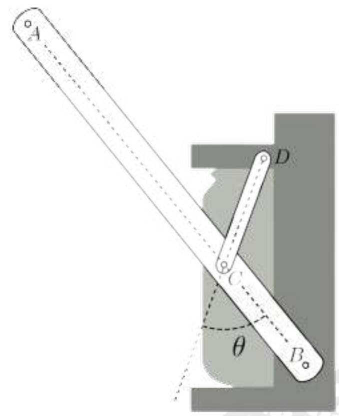
Comentário OBF 2° Fase, Nível 3

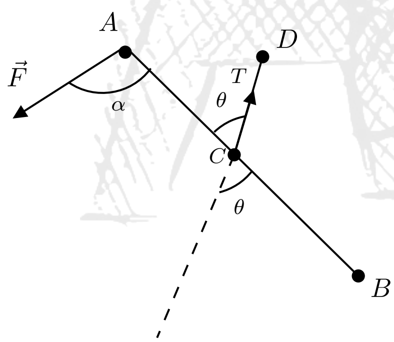
Autores: Gustavo Valente e Mychel Segrini

Questão 1. A figura abaixo à esquerda mostra um amassador de latas de refrigerante. O dispositivo pode ser fixado, por exemplo, na parede. Desta forma é possível amassar a lata sem muito esforço simplesmente puxando a alavanca para baixo. A figura abaixo à direita é uma representação esquemática do amassador visto de lado. Nessa figura, os pontos B, C e D são pinos pelos quais as peças se articulam, a distância de A a B é 55,0 cm, de B a C é 15,0 cm e o ângulo $\theta = 60°$. O dispositivo, de massa desprezível, é projetado de forma que a haste CD é submetida apenas a esforços ao longo de seu comprimento. Estime a maior força exercida no pino D, em N, quando uma pessoa aplica uma força de $100N$ no ponto A da barra AB.



Solução:

Podemos escrever o seguinte diagrama:



Temos que:

$$\sum \tau = \tau_{res}$$

Que é o torque em relação a B Podemos então escrever que:

$$F \operatorname{sen} \alpha \overline{AB} - T \operatorname{sen} \theta \overline{BC} = \tau_r$$

$$T = \frac{F \operatorname{sen} \alpha \cdot \overline{AB} - \tau_r}{\operatorname{sen} \theta \cdot \overline{BC}}$$

Sabemos que T é o módulo da força no ponto D. Para que ela seja máxima, precisamos da condição do torque resultante igual a 0. Para achar a condição de máximo, percebemos que o ângulo α deve ser 90, para que seu seno seja igual a 1.

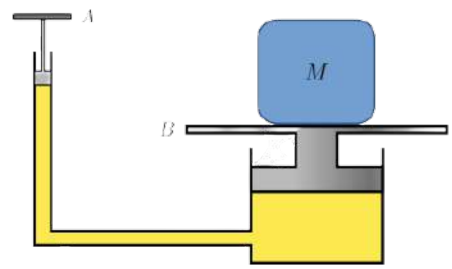
Com isso, temos que:

$$T = \frac{F \cdot \overline{AB}}{\overline{BC} \cdot \operatorname{sen}\theta} = \frac{100 \cdot 55}{15 \cdot 0.85}$$

Logo, chegamos que:

$\boxed{\text{T} \approx 431.4N}$

Questão 2. Em uma oficina utiliza-se um dispositivo hidráulico para elevar algumas peças. O dispositivo é formado por dois pistões que estão acoplados a cilindros que se comunicam e estão preenchidos com óleo, confomr ilustrado na figura, fora de escala. Os cilindros acoplados aos pistões A e B têm, respectivamente, raios $r_a = 10,0cm$, e $r_b = 60,0cm$.



Sem a presença do bloco de massa M na plataforma B, o sistema está em equilíbrio. É necessário aplicar uma força vertical F=200N no pistão A para elevar o bloco apoiado na plataforma B com velocidade constante. Determine:

(a) A massa M, em kg, do bloco.

