Módulo II – Aplicações das leis de Newton

Yuri Zanerippe Miguel

Conteúdo

- As três leis de Newton;
- Força gravitacional (Peso);
- Força de tensão/ tração;
- Força elástica.

Primeira lei de Newton

→ puxão ou empurrão

- Se nenhuma força atua sobre um corpo, sua velocidade não pode mudar, ou seja, o corpo não pode sofrer uma aceleração.

Em outras palavra, se o corpo está em repouso, permanece em repouso; se está em movimento, continua com a mesma velocidade (mesmo módulo e mesma $\underbrace{\text{orientação}}_{\text{direção e sentido}}$).

- Se nenhuma força ***resultante*** atua sobre um corpo ($\vec{F}_{res} = 0$), a velocidade não pode mudar, ou seja, o corpo não pode sofrer uma aceleração.

Referenciais Inerciais

- Referencial inercia é um referencial para o qual as leis de Newton são validas.

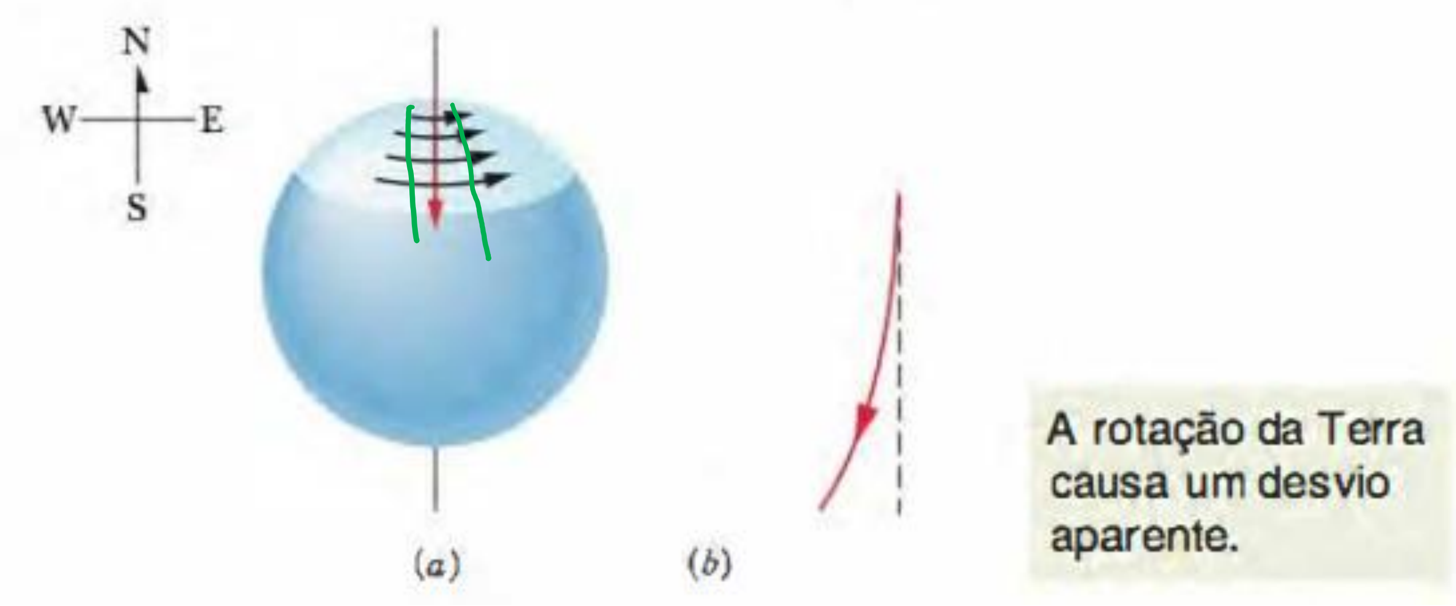


Figura 5-2 (*a*) A trajetória de um disco que escorrega a partir do polo norte, do ponto de vista de um observador estacionário no espaço. A Terra gira para leste. (*b*) A trajetória do disco do ponto de vista de um observador no solo.

