

Física 1 (4310145) - Força e movimento 1



5. Força e movimento I

5.1 Primeira Lei de Newton

5.2 Segunda Lei de Newton

5.3 Algumas forças especiais

- Força Gravitacional
- Força Normal
- Força de atrito
- Força de tração

5.4 Terceira Lei de Newton

5.5 Exemplos

5. Força e movimento I

5.1 Primeira Lei de Newton

5.2 Segunda Lei de Newton

5.3 Algumas forças especiais

- Força Gravitacional
- Força Normal
- Força de atrito
- Força de tração

5.4 Terceira Lei de Newton

5.5 Exemplos

O que vimos até agora?

- Cinemática: estudo do movimento sem nos preocuparmos com o que causa o movimento!
- Dinâmica:
 - O que faz com que um objeto comece a se mover?
 - O que faz com que um objeto em movimento mude sua velocidade ou a orientação do movimento?

5. Força e movimento I

5.1 Primeira Lei de Newton

5.2 Segunda Lei de Newton

5.3 Algumas forças especiais

- Força Gravitacional
- Força Normal
- Força de atrito
- Força de tração

5.4 Terceira Lei de Newton

5.5 Exemplos

Primeira Lei de Newton: Lei da inércia

- Conclusão

Se pudermos remover todas as forças externas sobre um objeto, a velocidade do objeto nunca se alteraria (Inércia)

Primeira Lei de Newton: Lei da inércia

- Conclusão

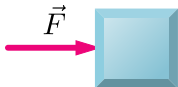
Se pudermos remover todas as forças externas sobre um objeto, a velocidade do objeto nunca se alteraria (Inércia)



Primeira Lei de Newton: Lei da inércia

- Conclusão

Se pudermos remover todas as forças externas sobre um objeto, a velocidade do objeto nunca se alteraria (Inércia)



Primeira Lei de Newton: Lei da inércia

- Conclusão

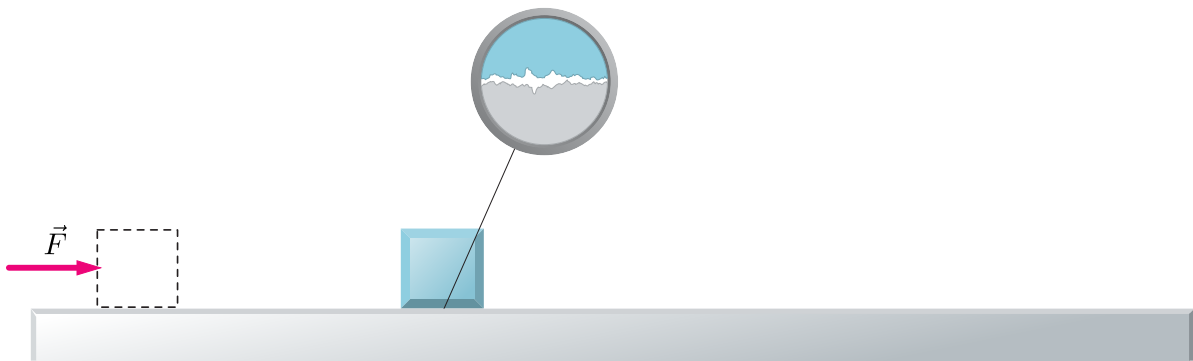
Se pudermos remover todas as forças externas sobre um objeto, a velocidade do objeto nunca se alteraria (Inércia)



Primeira Lei de Newton: Lei da inércia

- Conclusão

Se pudermos remover todos os atritos externos sobre um objeto, a velocidade do objeto nunca se alteraria (Inércia)



Primeira Lei de Newton: Lei da inércia

- Conclusão

Se pudermos remover todas as forças externas sobre um objeto, a velocidade do objeto nunca se alteraria (Inércia)



Primeira Lei de Newton: Lei da inércia

- Conclusão

Se pudermos remover todas as forças externas sobre um objeto, a velocidade do objeto nunca se alteraria (Inércia)



Primeira Lei de Newton: Lei da inércia

- Conclusão

- Se pudéssemos remover todas as forças externas sobre um objeto, a velocidade do objeto nunca se alteraria (Inércia).



Primeira Lei de Newton: Lei da inércia

- Conclusão

- Se pudéssemos remover todas as forças externas sobre um objeto, a velocidade do objeto nunca se alteraria (Inércia).



Primeira Lei de Newton: Lei da inércia

- Conclusão
 - Se pudéssemos remover todas as forças externas sobre um objeto, a velocidade do objeto nunca se alteraria (Inércia).



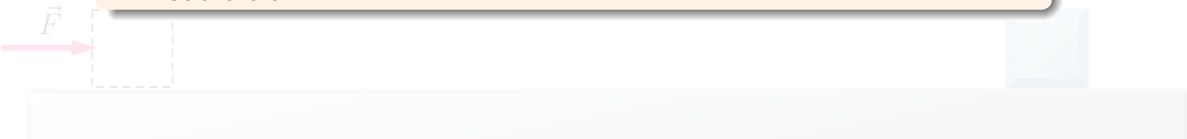
Primeira Lei de Newton: Lei da inércia

- Conclusão

- Se pudéssemos remover todas as forças externas sobre um objeto, a velocidade do objeto nunca se alteraria (Inércia).

Primeira Lei

- Um corpo em repouso permanece em repouso a não ser que uma força externa atue sobre ele.
- Um corpo em movimento continua em movimento com velocidade constante e em linha reta a não ser que uma força externa atue sobre ele.

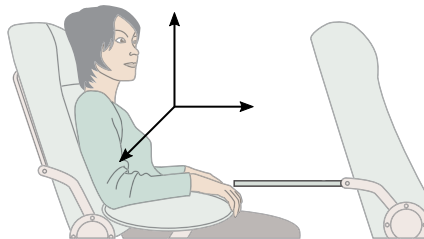


$\vec{F}$

Referências Inerciais

Primeira Lei de Newton: Lei da inércia

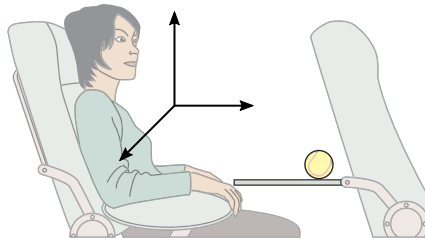
- A 1ª Lei não se aplica em um referencial acelerado!
- Ela vale apenas em referenciais conhecidos como referências inerciais!



Referências Inerciais

Primeira Lei de Newton: Lei da inércia

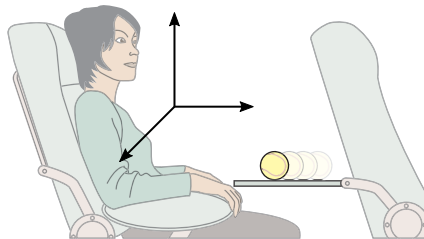
- A 1ª Lei não se aplica em um referencial acelerado!
- Ela vale apenas em referenciais conhecidos como referências inerciais!



Referências Inerciais

Primeira Lei de Newton: Lei da inércia

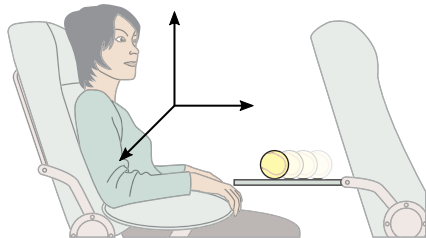
- A 1ª Lei não se aplica em um referencial acelerado!
- Ela vale apenas em referenciais conhecidos como referências inerciais!



Referências Inerciais

Primeira Lei de Newton: Lei da inércia

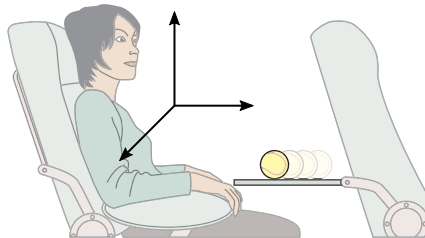
- A 1ª Lei não se aplica em um referencial acelerado!
- Ela vale apenas em referenciais conhecidos como referências inerciais!



Referências Inerciais

Primeira Lei de Newton: Lei da inércia

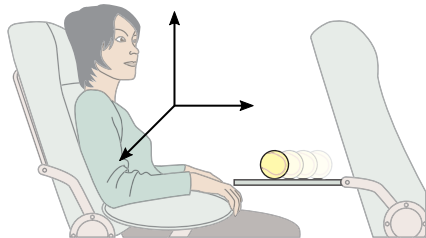
- A 1ª Lei não se aplica em um referencial acelerado!
- Ela vale apenas em referenciais conhecidos como referências inerciais!



Referências Inerciais

Primeira Lei de Newton: Lei da inércia

- A 1ª Lei não se aplica em um referencial acelerado!
- Ela vale apenas em referenciais conhecidos como referências inerciais!



REFERENCIAL INERCIAL

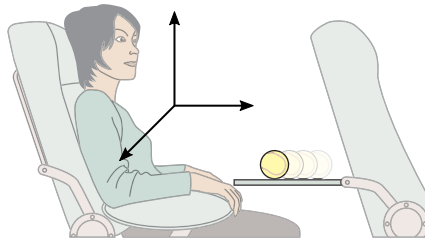
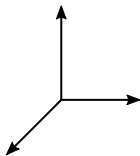
Se não há forças atuando sobre um corpo, qualquer referencial no qual a aceleração do corpo permanece zero é um **referencial inercial**.

Referencial inercial é um referencial no qual as leis de Newton são válidas.

Referências Inerciais

Primeira Lei de Newton: Lei da inércia

- A 1ª Lei não se aplica em um referencial acelerado!
- Ela vale apenas em referenciais conhecidos como referências inerciais!



REFERENCIAL INERCIAL

Se não há forças atuando sobre um corpo, qualquer referencial no qual a aceleração do corpo permanece zero é um **referencial inercial**.

Referencial inercial é um referencial no qual as leis de Newton são válidas.

Força

Primeira Lei de Newton: Lei da inércia

Força

Primeira Lei de Newton: Lei da inércia

Força

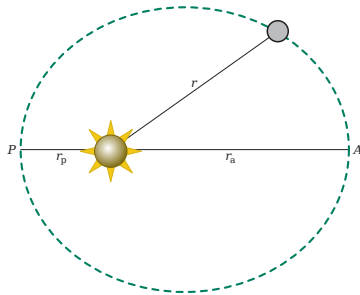
- Influencia externa sobre um corpo, que provoca uma variação de velocidade do corpo (acelera o corpo em relação a um referencial inercial).
- Força é uma quantidade vetorial.

Força

Primeira Lei de Newton: Lei da inércia

Força

- Influencia externa sobre um corpo, que provoca uma variação de velocidade do corpo (acelera o corpo em relação a um referencial inercial).
- Força é uma quantidade vetorial.



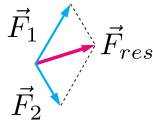
Combinando Forças

Primeira Lei de Newton: Lei da inércia



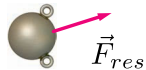
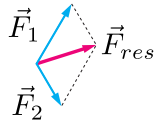
Combinando Forças

Primeira Lei de Newton: Lei da inércia



Combinando Forças

Primeira Lei de Newton: Lei da inércia



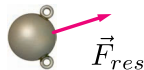
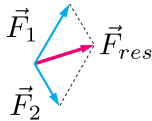
Combinando Forças

Primeira Lei de Newton: Lei da inércia

Princípio da superposição:

- Se duas ou mais forças individuais atuam simultaneamente sobre o um corpo, o resultado é como se uma única força, igual a soma vetorial das forças individuais, atuasse no lugar das forças individuais.
- Força resultante

$$\vec{F}_{res} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots$$



5. Força e movimento I

5.1 Primeira Lei de Newton

5.2 Segunda Lei de Newton

5.3 Algumas forças especiais

- Força Gravitacional
- Força Normal
- Força de atrito
- Força de tração

5.4 Terceira Lei de Newton

5.5 Exemplos

Segunda Lei de Newton

- Quanto mais forte você empurrar, maior será a aceleração $\vec{a}$

$$\vec{a} \propto \vec{F}$$

- Para uma dada força $\vec{F}$, a aceleração é proporcional ao inverso da massa:

$$a \propto 1/m$$

Segunda Lei de Newton

- Quanto mais forte você empurrar, maior será a aceleração $\vec{a}$

$$\vec{a} \propto \vec{F}$$

- Para uma dada força $\vec{F}$, a aceleração é proporcional ao inverso da massa:

$$a \propto 1/m$$

$t = 0$

$\vec{F}$



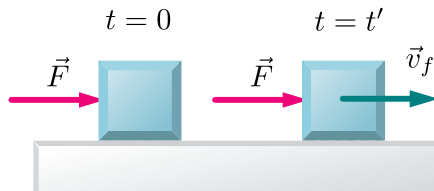
Segunda Lei de Newton

- Quanto mais forte você empurrar, maior será a aceleração $\vec{a}$

$$\vec{a} \propto \vec{F}$$

- Para uma dada força $\vec{F}$, a aceleração é proporcional ao inverso da massa:

$$a \propto 1/m$$



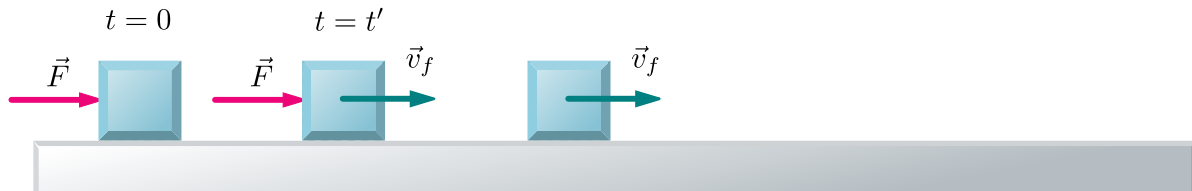
Segunda Lei de Newton

- Quanto mais forte você empurrar, maior será a aceleração $\vec{a}$

$$\vec{a} \propto \vec{F}$$

- Para uma dada força $\vec{F}$, a aceleração é proporcional ao inverso da massa:

$$a \propto 1/m$$



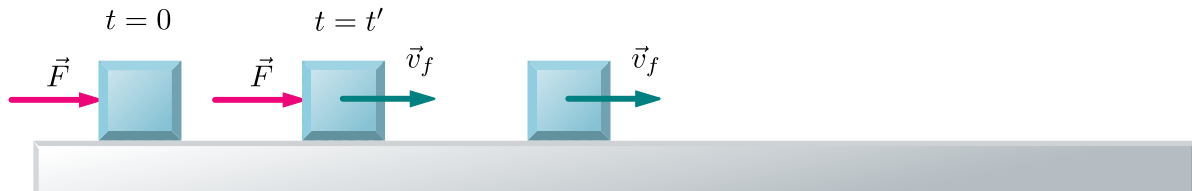
Segunda Lei de Newton

- Quanto mais forte você empurrar, maior será a aceleração $\vec{a}$

$$\vec{a} \propto \vec{F}$$

- Para uma dada força $\vec{F}$, a aceleração é proporcional ao inverso da massa:

$$a \propto 1/m$$



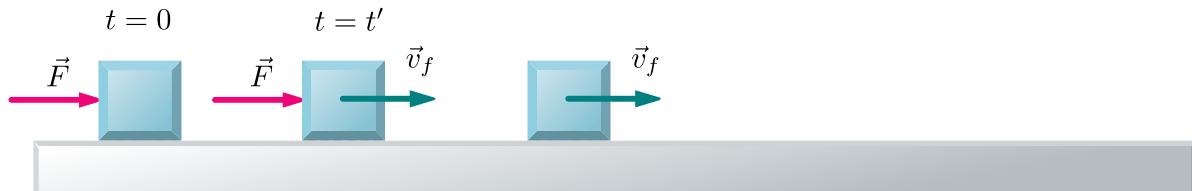
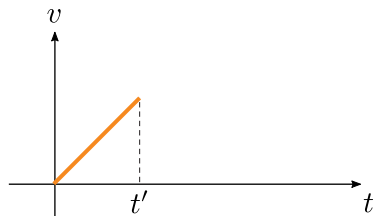
Segunda Lei de Newton

- Quanto mais forte você empurrar, maior será a aceleração $\vec{a}$

$$\vec{a} \propto \vec{F}$$

- Para uma dada força $\vec{F}$, a aceleração é proporcional ao inverso da massa:

$$a \propto 1/m$$



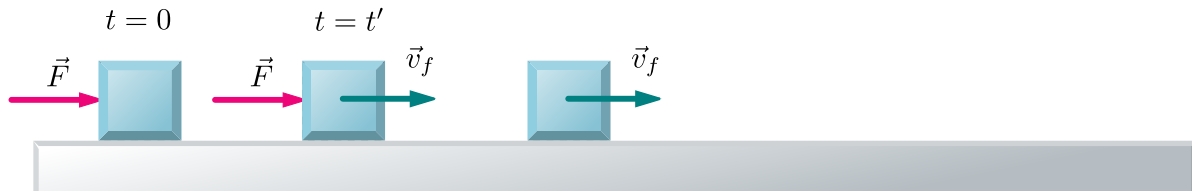
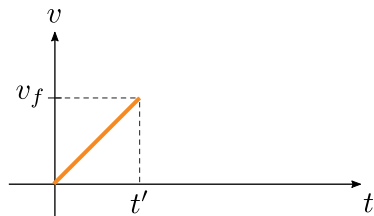
Segunda Lei de Newton

- Quanto mais forte você empurrar, maior será a aceleração $\vec{a}$

$$\vec{a} \propto \vec{F}$$

- Para uma dada força $\vec{F}$, a aceleração é proporcional ao inverso da massa:

$$a \propto 1/m$$



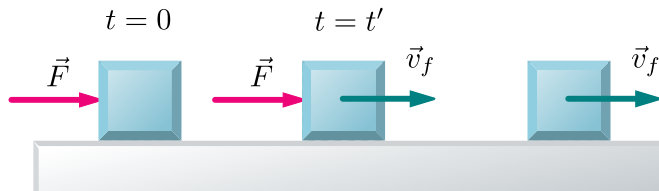
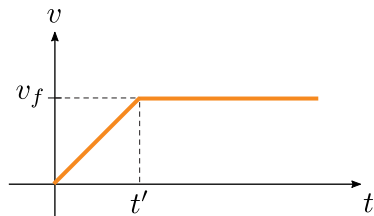
Segunda Lei de Newton

- Quanto mais forte você empurrar, maior será a aceleração $\vec{a}$

$$\vec{a} \propto \vec{F}$$

- Para uma dada força $\vec{F}$, a aceleração é proporcional ao inverso da massa:

$$a \propto 1/m$$



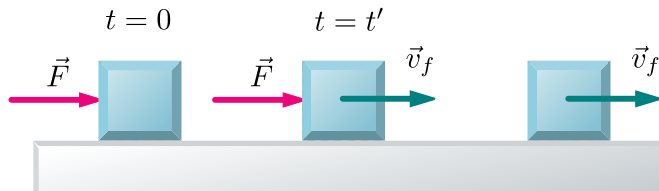
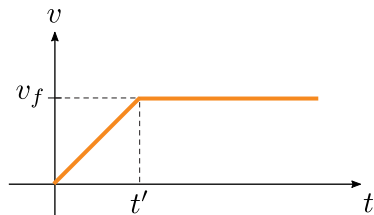
Segunda Lei de Newton

- Quanto mais forte você empurrar, maior será a aceleração $\vec{a}$

$$\vec{a} \propto \vec{F}$$

- Para uma dada força $\vec{F}$, a aceleração é proporcional ao inverso da massa:

$$a \propto 1/m$$



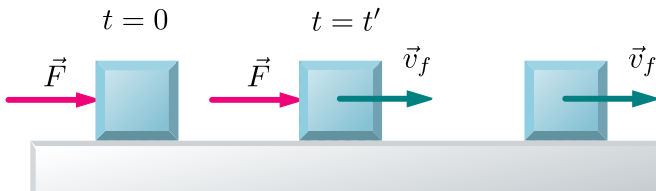
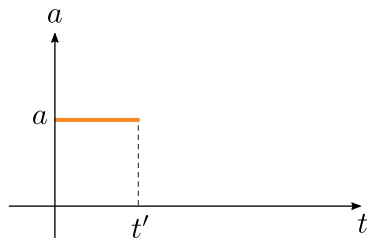
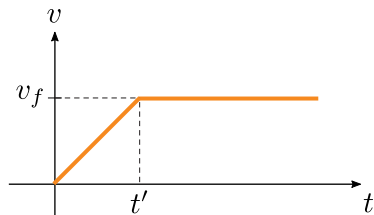
Segunda Lei de Newton

