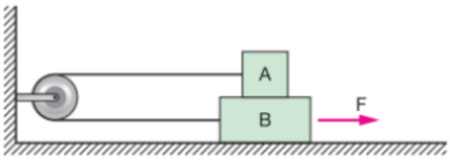
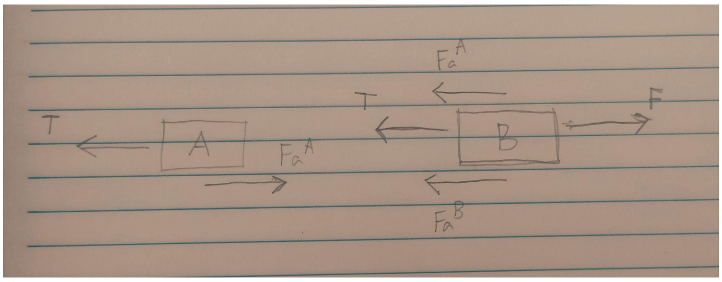
FÍSICA I - P2

Aluno(a): Luis Resende Silva
Matrícula: 220037094

1. **Blocos A e B na iminência de movimento**



Para que haja o equilíbrio nos dois blocos, os somatórios das forças em cada bloco nas direções horizontal e vertical devem ser nulos.



Bloco A

Vertical $N_A - P_A = 0$

Horizontal $F_a^A - T = 0$

Bloco B

Vertical $N_B - (P_A + P_B) = 0$

Horizontal $F - T - F_a^A - F_a^B = 0$

Pode-se isolar N_B, T, N_B, F da seguinte maneira:

$$N_a = P_a$$

$$T = F_a^A$$

$$N_b = (P_A + P_B)$$

$$F = T - F_a^A - F_a^B$$

A fórmula da força de atrito (Fa) é:

$$F_a = N\mu$$

Onde N é a força normal que a superfície faz no objeto em Newtons e μ é o coeficiente de atrito estático. Assim,

$$F_a^A = N_A\mu \quad \text{e} \quad F_a^B = N_B\mu$$

Substituindo as expressões encontradas para N_A e N_B em F_a^A e F_a^B:

$$F_a^A = P_A\mu \quad \text{e} \quad F_a^B = (P_A + P_B)\,\mu$$

Substituindo essas expressões e a expressão de T em F:

$$F = P_A\mu + P_A\mu + (P_A + P_B)\mu \quad \Rightarrow \quad F = 2P_a\mu + (P_A + P_B)\mu$$

$$F = (3P_A + P_B)\ \mu$$

O peso de cada bloco ($P_A\ e\ P_B$) são dados por:

$$P_A = m_A g \quad \text{e} \quad P_B = m_B g$$

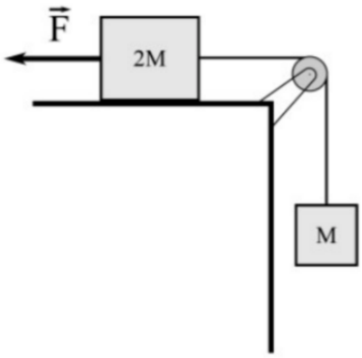
Substituindo na expressão de F:

$$F = \mu g(3m_a + m_b) = 0,25\ .\ 9,8\ .\ (3\ .\ 5\ Kg\ +\ 8\ Kg)$$

$$F = 56,4\ N$$

2. **Blocos de massa M e $2M$**

$$m_1 = 2m_2 = 2M = 3\ Kg \qquad F = 40\ N$$



Os dois objetos estão conectados pelo fio, portanto os dois terão a mesma aceleração.

$$a1 = a2 = a$$

Os pesos dos objetos 1 e 2 são respectivamente:

$$P_1 = m_1 g = 2Mg \quad \text{e} \quad P_2 = m_2 g = Mg$$

Para o movimento do bloco 1 na vertical sabe-se que a força normal (N) da superfície no bloco é igual a seu peso (P_1) e portanto a resultando nessa direção (R_1^y)será nula.

