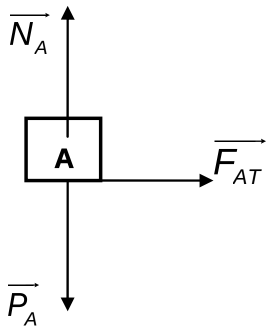
$$E_M = \frac{(2K)x^2}{2} \Rightarrow 50 = \frac{100 \cdot x^2}{2} \Rightarrow x = 1{,}0 \text{ m}$$

Nesse caso, a força elástica, que age como força resultante no sistema formado pelos dois blocos, será máxima, de modo que:

$$\vec{F}_{EL} = \vec{F}_{RES} \Rightarrow k_{EQ} \cdot x_{MÁX} = (m_A + m_B) \cdot |\vec{a}_{MÁX}| \Rightarrow$$

$$100 \cdot 1{,}0 = (2{,}0 + 10) \cdot |\vec{a}_{MÁX}| \Rightarrow |\vec{a}_{MÁX}| = \frac{25}{3} \text{ m/s}^2$$

Agora, isolando o corpo A, representamos, num instante qualquer, as forças que atuam sobre ele:



Nesse caso, temos: $\begin{cases} |\vec{P}_A| = |\vec{N}_A| \\ \vec{F}_{AT} = \vec{F}_{RES} \end{cases}$.

Assim:

$$\mu_e \cdot |\vec{N}_A| = m_A \cdot |\vec{a}| \Rightarrow \mu_e \cdot m \cdot |\vec{g}| = m_A \cdot |\vec{a}| \Rightarrow$$
$$|\vec{a}| = \mu_e \cdot |\vec{g}|$$

No caso da aceleração máxima de $\frac{25}{3}$ m/s^2, temos:

$$\frac{25}{3} = \mu_e \cdot 10 \Rightarrow \boxed{\mu_e = \frac{5}{6}}$$

QUESTÃO 09

A figura I representa uma lente delgada convergente com uma de suas faces escurecidas por tinta opaca, de forma que a luz só passa pela letra *F* impressa.

Figura I

Um objeto, considerado muito distante da lente, é disposto ao longo do eixo óptico dessa lente, como mostra a figura II.

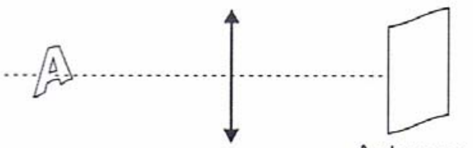


Figura II

Nessas condições, a imagem fornecida pela lente e projetada no anteparo poderá ser

a) 

b) 

c) 

d) 

Resolução Alternativa B

Hipótese inicial: Supondo que o objeto em forma de "A" esteja disposto de frente à lente da figura 1, de forma que os raios luminosos de "A" cheguem entrando no plano do papel, temos as seguintes situações acontecendo:

(1) A formação de uma imagem de "A" invertida, tão menor e tão mais próxima do foco (e após este) quanto maior for a distância de "A" até a lente.

(2) A possibilidade de se ver um "F" direito (sem inversão), dado que a distância de "A" à lente é muito grande e os raios cheguem praticamente paralelos, desde que o anteparo seja colocado entre o foco e a lente (se o anteparo for "grudado" à lente, um "F" será visto de qualquer maneira, não importando as outras distâncias envolvidas no problema). Entretanto, o "F" visto não pode ser considerado fisicamente uma imagem, pois a definição física de imagem implica em convergência de raios, enquanto o "F" é apenas uma combinação de regiões com luz **difusa** e outras com sombra.

(3) A possibilidade de se ver um "F" invertido de cima para baixo e da esquerda para a direita, dada uma distância p do objeto à lente muito grande (o suficiente para considerar que os raios chegam paralelos) e dado que o anteparo seja colocado a certa distância (não necessariamente grande) após o foco, que também **não é fisicamente uma imagem.**

A possibilidade de se ver um "F" existe considerando-se que os raios chegam praticamente paralelos, e que sua convergência se dá praticamente através do foco, o "F" projetado no anteparo seria idêntico ao "F" da lente se o anteparo fosse "grudado" à mesma, e teria suas linhas afinadas e seu tamanho diminuído conforme afastássemos o anteparo da lente.

Conforme aproximássemos o anteparo do foco, veríamos um borrão (muito pequeno e talvez não visível a olho nu). Depois do foco, mas ainda assim muito próximo do mesmo, teríamos a formação do "A" invertido, pois para p muito grande os raios chegam aproximadamente paralelos, mas ainda assim não paralelos (situação possível apenas matematicamente, tomando o limite quando $p \to \infty$), e a aproximação Gaussiana torna-se ainda mais válida, não deixando de valer suas famosas equações:

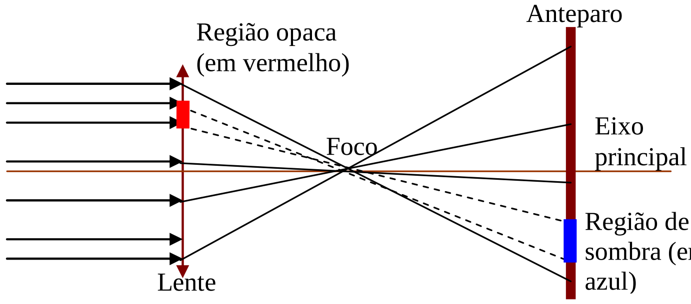
$1/f = 1/p + 1/p'$

$A = -p'/p = i/o$

que nos retorna valores reais para todas as variáveis, o que mostra que há formação de imagem.

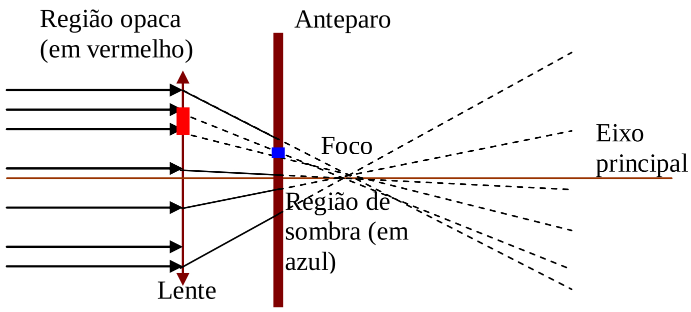
A partir da formação do "A" invertido, e continuando a afastar o anteparo, teríamos uma região do espaço onde veríamos um borrão (ainda muito pequeno e talvez não visível a olho nu), e haveria uma certa distância onde teríamos um "F" invertido vertical e lateralmente, projetado no anteparo. Isso se deve ao fato de considerarmos a aproximação de raios praticamente paralelos chegando à lente, passando pela pequena região de convergência (aproxima pelo ponto focal) e invertendo sua posições em relação ao eixo principal (os raios que estavam acima do eixo agora estão abaixo e vice-versa, e os que estavam à direita agora estão à esquerda e vice-versa).

