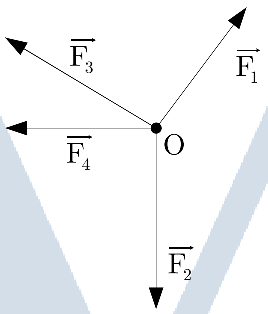
Curso Mentor

Soluções das Questões de Física do Processo Seletivo de Admissão à Escola Preparatória de Cadetes do Exército — EsPCEx

Concurso 2009

Questão 1

Uma partícula "O" descreve um movimento retilíneo uniforme e está sujeito à ação exclusiva das forças $\vec{F_1}$, $\vec{F_2}$, $\vec{F_3}$ e $\vec{F_4}$, conforme o desenho abaixo:



Podemos afirmar que

(A) $\vec{F_1} + \vec{F_2} + \vec{F_3} = -\vec{F_4}$

(B) $\vec{F_1} + \vec{F_3} + \vec{F_4} = \vec{F_2}$

(C) $\vec{F_1} - \vec{F_2} + \vec{F_4} = -\vec{F_3}$

(D) $\vec{F_1} + \vec{F_2} + \vec{F_4} = \vec{F_3}$

(E) $\vec{F_2} + \vec{F_3} + \vec{F_4} = \vec{F_1}$

Solução:

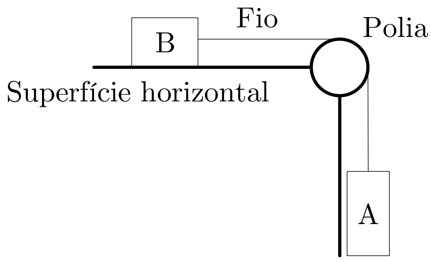
Um corpo que se desloca com velocidade constante tem aceleração **nula** e, consequentemente, para que um corpo esteja em equilíbrio sob ação de várias forças a soma vetorial destas forças deve ser **nula**, isto é:

$$\vec{F_1} + \vec{F_2} + \vec{F_3} + \vec{F_4} = 0 \Rightarrow \vec{F_1} + \vec{F_2} + \vec{F_3} = -\vec{F_4}$$

Opção A

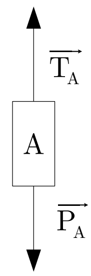
Questão 2

Dois blocos A e B, de massas $M_A = 5$ kg e $M_B = 3$ kg estão dispostos conforme o desenho abaixo em um local onde a aceleração da gravidade vale 10 m/s^2 e a resistência do ar é desprezível. Sabendo que o bloco A está descendo com uma velocidade constante e que o fio e a polia são ideais, podemos afirmar que a intensidade da força de atrito entre o bloco B e a superfície horizontal é de



(A) 0 N (B) 30 N (C) 40 N (D) 50 N (E) 80 N

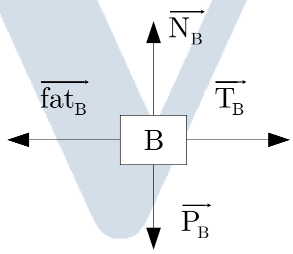
Solução:
Analisando separadamente os blocos podemos colocar as forças que atuam em cada um:
Bloco A:



Temos a seguinte equação:

$$P_A - T_A = m_A \cdot a$$

Bloco B:



Temos a seguinte equação:

$$T_B - fat_B = m_B \cdot a$$

Como $T_A = T_B$ teremos o sistema abaixo

$$\begin{cases} P_A - T_A = m_A \cdot a \\ T_B - fat_B = m_B \cdot a \end{cases}$$

Somando as equações teremos

$$P_A - fat_B = (m_A + m_B) \cdot a$$

Como a velocidade é constante, $a = 0$:

$$P_A = fat_B$$

$$fat_B = m_A \cdot g$$

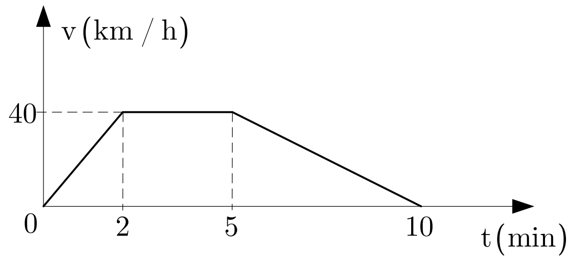
$$fat_B = 5 \cdot 10 \Rightarrow fat_B = 50\ \text{N}$$

Observação: Poderíamos considerar desde o início que a aceleração é **nula (velocidade constante)**. Porém para efeitos didáticos preferimos desenvolver o problema de forma completa.