$$R_1^y = N - P1 = 0 \quad \Rightarrow \quad N = P1 = 2Mg$$

Aplicando a 2ª lei de Newton para o movimento do bloco 1 na horizontal:

$$F - T = m1.a \quad \Rightarrow \quad F - T = 2.M.a \quad (1)$$

O bloco 2 só possui forças atuando na vertical. Aplicando a 2ª lei de Newton

$$T - P_2 = Ma$$

Multiplicando os dois lados da equação por “2” e substituindo a expressão de P_2:

$$2T - 2Mg = 2Ma$$

Substituindo $2Ma$ na equação (1) pelo lado esquerdo da equação acima:

$$F - T = 2T - 2Mg \quad \Rightarrow \quad 3T = F + 2Mg$$

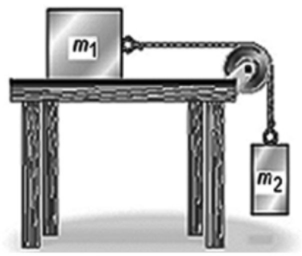
$$T = \frac{F + 2Mg}{3}$$

$$T = \frac{40\,N + 2\,.\,1{,}5\,Kg\,.\,9{,}8\,m/s^2}{3}$$

$$T = 23,13\,N$$

3. **Tensão no fio blocos de massas m1 e m2**

A aceleração dos dois blocos deve ser mesma, então:



$$a_1 = a_2 = a$$

A resultante das forças atuando no bloco 1 deve ser igual ao produto da massa do bloco 1 e de sua aceleração, de acordo com a 2ª lei de Newton. A única força atuando no bloco 1 é a tensão (T) da corda, portanto:

$$T = m_1 a \quad \text{e} \quad a = \frac{T}{m_1}$$

A resultante das forças atuando no bloco 2 deve ser igual ao produto da massa do bloco 2 e de sua aceleração, de acordo com a 2ª lei de newton. As forças atuando no bloco 2 são seu peso ($P2$) a tensão (T) da corda, portanto:

$$P_2 - T = m_2 a$$

Substituindo a expressão para "a" na equação acima e considerando que $P_2 = m_2 g$ obtemos,

$$P_2 - T = \frac{m_2}{m_1}T \quad \Rightarrow \quad m_2 g - T = \frac{m_2}{m_1}T \quad \Rightarrow \quad T = m_2 g\left(\frac{m_2}{m_1} + 1\right)^{-1}$$

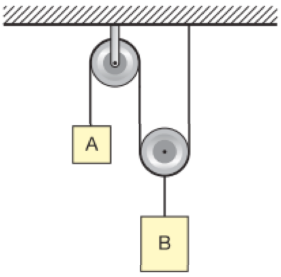
Uma vez que o valor das duas massa deve ser positivo:

$$\frac{m_2}{m_1} > 0 \quad \Rightarrow \quad \left(\frac{m_2}{m_1} + 1\right) > 1$$

Portanto, "T" será igual a "$m_2 g$" dividido por um número maior que 1. Logo, "T" será menor que "$m_2 g$".

4. **Polia Dupla**

A seguir, determina-se a relação entre a aceleração dos blocos.



Para qualquer intervalo de tempo Δt, a distância percorrida pelo bloco A deve ser o dobro da distância percorrida pelo bloco 2.

$$d_A = 2d_B$$

Dividindo os dois lados pela variação do tempo Δt obtemos a relação entre as velocidades em um instante qualquer.

$$\frac{d_A}{\Delta t} = 2\frac{d_B}{\Delta t} \quad \Rightarrow \quad v_A = 2v_B$$

Dessa forma, a relação entre as variações de velocidade dos dois blocos será sempre:

$$\Delta v_A = 2\Delta v_B$$

Dividindo os dois lados pela variação do tempo Δt, obtemos a relação entre a aceleração dos dois blocos.

$$\frac{\Delta v_A}{\Delta t} = 2\frac{\Delta v_B}{\Delta t} \quad \Rightarrow \quad a_A = 2a_B$$