A figura abaixo ilustra com maior facilidade a situação da imagem invertida projetada no anteparo após o foco. Note que o raio que atinge a parte mais alta da lente se torna o mais baixo na projeção no anteparo, e vice-versa (imaginando um objeto qualquer, não necessariamente o "A"):



É importante perceber, na figura acima, que a inversão se deu em torno do eixo principal, assim, supondo-se que a lente é esférica a inversão ocorre em qualquer direção que tomarmos (paralela ao plano da lente delgada), e por isso a imagem se inverte em todos os sentidos.

E a figura abaixo mostra a situação da imagem projetada no anteparo antes do foco, menor e direita.

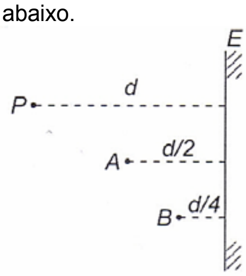


Observe que a figura projetada no anteparo é justamente uma inversão daquilo que está na lente quando os raios chegam paralelos ou praticamente paralelos.

NOTA: Embora esta questão possua uma alternativa correta, consideramos que a mesma é inadequada para o contexto em que foi aplicada, uma vez que o tempo necessário à sua correta resolução extrapola em muito o tempo médio destinado a cada questão da prova.

QUESTÃO 10

A imagem de um ponto P, posicionado a uma distância *d* de um espelho plano *E*, pode ser visualizada por dois observadores A e B, como mostra a figura abaixo.

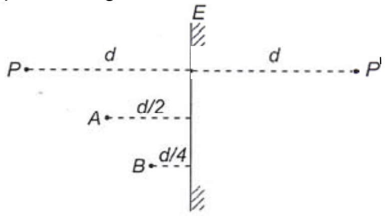


A respeito da imagem *P'* do ponto *P* vista pelos observadores, é correto afirmar que

a) ambos os observadores visualizam *P'* a uma distância *2d* do ponto *P*
b) o observador A visualiza *P'* a uma distância *d/2* do espelho
c) o observador B visualiza *P'* a uma distância *d/4* do espelho
d) o observador A visualiza *P'* a uma distância *3d/2* do espelho e o observador B à distância *5d/4* do espelho.

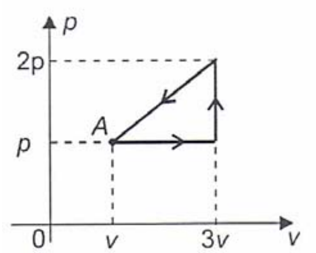
Resolução Alternativa A

A imagem do ponto P é formada a uma distância **d,** simétrica ao espelho plano. Desta forma, tanto o observador A quanto o observador B visualizarão o ponto imagem P´a uma distância 2d do ponto P.



QUESTÃO 11

O diagrama a seguir representa o ciclo percorrido por 3 mols de um gás perfeito.



Sabendo-se que no estado *A* a temperatura é –23°C e considerando R = 8 J/mol.K, o trabalho, em joules, realizado pelo gás no ciclo é

a) –6000 b) 12000 c) 1104 d) –552

Resolução Alternativa A

Pela equação de Clapeyron, no estado A, temos:

$$p_A \cdot V_A = n \cdot R \cdot T_A \Rightarrow p \cdot v = 3 \cdot 8 \cdot (273 - 23) \Rightarrow p \cdot v = 6000$$

O módulo do trabalho no ciclo representado é numericamente igual à área dentro do triângulo. Assim:

$$|\tau| = \frac{(3v - v) \cdot (2p - p)}{2} = p \cdot V = 6000 \text{ J}$$

Como o ciclo é percorrido no sentido anti-horário, o trabalho é recebido pelo gás e, portanto, $\tau < 0$.

Logo, $\tau = -6000$ J.

QUESTÃO 12

Um estudante, querendo determinar o equivalente em água de um calorímetro, colocou em seu interior 250 g de água fria e, aguardando um certo tempo, verificou que o conjunto alcançou o equilíbrio térmico a uma temperatura de 20 °C. Em seguida, acrescentou ao mesmo 300 g de água morna, a 45 °C. Fechando rapidamente o aparelho, esperou até que o equilíbrio térmico fosse refeito; verificando, então, que a temperatura final era de 30 °C. Baseando-se nesses dados, o equivalente em água do calorímetro vale, em gramas,

a) 400 b) 300 c) 100 d) 200

Resolução Alternativa D

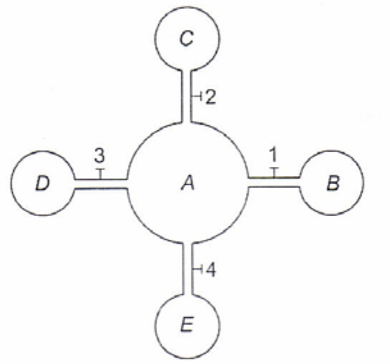
Seja *m* a massa equivalente em água do calorímetro. Após o primeiro equilíbrio térmico, temos uma massa total equivalente de água igual a (*m*+250) gramas, à temperatura de 20 °C.

Fazendo a mistura com a outra massa de água (300 gramas), colocada à temperatura de 45 °C, e impondo que a soma de todos os calores trocados pelo sistema é zero até ser atingido o segundo equilíbrio térmico (30 °C), temos:

$$\sum Q = 0 \Rightarrow m_1 \cdot c_1 \cdot \Delta\theta_1 + m_2 \cdot c_2 \cdot \Delta\theta_2 = 0 \Rightarrow$$
$$(m + 250) \cdot 1{,}0 \cdot (30 - 20) + 300 \cdot 1{,}0 \cdot (30 - 45) = 0 \Rightarrow$$
$$10m + 2500 - 4500 = 0 \Rightarrow$$
$$m = 200 \text{ g}$$

QUESTÃO 13

O gás contido no balão *A* de volume *V* e pressão *p* é suavemente escoado através de dutos rígidos e de volumes desprezíveis, para os balões *B, C, D* e *E,* idênticos e inicialmente vazios, após a abertura simultânea das válvulas 1, 2, 3 e 4, como mostra a figura abaixo.