(b) A variação da energia potencial do bloco, em J, quando o pistão A desce 0,50cm

Solução:

(a) Podemos escrever a equação da continuidade do sistema, dizendo que a razão entre as forças e as áreas dos tubos cilíndricos é constante:

$$\frac{P_b}{A_b} = \frac{F}{A_a}$$

Sendo P_b o peso do bloco.

Substituindo os valores dados:

$$\frac{M \cdot 10}{\pi r_b^2} = \frac{F}{\pi r_a^2}$$

$$\frac{M \cdot 10}{0.6^2} = \frac{200}{0.1^2}$$

Realizando as operações e isolando o valor de M, encontramos que:

$\boxed{\text{M} = 720\text{kg}}$

(b) A variação do potencial no bloco, será devido à mudança de altura, logo, por conservação do volume podemos achar a altura que o bloco subiu:

$$h_a A_a = h_b A_b$$

substituindo pelos valores fornecidos, encontraremos que:

$$h_b = \frac{5}{36} 10^{-3}$$

então a variação de energia potencial será:

$$\Delta U = Mgh_b = 720.10.\frac{5}{36}10^{-3} = 1J$$

$\boxed{\Delta U = 1J}$

Questão 3. Durante um jogo de Futebol Americano um jogador cuja massa é $90,0$ kg salta em direção a um jogador adversário, inicialmente em repouso, atingindo-o com uma velocidade de $7,20$ m/s. Eles se seguram e passam a se mover com uma velocidade de $3,00$ m/s. As velocidades antes e depois da colisão possuem mesma direção e sentido. Despreze as perdas com as interações com o gramado.

a) Qual a massa, em kg, do jogador adversário?

b) Qual a perda de energia mecânica na colisão, em J?

Solução:

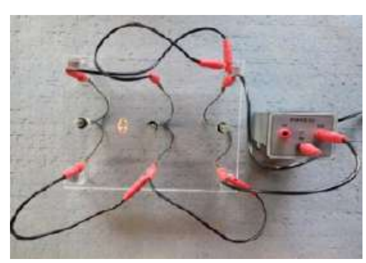
a) Denotando $m_1 = 90$ Kg, $v_1 = 7,2$ m/s e $v_2 = 3$ m/2:

$$m_1 v_1 = (m_1 + m_2)v_2$$
$$m_2 = m_1(\frac{v_1}{v_2} - 1)$$
$$m_2 = 90(\frac{7,2}{3} - 1)$$
$$\boxed{m_2 = 126 \text{ Kg}}$$

b) Basta fazer $\Delta E = E_{final} - E_{inicial}$

$$\Delta E = \frac{(m_1 + m_2)v_2^2}{2} - \frac{m_1 v_1^2}{2}$$
$$\Delta E = \frac{216 \cdot 9}{2} - \frac{90 \cdot 51,84}{2}$$
$$\boxed{\Delta E = -1360,8 \text{ J}}$$

Questão 4. Utilizando-se três lâmpadas incandescentes iguais, de filamentos ôhmicos com resistência igual a 22Ω, e uma fonte de 12V e resistência interna r. montou-se o circuito montado na figura abaixo:



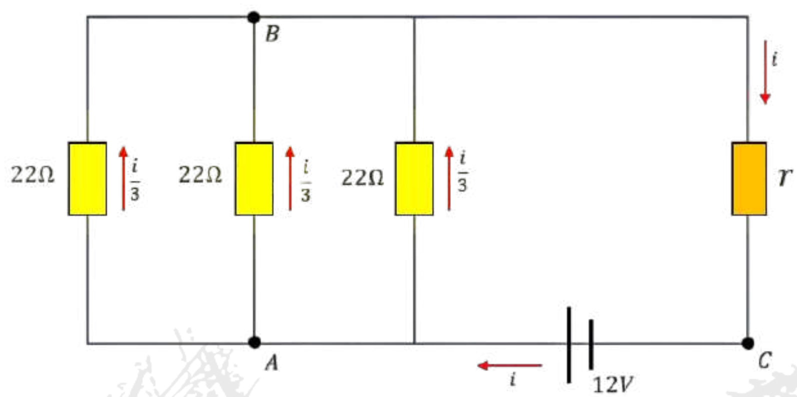
Quando todas as lâmpadas estão acesas, sabe-se que cada uma dissipa uma potência de 5,50 W. Determine:

(a) A resistência interna r da fonte em Ω

(b) A potência total dissipada pelas lâmpadas remanescentes, em W, quando uma delas estiver queimada.