Segunda lei de Newton

- A força resultante que age sobre um corpo é igual ao produto da massa do corpo pela aceleração.

quilograma [kg]

quilo

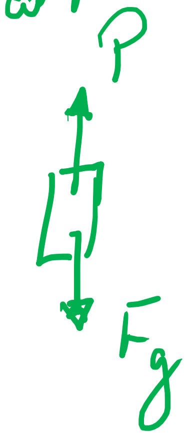
$$\vec{F}_{res} = m.\vec{a}$$

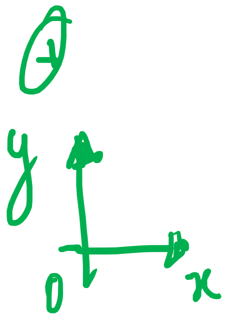
m/s²

$$= \frac{kg.m}{s^2} = [N]$$ newtons

Força gravitacional $\vec{F}_g$ e Peso $\vec{P}$

↳ Força da Terra sobre o corpo





$F_g = m.g$

$$\Rightarrow \quad \begin{aligned} F_{res,y} &= m.a_y \\ P - F_g &= m.0 \\ P &= F_g \end{aligned}$$

- O peso P de um corpo é igual ao módulo F_g da força gravitacional que age sobre o corpo.

$$\boxed{P = m.g}$$

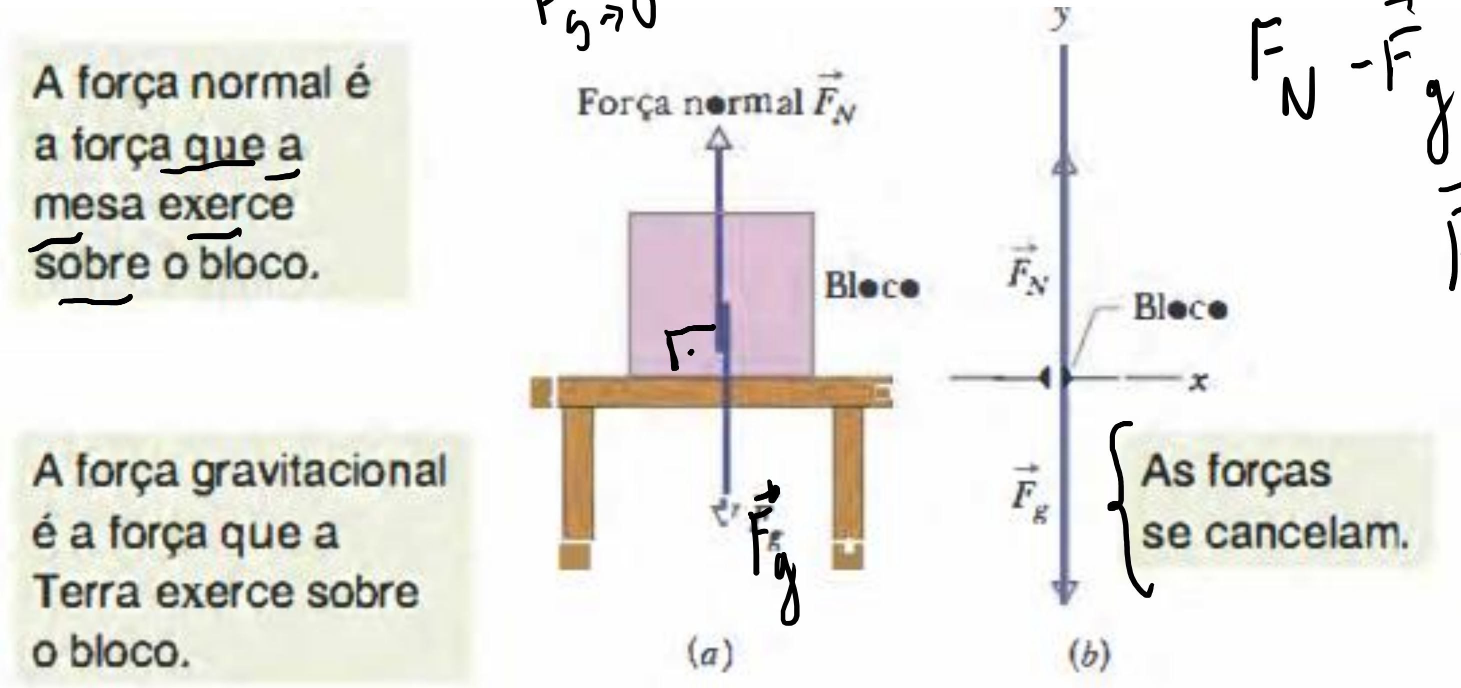
Força Normal

- Quando um corpo exerce uma força sobre uma superfície, a superfície (ainda que aparentemente rígida) se deforma e empurra o corpo com uma força normal $\vec{F}_N \, ou \, \vec{N}$ que é perpendicular à superfície.