Após atingido o equilíbrio, a pressão no sistema de balões assume o valor $\frac{p}{3}$. Considerando que não ocorre variação de temperatura, o volume de dois dos balões menores é

a) 1,0 V b) 0,5 V c) 1,5 V d) 2,0 V

Resolução Alternativa A

Pela equação de Clapeyron, o número de mols é dado por:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow n = \frac{p \cdot V}{R \cdot T}$$

O número total de mols contido inicialmente no balão A será distribuído dentre os cinco balões após serem abertas as quatro válvulas. Assim:

$$n_{TOTAL} = n_A + n_B + n_C + n_D + n_E$$

Sendo p' a pressão do sistema após as válvulas serem abertas, V_0 o volume de cada um dos quatro balões menores, e T a temperatura, que se mantém constante durante o processo, temos:

$$\frac{pV}{RT} = \frac{p'V}{RT} + \frac{p'V_0}{RT} + \frac{p'V_0}{RT} + \frac{p'V_0}{RT} + \frac{p'V_0}{RT} \Rightarrow (p - p')V = 4p'V_0$$

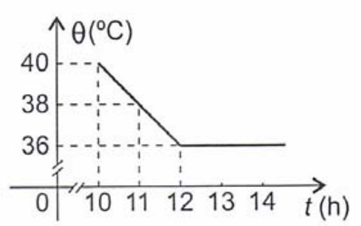
Como $p' = \frac{p}{3}$, temos:

$$\left(p - \frac{p}{3}\right)V = 4\frac{p}{3}V_0 \Rightarrow \frac{2p}{3}V = \frac{4p}{3}V_0 \Rightarrow 2V_0 = V$$

Logo o volume de dois balões menores (2 V_0) é igual a V.

QUESTÃO 14

Um paciente, após ser medicado às 10 h, apresentou o seguinte quadro de temperatura:



A temperatura desse paciente às 11 h 30 min, em °F, é

a) 104 b) 54,0 c) 98,6 d) 42,8

Resolução Alternativa C

Observe que no intervalo das 10 h até as 12 h, a temperatura caiu uniformemente de 4 °C em 2 h, isto é, 1 °C a cada 0,5 h. Assim, sendo a temperatura às 11 h igual a 38 °C, a temperatura às 11 h e 30 min (0,5 h depois) será 37 °C.

Convertendo essa temperatura de °C para °F, temos:

$$\frac{T_C}{5} = \frac{T_F - 32}{9} \Rightarrow \frac{37}{5} = \frac{T_F - 32}{9} \Rightarrow \boxed{T_F = 98{,}6\ °\text{F}}$$

QUESTÃO 15

Um frasco de vidro, cujo volume é 2000 cm^3 a 0 °C, está completamente cheio de mercúrio a esta temperatura. Sabe-se que o coeficiente de dilatação volumétrica do mercúrio é 1,8 x 10^{-4} °C^{-1} e o coeficiente de dilatação linear do vidro de que é feito o frasco é 1,0 x 10^{-5} °C^{-1}. O volume de mercúrio que irá entornar, em cm^3, quando o conjunto for aquecido até 100 °C, será

a) 6,0 b) 18 c) 36 d) 30

Resolução Alternativa D

Sendo o coeficiente de dilatação linear do vidro $\alpha_V = 1,0 \cdot 10^{-5}\ °C^{-1}$,

então $\gamma_V = 3\alpha_V = 3,0 \cdot 10^{-5}\ °C^{-1}$.

Como os volumes iniciais do vidro e do mercúrio são ambos iguais a $V_0 = 2000\ cm^3$, o volume de mercúrio que irá entornar representa a dilatação aparente do líquido, que corresponde à diferença entre a dilatação real do líquido (mercúrio) e a dilatação do frasco (vidro) que o contém.

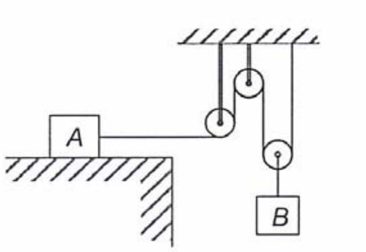
$$\Delta V_{AP} = \Delta V_M - \Delta V_V = V_0 \cdot \gamma_M \cdot \Delta\theta - V_0 \cdot \gamma_V \cdot \Delta\theta \Rightarrow$$

$$\Delta V_{AP} = 2000 \cdot 1,8 \cdot 10^{-4} \cdot 100 - 2000 \cdot 3,0 \cdot 10^{-5} \cdot 100 \Rightarrow$$

$$\boxed{\Delta V_{AP} = 30\ cm^3}$$

QUESTÃO 16

Na situação de equilíbrio abaixo, os fios e as polias são ideais e a aceleração da gravidade é *g*. Considere μ_e o coeficiente de atrito estático entre o bloco *A*, de massa m_A, e o plano horizontal em que se apóia.