Opção D

Questão 3

O gráfico abaixo indica a velocidade escalar em função do tempo de um automóvel que se movimenta sobre um trecho horizontal e retilíneo de uma rodovia.



Podemos afirmar que o automóvel,
(A) entre os instantes 0 min e 2 min, descreve um movimento uniforme.
(B) entre os instantes 2 min e 5 min, está em repouso.
(C) no instante 5 min, inverte o sentido do seu movimento.
(D) no instante 10 min, encontra-se na mesma posição que estava no instante 0 min.
(E) entre os instantes 5 min e 10 min, tem movimento retardado.

Solução:
Abaixo segue a descrição do que ocorre de acordo com o gráfico:
1) Entre os instantes 0 e 2 min, o automóvel possui movimento uniformemente acelerado, com aceleração positiva.
2) Entre os instantes 2 e 5 min, ele possui um movimento uniforme (velocidade constante).
3) No instante 5 min, o automóvel passa a ter um movimento acelerado retardado (aceleração negativa).
4) O deslocamento do corpo pode ser medido pela área do trapézio formada pelo gráfico. Como esta área é positiva ele não retorna ao ponto inicial. Além disso, não há mudança de sentido durante o movimento, pois o gráfico não cruza o eixo x.

Opção E

Questão 4

Podemos afirmar que, para um gás ideal, ao final de toda transformação cíclica,
(A) o calor total trocado pelo gás é nulo.
(B) a variação da energia interna do gás é nula.
(C) o trabalho realizado pelo gás é nulo.
(D) a pressão interna do gás diminui.
(E) o volume interno do gás aumenta.

Solução:
Em uma transformação cíclica a variação da energia interna do gás é nula, pois o gás volta ao seu estado inicial $(\Delta T = 0)$. Lembre-se que para um gás monoatômico:

$$\Delta U = \frac{3}{2} nR\Delta T$$

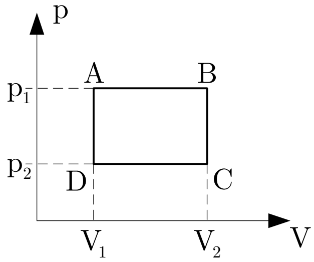
O que torna nula a variação da energia interna (opção B). Da Primeira Lei da Termodinâmica:

$$Q = W + \Delta U$$

Como a variação da energia interna é zero, a expressão fica:

$$Q = W$$

Veja a transformação cíclica abaixo:



A pressão interna do gás é igual a inicial (invalida a opção D), bem como o volume (invalida a opção E) e a temperatura.
Outra observação válida é que, se o ciclo é percorrido no sentido horário (ABCDA), o gás transforma calor em trabalho (máquina térmica). No sentido anti-horário (ADCBA) o gás transforma trabalho em calor.

Opção B

Questão 5

Em um experimento de aquecimento de gases, observa-se que um determinado recipiente totalmente fechado resiste a uma pressão interna máxima de $2,4 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2$. No seu interior, há um gás perfeito com temperatura de 230 K e pressão de $1,5 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2$. Desprezando a dilatação térmica do recipiente, podemos afirmar que a máxima temperatura que o gás pode atingir, sem romper o recipiente, é de

(A) 243 K (B) 288 K (C) 296 K (D) 340 K (E) 368 K

Solução:
Segundo a Lei Geral dos Gases:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