Ambos os corpos possuem somente forças verticais atuando sobre eles. Aplicando a 2ª lei de Newton para os movimentos na vertical dos dois corpos

$$T - P_A = m_A a_A \qquad (Eq.\ 1)$$

$$P_B - 2T = m_B a_B \qquad (Eq.\ 2)$$

Substituindo a_A por $2a_B$ na $Eq.$ 1e multiplicando os dois lados da equação por 2 obtemos,

$$2T - 2P_A = 4m_A a_B \qquad (Eq.\ 3)$$

Somando as $Eq.$ 2 e $Eq.$ 3 :

$$P_B - 2P_A = 4m_A a_B + m_B a_B \quad \Rightarrow \quad P_B - 2P_A = a_A(4m_A + m_B)$$

$$a_B = \frac{P_B - 2P_A}{(4m_A + m_B)} = g\frac{m_B - 2m_A}{(4m_A + m_B)}$$

$$a_B = 9,8\, m/s^2 \frac{1,5\, Kg - 2\, .\, 3\, Kg}{(4\, .\, 3\, Kg + 1,5\, Kg)} \quad \Rightarrow \quad a_B = 1\, m/s^2$$

Logo,

$$a_A = 2a_B \quad \Rightarrow \quad a_A = 2\, m/s^2$$

5. **Prego**

$$F_c = 51\, N \quad m = 20\, Kg \quad L = 1,3\, m$$

O raio do movimento circular é igual ao comprimento L do fio.

$$R = L = 1,3\, m$$

Para encontrar o módulo da velocidade linear (V) de rotação pode-se aplicar a fórmula da força centrípeta (F_c) do movimento circular.

$$F_c = \frac{mV^2}{R} \qquad F_c = \frac{mV^2}{L}$$

onde "m" é a massa do objeto em Kg, "V" o módulo da velocidade do objeto em (m/s), "R" o raio da trajetória e "Fc" a força centrípeta do movimento, nesse caso a tensão no fio.

Já que todas as demais variáveis são conhecidas, pode-se isolar a velocidade linear e calcular seu valor.

$$V = \left(\frac{F_c L}{m}\right)^{1/2} = \left(\frac{51\, N\, .\, 1,3\, m}{23\, Kg}\right)^{1/2}$$

$$V = 1,69\, m/s$$

O tempo (t) para um volta está relacionado à velocidade linear (V) e ao comprimento (d) da trajetória circular e pode ser isolado da seguinte forma:

$$V\frac{d}{t} \quad \Rightarrow \quad t = \frac{d}{V}$$

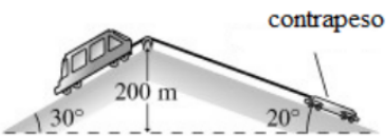
O comprimento (d) de uma trajetória circular de raio (R) conhecido é:

$$d = 2\pi R = 2\pi L$$

Substituindo "d" na expressão para "t" obtemos

$$t = \frac{2\pi L}{V} \qquad t = \frac{2\pi \,.\, 1{,}3\ m}{1{,}69\ m/s} \qquad t = 4,81\ s$$

6. **Teleférico**



Para descer à velocidade constante, é necessário que a força resultante sobre o teleférico seja nula. Portanto, a força de frenagem deve ser igual ao somatório das demais forças que atuam no objeto na direção do movimento (Inclinação do plano)

O peso do objeto 1 (P_1) pode ser calculado pelo produto da massa do objeto 1 (m_1) com a gravidade. O mesmo pode ser dito para o peso do objeto 2.

$$P_1 = m_1 g \qquad P_2 = m_2 g$$

O peso do objeto 1 pode ser decomposto em duas componentes ortogonais, uma paralela (P_1^x) e outra perpendicular (P_1^y)à direção do movimento do objeto 1.