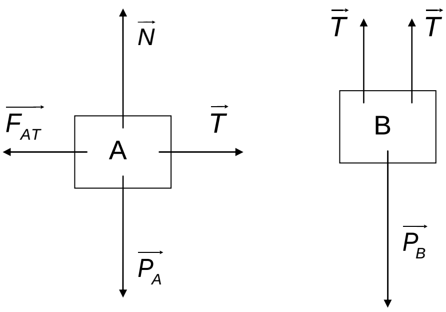


A maior massa que o bloco *B* pode ter, de modo que o equilíbrio se mantenha, é

a) $2\mu_e m_A$ b) $3\mu_e m_A$ c) $\mu_e m_A$ d) $4\mu_e m_A$

Resolução Alternativa A

As forças que atuam em cada bloco são representadas na figura a seguir:



Para que o sistema fique em equilíbrio estático, a força resultante em cada bloco deve ser nula. Assim, no corpo A, devemos exigir que:

$$\begin{cases} |\vec{P}_A| = |\vec{N}| \\ |\vec{T}| = |\vec{F}_{AT}| \end{cases}$$

A máxima massa de B implica na máxima tração e portanto na máxima força de atrito. Portanto:

$$|\vec{T}| = |\vec{F}_{AT}| = \mu_e \cdot |\vec{N}| = \mu_e \cdot m_A \cdot |\vec{g}|$$

Observe que o corpo B está submetido ao dobro da tração que o corpo A, uma de cada lado do fio. Nesse caso, exigimos que:

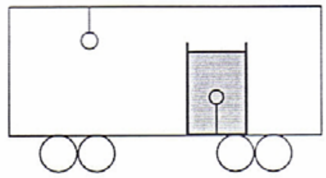
$$|\vec{P}_B| = 2|\vec{T}|$$

Substituindo a tração, vem que:

$$m_B \cdot |\vec{g}| = 2 \cdot (\mu_e \cdot m_A \cdot |\vec{g}|) \Rightarrow m_B = 2 \cdot \mu_e \cdot m_A$$

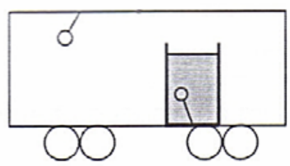
QUESTÃO 17

A figura abaixo representa um vagão em repouso, no interior do qual se encontram um pêndulo simples e um recipiente fixo no piso, cheio de água. O pêndulo simples é composto de uma bolinha de ferro presa ao teto do vagão por um fio ideal e, dentro do recipiente, existe uma bolinha de isopor, totalmente imersa na água e presa no seu fundo também por um fio ideal.

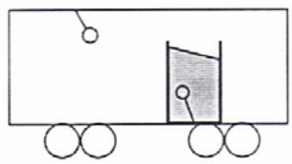


Assinale a alternativa que melhor representa a situação física no interior do vagão, se este começar a se mover com aceleração constante para a direita.

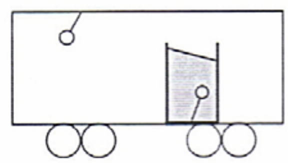
a)



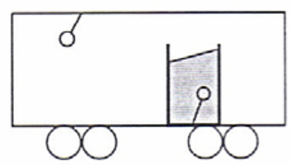
b)



c)

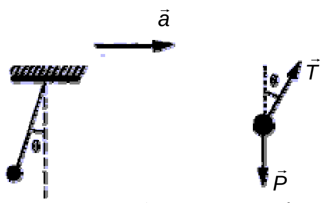


d)

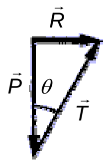


Resolução Alternativa C

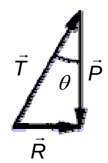
Para a bolinha de ferro presa no teto do vagão, temos o seguinte esquema, quando o vagão está sujeito a uma aceleração $\vec{a}$ para a direita:



O polígono de forças para este corpo pode ser representado, considerando T a tração, P o peso e R a força resultante em relação a um referencial inercial como:



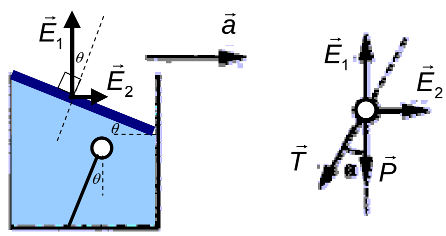
ou



É importante notarmos que a direção e sentido da resultante são os mesmos da direção e sentido da aceleração da massa (igual à aceleração do vagão). Note ainda que o ângulo de inclinação pode ser calculado por:

$$tg\theta = \frac{R}{P} = \frac{m \cdot a}{m \cdot g} \Rightarrow \theta = arctg\left(\frac{a}{g}\right)$$

Para a bolinha de isopor presa no chão do vagão, dentro da água, temos o seguinte esquema, quando o vagão está sujeito a uma aceleração $\vec{a}$ para a direita:

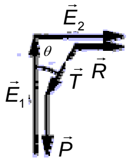


Note que a aceleração implica em dois efeitos:
1) Aparecimento de uma diferença de pressões também no eixo da aceleração, implicando numa força também na direção da aceleração, que chamamos de $\vec{E}_2$. Esta força tem módulo calculado por $E_2 = \rho \cdot V \cdot a$ com ρ = densidade do líquido, V = volume do corpo e a = aceleração do líquido (igual à aceleração do corpo).
2) Devido à composição dos dois gradientes de pressão (no eixo x devido à presença de aceleração e no eixo y devido ao peso crescente da coluna d'água com a profundidade) o líquido se inclina com um ângulo:

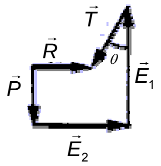
$$tg\theta = \frac{E_2}{E_1} \Rightarrow tg\theta = \frac{\rho \cdot a \cdot V}{\rho \cdot g \cdot V} \Rightarrow \theta = arctg\left(\frac{a}{g}\right)$$

Este ângulo pode ser explicado pela força aplicada pelo restante do líquido sobre uma lâmina de água na superfície (com a composição das pressões em x e em y) de forma normal à superfície.

O polígono de forças para este corpo pode ser representado, considerando T a tração, P o peso e R a força resultante em relação a um referencial inercial como:



ou

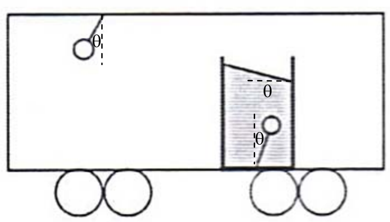


É importante notarmos que também a direção e sentido da resultante são os mesmos da direção e sentido da aceleração da massa (igual à aceleração do vagão). Note ainda que o ângulo de inclinação pode ser calculado por:

$$tg\theta = \frac{E_2 - R}{E_1 - P} = \frac{\rho.V.a - ma}{\rho.V.g - mg} = \frac{a}{g}.\left(\frac{\rho.V - m}{\rho.V - m}\right) = \frac{a}{g} \Rightarrow$$

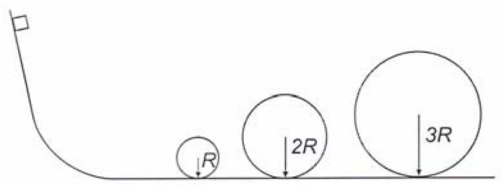
$$\theta = arctg\left(\frac{a}{g}\right)$$

Logo a situação no interior do vagão pode ser representada como na alternativa (c), considerando $\theta = arctg\left(\frac{a}{g}\right)$, onde a = aceleração horizontal do vagão e g = aceleração da gravidade.