- Quanto mais forte você empurrar, maior será a aceleração $\vec{a}$

$$\vec{a} \propto \vec{F}$$

- Para uma dada força $\vec{F}$, a aceleração é proporcional ao inverso da massa:

$$a \propto 1/m$$



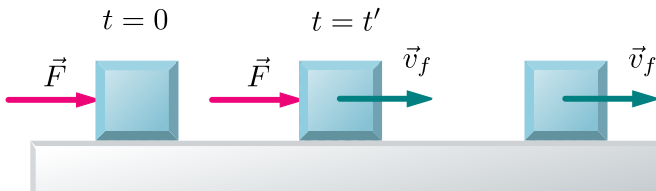
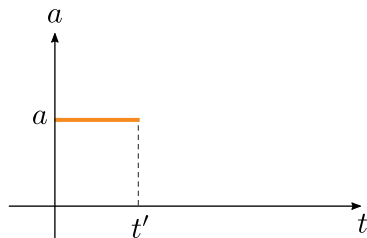
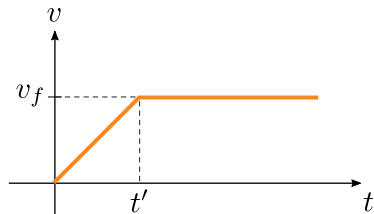
Segunda Lei de Newton

- Quanto mais forte você empurrar, maior será a aceleração $\vec{a}$

$$\vec{a} \propto \vec{F}$$

- Para uma dada força $\vec{F}$, a aceleração é proporcional ao inverso da massa:

$$a \propto 1/m$$



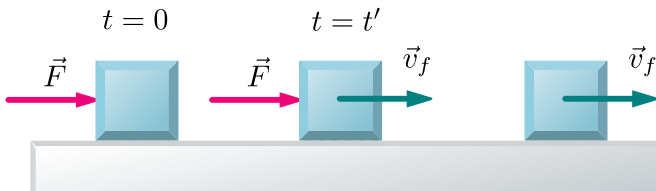
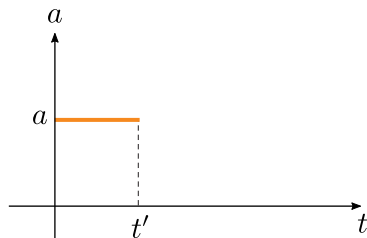
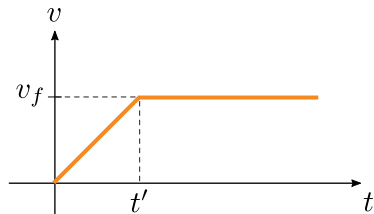
Segunda Lei de Newton

- Quanto mais forte você empurrar, maior será a aceleração $\vec{a}$

$$\vec{a} \propto \vec{F}$$

- Para uma dada força $\vec{F}$, a aceleração é proporcional ao inverso da massa:

$$a \propto 1/m$$



- A aceleração de um corpo é diretamente proporcional à força resultante que atua sobre ele, e o inverso da massa do corpo é a constante de proporcionalidade:

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}_{\text{res}}}{m}, \quad \text{onde} \quad \vec{F}_{\text{res}} = \sum_i \vec{F}_i$$

- $\vec{F}_{\text{res}} \rightarrow$ causa, $\vec{a} \rightarrow$ efeito
- A unidade da força é o newton (N)

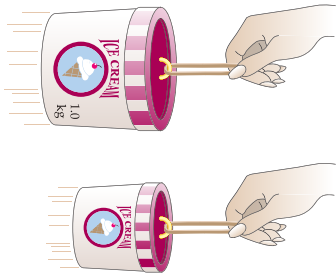
$$1\text{N} = (1\text{kg})(1\text{m/s}^2) = 1\text{kg} \cdot \text{m/s}^2$$

- também podemos escrever

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

Exemplo: puxando uma caixa

Uma força exercida por um elástico esticado produz uma aceleração de $5,0\text{m/s}^2$ em uma massa $m_1 = 1,0\text{kg}$. Quando uma força idêntica é aplicada a uma caixa de sorvete de massa m_2 , ela produz uma aceleração de 11m/s^2 . (a) Qual a massa m_2 ? (b) Qual é a magnitude da força exercida sobre as caixas?



Exemplo: puxando uma caixa

Uma força exercida por um elástico esticado produz uma aceleração de $5,0\text{m/s}^2$ em uma massa $m_1 = 1,0\text{kg}$. Quando uma força idêntica é aplicada a uma caixa de sorvete de massa m_2 , ela produz uma aceleração de 11m/s^2 . (a) Qual a massa m_2 ? (b) Qual é a magnitude da força exercida sobre as caixas?

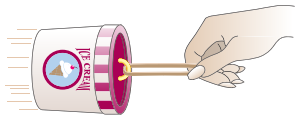
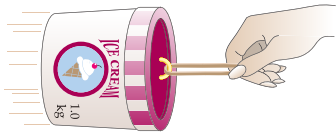
$$F_1 = m_1 a_1$$

$$F_2 = m_2 a_2$$

$$F_1 = F_2$$

$$m_1 a_1 = m_2 a_2$$

$$m_2 = \frac{m_1 a_1}{a_2} = \frac{(1,0\text{kg})(5,0\text{m/s}^2)}{(11\text{m/s}^2)} = 0,45\text{kg}$$



Exemplo: puxando uma caixa

Uma força exercida por um elástico esticado produz uma aceleração de $5,0\text{m/s}^2$ em uma massa $m_1 = 1,0\text{kg}$. Quando uma força idêntica é aplicada a uma caixa de sorvete de massa m_2 , ela produz uma aceleração de 11m/s^2 . (a) Qual a massa m_2 ? (b) Qual é a magnitude da força exercida sobre as caixas?

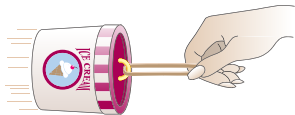
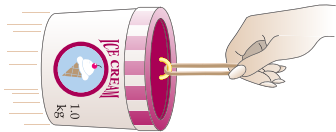
$$F_1 = m_1 a_1$$

$$F_2 = m_2 a_2$$

$$F_1 = F_2$$

$$m_1 a_1 = m_2 a_2$$

$$m_2 = \frac{m_1 a_1}{a_2} = \frac{(1,0\text{kg})(5,0\text{m/s}^2)}{(11\text{m/s}^2)} = 0,45\text{kg}$$



Exemplo: puxando uma caixa

Uma força exercida por um elástico esticado produz uma aceleração de $5,0\text{m/s}^2$ em uma massa $m_1 = 1,0\text{kg}$. Quando uma força idêntica é aplicada a uma caixa de sorvete de massa m_2 , ela produz uma aceleração de 11m/s^2 . (a) Qual a massa m_2 ? (b) Qual é a magnitude da força exercida sobre as caixas?

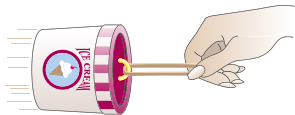
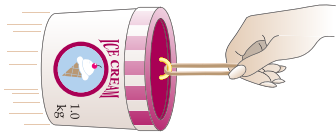
$$F_1 = m_1 a_1$$

$$F_2 = m_2 a_2$$

$$F_1 = F_2$$

$$m_1 a_1 = m_2 a_2$$

$$m_2 = \frac{m_1 a_1}{a_2} = \frac{(1,0\text{kg})(5,0\text{m/s}^2)}{(11\text{m/s}^2)} = 0,45\text{kg}$$



Exemplo: puxando uma caixa

Uma força exercida por um elástico esticado produz uma aceleração de $5,0\text{m/s}^2$ em uma massa $m_1 = 1,0\text{kg}$. Quando uma força idêntica é aplicada a uma caixa de sorvete de massa m_2 , ela produz uma aceleração de 11m/s^2 . (a) Qual a massa m_2 ? (b) Qual é a magnitude da força exercida sobre as caixas?

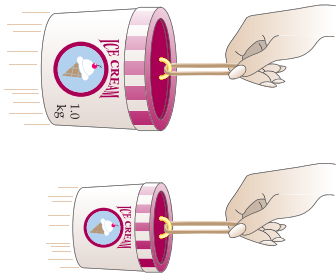
$$F_1 = m_1 a_1$$

$$F_2 = m_2 a_2$$

$$F_1 = F_2$$

$$m_1 a_1 = m_2 a_2$$

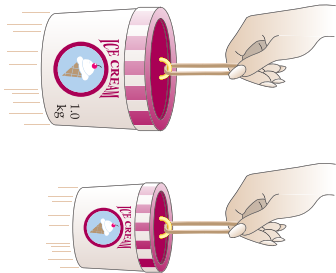
$$m_2 = \frac{m_1 a_1}{a_2} = \frac{(1,0\text{kg})(5,0\text{m/s}^2)}{(11\text{m/s}^2)} = 0,45\text{kg}$$



Exemplo: puxando uma caixa

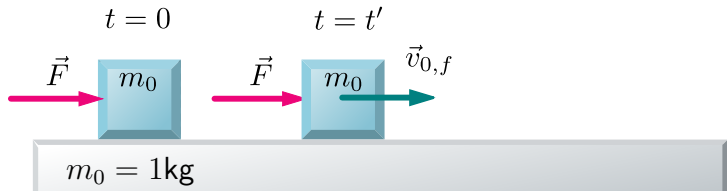
Uma força exercida por um elástico esticado produz uma aceleração de $5,0\text{m/s}^2$ em uma massa $m_1 = 1,0\text{kg}$. Quando uma força idêntica é aplicada a uma caixa de sorvete de massa m_2 , ela produz uma aceleração de 11m/s^2 . (a) Qual a massa m_2 ? (b) Qual é a magnitude da força exercida sobre as caixas?

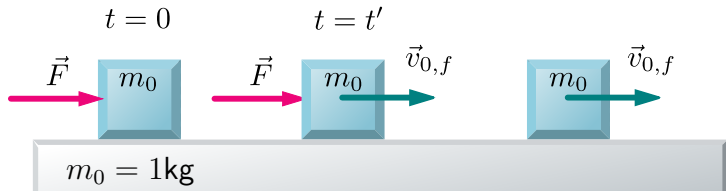
$$F_1 = m_1 a_1 = (1,0\text{kg})(5,0\text{m/s}^2) = 5\text{N}$$



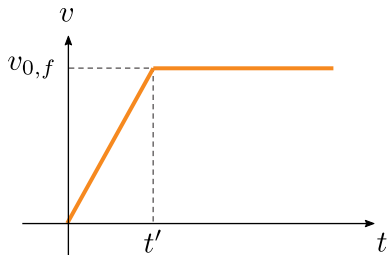
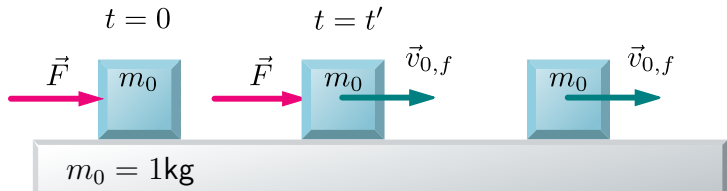




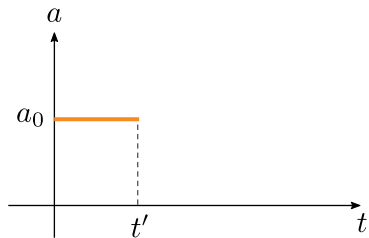
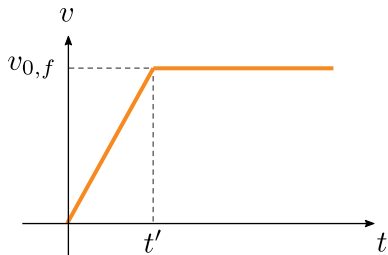
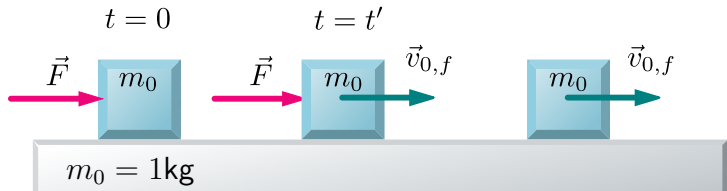




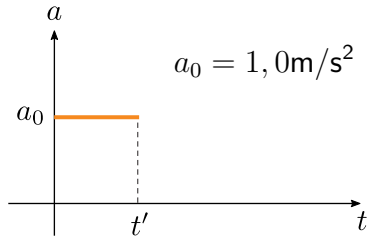
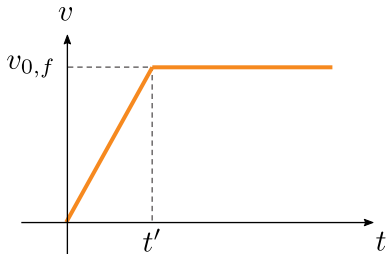
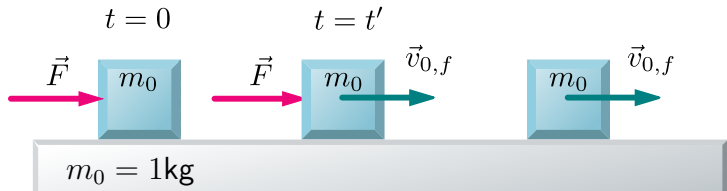
Massa



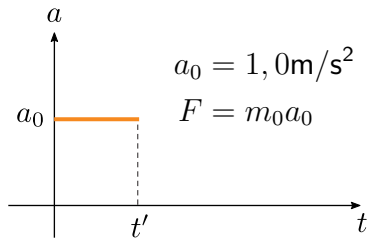
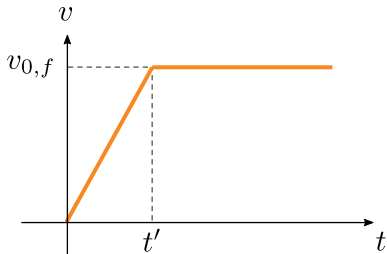
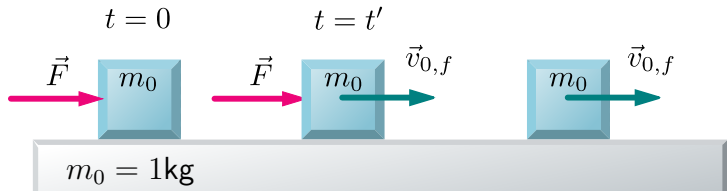
Massa



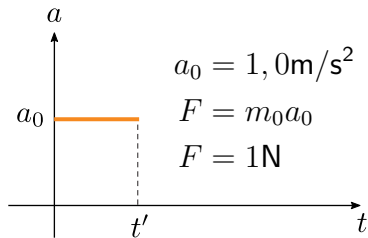
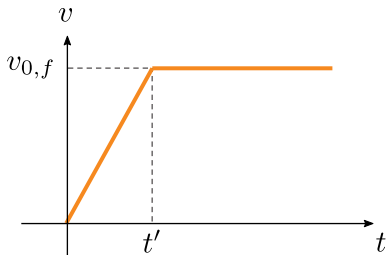
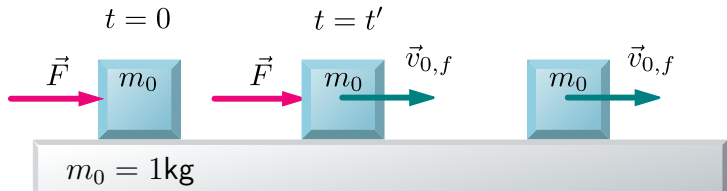
Massa



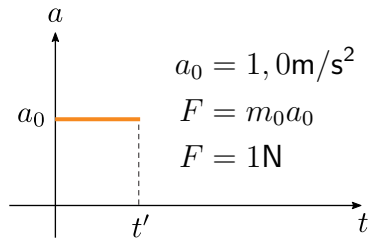
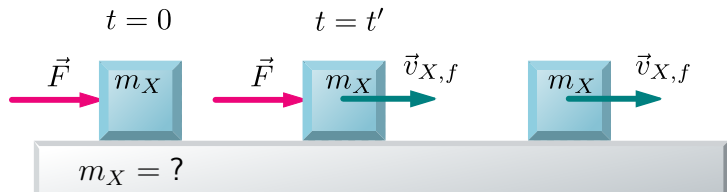
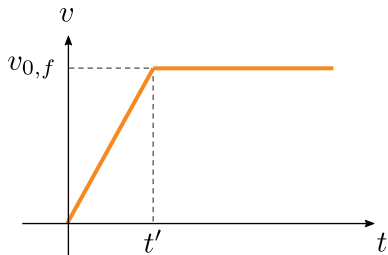
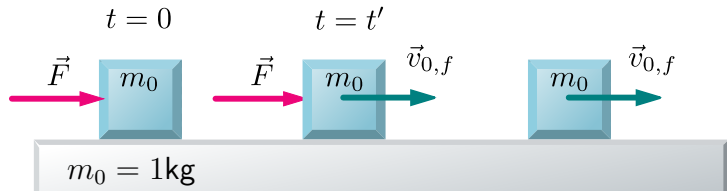
Massa



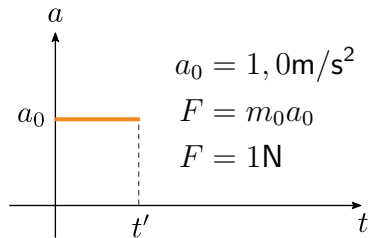
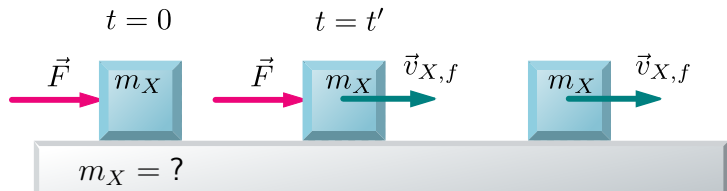
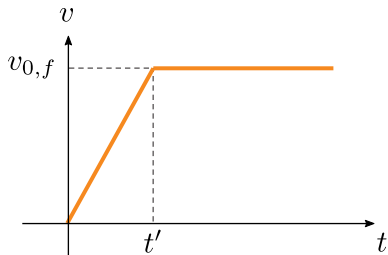
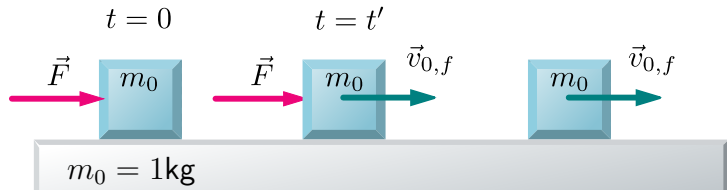
Massa



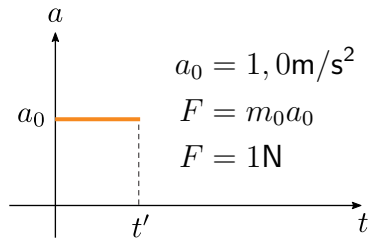
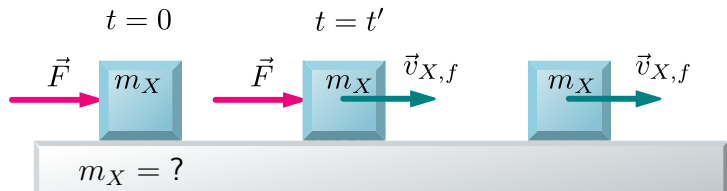
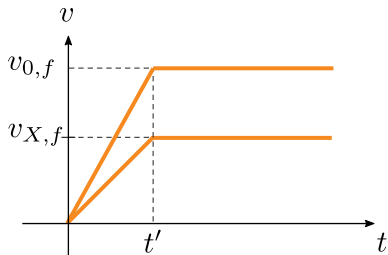
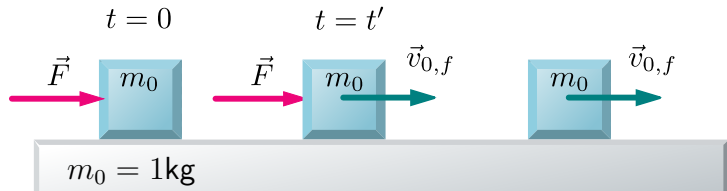
Massa



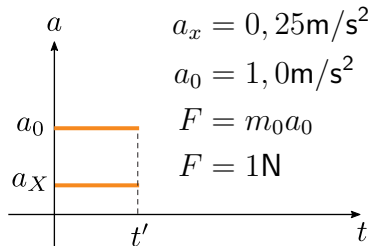
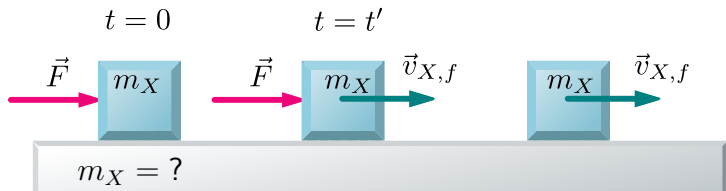
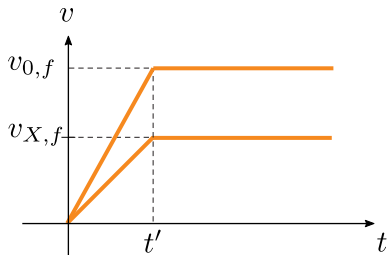
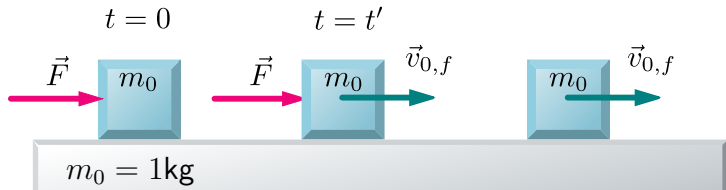
Massa