$\vec{F}_g \to 0$

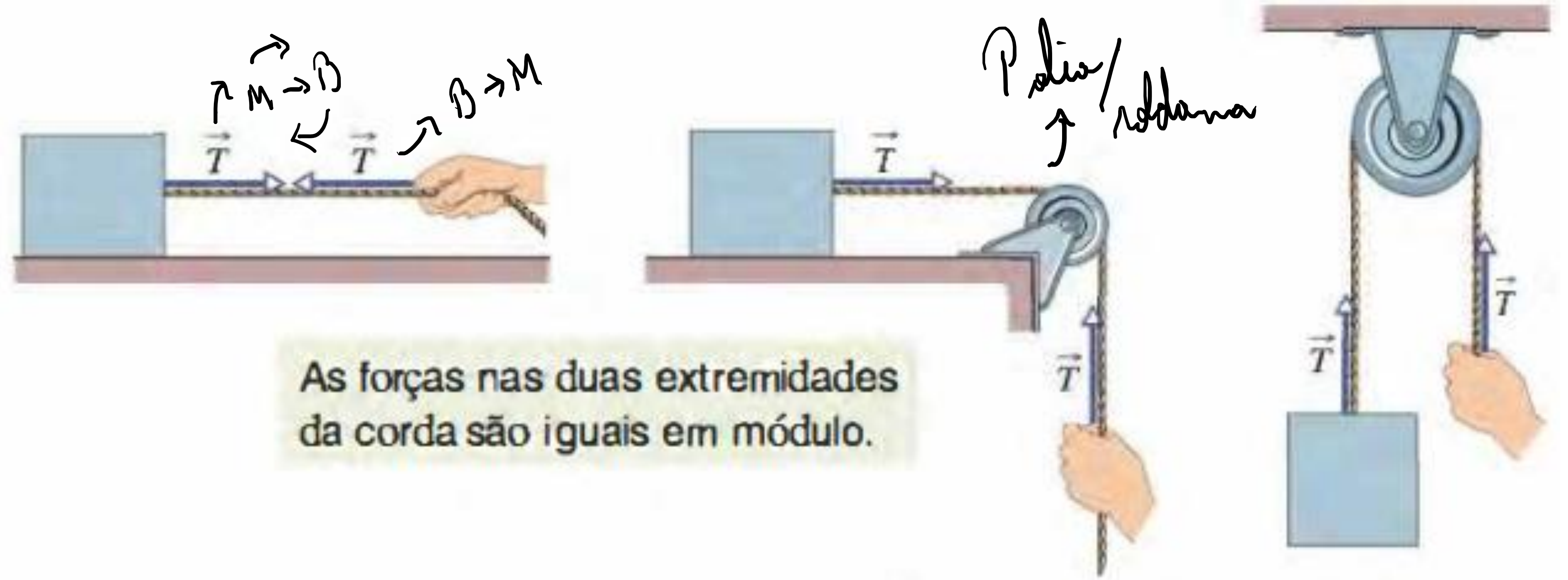
$\vec{F}_N - \vec{F}_g = m.\cancel{\vec{a}} \to 0$

$\vec{F}_N = \vec{F}_g$



Tração $\vec{T}$

- Quando uma corda (ou um fio, cabo ou outro objeto similar) é presa a um corpo e esticada, aplica ao corpo uma força $\vec{T}$ orientada ao longo da corda.