QUESTÃO 18

Uma partícula é abandonada de uma determinada altura e percorre o trilho esquematizado na figura abaixo, sem perder contato com ele.



Considere que não há atrito entre a partícula e o trilho, que a resistência do ar seja desprezível e que a aceleração a gravidade seja g. Nessas condições, a menor velocidade possível da partícula ao terminar de executar o terceiro looping é

a) $\sqrt{3Rg}$

b) $\sqrt{7Rg}$

c) $\sqrt{15Rg}$

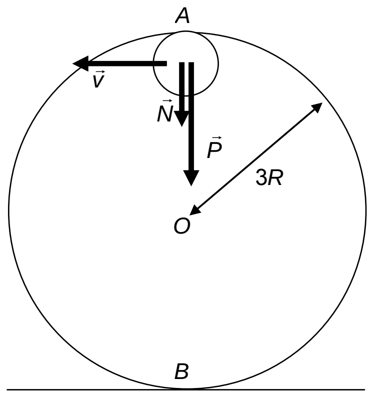
d) $\sqrt{11Rg}$

Resolução Alternativa C

Para completar os loopings sem que haja descolamento dos trilhos, a normal não pode se anular. Sabe-se que quanto menor a velocidade, menor deve ser a força normal necessária para contribuir com a resultante centrípeta. Logo, devemos nos preocupar com a velocidade mínima, que ocorre em cada looping no ponto de altura máxima. Ainda neste ponto, temos que o peso ajuda integralmente na composição da resultante centrípeta, o que contribui na minimização da reação normal.

Como os dois primeiros loopins apresentam menor raio, caso a partícula tenha velocidade suficiente para completar o terceiro (de maior raio) sem descolamento, completará também os dois primeiros.

Observe o esquema abaixo do terceiro looping:



O sistema não apresenta forças dissipativas e portanto a energia mecânica se conserva. Assim, **o corpo terá mínima velocidade em B caso tenha mínima velocidade em A.** A mínima velocidade em A implica em uma resultante centrípeta de baixa intensidade, que ocorre quando N → 0 (limite sem o descolamento) neste ponto, ou seja $\overrightarrow{F_{cpA}} = \cancel{\vec{N}} + \vec{P} = \vec{P}$

$$\overrightarrow{F_{cpA}} = \vec{P} \Rightarrow m \cdot \frac{v_A^2}{3R} = mg \Rightarrow v_A^2 = 3Rg$$

Utilizando um referencial no solo e igualando as energias mecânicas nos pontos A e B:

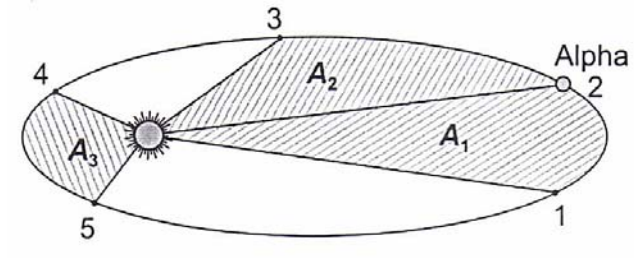
$$E_{MA} = E_{MB} \Rightarrow \frac{mv_A^2}{2} + mg(6R) = \frac{mv_B^2}{2} \Rightarrow v_A^2 + 12 \cdot R \cdot g = v_B^2$$

Mas $v_A^2 = 3 \cdot R \cdot g$ e portanto:

$$3 \cdot R \cdot g + 12 \cdot R \cdot g = v_B^2 \Rightarrow v_B = \sqrt{15 \cdot R \cdot g}$$

QUESTÃO 19

Um planeta Alpha descreve uma trajetória elíptica em torno do seu sol como mostra a figura abaixo.



Considere que as áreas A_1, A_2 e A_3 são varridas pelo raio vetor que une o centro do planeta ao centro do sol quando Alpha se move respectivamente das posições de 1 a 2, de 2 a 3 e de 4 a 5. Os trajetos de 1 a 2 e de 2 a 3 são realizados no mesmo intervalo de tempo Δt e o trajeto de 4 a 5 num intervalo $\Delta t' < \Delta t$. Nessas condições é correto afirmar que

a) $A_3 < A_2$ b) $A_2 < A_3$ c) $A_1 > A_2$ d) $A_1 < A_3$

Resolução Alternativa A

Pela 2ª Lei de Kepler, para planetas em órbita ao redor de uma mesma estrela, vale a seguinte relação:

$$v_{AREOLAR} = \frac{A}{\Delta t} = constante$$

onde A é a área varrida pelo vetor $\vec{r}$ que une a estrela a um planeta qualquer, num tempo Δt.

Nos caminhos $1 \rightarrow 2$ e $2 \rightarrow 3$, o tempo de deslocamento é o mesmo. Logo:

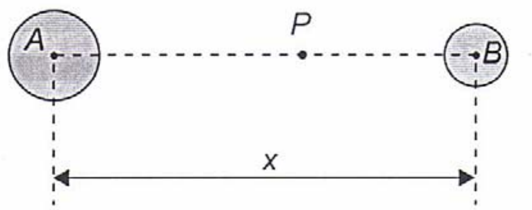
$$\frac{A_1}{\Delta t} = \frac{A_2}{\Delta t} \Rightarrow A_1 = A_2$$

Por outro lado, comparando os caminhos $4 \rightarrow 5$ e $1 \rightarrow 2$, temos:

$$\frac{A_3}{\Delta t'} = \frac{A_1}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t' = \frac{A_3 \Delta t}{A_1} < \Delta t \Rightarrow \boxed{A_3 < A_1 = 2}$$

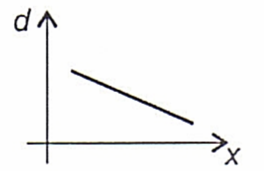
QUESTÃO 20

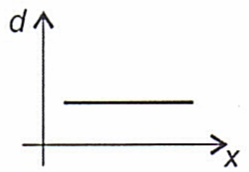
Dois corpos *A* e *B*, esféricos, inicialmente estacionários no espaço, com massas respectivamente iguais a m_A e m_B, encontram-se separados, centro a centro, de uma distância *x* muito maior que seus raios, conforme figura abaixo.