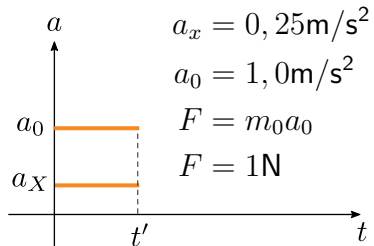
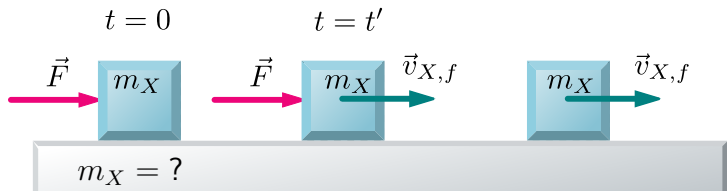
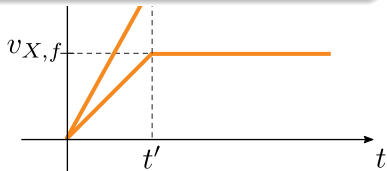
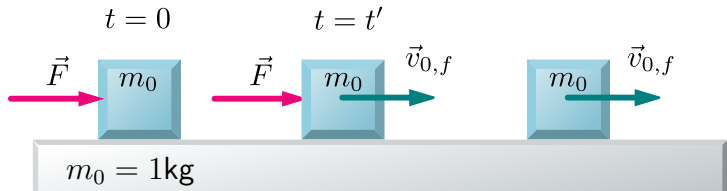
Massa



Massa

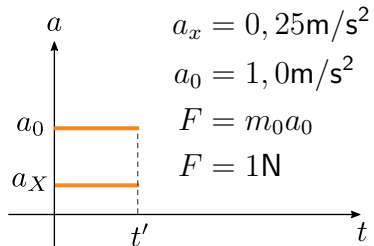
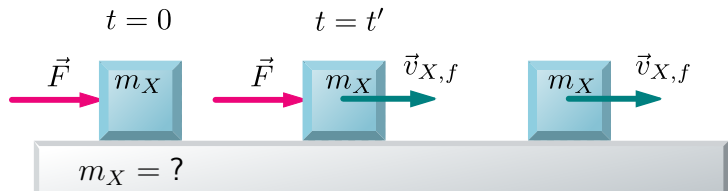
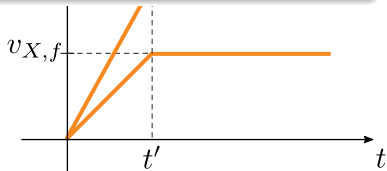
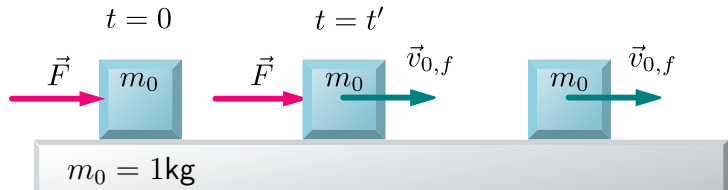


Massa



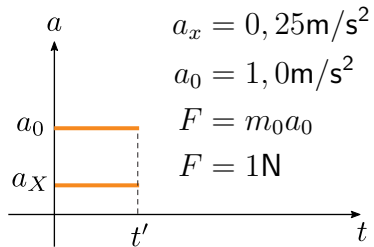
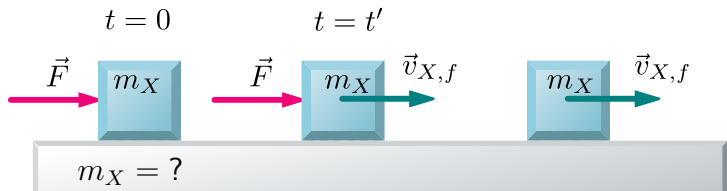
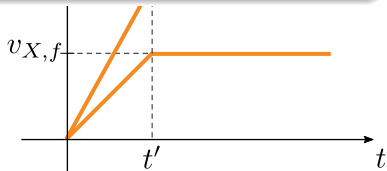
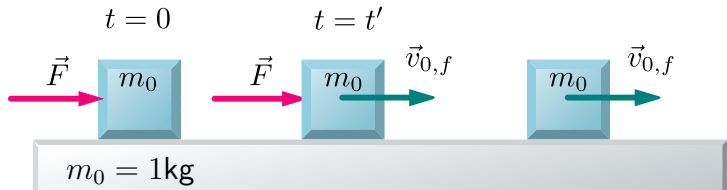
Massa

$$F = m_0 a_0$$



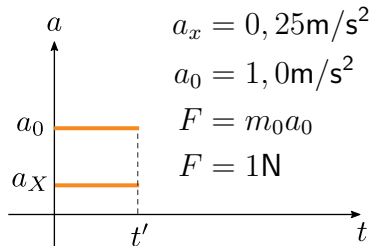
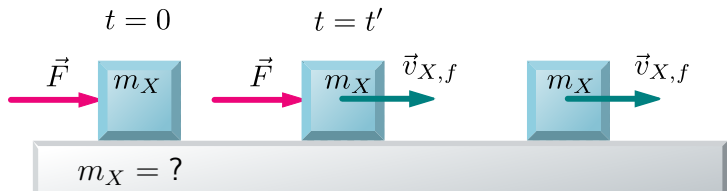
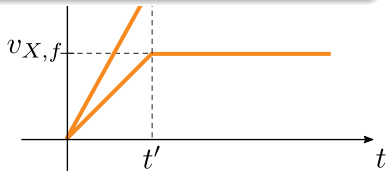
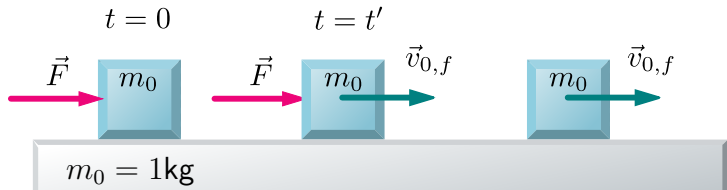
Massa

$$F = m_0 a_0 = m_x a_x$$



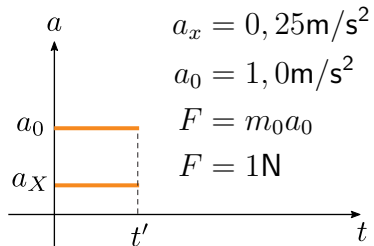
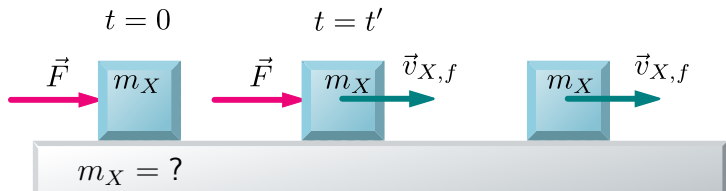
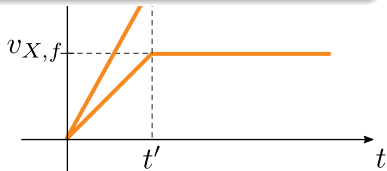
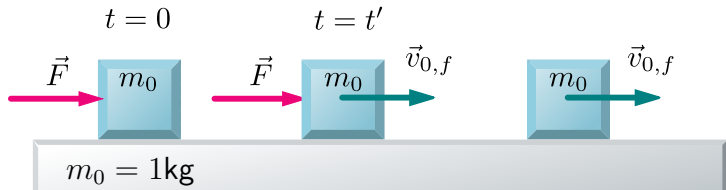
Massa

$$F = m_0 a_0 = m_x a_x \implies \frac{m_x}{m_0} = \frac{a_0}{a_x}$$



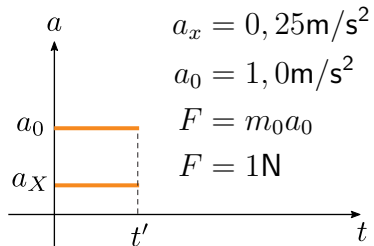
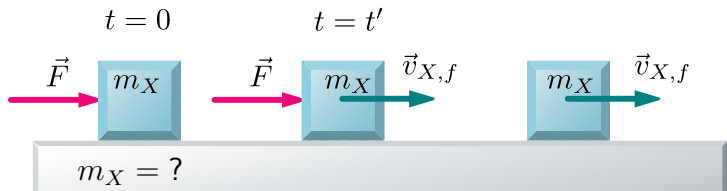
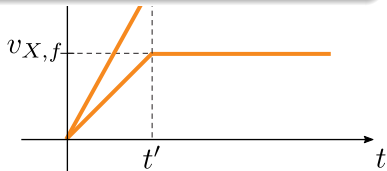
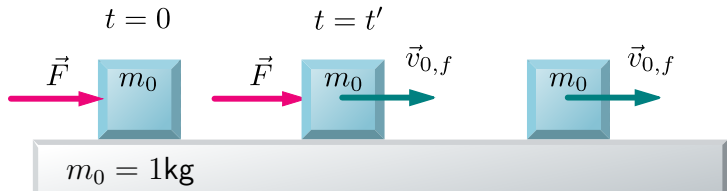
Massa

$$F = m_0 a_0 = m_x a_x \Rightarrow \frac{m_x}{m_0} = \frac{a_0}{a_x} \Rightarrow m_x = m_0 \frac{a_0}{a_x}$$



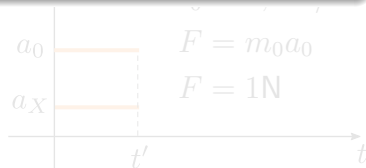
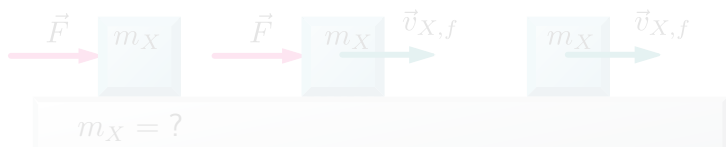
Massa

$$F = m_0 a_0 = m_x a_x \Rightarrow \frac{m_x}{m_0} = \frac{a_0}{a_x} \Rightarrow m_x = m_0 \frac{a_0}{a_x} = (1,0\text{kg}) \frac{(1,0\text{m/s}^2)}{(0,25\text{m/s}^2)} = 4,0\text{kg}$$



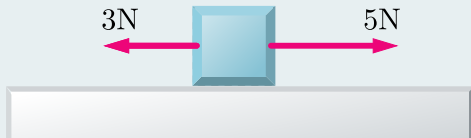
$$F = m_0 a_0 = m_x a_x \Rightarrow \frac{m_x}{m_0} = \frac{a_0}{a_x} \Rightarrow m_x = m_0 \frac{a_0}{a_x} = (1,0\text{kg}) \frac{(1,0\text{m/s}^2)}{(0,25\text{m/s}^2)} = 4,0\text{kg}$$

- A massa de um corpo é a propriedade que relaciona uma força que age sobre o corpo com a aceleração resultante.
- Você pode ter uma sensação física da massa apenas quando tenta acelerar um corpo, como ao empurrar uma pessoa.



A figura mostra duas forças horizontais atuando em um bloco apoiado em um piso sem atrito. Se uma terceira força horizontal $\vec{F}_3$ também age sobre o bloco, determine o módulo e a orientação de $\vec{F}_3$ quando o bloco

- ① está em repouso
- ② está se movendo para a esquerda com velocidade constante de 5m/s



Exemplo: Uma caminhada no espaço

Você está à deriva no espaço, afastado de sua nave espacial. Por sorte, você tem um propulsor que fornece uma força resultante constante $\vec{F}$ por 3,0s. Após 3,0s, você se moveu 2,25m. Se sua massa é 68kg, encontre $\vec{F}$.

$$\vec{F} = m\vec{a} \quad \Rightarrow \quad \vec{F} = (68\text{kg})(0,5\text{m/s}^2)\hat{i} = (34\text{N})\hat{i}$$

$$x = x_0 + v_0t + \frac{1}{2}at^2$$

$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2$$

$$a = \frac{2\Delta x}{t^2}$$

$$a = \frac{2(2,25\text{m})}{(3,0\text{s})^2}$$

$$a = 0,5\text{m/s}^2 \quad \Rightarrow \quad \boxed{\vec{a} = (0,5\text{m/s}^2)\hat{i}}$$

Exemplo: Uma caminhada no espaço

Você está à deriva no espaço, afastado de sua nave espacial. Por sorte, você tem um propulsor que fornece uma força resultante constante $\vec{F}$ por 3,0s. Após 3,0s, você se moveu 2,25m. Se sua massa é 68kg, encontre $\vec{F}$.

$$\vec{F} = m\vec{a} \quad \Rightarrow \quad \vec{F} = (68\text{kg})(0,5\text{m/s}^2)\hat{i} = (34\text{N})\hat{i}$$

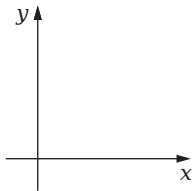
$$x = x_0 + v_0t + \frac{1}{2}at^2$$

$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2$$

$$a = \frac{2\Delta x}{t^2}$$

$$a = \frac{2(2,25\text{m})}{(3,0\text{s})^2}$$

$$a = 0,5\text{m/s}^2 \quad \Rightarrow \quad \boxed{\vec{a} = (0,5\text{m/s}^2)\hat{i}}$$



Exemplo: Uma caminhada no espaço

Você está à deriva no espaço, afastado de sua nave espacial. Por sorte, você tem um propulsor que fornece uma força resultante constante $\vec{F}$ por 3,0s. Após 3,0s, você se moveu 2,25m. Se sua massa é 68kg, encontre $\vec{F}$.

$$\vec{F} = m\vec{a} \quad \Rightarrow \quad \vec{F} = (68\text{kg})(0,5\text{m/s}^2)\hat{i} = (34\text{N})\hat{i}$$

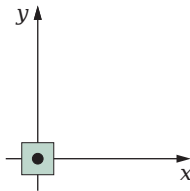
$$x = x_0 + v_0t + \frac{1}{2}at^2$$

$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2$$

$$a = \frac{2\Delta x}{t^2}$$

$$a = \frac{2(2,25\text{m})}{(3,0\text{s})^2}$$

$$a = 0,5\text{m/s}^2 \quad \Rightarrow \quad \boxed{\vec{a} = (0,5\text{m/s}^2)\hat{i}}$$



Exemplo: Uma caminhada no espaço

Você está à deriva no espaço, afastado de sua nave espacial. Por sorte, você tem um propulsor que fornece uma força resultante constante $\vec{F}$ por 3,0s. Após 3,0s, você se moveu 2,25m. Se sua massa é 68kg, encontre $\vec{F}$.

$$\vec{F} = m\vec{a} \quad \Rightarrow \quad \vec{F} = (68\text{kg})(0,5\text{m/s}^2)\hat{i} = (34\text{N})\hat{i}$$

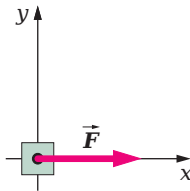
$$x = x_0 + v_0t + \frac{1}{2}at^2$$

$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2$$

$$a = \frac{2\Delta x}{t^2}$$

$$a = \frac{2(2,25\text{m})}{(3,0\text{s})^2}$$

$$a = 0,5\text{m/s}^2 \quad \Rightarrow \quad \boxed{\vec{a} = (0,5\text{m/s}^2)\hat{i}}$$



Exemplo: Uma caminhada no espaço

Você está à deriva no espaço, afastado de sua nave espacial. Por sorte, você tem um propulsor que fornece uma força resultante constante $\vec{F}$ por 3,0s. Após 3,0s, você se moveu 2,25m. Se sua massa é 68kg, encontre $\vec{F}$.

$$\vec{F} = m\vec{a} \implies \vec{F} = (68\text{kg})(0,5\text{m/s}^2)\hat{i} = (34\text{N})\hat{i}$$

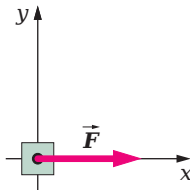
$$x = x_0 + v_0t + \frac{1}{2}at^2$$

$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2$$

$$a = \frac{2\Delta x}{t^2}$$

$$a = \frac{2(2,25\text{m})}{(3,0\text{s})^2}$$

$$a = 0,5\text{m/s}^2 \implies \boxed{\vec{a} = (0,5\text{m/s}^2)\hat{i}}$$



Exemplo: Uma caminhada no espaço

Você está à deriva no espaço, afastado de sua nave espacial. Por sorte, você tem um propulsor que fornece uma força resultante constante $\vec{F}$ por 3,0s. Após 3,0s, você se moveu 2,25m. Se sua massa é 68kg, encontre $\vec{F}$.

$$\vec{F} = m\vec{a} \implies \vec{F} = (68\text{kg})(0,5\text{m/s}^2)\hat{i} = (34\text{N})\hat{i}$$

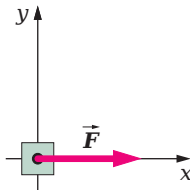
$$x = x_0 + v_0t + \frac{1}{2}at^2$$

$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2$$

$$a = \frac{2\Delta x}{t^2}$$

$$a = \frac{2(2,25\text{m})}{(3,0\text{s})^2}$$

$$a = 0,5\text{m/s}^2 \implies \boxed{\vec{a} = (0,5\text{m/s}^2)\hat{i}}$$



Exemplo: Uma caminhada no espaço

Você está à deriva no espaço, afastado de sua nave espacial. Por sorte, você tem um propulsor que fornece uma força resultante constante $\vec{F}$ por 3,0s. Após 3,0s, você se moveu 2,25m. Se sua massa é 68kg, encontre $\vec{F}$.

$$\vec{F} = m\vec{a} \implies \vec{F} = (68\text{kg})(0,5\text{m/s}^2)\hat{i} = (34\text{N})\hat{i}$$

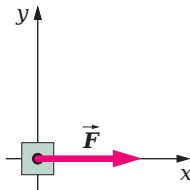
$$x = x_0 + \cancel{v_0 t}^0 + \frac{1}{2}at^2$$

$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2$$

$$a = \frac{2\Delta x}{t^2}$$

$$a = \frac{2(2,25\text{m})}{(3,0\text{s})^2}$$

$$a = 0,5\text{m/s}^2 \implies \boxed{\vec{a} = (0,5\text{m/s}^2)\hat{i}}$$



Exemplo: Uma caminhada no espaço

Você está à deriva no espaço, afastado de sua nave espacial. Por sorte, você tem um propulsor que fornece uma força resultante constante $\vec{F}$ por 3,0s. Após 3,0s, você se moveu 2,25m. Se sua massa é 68kg, encontre $\vec{F}$.

$$\vec{F} = m\vec{a} \implies \vec{F} = (68\text{kg})(0,5\text{m/s}^2)\hat{i} = (34\text{N})\hat{i}$$

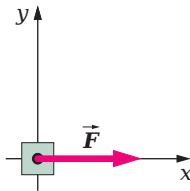
$$x = x_0 + \cancel{v_0 t}^0 + \frac{1}{2}at^2$$

$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2$$

$$a = \frac{2\Delta x}{t^2}$$

$$a = \frac{2(2,25\text{m})}{(3,0\text{s})^2}$$

$$a = 0,5\text{m/s}^2 \implies \boxed{\vec{a} = (0,5\text{m/s}^2)\hat{i}}$$



Exemplo: Uma caminhada no espaço

Você está à deriva no espaço, afastado de sua nave espacial. Por sorte, você tem um propulsor que fornece uma força resultante constante $\vec{F}$ por 3,0s. Após 3,0s, você se moveu 2,25m. Se sua massa é 68kg, encontre $\vec{F}$.

$$\vec{F} = m\vec{a} \implies \vec{F} = (68\text{kg})(0,5\text{m/s}^2)\hat{i} = (34\text{N})\hat{i}$$

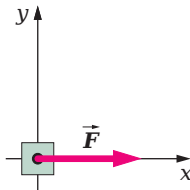
$$x = x_0 + \cancel{v_0 t}^0 + \frac{1}{2}at^2$$

$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2$$

$$a = \frac{2\Delta x}{t^2}$$

$$a = \frac{2(2,25\text{m})}{(3,0\text{s})^2}$$

$$a = 0,5\text{m/s}^2 \implies \boxed{\vec{a} = (0,5\text{m/s}^2)\hat{i}}$$



Exemplo: Uma caminhada no espaço

Você está à deriva no espaço, afastado de sua nave espacial. Por sorte, você tem um propulsor que fornece uma força resultante constante $\vec{F}$ por 3,0s. Após 3,0s, você se moveu 2,25m. Se sua massa é 68kg, encontre $\vec{F}$.