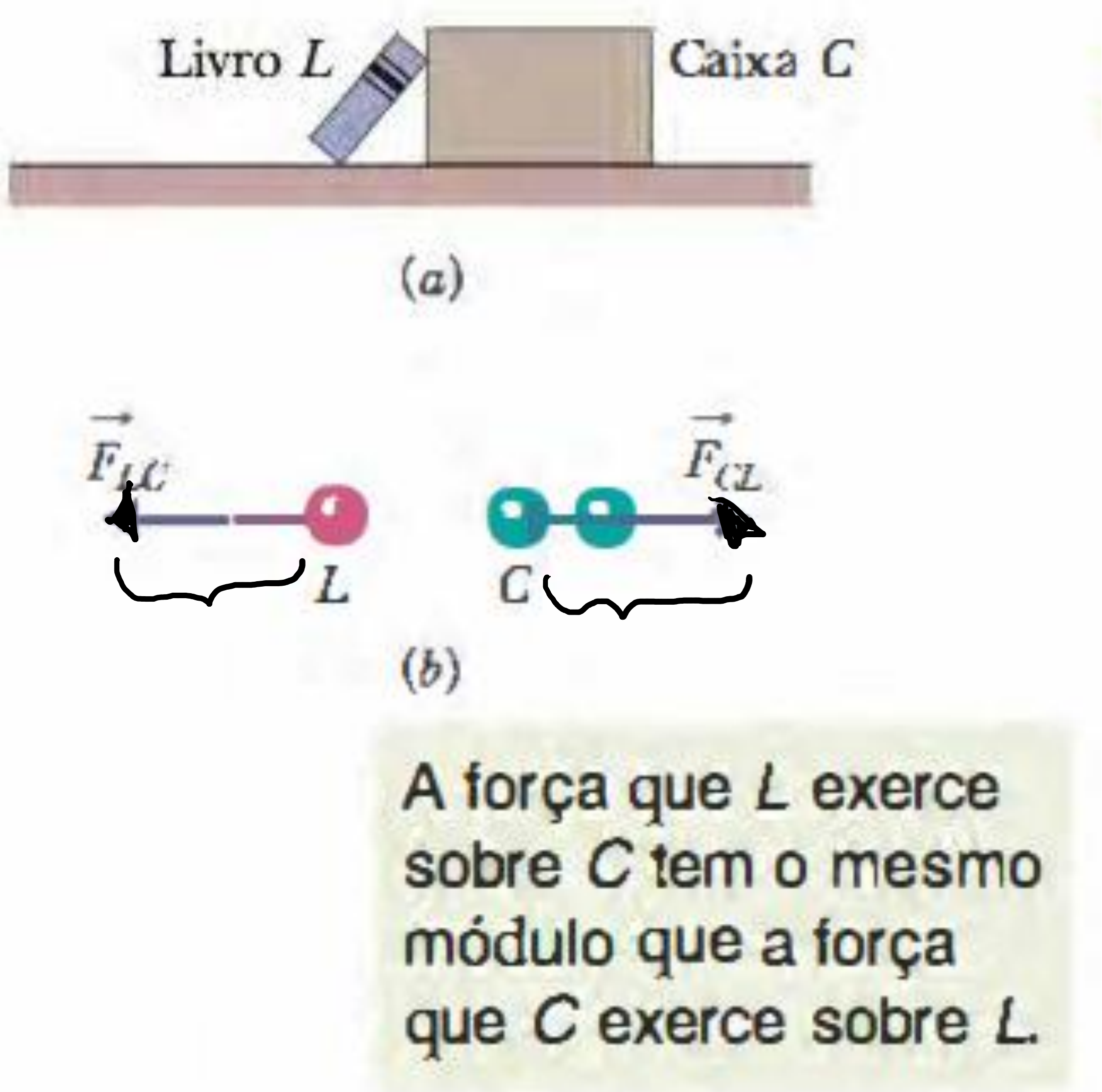
Terceira lei de Newton

- Quando dois corpos interagem, as força que cada corpo exerce sobre o outro são iguais em módulo e têm sentidos opostos.

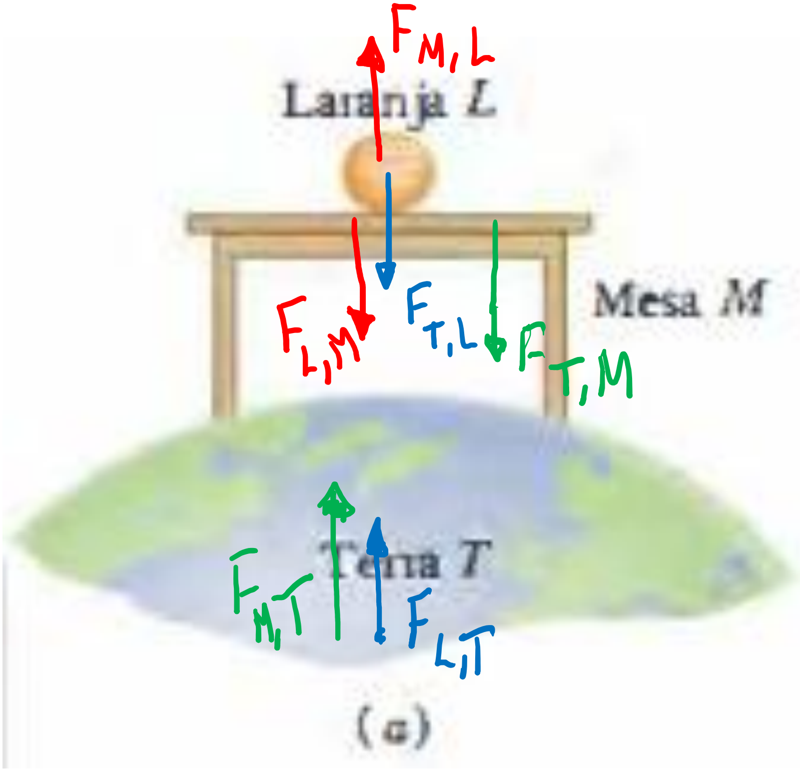
$$F_{LC} = F_{CL} \; (módulos\ iguais)$$