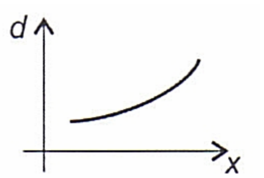


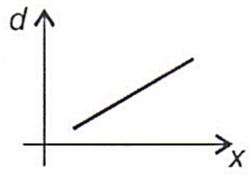
Na ausência de outras forças de interação, existe um ponto *P* do espaço que se localiza a uma distância *d* do centro do corpo *A*. Nesse ponto *P* é nula a intensidade da força gravitacional resultante, devido à ação dos corpos *A* e *B* sobre um corpo de prova de massa *m*, ali colocado.

Considere que os corpos *A* e *B* passem a se afastar com uma velocidade constante ao longo de uma trajetória retilínea que une os seus centros e que $m_A = 16 m_B$. Nessas condições, o gráfico que melhor representa *d* em função de *x* é

a)


b)


c)


d)


Resolução Alternativa D

No ponto P, distante d da massa A, temos que o corpo apresenta resultante nula e, portanto:

$$|\vec{F}_{AP}| = |\vec{F}_{BP}| \Rightarrow \frac{G m_A m}{d^2} = \frac{G m_B m}{(x-d)^2} \Rightarrow \frac{G(16 m_B) m}{d^2} = \frac{G m_B m}{(x-d)^2}$$

$$\frac{16}{d^2} = \frac{1}{(x-d)^2} \Rightarrow \frac{1}{(x-d)} = \pm \frac{4}{d}$$

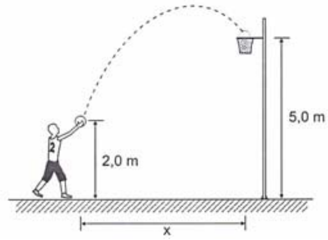
Como $x - d > 0$, descartamos o sinal negativo, e ficamos com:

$$d = \frac{4x}{5}$$

Assim, a função d(x) é uma reta crescente.

QUESTÃO 21

Uma bola de basquete descreve a trajetória mostrada na figura após ser arremessada por um jovem atleta que tenta bater um recorde de arremesso.

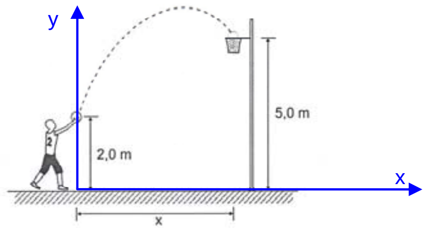


A bola é lançada com uma velocidade de 10 m/s e, ao cair na cesta, sua componente horizontal vale 6,0 m/s. Despreze a resistência do ar e considere g = 10 m/s². Pode-se afirmar que a distância horizontal (x) percorrida pela bola desde o lançamento até cair na cesta, em metros, vale

a) 3,0
b) 6,0
c) 4,8
d) 3,6

Resolução Alternativa B

Considere o seguinte sistema de coordenadas:



Na direção horizontal, temos um movimento uniforme, com a componente v_x da velocidade constante e igual a 6,0 m/s.

Na direção vertical, temos um movimento uniformemente variado, com espaço inicial $y_0 = 2,0\ m$, aceleração $a = -g = -10\ m/s^2$, e velocidade inicial dada por:

$$v_0^2 = v_{0x}^2 + v_{0y}^2 \Rightarrow 10^2 = 6,0^2 + v_{0y}^2 \Rightarrow v_{0y} = 8,0\ m/s$$

Assim, a equação horária dos espaços na direção vertical é dada por:

$$y = y_0 + v_{0y} t + \frac{a t^2}{2} \Rightarrow y = 2 + 8t - \frac{10 t^2}{2} \Rightarrow y = 2 + 8t - 5t^2$$

Para atingir a altura $y = 5,0\ m$, os instantes de tempo correspondentes são:

$$5 = 2 + 8t - 5t^2 \Rightarrow 5t^2 - 8t + 3 = 0 \Rightarrow$$
$$t = 0,6\ s \text{ ou } t = 1,0\ s$$

No caso, o primeiro instante (0,6 s) corresponde ao momento anterior ao de altura máxima, quando a bola está subindo, e o segundo instante (1,0 s) corresponde ao momento em que a bola está descendo e cai na cesta.

O espaço percorrido na direção horizontal (x) até a bola cair na cesta, depois de 1,0 s, é dado por:

$$v_x = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow 6,0 = \frac{x}{1,0} \Rightarrow \boxed{x = 6,0\ m}$$

QUESTÃO 22

Uma pessoa, brincando em uma roda-gigante, ao passar pelo ponto mais alto, arremessa uma pequena bola (Figura 1), de forma que esta descreve, em relação ao solo, a trajetória de um lançamento vertical para cima.

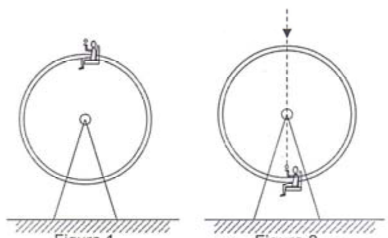


Figura 1 Figura 2

A velocidade de lançamento da bola na direção vertical tem o mesmo módulo de velocidade escalar (v) da roda-gigante, que executa um movimento circular uniforme. Despreze a resistência do ar, considere a aceleração da gravidade igual a g e $\pi = 3$. Se a pessoa consegue pegar a bola no ponto mais próximo do solo (Figura 2), o período de rotação da roda-gigante pode ser igual a

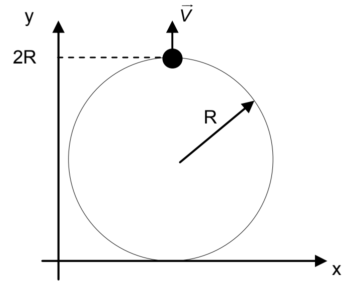
a) $\frac{20v}{3g}$ b) $\frac{10v}{7g}$ c) $\frac{v}{g}$ d) $12\frac{v}{g}$