$$\vec{F} = m\vec{a} \implies \vec{F} = (68\text{kg})(0,5\text{m/s}^2)\hat{i} = (34\text{N})\hat{i}$$

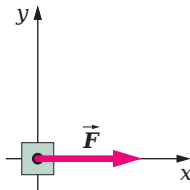
$$x = x_0 + \cancel{v_0 t}^0 + \frac{1}{2}at^2$$

$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2$$

$$a = \frac{2\Delta x}{t^2}$$

$$a = \frac{2(2,25\text{m})}{(3,0\text{s})^2}$$

$$a = 0,5\text{m/s}^2 \implies \boxed{\vec{a} = (0,5\text{m/s}^2)\hat{i}}$$



Exemplo: Uma caminhada no espaço

Você está à deriva no espaço, afastado de sua nave espacial. Por sorte, você tem um propulsor que fornece uma força resultante constante $\vec{F}$ por 3,0s. Após 3,0s, você se moveu 2,25m. Se sua massa é 68kg, encontre $\vec{F}$.

$$\vec{F} = m\vec{a} \implies \vec{F} = (68\text{kg})(0,5\text{m/s}^2)\hat{i} = (34\text{N})\hat{i}$$

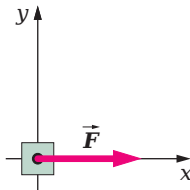
$$x = x_0 + \cancel{v_0 t}^0 + \frac{1}{2}at^2$$

$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2$$

$$a = \frac{2\Delta x}{t^2}$$

$$a = \frac{2(2,25\text{m})}{(3,0\text{s})^2}$$

$$a = 0,5\text{m/s}^2 \implies \boxed{\vec{a} = (0,5\text{m/s}^2)\hat{i}}$$



Exemplo: Uma caminhada no espaço

Você está à deriva no espaço, afastado de sua nave espacial. Por sorte, você tem um propulsor que fornece uma força resultante constante $\vec{F}$ por 3,0s. Após 3,0s, você se moveu 2,25m. Se sua massa é 68kg, encontre $\vec{F}$.

$$\vec{F} = m\vec{a} \implies \vec{F} = (68\text{kg})(0,5\text{m/s}^2)\hat{i} = (34\text{N})\hat{i}$$

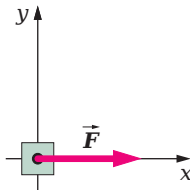
$$x = x_0 + \cancel{v_0 t}^0 + \frac{1}{2}at^2$$

$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2$$

$$a = \frac{2\Delta x}{t^2}$$

$$a = \frac{2(2,25\text{m})}{(3,0\text{s})^2}$$

$$a = 0,5\text{m/s}^2 \implies \boxed{\vec{a} = (0,5\text{m/s}^2)\hat{i}}$$



Exemplo: Uma caminhada no espaço

Você está à deriva no espaço, afastado de sua nave espacial. Por sorte, você tem um propulsor que fornece uma força resultante constante $\vec{F}$ por 3,0s. Após 3,0s, você se moveu 2,25m. Se sua massa é 68kg, encontre $\vec{F}$.

$$\vec{F} = m\vec{a} \implies \vec{F} = (68\text{kg})(0,5\text{m/s}^2)\hat{i} = (34\text{N})\hat{i}$$

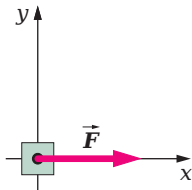
$$x = x_0 + \cancel{v_0 t}^0 + \frac{1}{2}at^2$$

$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2$$

$$a = \frac{2\Delta x}{t^2}$$

$$a = \frac{2(2,25\text{m})}{(3,0\text{s})^2}$$

$$a = 0,5\text{m/s}^2 \implies \boxed{\vec{a} = (0,5\text{m/s}^2)\hat{i}}$$



Exemplo: Partícula sujeita a duas forças

Uma partícula de 0,400kg de massa está submetida simultaneamente a duas forças

$$\vec{F}_1 = (-2,00\text{N})\hat{i} + (-4,00\text{N})\hat{j} \quad \vec{F}_2 = (-2,60\text{N})\hat{i} + (+5,00\text{N})\hat{j}$$

Se a partícula está na origem e parte do repouso em $t = 0$, encontre (a) sua posição $\vec{r}$ em $t = 1,6\text{s}$ e (b) sua velocidade $\vec{v}$ em $t = 1,6\text{s}$.

- Vamos começar por encontrar $\vec{a}$:

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

- Sendo que $\vec{F}_{\text{res}} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$, temos

$$\vec{F}_{\text{res}} = (-2,00\text{N})\hat{i} + (-4,00\text{N})\hat{j} + (-2,60\text{N})\hat{i} + (+5,00\text{N})\hat{j}$$

$$\vec{F}_{\text{res}} = (-4,60\text{N})\hat{i} + (1,00\text{N})\hat{j}$$

Exemplo: Partícula sujeita a duas forças

Uma partícula de 0,400kg de massa está submetida simultaneamente a duas forças

$$\vec{F}_1 = (-2,00\text{N})\hat{i} + (-4,00\text{N})\hat{j} \quad \vec{F}_2 = (-2,60\text{N})\hat{i} + (+5,00\text{N})\hat{j}$$

Se a partícula está na origem e parte do repouso em $t = 0$, encontre (a) sua posição $\vec{r}$ em $t = 1,6\text{s}$ e (b) sua velocidade $\vec{v}$ em $t = 1,6\text{s}$.

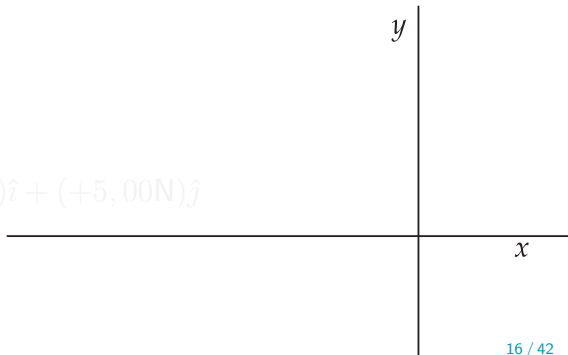
- Vamos começar por encontrar $\vec{a}$:

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

- Sendo que $\vec{F}_{\text{res}} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$, temos

$$\vec{F}_{\text{res}} = (-2,00\text{N})\hat{i} + (-4,00\text{N})\hat{j} + (-2,60\text{N})\hat{i} + (+5,00\text{N})\hat{j}$$

$$\vec{F}_{\text{res}} = (-4,60\text{N})\hat{i} + (1,00\text{N})\hat{j}$$



Exemplo: Partícula sujeita a duas forças

Uma partícula de 0,400kg de massa está submetida simultaneamente a duas forças

$$\vec{F}_1 = (-2,00\text{N})\hat{i} + (-4,00\text{N})\hat{j} \quad \vec{F}_2 = (-2,60\text{N})\hat{i} + (+5,00\text{N})\hat{j}$$

Se a partícula está na origem e parte do repouso em $t = 0$, encontre (a) sua posição $\vec{r}$ em $t = 1,6\text{s}$ e (b) sua velocidade $\vec{v}$ em $t = 1,6\text{s}$.

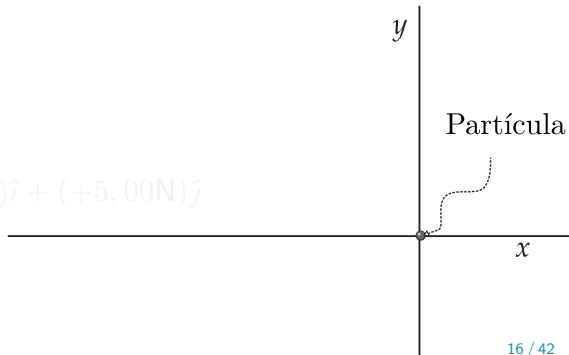
- Vamos começar por encontrar $\vec{a}$:

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

- Sendo que $\vec{F}_{\text{res}} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$, temos

$$\vec{F}_{\text{res}} = (-2,00\text{N})\hat{i} + (-4,00\text{N})\hat{j} + (-2,60\text{N})\hat{i} + (+5,00\text{N})\hat{j}$$

$$\vec{F}_{\text{res}} = (-4,60\text{N})\hat{i} + (1,00\text{N})\hat{j}$$



Exemplo: Partícula sujeita a duas forças

Uma partícula de 0,400kg de massa está submetida simultaneamente a duas forças

$$\vec{F}_1 = (-2,00\text{N})\hat{i} + (-4,00\text{N})\hat{j} \quad \vec{F}_2 = (-2,60\text{N})\hat{i} + (+5,00\text{N})\hat{j}$$

Se a partícula está na origem e parte do repouso em $t = 0$, encontre (a) sua posição $\vec{r}$ em $t = 1,6\text{s}$ e (b) sua velocidade $\vec{v}$ em $t = 1,6\text{s}$.

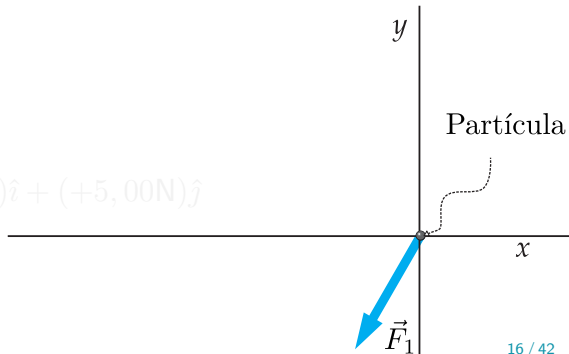
- Vamos começar por encontrar $\vec{a}$:

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

- Sendo que $\vec{F}_{\text{res}} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$, temos

$$\vec{F}_{\text{res}} = (-2,00\text{N})\hat{i} + (-4,00\text{N})\hat{j} + (-2,60\text{N})\hat{i} + (+5,00\text{N})\hat{j}$$

$$\vec{F}_{\text{res}} = (-4,60\text{N})\hat{i} + (1,00\text{N})\hat{j}$$



Exemplo: Partícula sujeita a duas forças

Uma partícula de 0,400kg de massa está submetida simultaneamente a duas forças

$$\vec{F}_1 = (-2,00\text{N})\hat{i} + (-4,00\text{N})\hat{j} \quad \vec{F}_2 = (-2,60\text{N})\hat{i} + (+5,00\text{N})\hat{j}$$

Se a partícula está na origem e parte do repouso em $t = 0$, encontre (a) sua posição $\vec{r}$ em $t = 1,6\text{s}$ e (b) sua velocidade $\vec{v}$ em $t = 1,6\text{s}$.

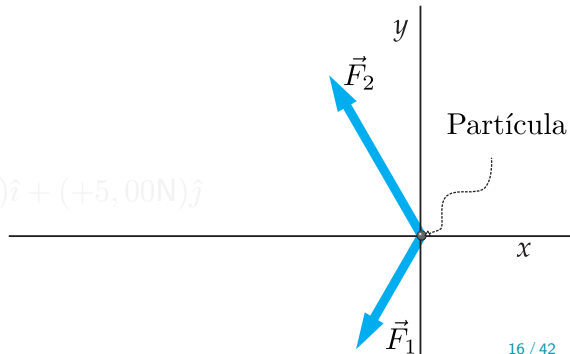
- Vamos começar por encontrar $\vec{a}$:

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

- Sendo que $\vec{F}_{\text{res}} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$, temos

$$\vec{F}_{\text{res}} = (-2,00\text{N})\hat{i} + (-4,00\text{N})\hat{j} + (-2,60\text{N})\hat{i} + (+5,00\text{N})\hat{j}$$

$$\vec{F}_{\text{res}} = (-4,60\text{N})\hat{i} + (1,00\text{N})\hat{j}$$



Exemplo: Partícula sujeita a duas forças

Uma partícula de 0,400kg de massa está submetida simultaneamente a duas forças

$$\vec{F}_1 = (-2,00\text{N})\hat{i} + (-4,00\text{N})\hat{j} \quad \vec{F}_2 = (-2,60\text{N})\hat{i} + (+5,00\text{N})\hat{j}$$

Se a partícula está na origem e parte do repouso em $t = 0$, encontre (a) sua posição $\vec{r}$ em $t = 1,6\text{s}$ e (b) sua velocidade $\vec{v}$ em $t = 1,6\text{s}$.

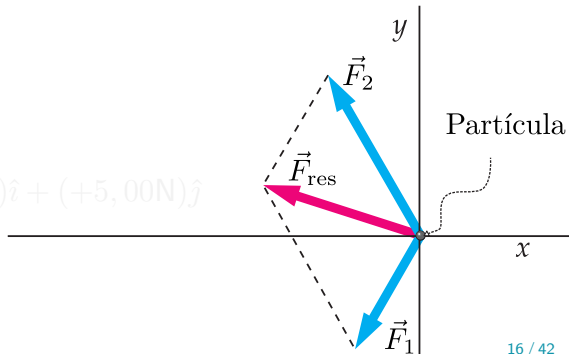
- Vamos começar por encontrar $\vec{a}$:

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

- Sendo que $\vec{F}_{\text{res}} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$, temos

$$\vec{F}_{\text{res}} = (-2,00\text{N})\hat{i} + (-4,00\text{N})\hat{j} + (-2,60\text{N})\hat{i} + (+5,00\text{N})\hat{j}$$

$$\vec{F}_{\text{res}} = (-4,60\text{N})\hat{i} + (1,00\text{N})\hat{j}$$



Exemplo: Partícula sujeita a duas forças

Uma partícula de 0,400kg de massa está submetida simultaneamente a duas forças

$$\vec{F}_1 = (-2,00\text{N})\hat{i} + (-4,00\text{N})\hat{j} \quad \vec{F}_2 = (-2,60\text{N})\hat{i} + (+5,00\text{N})\hat{j}$$

Se a partícula está na origem e parte do repouso em $t = 0$, encontre (a) sua posição $\vec{r}$ em $t = 1,6\text{s}$ e (b) sua velocidade $\vec{v}$ em $t = 1,6\text{s}$.

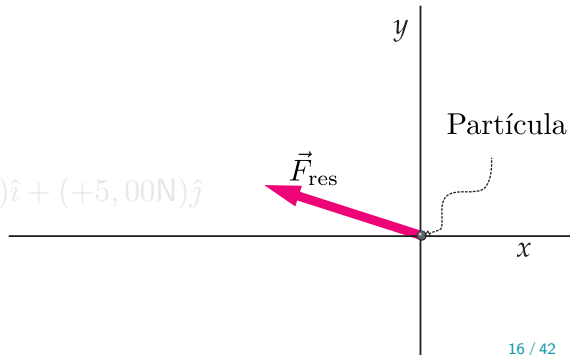
- Vamos começar por encontrar $\vec{a}$:

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

- Sendo que $\vec{F}_{\text{res}} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$, temos

$$\vec{F}_{\text{res}} = (-2,00\text{N})\hat{i} + (-4,00\text{N})\hat{j} + (-2,60\text{N})\hat{i} + (+5,00\text{N})\hat{j}$$

$$\vec{F}_{\text{res}} = (-4,60\text{N})\hat{i} + (1,00\text{N})\hat{j}$$



Exemplo: Partícula sujeita a duas forças

Uma partícula de 0,400kg de massa está submetida simultaneamente a duas forças

$$\vec{F}_1 = (-2,00\text{N})\hat{i} + (-4,00\text{N})\hat{j} \quad \vec{F}_2 = (-2,60\text{N})\hat{i} + (+5,00\text{N})\hat{j}$$

Se a partícula está na origem e parte do repouso em $t = 0$, encontre (a) sua posição $\vec{r}$ em $t = 1,6\text{s}$ e (b) sua velocidade $\vec{v}$ em $t = 1,6\text{s}$.

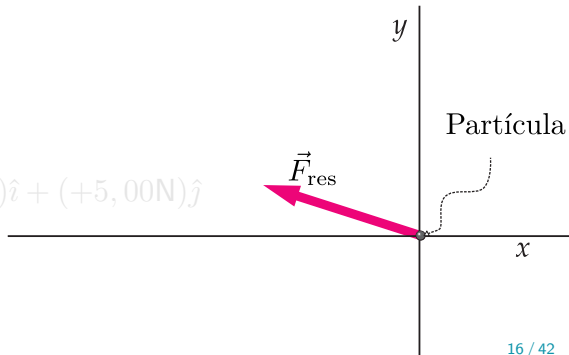
- Vamos começar por encontrar $\vec{a}$:

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

- Sendo que $\vec{F}_{\text{res}} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$, temos

$$\vec{F}_{\text{res}} = (-2,00\text{N})\hat{i} + (-4,00\text{N})\hat{j} + (-2,60\text{N})\hat{i} + (+5,00\text{N})\hat{j}$$

$$\vec{F}_{\text{res}} = (-4,60\text{N})\hat{i} + (1,00\text{N})\hat{j}$$



Exemplo: Partícula sujeita a duas forças

Uma partícula de 0,400kg de massa está submetida simultaneamente a duas forças

$$\vec{F}_1 = (-2,00\text{N})\hat{i} + (-4,00\text{N})\hat{j} \quad \vec{F}_2 = (-2,60\text{N})\hat{i} + (+5,00\text{N})\hat{j}$$

Se a partícula está na origem e parte do repouso em $t = 0$, encontre (a) sua posição $\vec{r}$ em $t = 1,6\text{s}$ e (b) sua velocidade $\vec{v}$ em $t = 1,6\text{s}$.

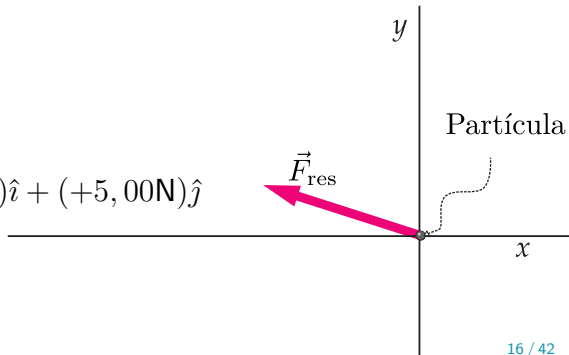
- Vamos começar por encontrar $\vec{a}$:

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

- Sendo que $\vec{F}_{\text{res}} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$, temos

$$\vec{F}_{\text{res}} = (-2,00\text{N})\hat{i} + (-4,00\text{N})\hat{j} + (-2,60\text{N})\hat{i} + (+5,00\text{N})\hat{j}$$

$$\vec{F}_{\text{res}} = (-4,60\text{N})\hat{i} + (1,00\text{N})\hat{j}$$



- Vamos começar por encontrar $\vec{a}$:

$$\vec{F}_{\text{res}} = m\vec{a} \quad \Longrightarrow \quad \vec{a} = \frac{\vec{F}_{\text{res}}}{m}$$

- Equação para aceleração constante

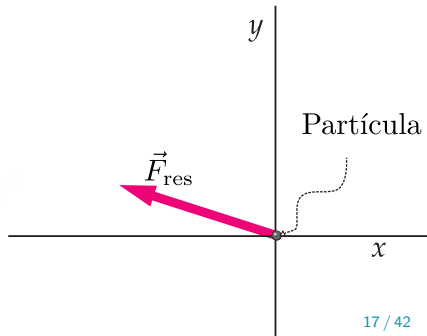
$$\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{1}{2} \vec{a} t^2$$

$$\vec{v}(t) = \vec{v}_0 + \vec{a} t$$

$$\vec{a} = \frac{\vec{v}(t) - \vec{v}_0}{t}$$

$$\vec{a} = \frac{(-4\hat{i} + 2\hat{j}) - (2\hat{i} + 3\hat{j})}{2}$$

$$\vec{a} = (-3\hat{i} - \hat{j}) \text{ m/s}^2$$



- Vamos começar por encontrar $\vec{a}$:

$$\vec{F}_{\text{res}} = m\vec{a} \implies \vec{a} = \frac{\vec{F}_{\text{res}}}{m}$$

- Equação para aceleração constante

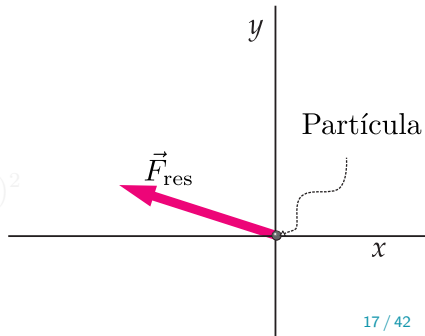
$$\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{1}{2} \vec{a} t^2$$

$$\vec{r}(t) = \frac{1}{2} \vec{a} t^2$$

$$\vec{r}(t) = \frac{1}{2m} \vec{F}_{\text{res}} t^2$$

$$\vec{r}(1,6\text{s}) = \frac{1}{2(0,400\text{kg})} \left[(-4,60\text{N})\hat{i} + (1,00\text{N})\hat{j} \right] (1,6\text{s})^2$$

$$\vec{r}(1,6\text{s}) = (-14,7\text{m})\hat{i} + (3,20\text{m})\hat{j}$$



- Vamos começar por encontrar $\vec{a}$:

$$\vec{F}_{\text{res}} = m\vec{a} \implies \vec{a} = \frac{\vec{F}_{\text{res}}}{m}$$