$$\vec{F}_{LC} = -\vec{F}_{CL}$$

$$(módulos\ iguais\ e\ sentidos\ opostos)$$

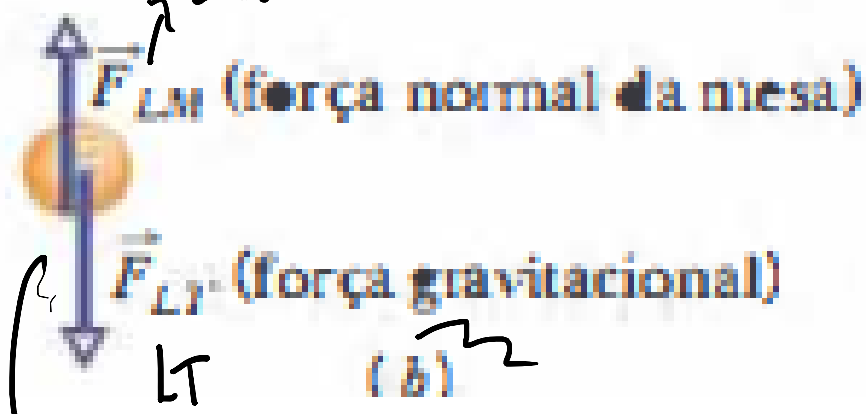


Terceira lei de Newton



Estas forças se cancelam.

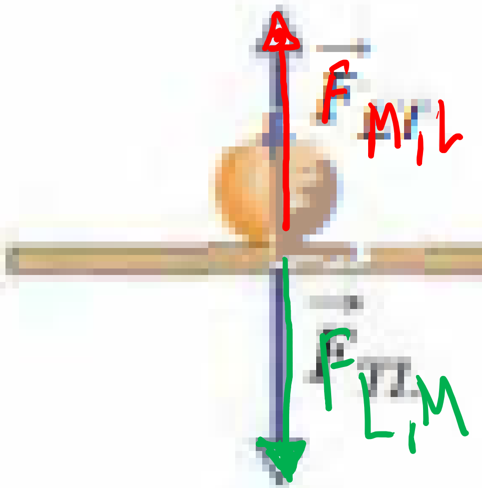
Laranja / mesa ($\vec{F}_N$, $\vec{N}$)



Não é Ação e Reação

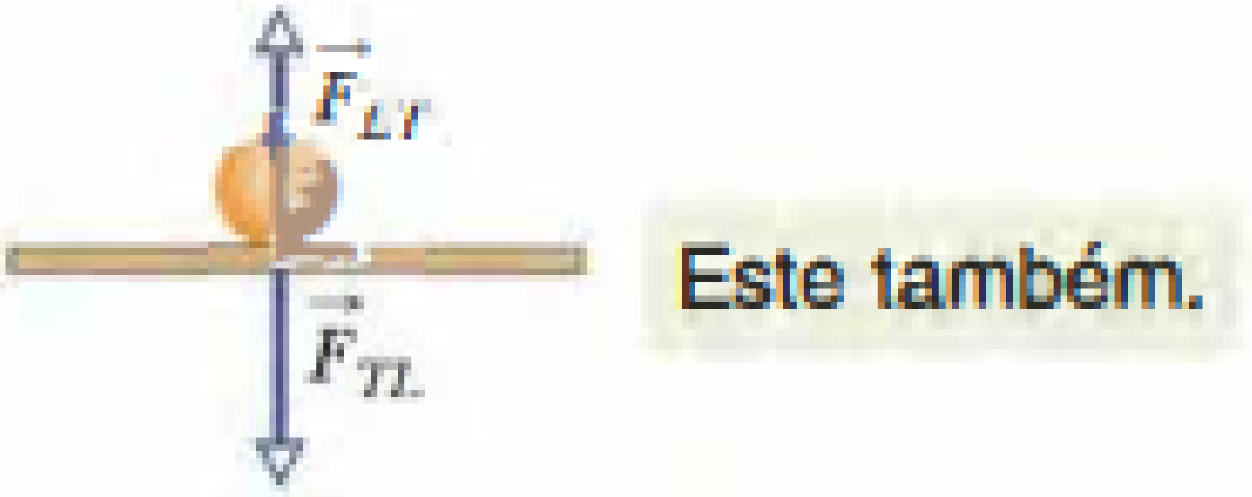
Terceira lei de Newton

Este é um par de forças da terceira lei.