Solução:

(a) Podemos desenhar o circuito da seguinte forma:



Se convencionamos o ponto A com potencial $V_A = 0$, o ponto B terá, consequentemente, $V_B = -\frac{22i}{3}$ pela Lei de Ohm. Por consequência, no ponto C, $V_c = -i(\frac{22}{3} + r)$. Daí, obtemos nossa primeira equação:

$$12 - i(\frac{22}{3} + r) = 0$$

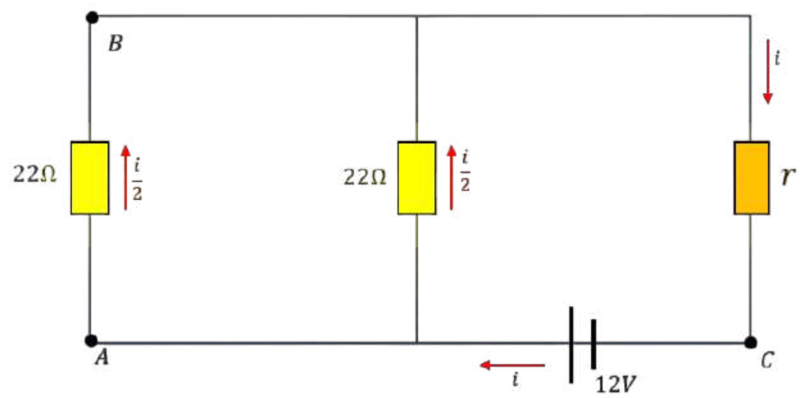
Porque a fonte adiciona $12V$, levando ao potencial do ponto A. Essa é a famosa Lei de Kirchoff das Malhas. Pegando qualquer um dos resistores em amarelo, usamos a potência dissipada para uma outra equação:

$$P = \frac{i}{3} \cdot \epsilon$$
$$P = \frac{i^2 \cdot 22}{9} = 5,5$$
$$i^2 \cdot 22 = 49,5$$
$$i = \frac{3}{2}A$$

Daí, basta substituir na primeira equação.

$$\frac{22}{3} + r = \frac{12}{\frac{3}{2}}$$
$$\boxed{r = \frac{2}{3}\Omega}$$

(b) O circuito será parecido:



E, consequentemente, o raciocínio será o mesmo e as equações serão análogas:

$$12 = i(\frac{22}{2} + r)$$
$$i = \frac{12}{11 + \frac{2}{3}}$$
$$i = \frac{36}{35}A$$

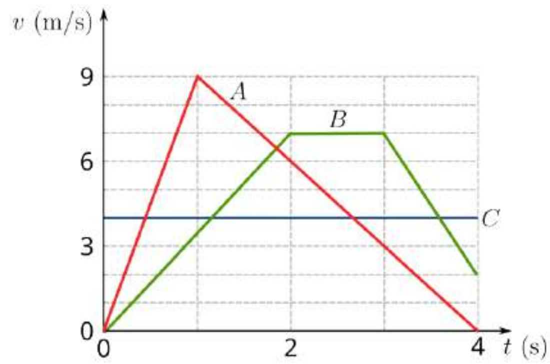
A potência de uma lâmpada, analogamente, será:

$$P_1 = \frac{22i^2}{4}$$
$$P_1 = \frac{22 \cdot 36^2}{4 \cdot 35^2}$$
$$P_1 = 5,81W$$

Multiplicando por dois para abranger a potência das duas lâmpadas:

$$\boxed{P = 11,62W}$$

Questão 5. O movimento de três partículas A, B e C em movimento retilíneo é monitorado em um laboratório didático. Os gráficos de suas velocidades em função do tempo são mostrado na figura abaixo.