- Equação para aceleração constante

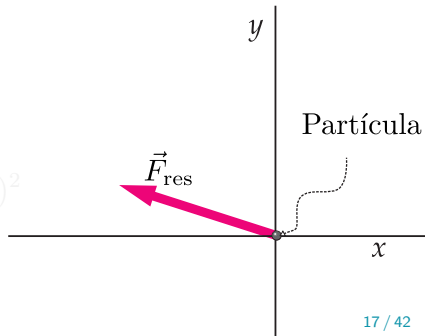
$$\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{1}{2} \vec{a} t^2$$

$$\vec{r}(t) = \frac{1}{2} \vec{a} t^2$$

$$\vec{r}(t) = \frac{1}{2m} \vec{F}_{\text{res}} t^2$$

$$\vec{r}(1,6\text{s}) = \frac{1}{2(0,400\text{kg})} \left[(-4,60\text{N})\hat{i} + (1,00\text{N})\hat{j} \right] (1,6\text{s})^2$$

$$\vec{r}(1,6\text{s}) = (-14,7\text{m})\hat{i} + (3,20\text{m})\hat{j}$$



- Vamos começar por encontrar $\vec{a}$:

$$\vec{F}_{\text{res}} = m\vec{a} \implies \vec{a} = \frac{\vec{F}_{\text{res}}}{m}$$

- Equação para aceleração constante

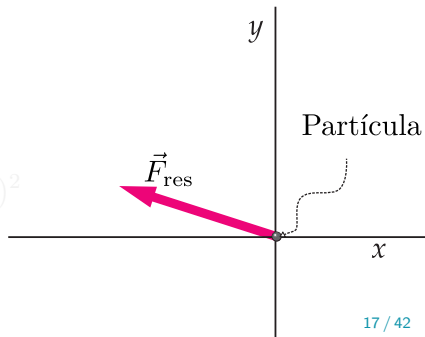
$$\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{1}{2} \vec{a} t^2$$

$$\vec{r}(t) = \frac{1}{2} \vec{a} t^2$$

$$\vec{r}(t) = \frac{1}{2m} \vec{F}_{\text{res}} t^2$$

$$\vec{r}(1,6\text{s}) = \frac{1}{2(0,400\text{kg})} \left[(-4,60\text{N})\hat{i} + (1,00\text{N})\hat{j} \right] (1,6\text{s})^2$$

$$\vec{r}(1,6\text{s}) = (-14,7\text{m})\hat{i} + (3,20\text{m})\hat{j}$$



- Vamos começar por encontrar $\vec{a}$:

$$\vec{F}_{\text{res}} = m\vec{a} \implies \vec{a} = \frac{\vec{F}_{\text{res}}}{m}$$

- Equação para aceleração constante

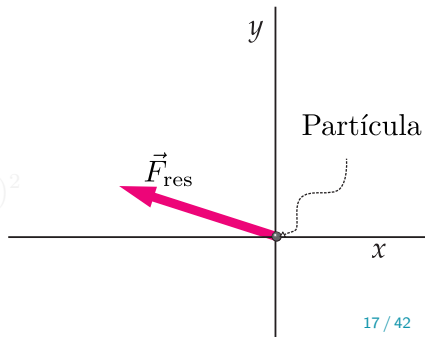
$$\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{1}{2} \vec{a} t^2$$

$$\vec{r}(t) = \frac{1}{2} \vec{a} t^2$$

$$\vec{r}(t) = \frac{1}{2m} \vec{F}_{\text{res}} t^2$$

$$\vec{r}(1,6\text{s}) = \frac{1}{2(0,400\text{kg})} \left[(-4,60\text{N})\hat{i} + (1,00\text{N})\hat{j} \right] (1,6\text{s})^2$$

$$\vec{r}(1,6\text{s}) = (-14,7\text{m})\hat{i} + (3,20\text{m})\hat{j}$$



- Vamos começar por encontrar $\vec{a}$:

$$\vec{F}_{\text{res}} = m\vec{a} \implies \vec{a} = \frac{\vec{F}_{\text{res}}}{m}$$

- Equação para aceleração constante

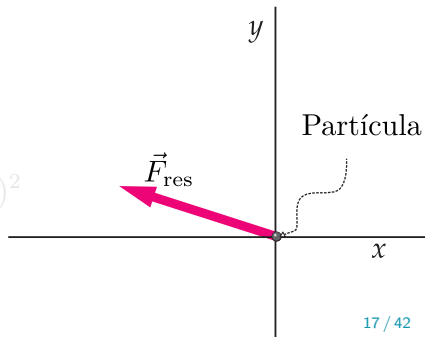
$$\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{1}{2} \vec{a} t^2$$

$$\vec{r}(t) = \frac{1}{2} \vec{a} t^2$$

$$\vec{r}(t) = \frac{1}{2m} \vec{F}_{\text{res}} t^2$$

$$\vec{r}(1,6\text{s}) = \frac{1}{2(0,400\text{kg})} \left[(-4,60\text{N})\hat{i} + (1,00\text{N})\hat{j} \right] (1,6\text{s})^2$$

$$\vec{r}(1,6\text{s}) = (-14,7\text{m})\hat{i} + (3,20\text{m})\hat{j}$$



- Vamos começar por encontrar $\vec{a}$:

$$\vec{F}_{\text{res}} = m\vec{a} \implies \vec{a} = \frac{\vec{F}_{\text{res}}}{m}$$

- Equação para aceleração constante

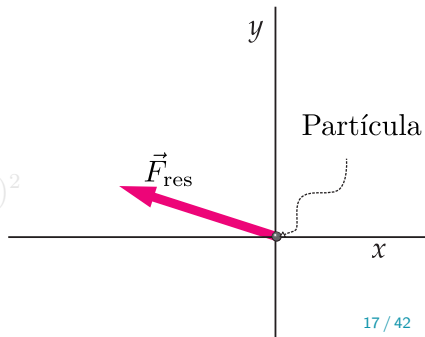
$$\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{1}{2} \vec{a} t^2$$

$$\vec{r}(t) = \frac{1}{2} \vec{a} t^2$$

$$\vec{r}(t) = \frac{1}{2m} \vec{F}_{\text{res}} t^2$$

$$\vec{r}(1,6\text{s}) = \frac{1}{2(0,400\text{kg})} \left[(-4,60\text{N})\hat{i} + (1,00\text{N})\hat{j} \right] (1,6\text{s})^2$$

$$\vec{r}(1,6\text{s}) = (-14,7\text{m})\hat{i} + (3,20\text{m})\hat{j}$$



- Vamos começar por encontrar $\vec{a}$:

$$\vec{F}_{\text{res}} = m\vec{a} \implies \vec{a} = \frac{\vec{F}_{\text{res}}}{m}$$

- Equação para aceleração constante

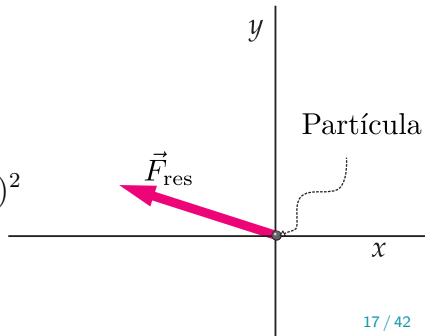
$$\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{1}{2} \vec{a} t^2$$

$$\vec{r}(t) = \frac{1}{2} \vec{a} t^2$$

$$\vec{r}(t) = \frac{1}{2m} \vec{F}_{\text{res}} t^2$$

$$\vec{r}(1,6\text{s}) = \frac{1}{2(0,400\text{kg})} \left[(-4,60\text{N})\hat{i} + (1,00\text{N})\hat{j} \right] (1,6\text{s})^2$$

$$\vec{r}(1,6\text{s}) = (-14,7\text{m})\hat{i} + (3,20\text{m})\hat{j}$$



- Vamos começar por encontrar $\vec{a}$:

$$\vec{F}_{\text{res}} = m\vec{a} \implies \vec{a} = \frac{\vec{F}_{\text{res}}}{m}$$

- Equação para aceleração constante

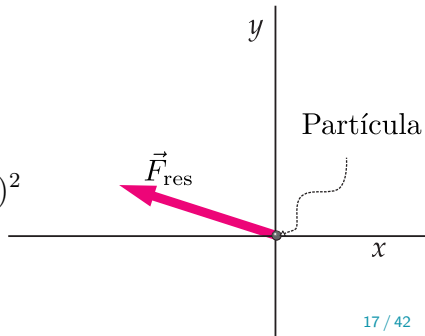
$$\vec{r}(t) = \vec{\cancel{r}}_0 + \vec{\cancel{v}}_0 t + \frac{1}{2} \vec{a} t^2$$

$$\vec{r}(t) = \frac{1}{2} \vec{a} t^2$$

$$\vec{r}(t) = \frac{1}{2m} \vec{F}_{\text{res}} t^2$$

$$\vec{r}(1,6\text{s}) = \frac{1}{2(0,400\text{kg})} \left[(-4,60\text{N})\hat{i} + (1,00\text{N})\hat{j} \right] (1,6\text{s})^2$$

$$\vec{r}(1,6\text{s}) = (-14,7\text{m})\hat{i} + (3,20\text{m})\hat{j}$$



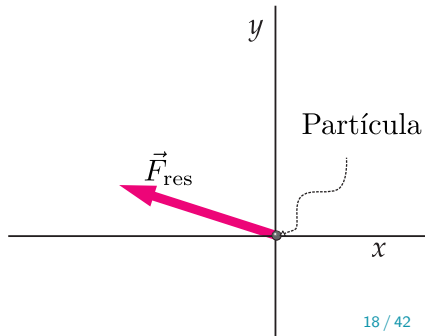
- O vetor velocidade $\vec{v}$ pode ser calculado fazendo

$$\begin{aligned}\vec{v}(t) &= \frac{d\vec{r}(t)}{dt} \\ &= \frac{d}{dt} \left[\frac{1}{2m} \vec{F}_{\text{res}} t^2 \right] \\ &= \frac{1}{2m} \vec{F}_{\text{res}} \frac{d}{dt} [t^2] = \frac{1}{2m} \vec{F}_{\text{res}} 2t = \frac{t}{m} \vec{F}_{\text{res}}\end{aligned}$$

- em $t = 1,60\text{s}$

$$\vec{v}(1,60\text{s}) = \frac{(1,60\text{s})}{(0,400\text{kg})} ((-4,60\text{N})\hat{i} + (1,00\text{N})\hat{j})$$

$$\boxed{\vec{v}(1,60\text{s}) = (-18,4\text{m/s})\hat{i} + (4,00\text{m/s})\hat{j}}$$



5. Força e movimento I

5.1 Primeira Lei de Newton

5.2 Segunda Lei de Newton

5.3 Algumas forças especiais

- Força Gravitacional
- Força Normal
- Força de atrito
- Força de tração

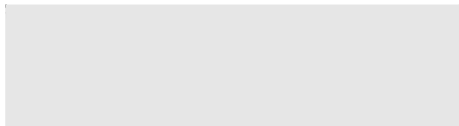
5.4 Terceira Lei de Newton

5.5 Exemplos

Algumas forças especiais

Força Gravitacional: Peso

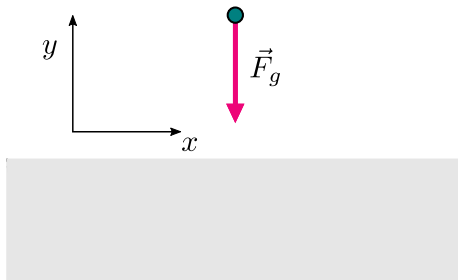
- Se a resistência do ar é desprezível, todos os objetos caem com a mesma aceleração $\vec{g}$
- Força gravitacional: $\vec{F} = m\vec{a} \implies \boxed{\vec{F}_g = m\vec{g} = (-mg)\hat{j}}$
- Próximo da superfície da Terra: $g = 9,8\text{m/s}^2$



Algumas forças especiais

Força Gravitacional: Peso

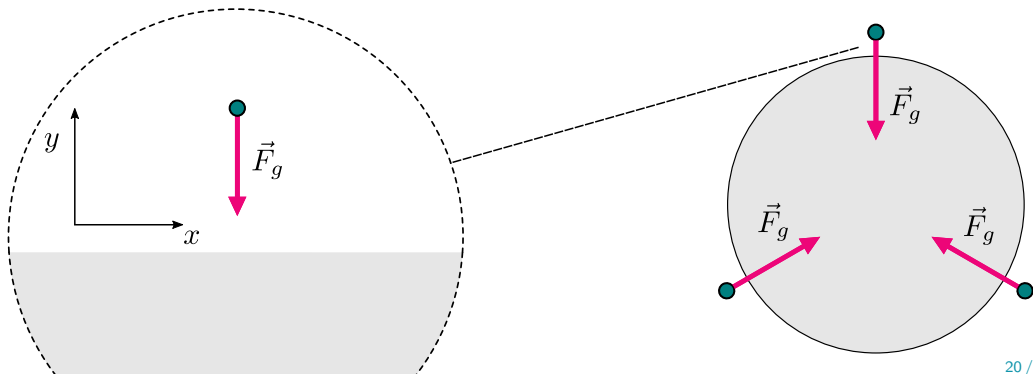
- Se a resistência do ar é desprezível, todos os objetos caem com a mesma aceleração $\vec{g}$
- Força gravitacional: $\vec{F} = m\vec{a} \implies \boxed{\vec{F}_g = m\vec{g} = (-mg)\hat{j}}$
- Próximo da superfície da Terra: $g = 9,8\text{m/s}^2$



Algumas forças especiais

Força Gravitacional: Peso

- Se a resistência do ar é desprezível, todos os objetos caem com a mesma aceleração $\vec{g}$
- Força gravitacional: $\vec{F} = m\vec{a} \implies \boxed{\vec{F}_g = m\vec{g} = (-mg)\hat{j}}$
- Próximo da superfície da Terra: $g = 9,8\text{m/s}^2$

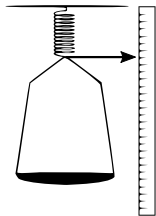


Algumas forças especiais

Força Gravitacional: Peso

- O **PESO** do objeto é a magnitude da força gravitacional sobre ele:

$$P = |\vec{F}_g| = mg$$



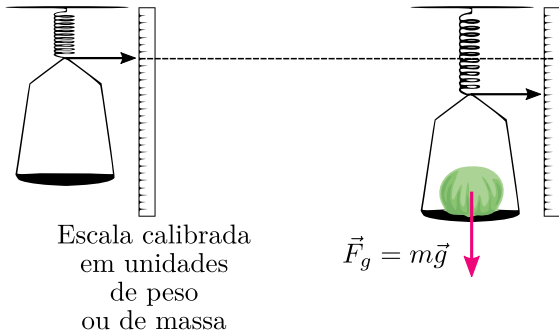
Escala calibrada
em unidades
de peso
ou de massa

Algumas forças especiais

Força Gravitacional: Peso

- O **PESO** do objeto é a magnitude da força gravitacional sobre ele:

$$P = |\vec{F}_g| = mg$$

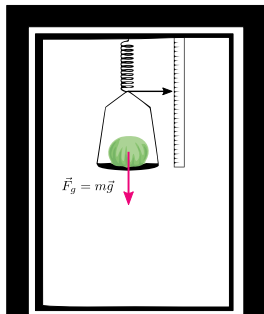


Algumas forças especiais

Força Gravitacional: Peso

- O **PESO** do objeto é a magnitude da força gravitacional sobre ele:

$$P = |\vec{F}_g| = mg$$

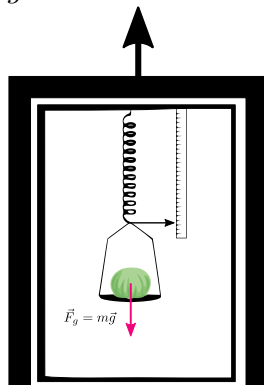
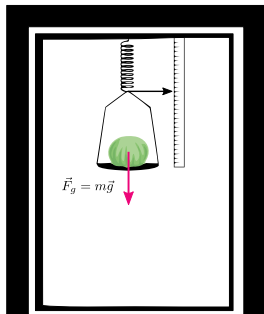


Algumas forças especiais

Força Gravitacional: Peso

- O **PESO** do objeto é a magnitude da força gravitacional sobre ele:

$$P = |\vec{F}_g| = mg$$

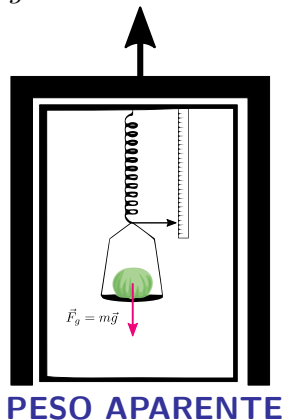
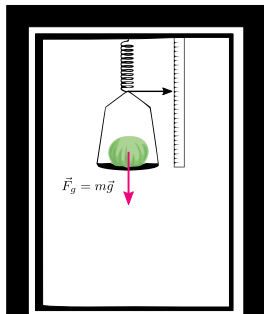


Algumas forças especiais

Força Gravitacional: Peso

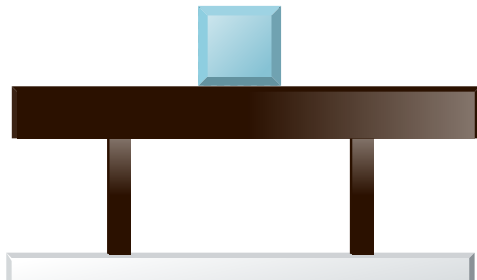
- O **PESO** do objeto é a magnitude da força gravitacional sobre ele:

$$P = |\vec{F}_g| = mg$$



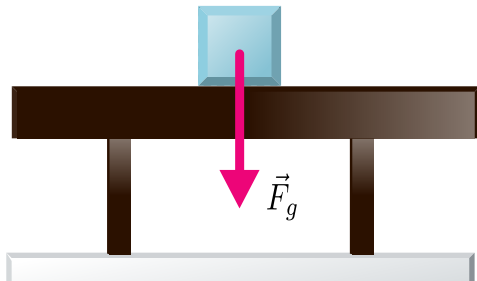
Algumas forças especiais

Força Normal



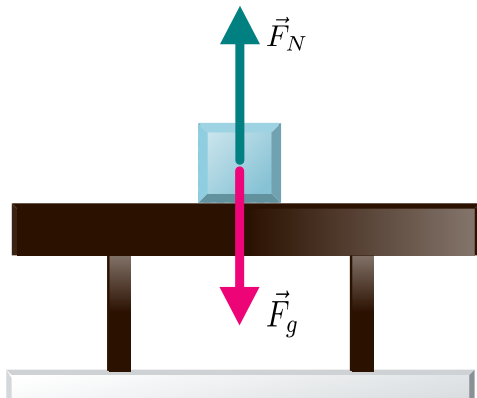
Algumas forças especiais

Força Normal



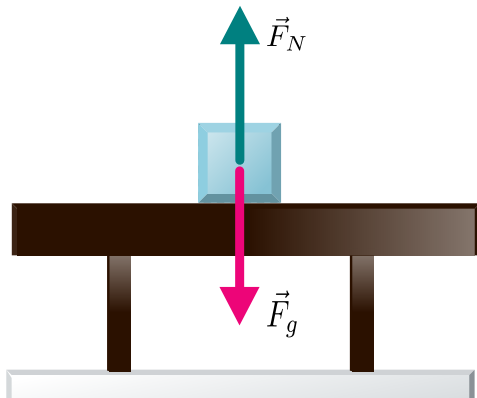
Algumas forças especiais

Força Normal



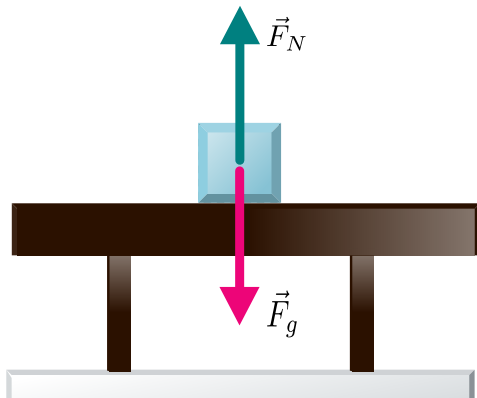
Algumas forças especiais

Força Normal



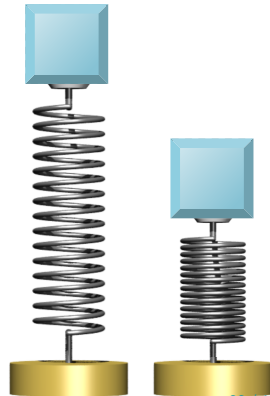
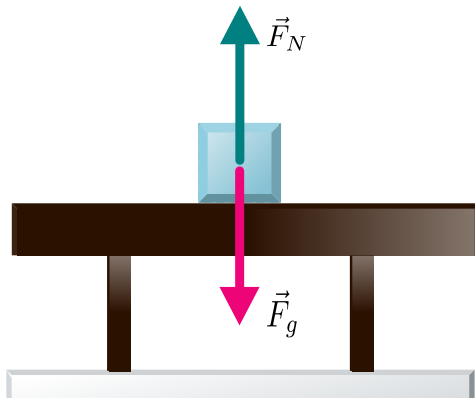
Algumas forças especiais