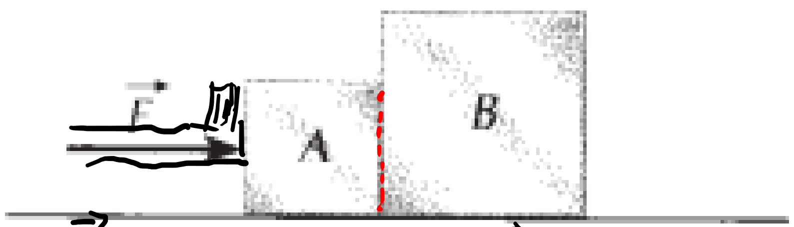


Este também.

Terceira lei de Newton



Dois blocos A e B, de massas respectivamente iguais a 2 kg e 3 kg, estão apoiados numa superfície horizontal perfeitamente lisa. Uma força horizontal $\vec{F}$, de intensidade constante $F = 10$ N, é aplicada no bloco A. Determine: → s/ atrito



a) a aceleração adquirida pelo conjunto; ↳ valor

b) a intensidade da força que A aplica em B. ↳ $F_{A,B}$

a)

$$\begin{cases} \vec{F} - \cancel{\vec{F}_{B,A}} = m_A \cdot \vec{a} \\ \cancel{\vec{F}_{A,B}} = m_B \cdot \vec{a} \end{cases} \quad +$$

$$\vec{F} = (m_A \cdot \vec{a}) + (m_B \cdot \vec{a})$$

$$\vec{F} = \vec{a} \cdot (m_A + m_B)$$

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m_A + m_B} \Rightarrow \vec{a} = \frac{10}{2+3} = 2\ m/s^2$$

$$\vec{F}_{R_A} = m_A \cdot \vec{a}$$

$$\vec{F} - \vec{F}_{B,A} = m_A \cdot \vec{a}$$

$$\vec{F}_{R_B} = m_B \cdot \vec{a}$$

$$\vec{F}_{A,B} = m_B \cdot \vec{a}$$

$$F_{B,A} = F_{A,B}$$

b)

$$\vec{F}_{A,B} = m_B \cdot \vec{a}$$

$$\vec{F}_{A,B} = 3 \cdot 2 = 6\ N$$

$$F - F_{B,A} = m_A \cdot a$$

$$F_{B,A} = F - m_A \cdot a$$

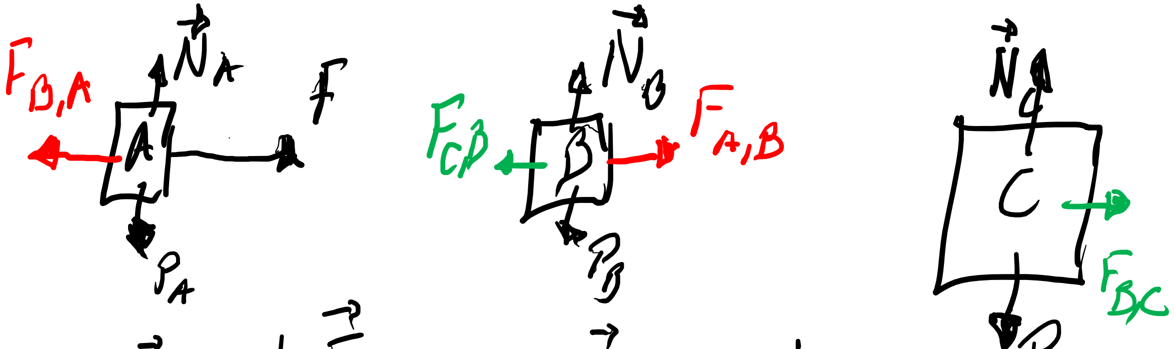
$$F_{B,A} = 10 - 2 \cdot 2 = 6\ N$$

Três corpos A, B e C de massas $m_A = 1$ kg, $m_B = 3$ kg e $m_C = 6$ kg estão apoiados numa superfície horizontal perfeitamente lisa. A força horizontal $\vec{F}$, de intensidade constante $F = 5$ N, é aplicada ao primeiro bloco A. Determine:

a) a aceleração adquirida pelo conjunto;

b) a intensidade da força que A exerce em B;

c) a intensidade da força que B exerce em C.