Resolução — Alternativa A

Analisando o movimento circular, com R o raio da roda gigante e T o período de rotação:

$$v = \frac{2\cdot\pi\cdot R}{T} = \frac{2\cdot 3\cdot R}{T} \Rightarrow R = \frac{v\cdot T}{6} \quad \text{(I)}$$

Analisando o lançamento vertical da bola:
Adotamos o referencial abaixo, positivo para cima (movimento da bola):



$$y = 2\cdot R + v\cdot t - \frac{g\cdot t^2}{2}$$

Como a roda gira pelo menos meia volta, podendo completar mais um número inteiro n de voltas, temos que y=0 quando $t = \left(\frac{T}{2} + n.T\right) \Rightarrow t = T\left(n + \frac{1}{2}\right)$

Logo, $0 = 2\cdot R + v\cdot\left[T\left(n+\frac{1}{2}\right)\right] - \frac{g}{2}\cdot\left[T\left(n+\frac{1}{2}\right)\right]^2$ (II)

Substituindo os valores de (I) em (II):

$$0 = 2\cdot\left(\frac{v\cdot T}{6}\right) + V\left[T\left(n+\frac{1}{2}\right)\right] - \frac{g}{2}\cdot\left[T\left(n+\frac{1}{2}\right)\right]^2$$

$$0 = T\left[v\left(n+\frac{5}{6}\right) - \frac{g\cdot T}{2}\cdot\left(n+\frac{1}{2}\right)^2\right]$$

Como T $\neq$ 0 temos:

$$\frac{g\cdot T}{2}\cdot\left(n+\frac{1}{2}\right)^2 = v\left(n+\frac{5}{6}\right) \Rightarrow T = \frac{v}{g}\cdot\frac{4(6n+5)}{3(2n+1)^2}$$

Avaliando as alternativas, lembrando que n é natural:

a) Correta: $T = \frac{20v}{3g} \Rightarrow \frac{4(6n+5)}{3(2n+1)^2} = \frac{20}{3}$

$$6n+5 = 5\left(4n^2+4n+1\right) \Rightarrow n(10n+7) = 0 \Rightarrow \boxed{n=0}\ ou\ \cancel{n=-\frac{7}{10}}$$

b) Incorreta: $T = \frac{10v}{7g} \Rightarrow \frac{4(6n+5)}{3(2n+1)^2} = \frac{10}{7}$

$$7\cdot(12n+10) = 15\left(4n^2+4n+1\right) \Rightarrow 60n^2 - 24n - 55 = 0$$

Equação cujo delta não é um quadrado perfeito.

c) Incorreta: $T = \frac{v}{g} \Rightarrow \frac{4(6n+5)}{3(2n+1)^2} = 1$

$$4\cdot(6n+5) = 3\cdot\left(4n^2+4n+1\right) \Rightarrow 12n^2 - 12n - 17 = 0$$

Equação cujo delta não é um quadrado perfeito.

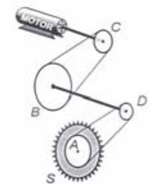
d) Incorreta: $T = 12\frac{v}{g} \Rightarrow \frac{4(6n+5)}{3(2n+1)^2} = 12$

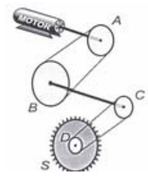
$$(6n+5) = 9\cdot\left(4n^2+4n+1\right) \Rightarrow 36n^2+30n+4=0 \Rightarrow 18n^2+15n+2=0$$

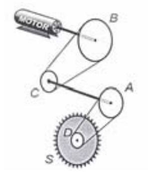
$$n = \frac{-15\pm\sqrt{225-4\cdot 18\cdot 2}}{2\cdot 18} = \frac{-15\pm 9}{2\cdot 18} < 0$$

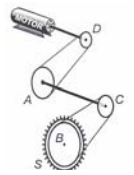
QUESTÃO 23

Dispõe-se de quarto polias ideais de raios $R_A = R$, $R_B = 3R$, $R_C = \frac{R}{2}$ e $R_D = \frac{R}{10}$ que podem ser combinadas e acopladas a um motor cuja freqüência de funcionamento tem valor *f*.
As polias podem ser ligadas por correias ideais ou unidas por eixos rígidos e, nos acoplamentos, não ocorre escorregamento. Considere que a combinação dessa polias com o motor deve acionar uma serra circular (S) para que ela tenha uma freqüência de rotação igual a 5/3 da freqüência do motor. Sendo assim, marque a alternativa que representa essa combinação de polias.

a)


b)


c)


d)


Resolução — Alternativa B

As polias unidas por correias têm mesma velocidade tangencial da extremidade (e portanto mesmo produto da freqüência de rotação pelo raio) e as polias presas por eixos rígidos ou acopladas têm mesma freqüência de rotação. Chamando de 1 a polia presa ao motor, de 2 a presa à polia 1 pela correia, de 3 a presa à polia 2 pelo eixo e 4 a presa à polia 3 pela correia temos:

$$\begin{cases} f_{MOTOR} = f_1 \\ f_1R_1 = f_2R_2 \\ f_2 = f_3 \\ f_3R_3 = f_4R_4 \\ f_4 = f_{SERRA} \end{cases} \Rightarrow f_s = \frac{R_1}{R_2}\cdot\frac{R_3}{R_4}\cdot f_{motor}$$

Como a freqüência da serra deve ser 5/3 da freqüência do motor, temos que $\frac{R_1\cdot R_3}{R_2\cdot R_4} = \frac{5}{3}$. Analisemos as alternativas:

a) Falsa. $\begin{cases} R_1 = R_C = \frac{R}{2} \\ R_2 = R_B = 3R \\ R_3 = R_D = \frac{R}{10} \\ R_4 = R_A = R \end{cases} \Rightarrow \frac{R_1\cdot R_3}{R_2\cdot R_4} = \frac{\frac{R}{2}\cdot\frac{R}{10}}{3R\cdot R} = \frac{1}{60} \neq \frac{5}{3}$