Força Normal



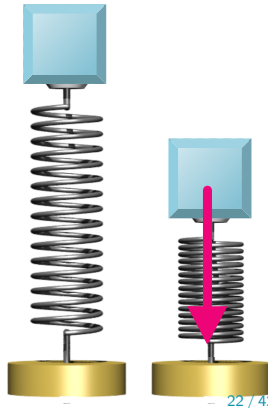
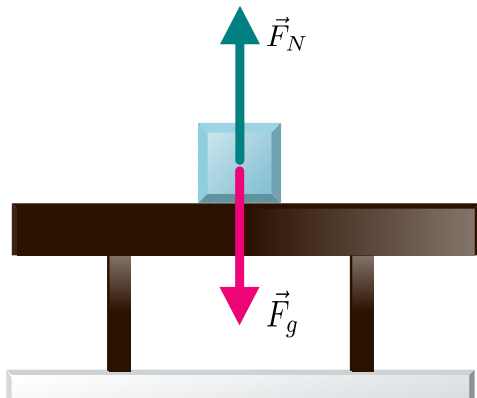
Algumas forças especiais

Força Normal



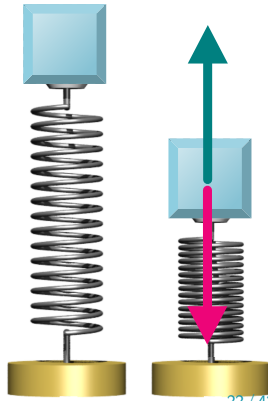
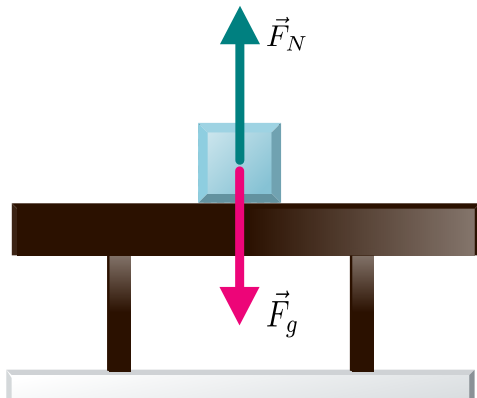
Algumas forças especiais

Força Normal



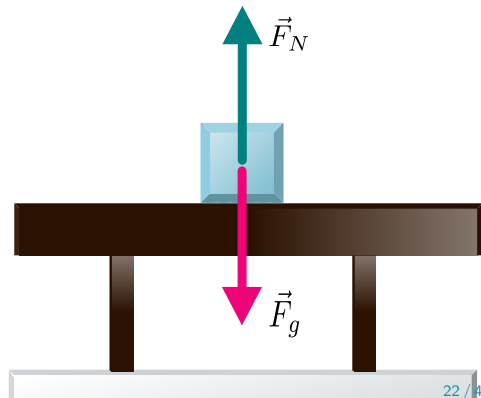
Algumas forças especiais

Força Normal



Algumas forças especiais

Força Normal



Algumas forças especiais

Força Normal

- Segunda Lei: $\vec{F}_{\text{res}} = m\vec{a} \implies (\vec{F}_N + \vec{F}_g) = ma_y\hat{j}$

- Caso $a_y = 0$:

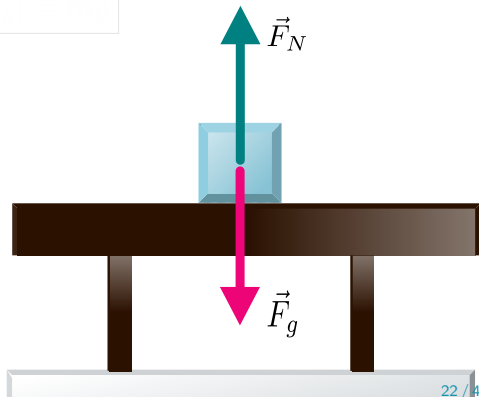
$$\vec{F}_N = -\vec{F}_g = +mg\hat{j}$$

$$F_N = F_g = mg$$

- Caso $a_y \neq 0$

$$\vec{F}_N - mg\hat{j} = ma_y\hat{j}$$

$$\vec{F}_N = m(a_y + g)\hat{j}$$



Algumas forças especiais

Força Normal

- Segunda Lei: $\vec{F}_{\text{res}} = m\vec{a} \implies (\vec{F}_N + \vec{F}_g) = ma_y\hat{j}$
- Caso $a_y = 0$:

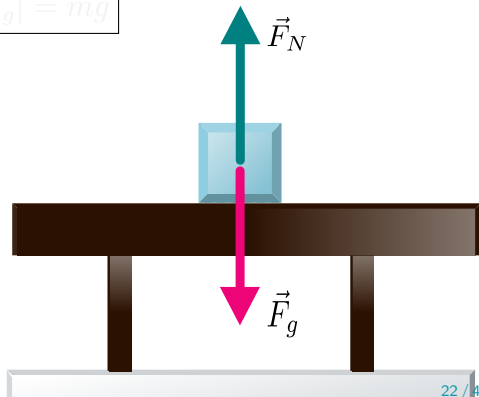
$$\vec{F}_N = -\vec{F}_g = +mg\hat{j}$$

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

- Caso $a_y \neq 0$

$$\vec{F}_N - mg\hat{j} = ma_y\hat{j}$$

$$\vec{F}_N = m(a_y + g)\hat{j}$$



Algumas forças especiais

Força Normal

- Segunda Lei: $\vec{F}_{\text{res}} = m\vec{a} \implies (\vec{F}_N + \vec{F}_g) = ma_y\hat{j}$
- Caso $a_y = 0$:

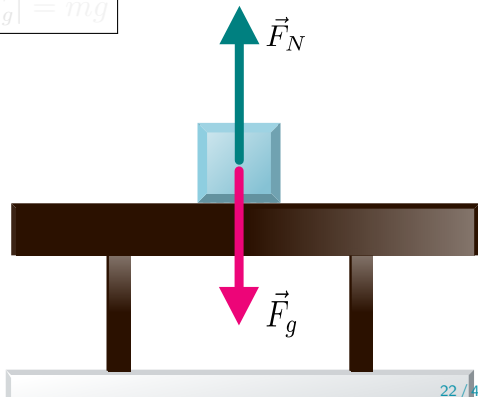
$$\vec{F}_N = -\vec{F}_g = +mg\hat{j}$$

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

- Caso $a_y \neq 0$

$$\vec{F}_N - mg\hat{j} = ma_y\hat{j}$$

$$\vec{F}_N = m(a_y + g)\hat{j}$$



Algumas forças especiais

Força Normal

- Segunda Lei: $\vec{F}_{\text{res}} = m\vec{a} \implies (\vec{F}_N + \vec{F}_g) = ma_y\hat{j}$
- Caso $a_y = 0$:

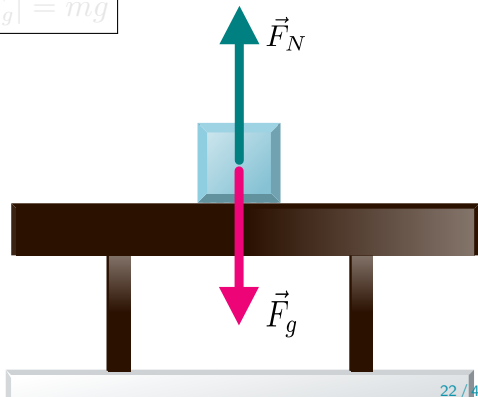
$$\vec{F}_N = -\vec{F}_g = +mg\hat{j}$$

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

- Caso $a_y \neq 0$

$$\vec{F}_N - mg\hat{j} = ma_y\hat{j}$$

$$\vec{F}_N = m(a_y + g)\hat{j}$$



Algumas forças especiais

Força Normal

- Segunda Lei: $\vec{F}_{\text{res}} = m\vec{a} \implies (\vec{F}_N + \vec{F}_g) = ma_y\hat{j}$

- Caso $a_y = 0$:

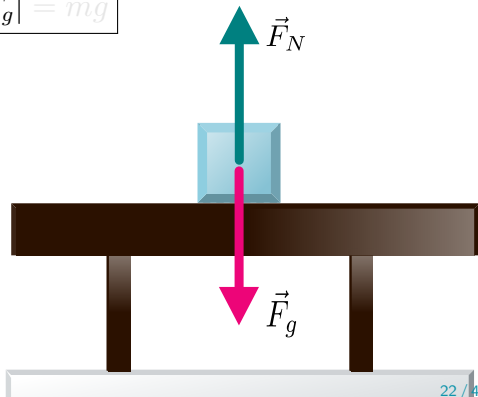
$$\vec{F}_N = -\vec{F}_g = +mg\hat{j}$$

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

- Caso $a_y \neq 0$

$$\vec{F}_N - mg\hat{j} = ma_y\hat{j}$$

$$\vec{F}_N = m(a_y + g)\hat{j}$$



Algumas forças especiais

Força Normal

- Segunda Lei: $\vec{F}_{\text{res}} = m\vec{a} \implies (\vec{F}_N + \vec{F}_g) = ma_y\hat{j}$
- Caso $a_y = 0$:

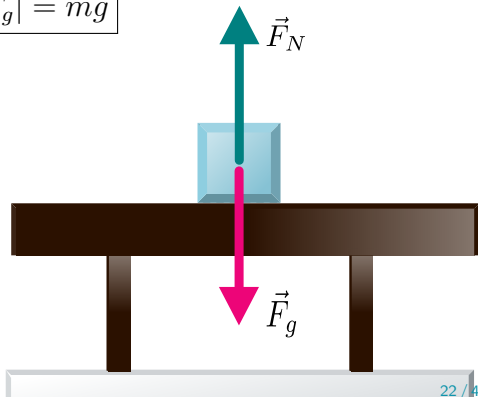
$$\vec{F}_N = -\vec{F}_g = +mg\hat{j}$$

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

- Caso $a_y \neq 0$

$$\vec{F}_N - mg\hat{j} = ma_y\hat{j}$$

$$\vec{F}_N = m(a_y + g)\hat{j}$$



Algumas forças especiais

Força Normal

- Segunda Lei: $\vec{F}_{\text{res}} = m\vec{a} \implies (\vec{F}_N + \vec{F}_g) = ma_y\hat{j}$

- Caso $a_y = 0$:

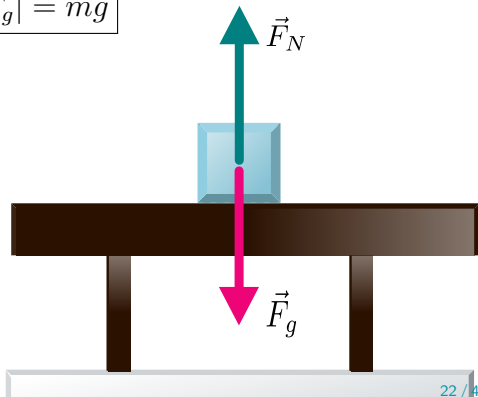
$$\boxed{\vec{F}_N = -\vec{F}_g = +mg\hat{j}}$$

$$\boxed{|\vec{F}_N| = |\vec{F}_g| = mg}$$

- Caso $a_y \neq 0$

$$\vec{F}_N - mg\hat{j} = ma_y\hat{j}$$

$$\boxed{\vec{F}_N = m(a_y + g)\hat{j}}$$



Algumas forças especiais

Força Normal

- Segunda Lei: $\vec{F}_{\text{res}} = m\vec{a} \implies (\vec{F}_N + \vec{F}_g) = ma_y\hat{j}$

- Caso $a_y = 0$:

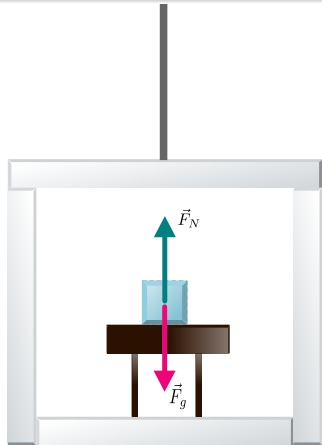
$$\vec{F}_N = -\vec{F}_g = +mg\hat{j}$$

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

- Caso $a_y \neq 0$

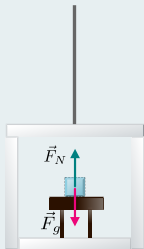
$$\vec{F}_N - mg\hat{j} = ma_y\hat{j}$$

$$\vec{F}_N = m(a_y + g)\hat{j}$$



Na Fig abaixo, o módulo da força normal $\vec{F}_N$ será maior, menor ou igual a mg se o bloco e a mesa estiverem em um elevador que se move para cima

- 1 com velocidade constante?
- 2 com velocidade crescente?



Exemplo: Descarregando um caminhão

Você trabalha em uma grande companhia de entregas e deve descarregar uma caixa grande e frágil usando uma rampa de descarregamento. Se a componente vertical para baixo da velocidade da caixa ao atingir a base da rampa for maior do que $2,50\text{m/s}$, o objeto se quebrará. Qual é o maior ângulo que permite um descarregamento seguro? A rampa tem $1,00\text{m}$ de altura, possui roletes (não tem atrito) e é inclinada em um ângulo θ com a horizontal.

- Segunda lei

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

$$(\vec{F}_g + \vec{F}_N) = m\vec{a}$$

- em componentes

$$F_{gx} + \cancel{F_{Nx}}^0 = ma_x$$

$$F_{gy} + F_{Ny} = ma_y$$

- Como

$$\begin{aligned} F_{gx} &= F_g \sin \theta \\ &= mg \sin \theta \end{aligned}$$

obtemos

$$a_x = g \sin \theta$$

- Componente v_b da velocidade

$$\vec{v} = v_x \hat{i} \quad v_b = v_x \sin \theta$$

Exemplo: Descarregando um caminhão

Você trabalha em uma grande companhia de entregas e deve descarregar uma caixa grande e frágil usando uma rampa de descarregamento. Se a componente vertical para baixo da velocidade da caixa ao atingir a base da rampa for maior do que $2,50\text{m/s}$, o objeto se quebrará. Qual é o maior ângulo que permite um descarregamento seguro? A rampa tem $1,00\text{m}$ de altura, possui roletes (não tem atrito) e é inclinada em um ângulo θ com a horizontal.

- Segunda lei

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

$$(\vec{F}_g + \vec{F}_N) = m\vec{a}$$

- em componentes

$$F_{gx} + \cancel{F_{Nx}}^0 = ma_x$$

$$F_{gy} + F_{Ny} = ma_y$$

- Como

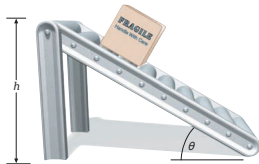
$$\begin{aligned} F_{gx} &= F_g \sin \theta \\ &= mg \sin \theta \end{aligned}$$

obtemos

$$a_x = g \sin \theta$$

- Componente v_b da velocidade

$$\vec{v} = v_x \hat{i} \quad v_b = v_x \sin \theta$$



Exemplo: Descarregando um caminhão

Você trabalha em uma grande companhia de entregas e deve descarregar uma caixa grande e frágil usando uma rampa de descarregamento. Se a componente vertical para baixo da velocidade da caixa ao atingir a base da rampa for maior do que $2,50\text{m/s}$, o objeto se quebrará. Qual é o maior ângulo que permite um descarregamento seguro? A rampa tem $1,00\text{m}$ de altura, possui roletes (não tem atrito) e é inclinada em um ângulo θ com a horizontal.

- Segunda lei

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

$$(\vec{F}_g + \vec{F}_N) = m\vec{a}$$

- em componentes

$$F_{gx} + \cancel{F_{Nx}}^0 = ma_x$$

$$F_{gy} + F_{Ny} = ma_y$$

- Como

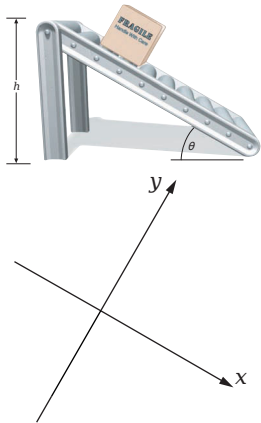
$$\begin{aligned} F_{gx} &= F_g \sin \theta \\ &= mg \sin \theta \end{aligned}$$

obtemos

$$a_x = g \sin \theta$$

- Componente v_b da velocidade

$$\vec{v} = v_x \hat{i} \quad v_b = v_x \sin \theta$$



Exemplo: Descarregando um caminhão

Você trabalha em uma grande companhia de entregas e deve descarregar uma caixa grande e frágil usando uma rampa de descarregamento. Se a componente vertical para baixo da velocidade da caixa ao atingir a base da rampa for maior do que $2,50\text{m/s}$, o objeto se quebrará. Qual é o maior ângulo que permite um descarregamento seguro? A rampa tem $1,00\text{m}$ de altura, possui roletes (não tem atrito) e é inclinada em um ângulo θ com a horizontal.

- Segunda lei

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

$$(\vec{F}_g + \vec{F}_N) = m\vec{a}$$

- em componentes

$$F_{gx} + \cancel{F_{Nx}}^0 = ma_x$$

$$F_{gy} + F_{Ny} = ma_y$$

- Como

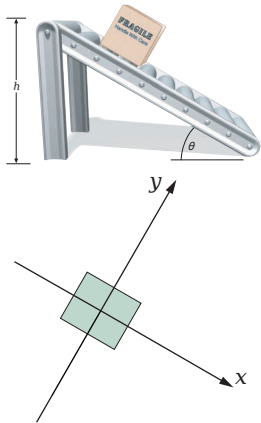
$$\begin{aligned} F_{gx} &= F_g \sin \theta \\ &= mg \sin \theta \end{aligned}$$

obtemos

$$a_x = g \sin \theta$$

- Componente v_b da velocidade

$$\vec{v} = v_x \hat{i} \quad v_b = v_x \sin \theta$$



Exemplo: Descarregando um caminhão

Você trabalha em uma grande companhia de entregas e deve descarregar uma caixa grande e frágil usando uma rampa de descarregamento. Se a componente vertical para baixo da velocidade da caixa ao atingir a base da rampa for maior do que $2,50\text{m/s}$, o objeto se quebrará. Qual é o maior ângulo que permite um descarregamento seguro? A rampa tem $1,00\text{m}$ de altura, possui roletes (não tem atrito) e é inclinada em um ângulo θ com a horizontal.

- Segunda lei

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

$$(\vec{F}_g + \vec{F}_N) = m\vec{a}$$

- em componentes

$$F_{gx} + F_{Nx} = ma_x$$

$$F_{gy} + F_{Ny} = ma_y$$

- Como

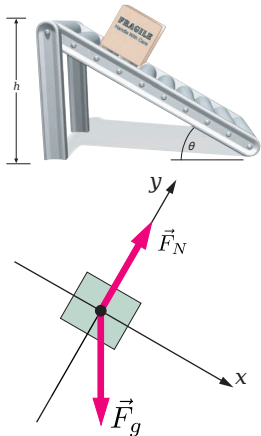
$$\begin{aligned} F_{gx} &= F_g \sin \theta \\ &= mg \sin \theta \end{aligned}$$

obtemos

$$a_x = g \sin \theta$$

- Componente v_b da velocidade

$$\vec{v} = v_x \hat{i} \quad v_b = v_x \sin \theta$$



Exemplo: Descarregando um caminhão

Você trabalha em uma grande companhia de entregas e deve descarregar uma caixa grande e frágil usando uma rampa de descarregamento. Se a componente vertical para baixo da velocidade da caixa ao atingir a base da rampa for maior do que 2,50m/s, o objeto se quebrará. Qual é o maior ângulo que permite um descarregamento seguro? A rampa tem 1,00m de altura, possui roletes (não tem atrito) e é inclinada em um ângulo θ com a horizontal.

- Segunda lei

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

$$(\vec{F}_g + \vec{F}_N) = m\vec{a}$$

- em componentes

$$F_{gx} + F_{Nx} = ma_x$$

$$F_{gy} + F_{Ny} = ma_y$$

- Como

$$\begin{aligned} F_{gx} &= F_g \sin \theta \\ &= mg \sin \theta \end{aligned}$$

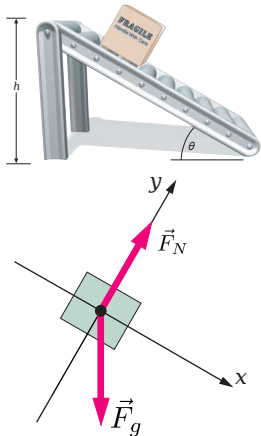
obtemos

$$a_x = g \sin \theta$$

- Componente v_b da velocidade

$$\vec{v} = v_x \hat{i} \quad v_b = v_x \sin \theta$$

Diagrama de corpo livre



Exemplo: Descarregando um caminhão

Você trabalha em uma grande companhia de entregas e deve descarregar uma caixa grande e frágil usando uma rampa de descarregamento. Se a componente vertical para baixo da velocidade da caixa ao atingir a base da rampa for maior do que 2,50m/s, o objeto se quebrará. Qual é o maior ângulo que permite um descarregamento seguro? A rampa tem 1,00m de altura, possui roletes (não tem atrito) e é inclinada em um ângulo θ com a horizontal.