a)
$$\begin{cases} \vec{F} - \cancel{\vec{F}_{BA}} = m_A \cdot \vec{a} \\ \cancel{\vec{F}_{AB}} - \cancel{\vec{F}_{CB}} = m_B \cdot \vec{a} \\ \cancel{\vec{F}_{BC}} = m_C \cdot \vec{a} \end{cases} \quad +$$

$$\vec{F} = (m_A \cdot \vec{a}) + (m_B \cdot \vec{a}) + (m_C \cdot \vec{a})$$

$$\vec{F} = \vec{a} \cdot (m_A + m_B + m_C)$$

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m_A + m_B + m_C} \Rightarrow \vec{a} = \frac{5}{1 + 3 + 6} = 0{,}5 \, m/s^2$$

$$\vec{F}_{R_A} = m_A \cdot \vec{a}$$
$$\vec{F} - \vec{F}_{BA} = m_A \cdot \vec{a}$$

$$\vec{F}_{R_B} = m_B \cdot \vec{a}$$
$$\vec{F}_{A,B} - \vec{F}_{C,B} = m_B \cdot \vec{a}$$

$$\vec{F}_{R_C} = m_C \cdot \vec{a}$$
$$\vec{F}_{BC} = m_C \cdot \vec{a}$$

$F_{B,A} = F_{AB}$

$F_{CB} = F_{BC}$

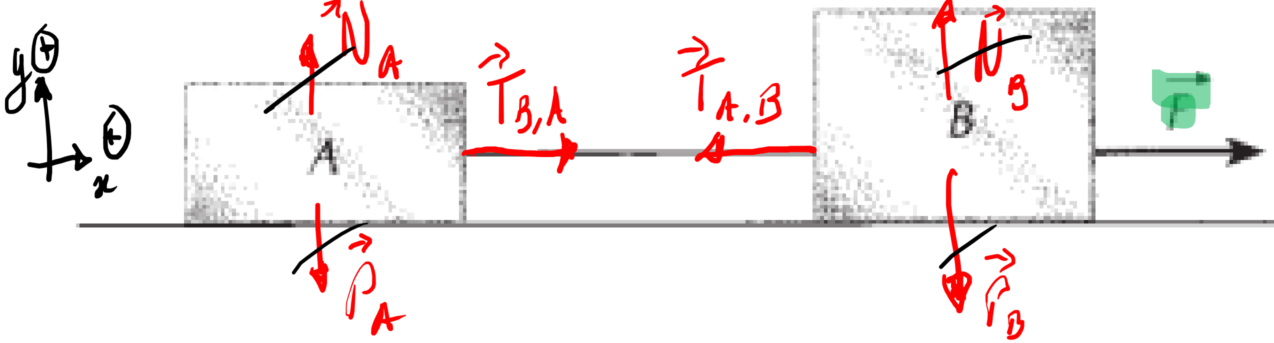
b)
$$\vec{F} - \vec{F}_{BA} = m_A \cdot \vec{a}$$
$$\vec{F}_{BA} = \vec{F} - m_A \cdot \vec{a}$$
$$F_{BA} = 5 - 1 \cdot 0{,}5$$
$$F_{B,A} = 4{,}5 \, N$$

c)
$$\vec{F}_{BC} = m_C \cdot \vec{a}$$
$$\vec{F}_{BC} = 6 \cdot 0{,}5$$
$$\vec{F}_{B,C} = 3 N$$

Dois corpos A e B de massas iguais a $m_A = 2$ kg e $m_B = 4$ kg estão apoiados numa superfície horizontal perfeitamente lisa. O fio que liga A a B é ideal, isto é, de massa desprezível e inextensível. A força horizontal $\vec{F}$ tem intensidade igual a 12 N, constante. Determine:

a) a aceleração do sistema;

b) a intensidade da força de tração do fio.