$$P_1^x = P_1 cos(60°) \qquad P_1^y = P_1 sen(60°)$$

O mesmo pode ser feito para o objeto 2

$$P_2^x = P_2 cos(70°) \qquad P_2^y = P_2 sen(70°)$$

As forças atuando no objeto 2 na direção de seu movimento são a componente P_2^x de seu peso e a tensão (T) na corda. Aplicando o diagrama de forças nessa direção para o objeto 2 temos que

$$T = P_2^x = P_2 cos(70°) = m_2 g cos(70°)$$

As únicas forças atuando no objeto 1 na direção perpendicular ao seu movimento são a componente P_1^y do seu peso e a força normal ao plano (T). Para que o objeto possua velocidade constante a força resultante nessa direção (R_1^y) deve ser nula, portanto

$$R_1^y = P_1^y - N_1 = 0$$

O mesmo raciocínio é válido para o objeto 2.

$$R_2^y = P_2^y - N_2 = 0$$

As forças atuando no objeto 1 na direção de seu movimento são a componente P_1^x de seu peso P_1, a tensão (T) na corda e a força de frenagem (F_f). Entretanto, para que a velocidade seja constante a resultante das forças nessa direção (R_1^x) deve ser nula,

$$R_1^x = P_1^x - T - F_f = 0$$

Isolando a força de frenagem (Ff)

$$F_f = P_1^x - T$$

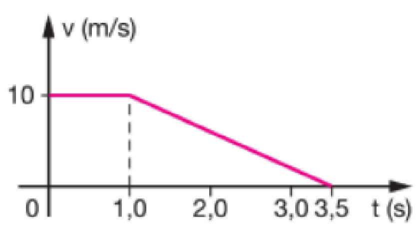
Substituindo as expressões de P_1^x e T, obtemos,

$$F_f = m_1 . g . cos(60°) - m_2 . g . sen(60°)$$

$$F_f = 2000\, Kg\, .\; 9,81\, m/s^2 .\; cos(60°) - 1800\, Kg\, .\; 9,81\, m/s^2 .\; sen(60°)$$

$$F_f = 3766.76\, N$$

7. **Caminhão**



No gráfico, observa-se que após o início da frenagem a velocidade do caminhão vai de 10 m/s (V_i) no instante de tempo (t_i) igual a 1 segundo à velocidade de 0 m/s (V_f) no instante (t_f) igual às 3.5 segundos. A aceleração do objeto pode ser entendida como a razão da variação da velocidade e da variação do tempo. Portanto:

$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{V_f - V_i}{t_f - t_i} = \frac{0\, m/s - 10\, ms}{3{,}5\, s - 1\, s} = -\ 4\, m/s^2$$

Para descobrir a força atuando no objeto pode-se aplicar a segunda lei de Newton.

$$F\ =\ ma\ =\ 100\, Kg\ .\ 9,8\, m/s^2 \quad \Rightarrow \quad F\ =\ -\ 400\, N$$

A força atuando no objeto alterando sua velocidade é a força de atrito. Para determinar se o objeto vai deslizar é necessário calcular a força máxima de atrito estático para a situação. O objeto deslizará se a força necessária para gerar a aceleração encontrada for maior que a força máxima de atrito estático, que é dada por

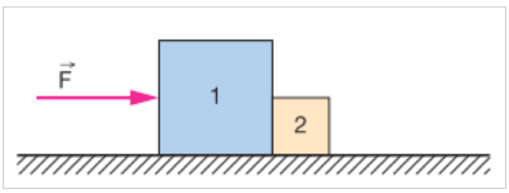
$$F_a\ =\ N\mu\ =\ mg\mu \quad \Rightarrow \quad F_a\ =\ 100\, Kg\ .\ 9,8\, m/s^2.\ 0,5$$

$$F_a\ =\ 490,5\, N$$

Onde N é a força normal que a superfície faz no objeto em Newtons, m é a massa do objeto em Kg, g a aceleração da gravidade em m/s² e μ o coeficiente de atrito estático máximo.

Uma vez que $F\ <\ Fa$ o objeto não deslizará.