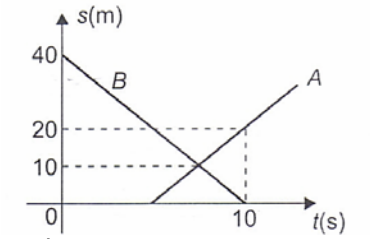
b) Correta. $\begin{cases} R_1 = R_A = R \\ R_2 = R_B = 3R \\ R_3 = R_C = \frac{R}{2} \\ R_4 = R_D = \frac{R}{10} \end{cases} \Rightarrow \frac{R_1\cdot R_3}{R_2\cdot R_4} = \frac{R\cdot\frac{R}{2}}{3R\cdot\frac{R}{10}} = \frac{10}{6} = \frac{5}{3}$

c) Falsa. $\begin{cases} R_1 = R_B = 3R \\ R_2 = R_C = \frac{R}{2} \\ R_3 = R_A = R \\ R_4 = R_D = \frac{R}{10} \end{cases} \Rightarrow \frac{R_1\cdot R_3}{R_2\cdot R_4} = \frac{3R\cdot R}{\frac{R}{2}\cdot\frac{R}{10}} = 60 \neq \frac{5}{3}$

d) Falsa. $\begin{cases} R_1 = R_D = \frac{R}{10} \\ R_2 = R_A = R \\ R_3 = R_C = \frac{R}{2} \\ R_4 = R_B = 3R \end{cases} \Rightarrow \frac{R_1\cdot R_3}{R_2\cdot R_4} = \frac{\frac{R}{10}\cdot\frac{R}{2}}{R\cdot 3R} = \frac{1}{60} \neq \frac{5}{3}$

QUESTÃO 24

O diagrama abaixo representa as posições de dois corpos A e B em função do tempo.

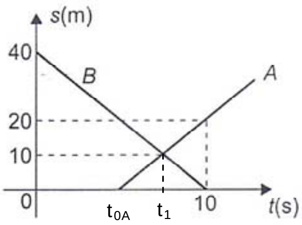


Por este diagrama, afirma-se que o corpo A iniciou o seu movimento, em relação ao corpo B, depois de

a) 2,5 s b) 7,5 s c) 5,0 s d) 10 s

Resolução Alternativa C

Considerando t_1 como o tempo onde os corpos se encontram:



Cálculo das funções horárias do espaço:

Corpo B: $S_B = S_{0B} + v_B \cdot t$

Pelo gráfico: $v_B = \dfrac{0-40}{10-0} = -4\ m/s$

Logo, $S_B = 40 - 4t$

Para $S_B = 10$ m (ponto de encontro), temos

$$10 = 40 - 4t \Rightarrow t_1 = 7{,}5s$$

Corpo A: $S_A = S_{0A} + v_A(t - t_{0A})$

Pelo gráfico: $v_A = \dfrac{\Delta s}{\Delta t} = \dfrac{s(10) - s(7{,}5)}{10 - 7{,}5} = \dfrac{20-10}{10-7{,}5} = 4\ m/s$

Logo, $S_A = 0 + 4(t - t_{0A}) = 4(t - t_{0A})$

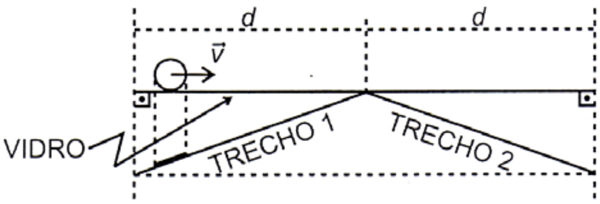
Para t = 10s, $S_A = 20m$. Portanto:

$20 = 4(10 - t_{0A}) \Rightarrow t_{0A} = 5s$

Logo o corpo A partiu 5 segundos após o corpo B

QUESTÃO 25

Uma bola rola com velocidade $\vec{v}$, constante, sobre uma superfície de vidro plana e horizontal, descrevendo uma trajetória retilínea. Enquanto a bola se desloca, a sua sombra percorre os planos representados pelos trechos 1 e 2 da figura abaixo, com velocidades escalares médias v_1 e v_2, respectivamente.



Considerando que a sombra está sendo gerada por uma projeção ortogonal à superfície de vidro, pode-se afirmar que o seu movimento é

a) acelerado no trecho 1 e retardado no trecho 2, sendo $v_1 > v > v_2$

b) acelerado nos dois trechos, sendo $v_1 = v_2 > v$

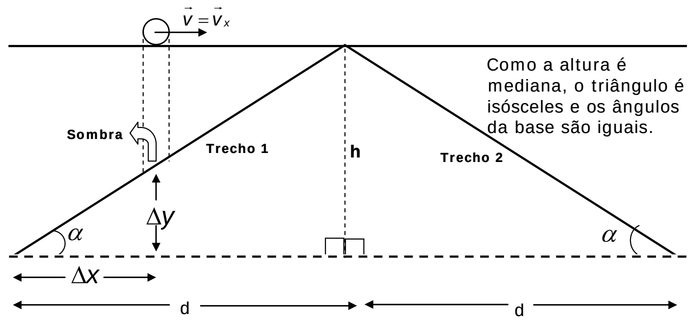
c) uniforme nos dois trechos, sendo $v_1 = v_2 = v$

d) uniforme nos dois trechos, sendo $v_1 = v_2 > v$

Resolução Alternativa D

É fácil notar que a velocidade horizontal $\vec{V_x}$ da sombra é constante e igual a $\vec{V}$.

Observe a figura depois de um tempo Δt do início da subida:



Como o plano inclinado é retilíneo, podemos aplicar $tg\alpha$ da seguinte maneira:

$$tg\alpha = \frac{\Delta y}{\Delta x}$$

Além disso, do movimento da bola, $\Delta x = v\Delta t$

Logo, $tg\alpha = \dfrac{\Delta y}{v\Delta t} \Rightarrow \Delta y = (v.tg\alpha).\Delta t = k\Delta t$; k constante.

Como $\Delta y = k\Delta t$, o movimento da sombra em y é uniforme, assim como o de x, logo o movimento da sombra é uniforme, e no trecho 1: $v_1 = \sqrt{{v_x}^2 + {v_y}^2} > v$

De forma análoga, note que $v_2 = \sqrt{{v_x}^2 + {v_y}^2} = v_1 > v$

Assim temos $v_1 = v_2 > v$.