Considerando o intervalo de tempo entre 0 e 4 s, determine:

a) A distância percorrida, em m, da partícula que realizou o maior deslocamento.

b) O menor valor da aceleração instantânea, em m/s^2, experimentado por qualquer uma das partículas.

Solução:

a) A distância percorrida por qualquer uma das partículas é numericamente igual a área abaixo do gráfico da velocidade de cada uma delas. Basta calculá-las:

i) Para a partícula a, a área abaixo do gráfico é um triângulo:

$$\Delta S_a = \frac{\text{base} \cdot \text{altura}}{2} = \frac{4 \cdot 9}{2} = 18\text{m}$$

ii) Para a partícula b, a área abaixo do gráfico é um triângulo de $x = 0$m até $x = 2$m, um retângulo de $x = 2$m até $x = 3$m e um trapézio de $x = 3$m até $x = 4$m:

$$\Delta S_b = \frac{7 \cdot 2}{2} + 1 \cdot 7 + \frac{(7+2) \cdot 1}{2}$$
$$\Delta S_b = 7 + 7 + 4,5$$
$$\Delta S_b = 18,5\text{m}$$

iii) Para a partícula c, a área abaixo do gráfico é apenas um retângulo:

$$\Delta S_c = 4 \cdot 4 = 16\text{m}$$

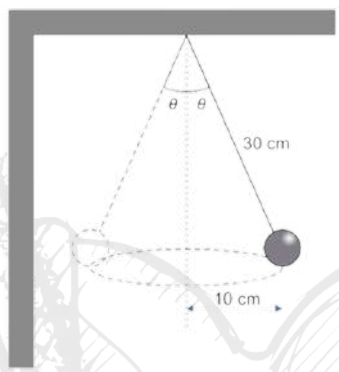
Conclui-se então, que a partícula que mais andou foi a partícula b.

$$\boxed{\Delta S_b = 18,5\text{m}}$$

b) Aceleração é a variação da velocidade. Em qualquer uma das retas, podemos escrever $v = at + v_0$, em que a aceleração é o coeficiente angular. Dessa forma, basta procurarmos a reta que tem o menor coeficiente angular, que, pelo gráfico, é claramente a última reta do gráfico da velocidade de b. Daí, basta calcular sua inclinação:

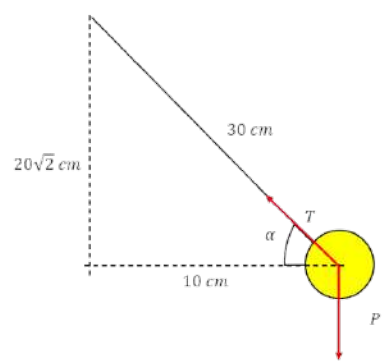
$$a = \frac{\Delta v}{\Delta v}$$
$$a = \frac{7-2}{3-4}$$
$$\boxed{a = -5 \text{ m/s}^2}$$

Questão 6. Um esfera de 500 g de massa está presa a um fio inextensível de 30, 0 cm de comprimento. Ela é posta para girar com velocidade angular constante de 15, 0 rad/s em uma trajetória circular horizontal de raio 10, 0 cm, conforme ilustrada na figura ao lado. Nessas condições, qual o valor da tensão do fio, em N?



Solução:

Podemos converter os valores dados $m = 0,5\text{Kg}$ e $R = \frac{1}{10}\text{m}$. Essa questão provavelmente será anulada, pois admite dois resultados dependendo do modo com que a resolvamos. Veja o diagrama de forças:



Você pode achar o $20\sqrt{2}$cm apenas com Pitágoras. A partir daí:

i) Olhando para as forças na vertical, a componente vertical da tração deve equilibrar o peso:

$$T \operatorname{sen} \alpha = mg$$

$$T \cdot \frac{2\sqrt{2}}{3} = mg$$

$$T = \frac{3\sqrt{2}mg}{4} = \frac{3 \cdot 1,4 \cdot 0,5 \cdot 10}{4}$$

$$\boxed{T = 5,25\text{N}}$$

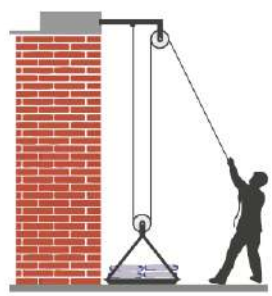
ii) Na horizontal, a componente horizontal da tração deve agir como força centrípeta no MCU:

$$T \cos \alpha = m\omega^2 R$$

$$T \cdot \frac{1}{3} = \frac{0,5 \cdot 15^2}{10}$$

$$\boxed{T = 33,75N}$$

Questão 7. Um ajudante de pedreiro utiliza um sistema de roldanas para elevar sacos de argamassa de 20,0 kg cada, conforme mostra a figura ao lado. Note que a roldana superior é fixa e a inferior é móvel. Considere que o ajudante tem uma massa de 85 kg e o equipamento (plataforma de apoio da carga, roldanas, cordas) tem massa desprezível. Determine:

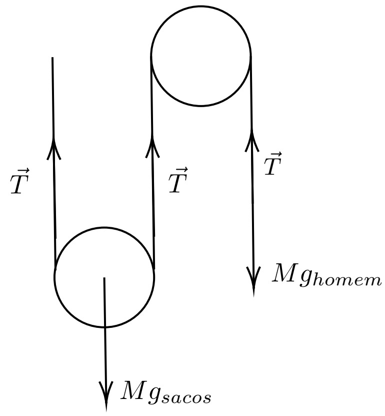


(a) O número máximo de sacos de argamassa que ele consegue levantar.

(b) A intensidade da força, em N, que o ajudante aplica no solo quando está elevando o número máximo de sacos com velocidade constante.

Solução:

Primeiramente, podemos perceber que a situação máxima ocorre quando a tração exercida na corda é igual ao peso do homem, e que nessa situação o homem está perpendicular à polia:



$$2T = P_{saco} \rightarrow T = \frac{P_{saco}}{2}$$

Mas na situação limite:

$$T = P_{homem}$$

(a) Da situação limite, podemos escrever:

$$P_{homem} = 85 \cdot 10 = 850N$$

Como o sistema possui uma polia móvel, temos que considerar o vínculo geométrico do sistema. A tração exercida na polia móvel terá o dobro da força exercida na polia anterior. Considerando esse vínculo na tração em que os sacos estarão, e do enunciado, sabendo que um saco pesa 200kg, podemos escrever que:

$$2 \cdot 850 = n \cdot 200$$

$$n = 8.5$$

Ou seja, o número máximo de sacos inteiros que ele consegue levantar é **8**

(b) Na situação limite, o homem estará puxando o equivalente ao caso máximo que são 8 sacos inteiros, que têm uma massa de 80kg. O homem estará puxando 800N, porém seu peso é de 850N, resultando numa força de reação de **50N** perpendicular ao solo.

Questão 8. Em um laboratório didático há 5 pequenas esferas condutoras A, B , C, D e E, idênticas que podem ou não estar eletrizadas. As esferas estão distantes e em todo o experimento são mantidas isoladas. Realiza-se um experimento que consiste em aproximar as esferas, duas a duas, impedindo que troquem carga e mantendo as demais distantes. Inicialmente se aproxima a esfera A das demais esferas, e observa-se que a interação é atrativa quando A se aproxima de B, C ou E e é repulsiva quando A se aproxima de D. Depois, observa-se que a esfera C atrai as esferas D e E. Finalmente, observa-se que a esfera B atrai as esferas C e D, mas repele a esfera E. Determine:

(a) Quantas esferas possuem carga positiva?

(b) Quantas esferas descarregadas?

(c) Quantas esferas possuem carga negativa?

Solução:

Pela situalçao descrita no problema, podemos tirar as seguintes conclusões:

- A deve ter o mesmo sinal que D, pois se repelem
- C deve ser neutra
- B deve ter o mesmo sinal de E, pois se repelem
- A e B devem ter sinais contrários, por se atraírem

Logo, segundo a situação descrita no enunciado:

(a) 2

(b) 1

(c) 2