Como o recipiente não varia o volume, temos uma transformação isovolumétrica

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

Como $1 \text{ atm} = 1 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$, podemos escrever:

$$\frac{0,15 \cdot 10^5}{230} = \frac{0,24 \cdot 10^5}{T_2}$$

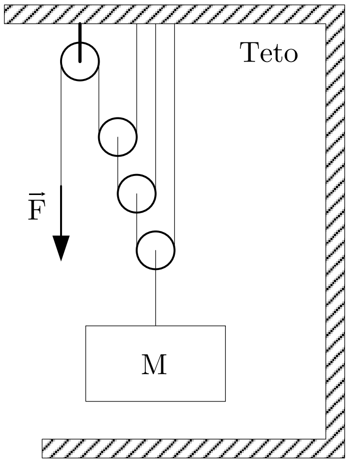
$$T_2 = \frac{0,24 \cdot 230}{0,15}$$

$$T_2 = 368 \text{ K}$$

Opção E

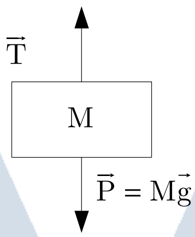
Questão 6

Um trabalhador utiliza um sistema de roldanas conectadas por cordas para elevar uma caixa de massa $M = 60 \text{ kg}$. Aplicando uma força $\vec{F}$ sobre a ponta livre da corda conforme representado no desenho abaixo, ele mantém a caixa suspensa e em equilíbrio. Sabendo que as cordas e as roldanas são ideais e considerando a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2, o módulo da força $\vec{F}$ vale:



(A) 10 N (B) 50 N (C) 75 N (D) 100 N (E) 150 N

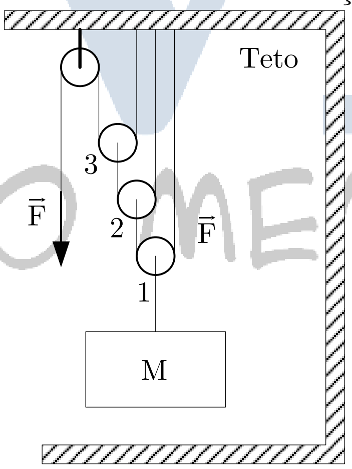
Solução:
As forças que atuam no bloco de massa M estão representadas abaixo:



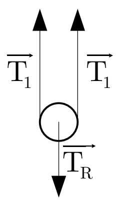
Como o **bloco M** está em equilíbrio teremos:

$$T = Mg$$

Vamos numerar as roldanas como abaixo e colocar as forças em cada uma delas:



As forças na **roldana 1** são representadas abaixo:

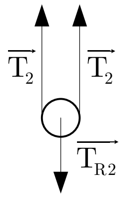


O sistema está em equilíbrio, logo $T_R = T$, ou seja $T_R = Mg$.

A tensão T_1 no cabo que sustenta a roldana 1 pode ser calculada pela expressão:

$$2T_1 = Mg \Rightarrow T_1 = \frac{Mg}{2}$$

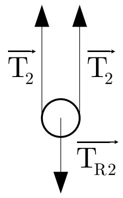
As forças na **roldana 2** são representadas abaixo:



O sistema está em equilíbrio, logo $T_{R2} = T_1$. A tensão T_2 no cabo que sustenta a roldana 2 pode ser calculada pela expressão:

$$2T_2 = T_1 \Rightarrow T_2 = \frac{\frac{Mg}{2}}{2} \Rightarrow T_2 = \frac{Mg}{4}$$

As forças na **roldana 3** são representadas abaixo:



O sistema está em equilíbrio, logo $T_{R3} = T_2$. A tensão T_3 no cabo que sustenta na roldana 3 pode ser calculada pela expressão:

$$2T_3 = T_2 \Rightarrow T_3 = \frac{\frac{Mg}{4}}{2} \Rightarrow T_3 = \frac{Mg}{8}$$

