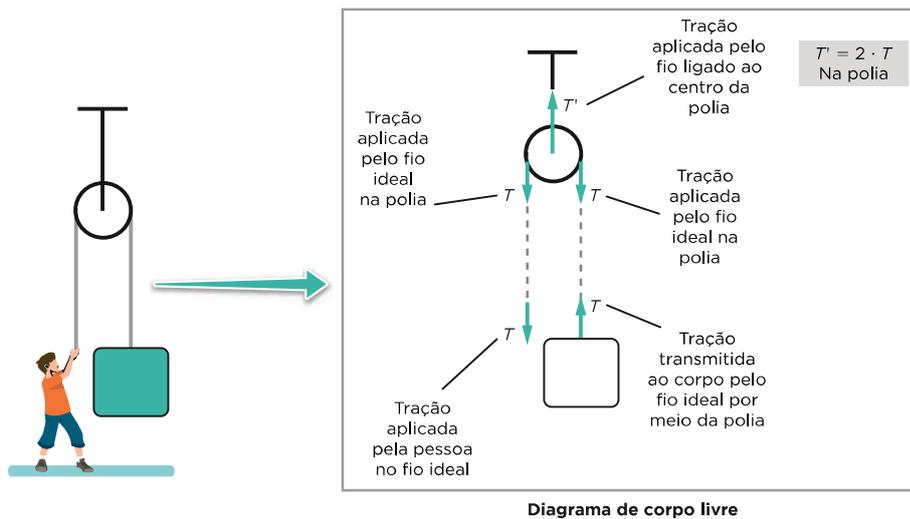


1.4 Polias ideais

São elementos utilizados para alterar a direção de um fio, mas sem alterar a intensidade da tração aplicada por esse fio. Por estarem normalmente ligadas a mais de um fio, as polias podem ser utilizadas para mudar a intensidade da força por elas transmitidas, como indicado na imagem a seguir:

Forças aplicadas nas polias ideais



FICOU INTERESSADO NO ASSUNTO?
 Amplie seus conhecimentos acessando a videoaula.

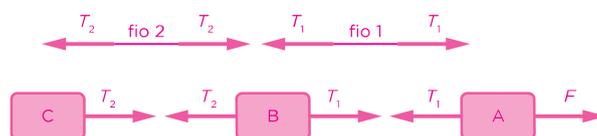
APRIMORANDO HABILIDADES

Aula 19

- 1 Três corpos idênticos A, B e C são colocados sobre um apoio horizontal e interligados por fios ideais. Inicialmente, o conjunto se encontra em repouso quando, num certo instante, é aplicada força de intensidade 120 N no corpo A. Sendo 20 kg a massa de cada corpo, pede-se:



- a) Represente por meio de um esquema as forças aplicadas em cada corpo (A, B e C) e em cada fio (1 e 2) na direção horizontal.



APRIMORANDO HABILIDADES

- » b) Calcule a intensidade de cada uma das forças assinaladas no item anterior.

Como não há atrito, o conjunto acelera para a direita, logo, a resultante em cada corpo também será para a direita. Assim, aplica-se o princípio fundamental da Dinâmica para cada um dos corpos:

$$\text{Corpo A: } F - T_1 = m_A \cdot |a|$$

$$\text{Corpo B: } T_1 - T_2 = m_B \cdot |a|$$

$$\text{Corpo C: } T_2 = m_C \cdot |a|$$

Substituindo os valores numéricos citados no enunciado, obtém-se o sistema de equações:

$$120 - T_1 = 20 \cdot |a|$$

$$T_1 - T_2 = 20 \cdot |a|$$

$$T_2 = 20 \cdot |a|$$

Resolvendo o sistema, obtemos:

$$|a| = 2 \text{ m/s}^2; T_1 = 80 \text{ N}; T_2 = 40 \text{ N}$$

- c) Caso os fios ideais fossem trocados por dinamômetros ideais, qual seria a indicação de cada um deles?

Consideramos que os dinamômetros D_1 e D_2 substituem os fios 1 e 2, respectivamente. Os dinamômetros indicam a força que eles transmitem. Logo:

- Intensidade da força transmitida por $D_1 \Rightarrow T_1 = 80 \text{ N}$
- Intensidade da força transmitida por $D_2 \Rightarrow T_2 = 40 \text{ N}$

- d) Caso os fios ideais fossem trocados por molas ideais de constante elástica $k = 2000 \text{ N/m}$, qual seria a deformação em metros de cada uma delas?