8. Blocos 1 e 2 encostados



Os dois objetos vão possuir a mesma aceleração. Aplicando a segunda lei de Newton para as duas massas e isolando a aceleração temos que

$$a\ = \frac{F}{M_1 + M_2}$$

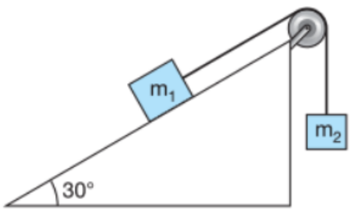
Observando o diagrama de forças do objeto de menor massa, tem-se que a única força presente é a que o objeto de maior massa faz sobre ele (F_{12}). Aplicando a 2ª lei de Newton para o objeto de menor massa:

$$F_{12} = M_2 a \quad \Rightarrow \quad F_{12} = \frac{M_2 F}{M_1 + M_2} \quad \Rightarrow \quad F_{12} = \frac{1\,Kg\,.\,20\,N}{4\,Kg + 1\,Kg}$$

$$F_{12} = 4\,N$$

A direção da força que o bloco 1 faz sobre o bloco 2 é a horizontal e o sentido é para a direita.

9. Plano Inclinado com roldana



Se o objeto 2 parte do repouso, a força resultante (R_2) sobre ele deve ser nula, portanto a tensão (T) no fio deve ser igual ao seu peso uma vez que

$$R_2 = T - P_2 = 0$$

Então

$$T = P_2 = m_2 g$$

O peso do objeto 1 (P_1) no plano inclinado pode ser decomposto em suas componentes ortogonais paralela (P_x) e perpendicular (P_y) à direção do plano. A componente perpendicular (P_y) terá módulo igual ao da força normal (N) e a resultante nessa direção será nula. Na direção paralela ao plano:

$$P_x = m_1 g\, sen(30°)$$

As forças atuando nessa direção são a componente$P_x$do peso do objeto 1, a tensão (T) do fio e a força de atrito (F_a). A resultante nessa direção, portanto, deve ser:

$$R = P_x - F_a - T$$

Se a força de atrito for menor que a força de atrito estático máxima, o objeto terá força resultante nula pois a força de atrito será igual ao somatório das demais forças.

Assim,

$$R = 0 \quad \Rightarrow \quad P_x - F_a - T = 0 \quad \Rightarrow \quad F_a = P_x + T$$

Substituindo as expressões de P_x e T,

$$F_a = m_1 g\, sen(30°) - m_2 g \quad \Rightarrow \quad F_a = 100\, Kg\, .\, 9,81\, m/s^2 .\, sen(30°)$$

$$F_a = 253,1\, N$$

A força normal no objeto 1 é igual à componente do peso perpendicular ao plano em módulo mas oposta em sentido.

$N_1 = P_y = m_1 g\, cos(30°)$

Para que o objeto deslize, é necessário que a força de atrito seja maior que a força de atrito estático máxima, que é dada por

$$F_a^{max} = N_1 \mu \quad \Rightarrow \quad F_a^{max} = m_1 g\, cos(30°)\, \mu \quad \Rightarrow \quad F_a^{max} = 100\, Kg\, .\, 9,8\, m/s^2 .\, cos(30°)\, .\, 0,3$$

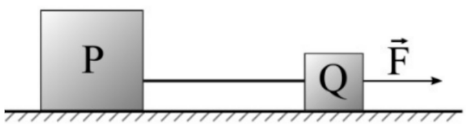
$$F_a^{max} = 254,87\, N$$

Como $F_a < F_a^{max}$,

$$F_a = P_x + T \quad \Rightarrow \quad R = 0$$

A força resultante no objeto será nula, portanto ele não desliza.

10. Blocos P e Q



A aceleração dos dois blocos deve ser a mesma. A única força horizontal atuando no bloco P é a tensão no fio. Aplicando a 2ª lei de Newton:

$T = m_p a$

Observa-se que o sentido da tração sobre o bloco P é positivo uma vez que o sentido da aceleração a do bloco P é positiva.

As forças horizontais atuando no bloco Q são a força F e a tensão no fio. Aplicando a 2ª lei de Newton e isolando T:

$$F - T = m_q a \quad \Rightarrow \quad T = F - m_q a$$

Como o módulo da força F e o produto $m_q a$ são ambos positivos,

$$F - m_q a < F$$

Portanto,

$$T < F$$