Como o cabo é inextensível temos

$$T_3 = F$$

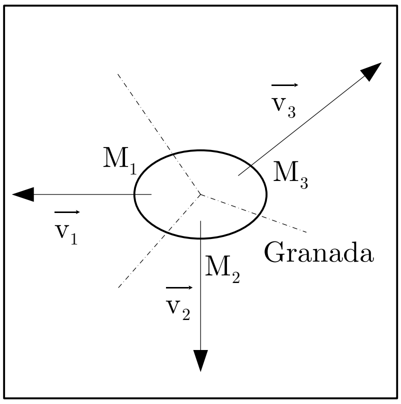
$$F = \frac{60 \cdot 10}{8}$$

$$F = 75 \text{ N}$$

Opção C

Questão 7

Uma granada de mão, inicialmente em repouso, explodiu sobre uma mesa, de superfície horizontal e sem atrito, e fragmentou-se em três pedaços de massas M_1, M_2 e M_3 que adquiriram velocidades coplanares e paralelas ao plano da mesa, conforme representadas no desenho abaixo. Imediatamente após a explosão, a massa $M_1 = 100$ g adquire uma velocidade $v_1 = 30$ m/s e a massa $M_2 = 200$ g adquire uma velocidade $v_2 = 20$ m/s, cuja direção é perpendicular à direção de v_1. A massa $M_3 = 125$ g adquire uma velocidade inicial v_3 igual a:



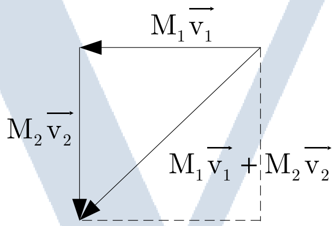
Mesa vista de cima

(A) 45 m/s (B) 40 m/s (C) 35 m/s (D) 30 m/s (E) 25 m/s

Solução 1:
Como sabemos, a quantidade de movimento deve se conservar. Se antes a granada estava parada a quantidade de movimento inicial era nula. Então a soma vetorial das quantidades de movimento após a explosão deve ser nula também:

$$M_1\overrightarrow{v_1} + M_2\overrightarrow{v_2} + M_3\overrightarrow{v_3} = 0 \Rightarrow M_1\overrightarrow{v_1} + M_2\overrightarrow{v_2} = -M_3\overrightarrow{v_3}$$

Veja a figura abaixo, que representa a soma $M_1\overrightarrow{v_1} + M_2\overrightarrow{v_2}$:



O módulo da quantidade de movimento resultante da soma $M_1\overrightarrow{v_1} + M_2\overrightarrow{v_2}$ pode ser calculado pela expressão:

$$Q^2 = (M_1v_1)^2 + (M_2v_2)^2$$

$$Q^2 = (0,1\cdot 30)^2 + (0,2\cdot 20)^2 \Rightarrow Q = \sqrt{25} \Rightarrow Q = 5\ \text{kg}\cdot\text{m/s}$$

$$Q = M_3v_3 \Rightarrow v_3 = \frac{5}{0,125} \Rightarrow v_3 = 40\ \text{m/s}$$

Solução 2:
Da figura do enunciado:

$$M_3v_3\cdot\cos\theta = M_1v_1 \Rightarrow \cos\theta = \frac{30\cdot 0,1}{M_3v_3}$$

E

$$M_3v_3\cdot\text{sen}\theta = M_2v_2 \Rightarrow \text{sen}\theta = \frac{20\cdot 0,2}{M_3v_3}$$

Podemos então escrever:

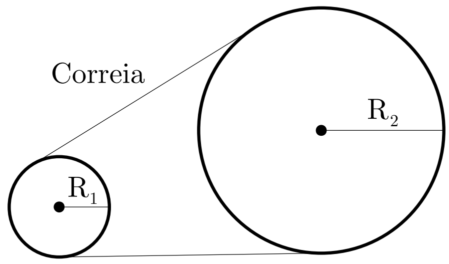
$$\text{sen}^2\theta + \cos^2\theta = 1 \Rightarrow \left(\frac{3}{M_3v_3}\right)^2 + \left(\frac{4}{M_3v_3}\right)^2 = 1$$

$$(30)^2 + (20)^2 = (M_3v_3)^2 \Rightarrow v_3 = \frac{\sqrt{25}}{0,125} \Rightarrow v_3 = 40\ \text{m/s}$$

Opção B

Questão 8

Uma máquina industrial é movida por um motor elétrico que utiliza um conjunto de duas polias, acopladas por uma correia, conforme figura abaixo. A polia de raio $R_1 = 15$ cm está acoplada ao eixo do motor e executa 3000 rotações por minuto. Não ocorre escorregamento no contato da correia com as polias. O número de rotações por minuto, que a polia de raio $R_2 = 60$ cm executa, é de