A intensidade da força que deforma a mola é a intensidade da força transmitida por ela. Logo:

$$T_1 = F_1 = k \cdot x_1 \Rightarrow 80 = 2000 \cdot x_1 \therefore x_1 = 0,04 \text{ m ou } 4 \text{ cm}$$

$$T_2 = F_2 = k \cdot x_2 \Rightarrow 40 = 2000 \cdot x_2 \therefore x_2 = 0,02 \text{ m ou } 2 \text{ cm}$$

- 2 Carlos e Mariana estão prestes a disputar um cabo de guerra. O jogo consiste em ambos puxarem, em direções opostas, uma corda que nesse caso pode ser admitida como ideal (sua massa é muito menor que a dos corpos). A disputa é vencida por quem conseguir puxar a corda deslocando o oponente por determinada distância.



- a) Considere o momento em que o jogo está empatado, ou seja, o sistema está em equilíbrio. Nesse instante, a intensidade da força que Carlos aplica na corda é 200 N constante. Nesse caso, a intensidade da força que Mariana aplica na corda será maior, menor ou igual a 200 N ?

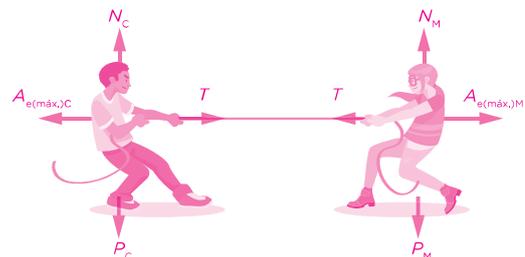
As forças aplicadas no fio são:



Como o fio é ideal: $T_C = T_M = 200 \text{ N}$

- b) Sendo: coeficiente de atrito entre o solado do sapato de Carlos e o chão, $\mu_{eC} = 0,5$; coeficiente de atrito entre o solado do calçado de Mariana e o solo, $\mu_{eM} = 0,9$; massa de Carlos, $m_C = 70 \text{ kg}$; massa de Mariana, $m_M = 50 \text{ kg}$, e sabendo que ambos os corpos estão inicialmente em repouso, pergunta-se: caso ambos aumentem a intensidade da força aplicada na corda gradativamente, qual das duas pessoas escorregará primeiro, perdendo o cabo de guerra?

As forças aplicadas em Carlos e Mariana podem assim ser representadas:



Como a resultante na direção vertical é zero:

$$N_M = P_M = 500 \text{ N}$$

$$N_C = P_C = 700 \text{ N}$$

Cálculo do atrito estático máximo em ambos:

$$A_{e(máx.)M} = \mu_e \cdot N_M \Rightarrow A_{e(máx.)M} = 0,9 \cdot 500 \therefore A_{e(máx.)M} = 450 \text{ N}$$

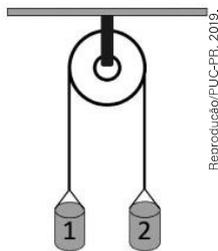
$$A_{e(máx.)C} = \mu_e \cdot N_C \Rightarrow A_{e(máx.)C} = 0,5 \cdot 700 \therefore A_{e(máx.)C} = 350 \text{ N}$$

Como a tração aplicada nos dois corpos apresenta a mesma intensidade, o corpo que vai escorregar primeiro é aquele que apresenta menor atrito estático máximo. Neste problema, será Carlos.

APRIMORANDO HABILIDADES

Aula 20

- 3** (PUC-PR) A máquina de Atwood é um dispositivo utilizado para levantar carga, comumente sendo visto na construção civil. O arranjo deste dispositivo é bastante simples, consiste basicamente em dois recipientes presos cada um em uma das pontas de uma corda que, por sua vez, passa para uma roldana presa ao teto do ambiente onde será utilizado.



Reprodução/PUC-PR, 2019.

Considere que o arranjo a seguir dispõe de dois baldes iguais com massa de 3 kg cada um, ambos com certa quantidade de areia. No primeiro momento, o balde 1 possui em seu interior 7 kg de areia e, ao deixar o sistema se movimentar a partir do repouso, ele desce com aceleração igual a $\frac{10}{9} \text{ m/s}^2$.