- Segunda lei

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

$$(\vec{F}_g + \vec{F}_N) = m\vec{a}$$

- em componentes

$$F_{gx} + F_{Nx} = ma_x$$

$$F_{gy} + F_{Ny} = ma_y$$

- Como

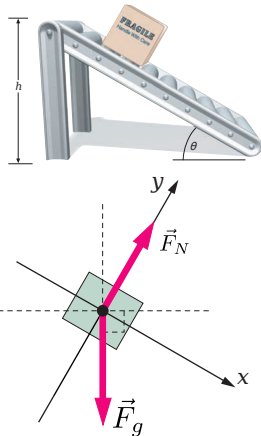
$$\begin{aligned} F_{gx} &= F_g \sin \theta \\ &= mg \sin \theta \end{aligned}$$

obtemos

$$a_x = g \sin \theta$$

- Componente v_b da velocidade

$$\vec{v} = v_x \hat{i} \quad v_b = v_x \sin \theta$$



Exemplo: Descarregando um caminhão

Você trabalha em uma grande companhia de entregas e deve descarregar uma caixa grande e frágil usando uma rampa de descarregamento. Se a componente vertical para baixo da velocidade da caixa ao atingir a base da rampa for maior do que $2,50\text{m/s}$, o objeto se quebrará. Qual é o maior ângulo que permite um descarregamento seguro? A rampa tem $1,00\text{m}$ de altura, possui roletes (não tem atrito) e é inclinada em um ângulo θ com a horizontal.

- Segunda lei

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

$$(\vec{F}_g + \vec{F}_N) = m\vec{a}$$

- em componentes

$$F_{gx} + \cancel{F_{Nx}} = ma_x$$

$$F_{gy} + F_{Ny} = ma_y$$

- Como

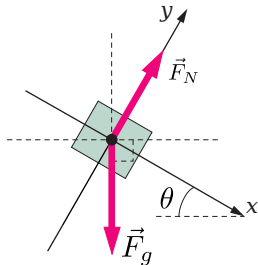
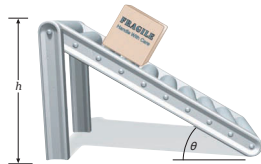
$$\begin{aligned} F_{gx} &= F_g \sin \theta \\ &= mg \sin \theta \end{aligned}$$

obtemos

$$a_x = g \sin \theta$$

- Componente v_b da velocidade

$$\vec{v} = v_x \hat{i} \quad v_b = v_x \sin \theta$$



Exemplo: Descarregando um caminhão

Você trabalha em uma grande companhia de entregas e deve descarregar uma caixa grande e frágil usando uma rampa de descarregamento. Se a componente vertical para baixo da velocidade da caixa ao atingir a base da rampa for maior do que $2,50\text{m/s}$, o objeto se quebrará. Qual é o maior ângulo que permite um descarregamento seguro? A rampa tem $1,00\text{m}$ de altura, possui roletes (não tem atrito) e é inclinada em um ângulo θ com a horizontal.

- Segunda lei

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

$$(\vec{F}_g + \vec{F}_N) = m\vec{a}$$

- em componentes

$$F_{gx} + F_{Nx} = ma_x$$

$$F_{gy} + F_{Ny} = ma_y$$

- Como

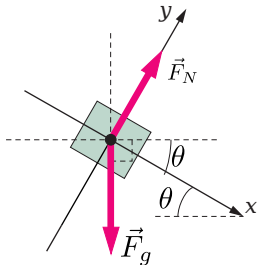
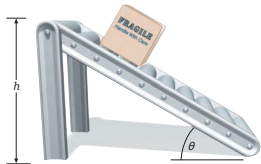
$$\begin{aligned} F_{gx} &= F_g \sin \theta \\ &= mg \sin \theta \end{aligned}$$

obtemos

$$a_x = g \sin \theta$$

- Componente v_b da velocidade

$$\vec{v} = v_x \hat{i} \quad v_b = v_x \sin \theta$$



Exemplo: Descarregando um caminhão

Você trabalha em uma grande companhia de entregas e deve descarregar uma caixa grande e frágil usando uma rampa de descarregamento. Se a componente vertical para baixo da velocidade da caixa ao atingir a base da rampa for maior do que $2,50\text{m/s}$, o objeto se quebrará. Qual é o maior ângulo que permite um descarregamento seguro? A rampa tem $1,00\text{m}$ de altura, possui roletes (não tem atrito) e é inclinada em um ângulo θ com a horizontal.

- Segunda lei

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

$$(\vec{F}_g + \vec{F}_N) = m\vec{a}$$

- em componentes

$$F_{gx} + F_{Nx} = ma_x$$

$$F_{gy} + F_{Ny} = ma_y$$

- Como

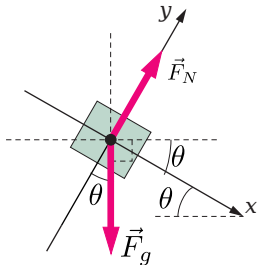
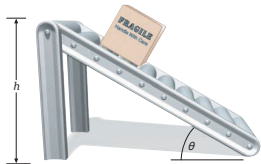
$$\begin{aligned} F_{gx} &= F_g \sin \theta \\ &= mg \sin \theta \end{aligned}$$

obtemos

$$a_x = g \sin \theta$$

- Componente v_b da velocidade

$$\vec{v} = v_x \hat{i} \quad v_b = v_x \sin \theta$$



Exemplo: Descarregando um caminhão

Você trabalha em uma grande companhia de entregas e deve descarregar uma caixa grande e frágil usando uma rampa de descarregamento. Se a componente vertical para baixo da velocidade da caixa ao atingir a base da rampa for maior do que $2,50\text{m/s}$, o objeto se quebrará. Qual é o maior ângulo que permite um descarregamento seguro? A rampa tem $1,00\text{m}$ de altura, possui roletes (não tem atrito) e é inclinada em um ângulo θ com a horizontal.

- Segunda lei

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

$$(\vec{F}_g + \vec{F}_N) = m\vec{a}$$

- em componentes

$$F_{gx} + F_{Nx} = ma_x$$

$$F_{gy} + F_{Ny} = ma_y$$

- Como

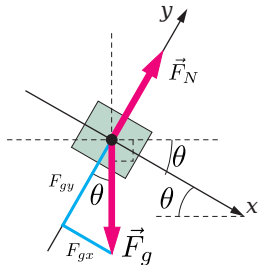
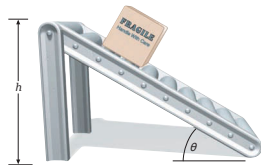
$$\begin{aligned} F_{gx} &= F_g \sin \theta \\ &= mg \sin \theta \end{aligned}$$

obtemos

$$a_x = g \sin \theta$$

- Componente v_b da velocidade

$$\vec{v} = v_x \hat{i} \quad v_b = v_x \sin \theta$$



Exemplo: Descarregando um caminhão

Você trabalha em uma grande companhia de entregas e deve descarregar uma caixa grande e frágil usando uma rampa de descarregamento. Se a componente vertical para baixo da velocidade da caixa ao atingir a base da rampa for maior do que 2,50m/s, o objeto se quebrará. Qual é o maior ângulo que permite um descarregamento seguro? A rampa tem 1,00m de altura, possui roletes (não tem atrito) e é inclinada em um ângulo θ com a horizontal.

- Segunda lei

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

$$(\vec{F}_g + \vec{F}_N) = m\vec{a}$$

- em componentes

$$F_{gx} + F_{Nx} = ma_x$$

$$F_{gy} + F_{Ny} = ma_y$$

- Como

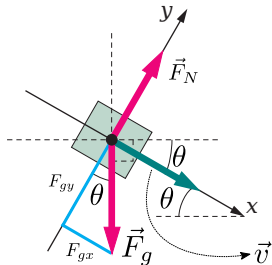
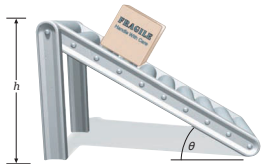
$$\begin{aligned} F_{gx} &= F_g \sin \theta \\ &= mg \sin \theta \end{aligned}$$

obtemos

$$a_x = g \sin \theta$$

- Componente v_b da velocidade

$$\vec{v} = v_x \hat{i} \quad v_b = v_x \sin \theta$$



Exemplo: Descarregando um caminhão

Você trabalha em uma grande companhia de entregas e deve descarregar uma caixa grande e frágil usando uma rampa de descarregamento. Se a componente vertical para baixo da velocidade da caixa ao atingir a base da rampa for maior do que 2,50m/s, o objeto se quebrará. Qual é o maior ângulo que permite um descarregamento seguro? A rampa tem 1,00m de altura, possui roletes (não tem atrito) e é inclinada em um ângulo θ com a horizontal.

- Segunda lei

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

$$(\vec{F}_g + \vec{F}_N) = m\vec{a}$$

- em componentes

$$F_{gx} + \cancel{F_{Nx}}^0 = ma_x$$

$$F_{gy} + F_{Ny} = ma_y$$

- Como

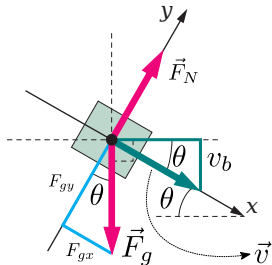
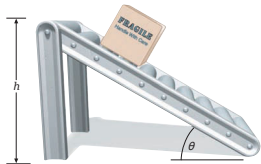
$$\begin{aligned} F_{gx} &= F_g \sin \theta \\ &= mg \sin \theta \end{aligned}$$

obtemos

$$a_x = g \sin \theta$$

- Componente v_b da velocidade

$$\vec{v} = v_x \hat{i} \quad v_b = v_x \sin \theta$$



Exemplo: Descarregando um caminhão

Você trabalha em uma grande companhia de entregas e deve descarregar uma caixa grande e frágil usando uma rampa de descarregamento. Se a componente vertical para baixo da velocidade da caixa ao atingir a base da rampa for maior do que 2,50m/s, o objeto se quebrará. Qual é o maior ângulo que permite um descarregamento seguro? A rampa tem 1,00m de altura, possui roletes (não tem atrito) e é inclinada em um ângulo θ com a horizontal.

- Segunda lei

$$\vec{F}_{\text{res}} = m\vec{a}$$
$$(\vec{F}_g + \vec{F}_N) = m\vec{a}$$

- em componentes

$$F_{gx} + F_{Nx} = ma_x$$
$$F_{gy} + F_{Ny} = ma_y$$

- Como

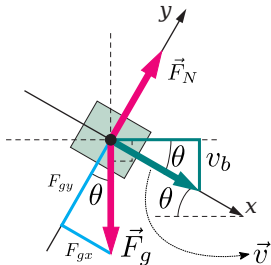
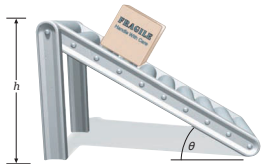
$$F_{gx} = F_g \sin \theta$$
$$= mg \sin \theta$$

obtemos

$$a_x = g \sin \theta$$

- Componente v_b da velocidade

$$\vec{v} = v_x \hat{i} \quad v_b = v_x \sin \theta$$



Exemplo: Descarregando um caminhão

Você trabalha em uma grande companhia de entregas e deve descarregar uma caixa grande e frágil usando uma rampa de descarregamento. Se a componente vertical para baixo da velocidade da caixa ao atingir a base da rampa for maior do que 2,50m/s, o objeto se quebrará. Qual é o maior ângulo que permite um descarregamento seguro? A rampa tem 1,00m de altura, possui roletes (não tem atrito) e é inclinada em um ângulo θ com a horizontal.

- Segunda lei

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

$$(\vec{F}_g + \vec{F}_N) = m\vec{a}$$

- em componentes

$$F_{gx} + \cancel{F_{Nx}}^0 = ma_x$$

$$F_{gy} + F_{Ny} = ma_y$$

- Como

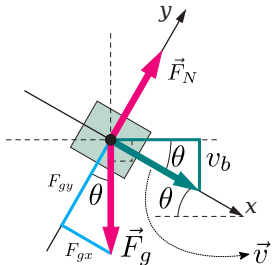
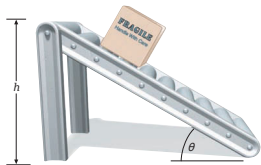
$$\begin{aligned} F_{gx} &= F_g \sin \theta \\ &= mg \sin \theta \end{aligned}$$

obtemos

$$a_x = g \sin \theta$$

- Componente v_b da velocidade

$$\vec{v} = v_x \hat{i} \quad v_b = v_x \sin \theta$$



Exemplo: Descarregando um caminhão

Você trabalha em uma grande companhia de entregas e deve descarregar uma caixa grande e frágil usando uma rampa de descarregamento. Se a componente vertical para baixo da velocidade da caixa ao atingir a base da rampa for maior do que 2,50m/s, o objeto se quebrará. Qual é o maior ângulo que permite um descarregamento seguro? A rampa tem 1,00m de altura, possui roletes (não tem atrito) e é inclinada em um ângulo θ com a horizontal.

- Segunda lei

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

$$(\vec{F}_g + \vec{F}_N) = m\vec{a}$$

- em componentes

$$F_{gx} + \cancel{F_{Nx}}^0 = ma_x$$

$$F_{gy} + F_{Ny} = ma_y$$

- Como

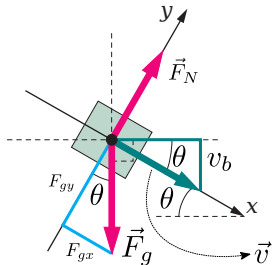
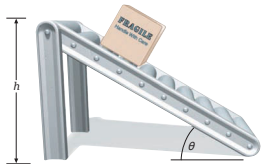
$$\begin{aligned} F_{gx} &= F_g \sin \theta \\ &= mg \sin \theta \end{aligned}$$

obtemos

$$a_x = g \sin \theta$$

- Componente v_b da velocidade

$$\vec{v} = v_x \hat{i} \quad v_b = v_x \sin \theta$$



Exemplo: Descarregando um caminhão

Você trabalha em uma grande companhia de entregas e deve descarregar uma caixa grande e frágil usando uma rampa de descarregamento. Se a componente vertical para baixo da velocidade da caixa ao atingir a base da rampa for maior do que $2,50\text{m/s}$, o objeto se quebrará. Qual é o maior ângulo que permite um descarregamento seguro? A rampa tem $1,00\text{m}$ de altura, possui roletes (não tem atrito) e é inclinada em um ângulo θ com a horizontal.

- Segunda lei

$$\vec{F}_{\text{res}} = m\vec{a}$$
$$(\vec{F}_g + \vec{F}_N) = m\vec{a}$$

- em componentes

$$F_{gx} + \cancel{F_{Nx}}^0 = ma_x$$
$$F_{gy} + F_{Ny} = ma_y$$

- Como

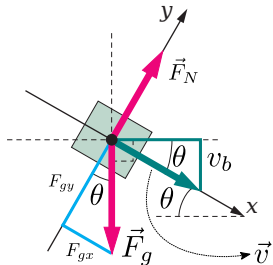
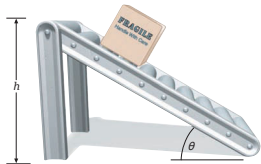
$$F_{gx} = F_g \sin \theta$$
$$= mg \sin \theta$$

obtemos

$$a_x = g \sin \theta$$

- Componente v_b da velocidade

$$\vec{v} = v_x \hat{i} \quad v_b = v_x \sin \theta$$



Exemplo: Descarregando um caminhão

Você trabalha em uma grande companhia de entregas e deve descarregar uma caixa grande e frágil usando uma rampa de descarregamento. Se a componente vertical para baixo da velocidade da caixa ao atingir a base da rampa for maior do que $2,50\text{m/s}$, o objeto se quebrará. Qual é o maior ângulo que permite um descarregamento seguro? A rampa tem $1,00\text{m}$ de altura, possui roletes (não tem atrito) e é inclinada em um ângulo θ com a horizontal.

- Até agora temos

$$a_x = g \sin \theta \quad v_b = v_x \sin \theta$$

- A componente v_x da velocidade está relacionada ao deslocamento Δx ao longo da rampa por

$$v_x^2 = v_{0,x}^2 + 2a_x \Delta x$$

- Note também que

$$h = \Delta x \sin \theta$$

- Assim

$$v_x^2 = 2gh \implies v_x = \sqrt{2gh}$$

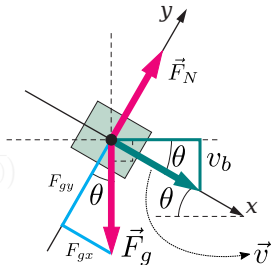
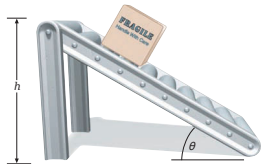
- Substituindo na Eq. para v_b , temos

$$v_b = \sqrt{2gh} \sin \theta$$

- Resolvendo para θ

$$\begin{aligned} \theta_{\text{máx}} &= \arcsin(v_b / \sqrt{2gh}) \\ &= \arcsin((2,50) / \sqrt{2(9,8)(1)}) \end{aligned}$$

$$\theta_{\text{máx}} = 34,4^\circ$$



Exemplo: Descarregando um caminhão

Você trabalha em uma grande companhia de entregas e deve descarregar uma caixa grande e frágil usando uma rampa de descarregamento. Se a componente vertical para baixo da velocidade da caixa ao atingir a base da rampa for maior do que 2,50m/s, o objeto se quebrará. Qual é o maior ângulo que permite um descarregamento seguro? A rampa tem 1,00m de altura, possui roletes (não tem atrito) e é inclinada em um ângulo θ com a horizontal.

- Até agora temos

$$a_x = g \sin \theta \quad v_b = v_x \sin \theta$$

- A componente v_x da velocidade está relacionada ao deslocamento Δx ao longo da rampa por

$$v_x^2 = v_{0,x}^2 + 2a_x \Delta x$$

$$v_x^2 = 2(g \sin \theta) \Delta x$$

- Note também que

$$h = \Delta x \sin \theta$$

- Assim

$$v_x^2 = 2gh \implies v_x = \sqrt{2gh}$$

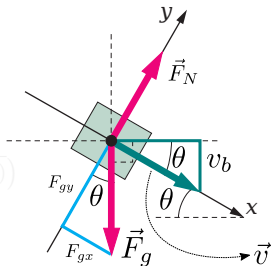
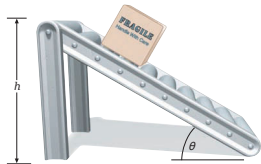
- Substituindo na Eq. para v_b , temos

$$v_b = \sqrt{2gh} \sin \theta$$

- Resolvendo para θ

$$\begin{aligned} \theta_{\text{máx}} &= \arcsin(v_b / \sqrt{2gh}) \\ &= \arcsin((2,50) / \sqrt{2(9,8)(1)}) \end{aligned}$$

$$\theta_{\text{máx}} = 34,4^\circ$$



Exemplo: Descarregando um caminhão

Você trabalha em uma grande companhia de entregas e deve descarregar uma caixa grande e frágil usando uma rampa de descarregamento. Se a componente vertical para baixo da velocidade da caixa ao atingir a base da rampa for maior do que 2,50m/s, o objeto se quebrará. Qual é o maior ângulo que permite um descarregamento seguro? A rampa tem 1,00m de altura, possui roletes (não tem atrito) e é inclinada em um ângulo θ com a horizontal.

- Até agora temos

$$a_x = g \sin \theta \quad v_b = v_x \sin \theta$$

- A componente v_x da velocidade está relacionada ao deslocamento Δx ao longo da rampa por

$$v_x^2 = v_{0,x}^2 + 2a_x \Delta x$$
$$v_x^2 = 2(g \sin \theta) \Delta x$$

- Note também que

$$h = \Delta x \sin \theta$$

- Assim

$$v_x^2 = 2gh \implies v_x = \sqrt{2gh}$$

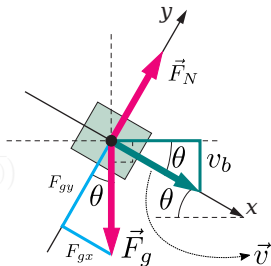
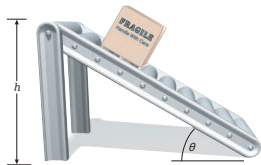
- Substituindo na Eq. para v_b , temos

$$v_b = \sqrt{2gh} \sin \theta$$

- Resolvendo para θ

$$\theta_{\text{máx}} = \arcsin(v_b / \sqrt{2gh})$$
$$= \arcsin((2,50) / \sqrt{2(9,8)(1)})$$

$$\theta_{\text{máx}} = 34,4^\circ$$



Exemplo: Descarregando um caminhão

Você trabalha em uma grande companhia de entregas e deve descarregar uma caixa grande e frágil usando uma rampa de descarregamento. Se a componente vertical para baixo da velocidade da caixa ao atingir a base da rampa for maior do que 2,50m/s, o objeto se quebrará. Qual é o maior ângulo que permite um descarregamento seguro? A rampa tem 1,00m de altura, possui roletes (não tem atrito) e é inclinada em um ângulo θ com a horizontal.