$$\vec{F}_{R_A} = m_A \cdot \vec{a}$$

$$\vec{T}_{B,A} = m_A \cdot \vec{a}$$

$$\begin{cases} \vec{F}_{R_B} = m_B \cdot \vec{a} \\ \vec{F} - \vec{T}_{A,B} = m_B \cdot \vec{a} \end{cases}$$

a)
$$\begin{cases} \vec{F} - \cancel{\vec{T}_{A,B}} = m_B \cdot \vec{a} \\ \cancel{\vec{T}_{B,A}} = m_A \cdot a \end{cases} \quad (+)$$

$$T_{AB} = T_{BA}$$

$$\vec{F} = \vec{a}\,(m_A + m_B)$$

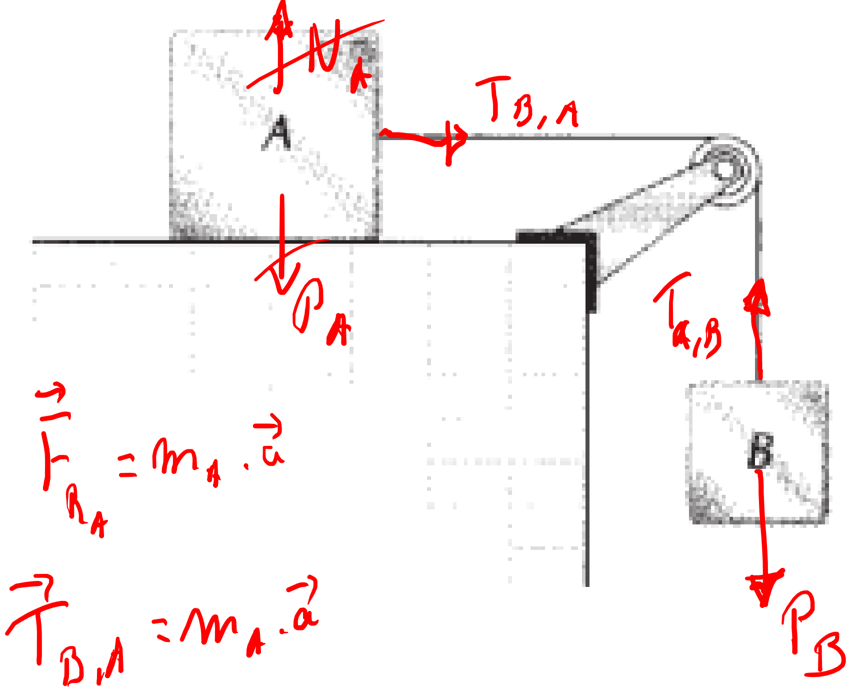
$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m_A + m_B}$$

$$\vec{a} = \frac{12}{2+4} = 2\,m/s^2$$

b) $\vec{T}_{B,A} = m_A \cdot \vec{a}$

$$\vec{T}_{B,A} = 2 \cdot 2 = 4\,N$$

Os corpos A e B da figura têm massas respectivamente iguais a $m_A = 6$ kg e $m_B = 2$ kg. O plano de apoio é perfeitamente liso e o fio é inextensível e de peso desprezível. Não há atrito entre o fio e a polia, considerada sem inércia. Adote $g = 10$ m/s². Determine a aceleração do conjunto e a tração do fio.



$T_{A,B} = T_{B,A}$

$\vec{F}_{R_A} = m_A \cdot \vec{a}$

$\vec{T}_{B,A} = m_A \cdot \vec{a}$

$\vec{F}_{R_B} = m_B \cdot \vec{a}$

$P_B - T_{A,B} = m_B \cdot \vec{a}$

$$\begin{cases} \vec{P}_B - \cancel{\vec{T}_{A,B}} = m_B \cdot \vec{a} \\ \cancel{T_{B,A}} = m_A \cdot \vec{a} \end{cases} +$$

$\vec{P}_B = \vec{a} \cdot (m_A + m_B)$

$\vec{a} = \dfrac{\vec{P}_B}{(m_A + m_B)}$

$\vec{a} = \dfrac{m_B \cdot \vec{g}}{m_A + m_B} \Rightarrow \vec{a} = \dfrac{2 \cdot 10}{6 + 2} = \dfrac{20}{8} = 2{,}5 \text{ m/s}^2$

Tração

$\vec{T}_{B,A} = m_A \cdot \vec{a}$

$\vec{T}_{B,A} = 6 \cdot 2{,}5$

$\vec{T}_{B,A} = 15$ N

No arranjo experimental da figura, os corpos A, B e C têm, respectivamente, massas iguais a $m_A = 5$ kg, $m_B = 2$ kg e $m_C = 3$ kg. A aceleração da gravidade é $10\ m/s^2$. Os fios são inextensíveis e de inércia desprezível; não há atrito entre os fios e as polias; o plano horizontal é perfeitamente liso. Determine:

a) a aceleração do sistema de corpos;

b) as trações nos fios.