Depois disso, 2 kg de areia que estavam presentes no balde 2 são transferidos para o balde 1. Novamente o sistema é reposicionado e colocado em repouso. Considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$, qual será o valor da nova aceleração que o balde 1 adquire em m/s^2 ?

Desconsidere todos os atritos e também a inércia da roldana.

- a) $\frac{10}{3}$ b) 8 c) $\frac{5}{3}$ d) $\frac{7}{3}$ e) $\frac{9}{3}$

Podemos representar as forças aplicadas nos baldes do seguinte modo:

Momento 1: O balde 1 desce em MRA, ou seja, sua resultante é para baixo. Assim, podemos equacionar:

$$\text{Corpo 1: } P_1 - T = m_1 \cdot |a|$$

$$\text{Corpo 2: } T - P_2 = m_2 \cdot |a|$$

Somando as duas equações:

$$P_1 - P_2 = m_1 \cdot |a| + m_2 \cdot |a|$$

$$10 \cdot 10 - m_2 \cdot 10 = 10 \cdot \frac{10}{9} + m_2 \cdot \frac{10}{9}$$

$$\therefore m_2 = 8 \text{ kg}$$

O balde da direita tem massa 8 kg.

Momento 2: Sendo transferidos 2 kg de areia do balde 2 para o balde 1, as massas totais dos baldes passam a ser:

$$M_1 = 12 \text{ kg e } M_2 = 6 \text{ kg.}$$

A massa do balde 1 é maior que a do balde 2, logo:

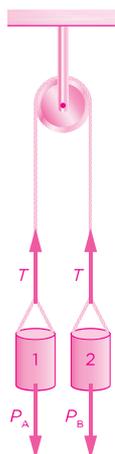
$$\text{Corpo 1: } P_1 - T = M_1 \cdot |a|$$

$$\text{Corpo 2: } T - P_2 = M_2 \cdot |a|$$

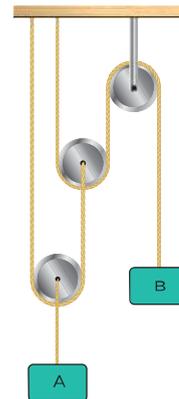
Somando as duas equações:

$$P_1 - P_2 = (M_1 + M_2) \cdot |a|$$

$$120 - 60 = 18 \cdot |a| \therefore |a| = \frac{10}{3} \text{ m/s}^2$$



- 4** Dois corpos, A e B, fazem parte de um arranjo de duas polias móveis e uma fixa, como indicado na imagem a seguir. O corpo A tem 2 kg de massas, os fios e as polias apresentam massas desprezíveis se comparadas às dos corpos A e B. A intensidade do campo gravitacional local é 10 N/kg .



Admitindo que B sobe enquanto A desce, ambos em movimento retilíneo e uniforme, pede-se:

- a) A massa do corpo B.

As forças aplicadas nos corpos A e B e nas polias podem ser representadas como no diagrama ao lado.

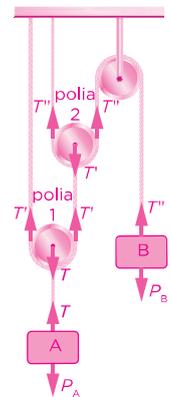
Sendo MRU, a resultante é zero, logo:

$$\text{Corpo A: } T = P_A = 20 \text{ N}$$

$$\text{Polia 1: } T' = \frac{T}{2} = \frac{20}{2} = 10 \therefore T' = 10 \text{ N}$$

$$\text{Polia 2: } T'' = \frac{T'}{2} = \frac{10}{2} = 5 \therefore T'' = 5 \text{ N}$$

$$\text{Corpo B: } P_B = T'' \Rightarrow m_B \cdot 10 = 5 \therefore m_B = 0,5 \text{ kg}$$



- b) Caso, em um certo intervalo de tempo, o corpo B desloque 5 cm, qual será o deslocamento do corpo A no mesmo intervalo de tempo?

Para cada polia subir uma distância d , é necessário que o corpo B desça $2d$. Logo, como o corpo B desce 5 cm, a polia 2 sobe 2,5 cm.

Para que a polia 1 suba d , a polia 2 deve subir $2d$. Portanto, como a polia 2 sobe 2,5 cm, a polia 1 sobe 1,25 cm.

Portanto, o deslocamento do corpo A é:

$$\Delta y = 1,25 \text{ cm}$$