(A) 250 (B) 500 (C) 750 (D) 1000 (E) 1200

Solução:
Como não há escorregamento a velocidade linear é igual em ambas as polias, ou seja:

$$v_1 = v_2$$

Sabemos que $v = \omega r$ e que $\omega = 2\pi f$, daí:

$$2\pi f_1 \cdot R_1 = 2\pi f_2 \cdot R_2$$

$$f_2 = \frac{f_1 \cdot R_1}{R_2}$$

$$f_2 = \frac{3000 \cdot 15}{60} \Rightarrow f_2 = 750 \text{ rpm}$$

Opção C

Questão 9

Um estudante de Física, desejando medir o coeficiente de dilatação volumétrico de uma substância líquida, preenche completamente um recipiente de 400 cm^3 de volume interno com a referida substância. O conjunto encontra-se inicialmente à temperatura de equilíbrio $t_1 = 10$ °C e é aquecido até a temperatura de equilíbrio $t_2 = 90$ °C. O coeficiente de dilatação volumétrica do recipiente é $\gamma = 4,0 \cdot 10^{-5}$ $°C^{-1}$. Sabendo que houve um transbordamento de 20 cm^3 do líquido, o coeficiente de dilatação da substância líquida é de

(A) $2,25 \cdot 10^{-4}$ $°C^{-1}$
(B) $5,85 \cdot 10^{-4}$ $°C^{-1}$
(C) $6,25 \cdot 10^{-4}$ $°C^{-1}$
(D) $6,65 \cdot 10^{-4}$ $°C^{-1}$
(E) $1,03 \cdot 10^{-3}$ $°C^{-1}$

Solução:
Quando tratamos da dilatação de um líquido devemos considerar a dilatação do recipiente também. Para fazer isso enchemos um recipiente qualquer e verificamos o quanto transborda do líquido. Desta forma, sabemos que a dilatação do líquido foi

suficiente para "compensar" a dilatação do frasco e transbordar, daí podemos estabelecer a relação:

$$\Delta V_{\text{Líquido}} = \Delta V_{\text{Frasco}} + \Delta V_{\text{Transbordamento}}$$

A parcela $\Delta V_{\text{Transbordamento}}$ também é chamada de **dilatação aparente** do líquido.
Partindo desta expressão:

$$(V_0)_{\text{Líquido}} \cdot \gamma_{\text{Líquido}} \cdot \Delta\theta = (V_0)_{\text{Frasco}} \cdot \gamma_{\text{Frasco}} \cdot \Delta\theta + \Delta V_{\text{Transbordamento}}$$

$$\gamma_{\text{Líquido}} = \frac{(V_0)_{\text{Frasco}} \cdot \gamma_{\text{Frasco}} \cdot \Delta\theta + \Delta V_{\text{Transbordamento}}}{(V_0)_{\text{Líquido}} \cdot \Delta\theta}$$

$$\gamma_{\text{Líquido}} = \frac{400 \cdot 4,0 \cdot 10^{-5} \cdot (90-10) + 20}{400 \cdot (90-10)}$$

$$\gamma_{\text{Líquido}} = \frac{21,28}{32000}$$

$$\gamma_{\text{Líquido}} = 0,000665$$

$$\gamma_{\text{Líquido}} = 6,65 \cdot 10^{-4}\ °C^{-1}$$

Opção D

Questão 10

Em uma mesma pista, duas partículas puntiformes A e B iniciam seus movimentos no mesmo instante com as suas posições medidas a partir da mesma origem dos espaços. As funções horárias das posições de A e B, para S, em metros, e T, em segundos, são dadas, respectivamente, por $S_A = 40 + 0,2T$ e $S_B = 10 + 0,6T$. Quando a partícula B alcançar a partícula A, elas estarão na posição

(A) 55 m (B) 65 m (C) 75 m (D) 105 m (E) 125 m

Solução:
Como queremos saber quando B encontrará A, basta igualarmos suas funções horárias para encontrar o instante de encontro:

$$S_B = S_A$$
$$10 + 0,6T = 40 + 0,2T$$
$$0,6T - 0,2T = 40 - 10$$
$$0,4T = 30 \Rightarrow T = 75\ s$$

Substituindo T em uma das funções horárias:

$$S_A = 40 + 0,2 \cdot 75 \Rightarrow S_A = 55\ m$$

Opção A

Questão 11

Os astronautas precisam usar roupas apropriadas que exercem pressão sobre o seu corpo, pois no espaço há vácuo e, sem elas, não sobreviveriam. Para que a roupa exerça a pressão de uma atmosfera, ou seja, a pressão de 10 Pa sobre o corpo do astronauta, a intensidade da força aplicada por ela em cada 1 cm^2 da pele do astronauta, é de

(A) 10^5 N (B) 10^4 N (C) 10^{-2} N (D) 10^{-3} N (E) 10^{-5} N

Solução:
Como sabemos $1\ atm = 1 \cdot 10^5\ N/m^2$ e a pressão pode ser escrita em função da força aplicada sobre uma determinada área:

$$p = \frac{F}{A}$$

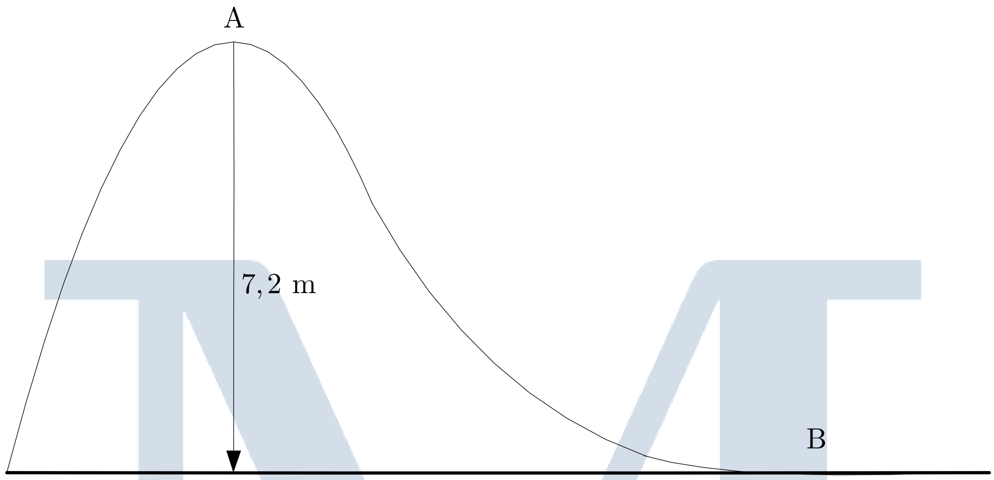
Convertendo $1\ \text{cm}^2$ para m^2 teremos $A = 1 \cdot 10^{-4}\ \text{cm}^2$. Substituindo na expressão acima e calculando F:

$$F = 1 \cdot 10^5 \cdot 1 \cdot 10^{-4} \Rightarrow F = 10\ \text{N}$$

Sem Opção

Questão 12

Um trenó, de massa M, desce uma montanha partindo do ponto A, com velocidade inicial igual a zero, conforme desenho abaixo.



Desprezando-se todos os atritos e considerando a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2, quando o trenó atingir o ponto B, que se encontra 7,2 m abaixo do ponto A, sua velocidade será de

(A) 6 m/s (B) $6\sqrt{2}$ m/s (C) 12 m/s (D) $12\sqrt{2}$ m/s (E) 144 m/s

Solução:

Como os atritos são desprezados, a energia se conserva do ponto **A** para o ponto **B**:

$$E_A = E_B$$

No ponto A só há energia potencial gravitacional, pois a velocidade inicial é **nula**. No ponto B, por sua vez, só há **energia cinética**, pois consideraremos a altura como sendo zero. Então:

$$mgh_A = \frac{m(v_B)^2}{2}$$

$$v_B = \sqrt{2gh_A} \Rightarrow v_B = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 7,2}$$

$$v_B = \sqrt{144} \Rightarrow v_B = 12\ \text{m/s}$$

Opção C