- Até agora temos

$$a_x = g \sin \theta \quad v_b = v_x \sin \theta$$

- A componente v_x da velocidade está relacionada ao deslocamento Δx ao longo da rampa por

$$v_x^2 = v_{0,x}^2 + 2a_x \Delta x$$

$$v_x^2 = 2(g \sin \theta) \Delta x$$

- Note também que

$$h = \Delta x \sin \theta$$

- Assim

$$v_x^2 = 2gh \implies v_x = \sqrt{2gh}$$

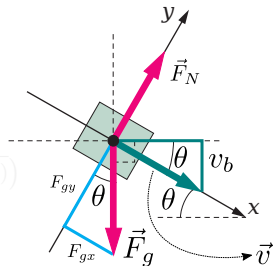
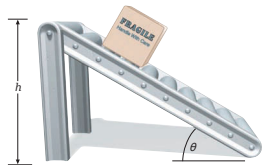
- Substituindo na Eq. para v_b , temos

$$v_b = \sqrt{2gh} \sin \theta$$

- Resolvendo para θ

$$\begin{aligned} \theta_{\text{máx}} &= \arcsin(v_b / \sqrt{2gh}) \\ &= \arcsin((2,50) / \sqrt{2(9,8)(1)}) \end{aligned}$$

$$\theta_{\text{máx}} = 34,4^\circ$$



Exemplo: Descarregando um caminhão

Você trabalha em uma grande companhia de entregas e deve descarregar uma caixa grande e frágil usando uma rampa de descarregamento. Se a componente vertical para baixo da velocidade da caixa ao atingir a base da rampa for maior do que 2,50m/s, o objeto se quebrará. Qual é o maior ângulo que permite um descarregamento seguro? A rampa tem 1,00m de altura, possui roletes (não tem atrito) e é inclinada em um ângulo θ com a horizontal.

- Até agora temos

$$a_x = g \sin \theta \quad v_b = v_x \sin \theta$$

- A componente v_x da velocidade está relacionada ao deslocamento Δx ao longo da rampa por

$$v_x^2 = v_{0,x}^2 + 2a_x \Delta x$$

$$v_x^2 = 2(g \sin \theta) \Delta x$$

- Note também que

$$h = \Delta x \sin \theta$$

- Assim

$$v_x^2 = 2gh \implies v_x = \sqrt{2gh}$$

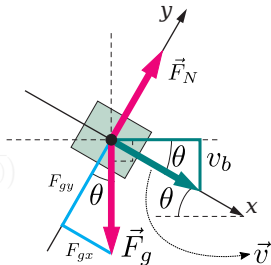
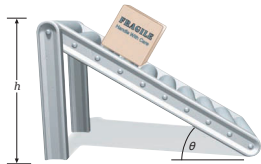
- Substituindo na Eq. para v_b , temos

$$v_b = \sqrt{2gh} \sin \theta$$

- Resolvendo para θ

$$\begin{aligned} \theta_{\text{máx}} &= \arcsin(v_b / \sqrt{2gh}) \\ &= \arcsin((2,50) / \sqrt{2(9,8)(1)}) \end{aligned}$$

$$\theta_{\text{máx}} = 34,4^\circ$$



Exemplo: Descarregando um caminhão

Você trabalha em uma grande companhia de entregas e deve descarregar uma caixa grande e frágil usando uma rampa de descarregamento. Se a componente vertical para baixo da velocidade da caixa ao atingir a base da rampa for maior do que 2,50m/s, o objeto se quebrará. Qual é o maior ângulo que permite um descarregamento seguro? A rampa tem 1,00m de altura, possui roletes (não tem atrito) e é inclinada em um ângulo θ com a horizontal.

- Até agora temos

$$a_x = g \sin \theta \quad v_b = v_x \sin \theta$$

- A componente v_x da velocidade está relacionada ao deslocamento Δx ao longo da rampa por

$$v_x^2 = v_{0,x}^2 + 2a_x \Delta x$$

$$v_x^2 = 2(g \sin \theta) \Delta x$$

- Note também que

$$h = \Delta x \sin \theta$$

- Assim

$$v_x^2 = 2gh \implies v_x = \sqrt{2gh}$$

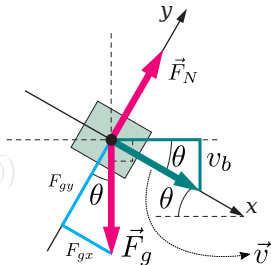
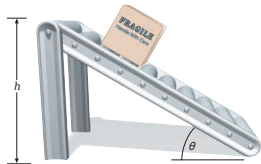
- Substituindo na Eq. para v_b , temos

$$v_b = \sqrt{2gh} \sin \theta$$

- Resolvendo para θ

$$\begin{aligned} \theta_{\text{máx}} &= \arcsin(v_b / \sqrt{2gh}) \\ &= \arcsin((2,50) / \sqrt{2(9,8)(1)}) \end{aligned}$$

$$\theta_{\text{máx}} = 34,4^\circ$$



Exemplo: Descarregando um caminhão

Você trabalha em uma grande companhia de entregas e deve descarregar uma caixa grande e frágil usando uma rampa de descarregamento. Se a componente vertical para baixo da velocidade da caixa ao atingir a base da rampa for maior do que 2,50m/s, o objeto se quebrará. Qual é o maior ângulo que permite um descarregamento seguro? A rampa tem 1,00m de altura, possui roletes (não tem atrito) e é inclinada em um ângulo θ com a horizontal.

- Até agora temos

$$a_x = g \sin \theta \quad v_b = v_x \sin \theta$$

- A componente v_x da velocidade está relacionada ao deslocamento Δx ao longo da rampa por

$$v_x^2 = v_{0,x}^2 + 2a_x \Delta x$$

$$v_x^2 = 2(g \sin \theta) \Delta x$$

- Note também que

$$h = \Delta x \sin \theta$$

- Assim

$$v_x^2 = 2gh \implies v_x = \sqrt{2gh}$$

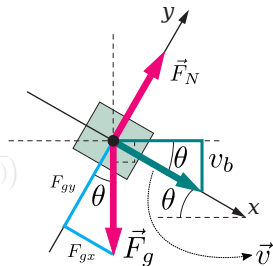
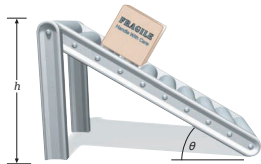
- Substituindo na Eq. para v_b , temos

$$v_b = \sqrt{2gh} \sin \theta$$

- Resolvendo para θ

$$\begin{aligned} \theta_{\text{máx}} &= \arcsin(v_b / \sqrt{2gh}) \\ &= \arcsin((2,50) / \sqrt{2(9,8)(1)}) \end{aligned}$$

$$\theta_{\text{máx}} = 34,4^\circ$$



Exemplo: Descarregando um caminhão

Você trabalha em uma grande companhia de entregas e deve descarregar uma caixa grande e frágil usando uma rampa de descarregamento. Se a componente vertical para baixo da velocidade da caixa ao atingir a base da rampa for maior do que 2,50m/s, o objeto se quebrará. Qual é o maior ângulo que permite um descarregamento seguro? A rampa tem 1,00m de altura, possui roletes (não tem atrito) e é inclinada em um ângulo θ com a horizontal.

- Até agora temos

$$a_x = g \sin \theta \quad v_b = v_x \sin \theta$$

- A componente v_x da velocidade está relacionada ao deslocamento Δx ao longo da rampa por

$$v_x^2 = v_{0,x}^2 + 2a_x \Delta x$$
$$v_x^2 = 2(g \sin \theta) \Delta x$$

- Note também que

$$h = \Delta x \sin \theta$$

- Assim

$$v_x^2 = 2gh \implies v_x = \sqrt{2gh}$$

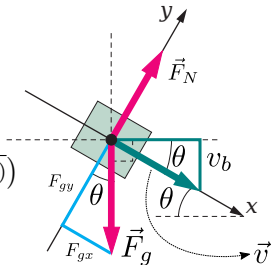
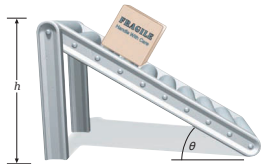
- Substituindo na Eq. para v_b , temos

$$v_b = \sqrt{2gh} \sin \theta$$

- Resolvendo para θ

$$\theta_{\text{máx}} = \arcsin \left(v_b / \sqrt{2gh} \right)$$
$$= \arcsin \left((2,50) / \sqrt{2(9,8)(1)} \right)$$

$$\theta_{\text{máx}} = 34,4^\circ$$



Exemplo: Pesando-se em um elevador

Sua massa é de 80kg e você está sobre uma balança de mola presa ao piso de um elevador. A balança mede forças em kgf. Qual é a leitura da escala quando (a) o elevador está subindo com uma aceleração para cima de módulo $a = 8\text{m/s}^2$; (b) o elevador está descendo com uma aceleração de módulo $a' = 8\text{m/s}^2$?

- A balança mostra a magnitude da força normal exercida pela balança sobre a pessoa.
- Para o caso (a), temos

$$\vec{F}_N + \vec{F}_g = m\vec{a}$$

$$F_{Ny}\hat{j} - mg\hat{j} = ma\hat{j}$$

$$(F_{Ny} - mg)\hat{j} = ma\hat{j}$$

- Podemos encontrar F_{Ny}

$$F_{Ny} = m(a + g)$$

- Substituindo os valores numéricos, obtemos

$$F_{Ny} = 80\text{kg}(8\text{m/s}^2 + 9,8\text{m/s}^2) = 1428\text{N}$$

- Uma vez que $1\text{kgf} = 9,806650\text{N}$, temos $F_{Ny} = 145,6\text{kgf}$

Exemplo: Pesando-se em um elevador

Sua massa é de 80kg e você está sobre uma balança de mola presa ao piso de um elevador. A balança mede forças em kgf. Qual é a leitura da escala quando (a) o elevador está subindo com uma aceleração para cima de módulo $a = 8\text{m/s}^2$; (b) o elevador está descendo com uma aceleração de módulo $a' = 8\text{m/s}^2$?

- A balança mostra a magnitude da força normal exercida pela balança sobre a pessoa.
- Para o caso (a), temos

$$\vec{F}_N + \vec{F}_g = m\vec{a}$$

$$F_{Ny}\hat{j} - mg\hat{j} = ma\hat{j}$$

$$(F_{Ny} - mg)\hat{j} = ma\hat{j}$$

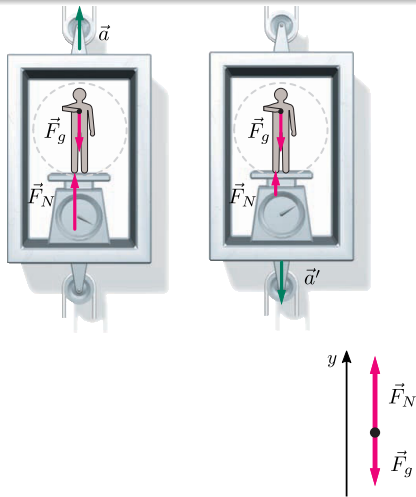
- Podemos encontrar F_{Ny}

$$F_{Ny} = m(a + g)$$

- Substituindo os valores numéricos, obtemos

$$F_{Ny} = 80\text{kg}(8\text{m/s}^2 + 9,8\text{m/s}^2) = 1428\text{N}$$

- Uma vez que $1\text{kgf} = 9,806650\text{N}$, temos $F_{Ny} = 145,6\text{kgf}$



Exemplo: Pesando-se em um elevador

Sua massa é de 80kg e você está sobre uma balança de mola presa ao piso de um elevador. A balança mede forças em kgf. Qual é a leitura da escala quando (a) o elevador está subindo com uma aceleração para cima de módulo $a = 8\text{m/s}^2$; (b) o elevador está descendo com uma aceleração de módulo $a' = 8\text{m/s}^2$?

- A balança mostra a magnitude da força normal exercida pela balança sobre a pessoa.
- Para o caso (a), temos

$$\vec{F}_N + \vec{F}_g = m\vec{a}$$

$$F_{Ny}\hat{j} - mg\hat{j} = ma\hat{j}$$

$$(F_{Ny} - mg)\hat{j} = ma\hat{j}$$

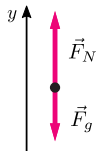
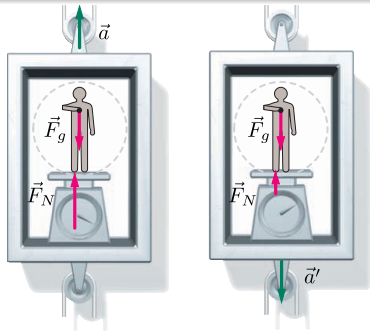
- Podemos encontrar F_{Ny}

$$F_{Ny} = m(a + g)$$

- Substituindo os valores numéricos, obtemos

$$F_{Ny} = 80\text{kg}(8\text{m/s}^2 + 9,8\text{m/s}^2) = 1428\text{N}$$

- Uma vez que $1\text{kgf} = 9,806650\text{N}$, temos $F_{Ny} = 145,6\text{kgf}$



Exemplo: Pesando-se em um elevador

Sua massa é de 80kg e você está sobre uma balança de mola presa ao piso de um elevador. A balança mede forças em kgf. Qual é a leitura da escala quando (a) o elevador está subindo com uma aceleração para cima de módulo $a = 8\text{m/s}^2$; (b) o elevador está descendo com uma aceleração de módulo $a' = 8\text{m/s}^2$?

- A balança mostra a magnitude da força normal exercida pela balança sobre a pessoa.
- Para o caso (a), temos

$$\begin{aligned}\vec{F}_N + \vec{F}_g &= m\vec{a} \\ F_{Ny}\hat{j} - mg\hat{j} &= ma\hat{j} \\ (F_{Ny} - mg)\hat{j} &= ma\hat{j}\end{aligned}$$

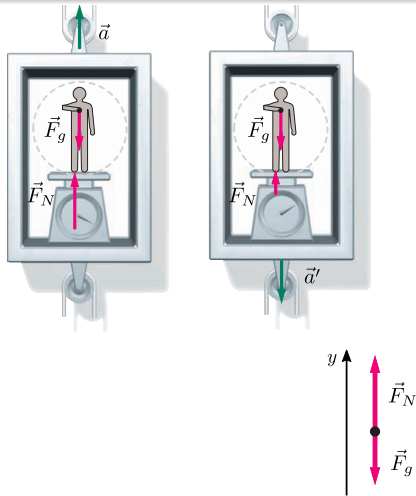
- Podemos encontrar F_{Ny}

$$F_{Ny} = m(a + g)$$

- Substituindo os valores numéricos, obtemos

$$F_{Ny} = 80\text{kg}(8\text{m/s}^2 + 9,8\text{m/s}^2) = 1428\text{N}$$

- Uma vez que $1\text{kgf} = 9,806650\text{N}$, temos $F_{Ny} = 145,6\text{kgf}$



Exemplo: Pesando-se em um elevador

Sua massa é de 80kg e você está sobre uma balança de mola presa ao piso de um elevador. A balança mede forças em kgf. Qual é a leitura da escala quando (a) o elevador está subindo com uma aceleração para cima de módulo $a = 8\text{m/s}^2$; (b) o elevador está descendo com uma aceleração de módulo $a' = 8\text{m/s}^2$?

- A balança mostra a magnitude da força normal exercida pela balança sobre a pessoa.
- Para o caso (a), temos

$$\vec{F}_N + \vec{F}_g = m\vec{a}$$

$$F_{Ny}\hat{j} - mg\hat{j} = ma\hat{j}$$

$$(F_{Ny} - mg)\hat{j} = ma\hat{j}$$

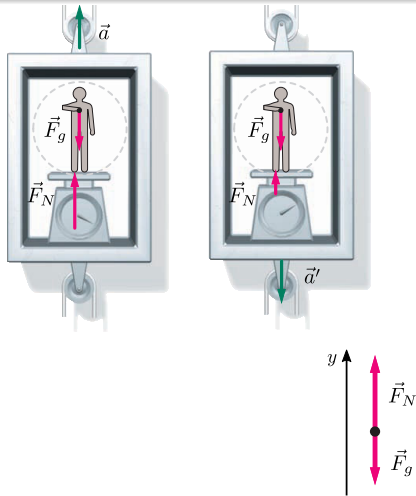
- Podemos encontrar F_{Ny}

$$F_{Ny} = m(a + g)$$

- Substituindo os valores numéricos, obtemos

$$F_{Ny} = 80\text{kg}(8\text{m/s}^2 + 9,8\text{m/s}^2) = 1428\text{N}$$

- Uma vez que $1\text{kgf} = 9,80665\text{N}$, temos $F_{Ny} = 145,6\text{kgf}$



Exemplo: Pesando-se em um elevador

Sua massa é de 80kg e você está sobre uma balança de mola presa ao piso de um elevador. A balança mede forças em kgf. Qual é a leitura da escala quando (a) o elevador está subindo com uma aceleração para cima de módulo $a = 8\text{m/s}^2$; (b) o elevador está descendo com uma aceleração de módulo $a' = 8\text{m/s}^2$?

- A balança mostra a magnitude da força normal exercida pela balança sobre a pessoa.
- Para o caso (a), temos

$$\begin{aligned}\vec{F}_N + \vec{F}_g &= m\vec{a} \\ F_{Ny}\hat{j} - mg\hat{j} &= ma\hat{j} \\ (F_{Ny} - mg)\hat{j} &= ma\hat{j}\end{aligned}$$

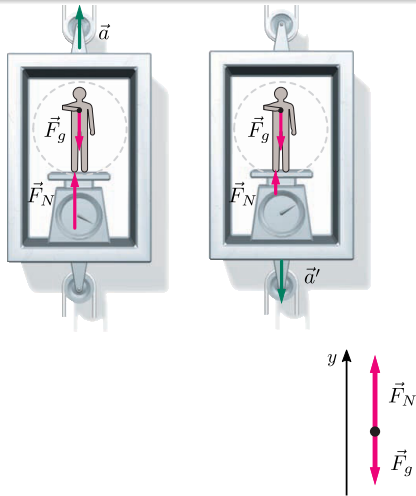
- Podemos encontrar F_{Ny}

$$F_{Ny} = m(a + g)$$

- Substituindo os valores numéricos, obtemos

$$F_{Ny} = 80\text{kg}(8\text{m/s}^2 + 9,8\text{m/s}^2) = 1428\text{N}$$

- Uma vez que $1\text{kgf} = 9,80665\text{N}$, temos $F_{Ny} = 145,6\text{kgf}$



Exemplo: Pesando-se em um elevador

Sua massa é de 80kg e você está sobre uma balança de mola presa ao piso de um elevador. A balança mede forças em kgf. Qual é a leitura da escala quando (a) o elevador está subindo com uma aceleração para cima de módulo $a = 8\text{m/s}^2$; (b) o elevador está descendo com uma aceleração de módulo $a' = 8\text{m/s}^2$?

- A balança mostra a magnitude da força normal exercida pela balança sobre a pessoa.
- Para o caso (a), temos

$$\begin{aligned}\vec{F}_N + \vec{F}_g &= m\vec{a} \\ F_{Ny}\hat{j} - mg\hat{j} &= ma\hat{j} \\ (F_{Ny} - mg)\hat{j} &= ma\hat{j}\end{aligned}$$

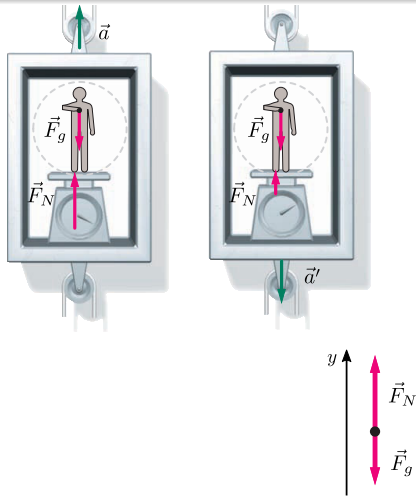
- Podemos encontrar F_{Ny}

$$F_{Ny} = m(a + g)$$

- Substituindo os valores numéricos, obtemos

$$F_{Ny} = 80\text{kg}(8\text{m/s}^2 + 9,8\text{m/s}^2) = 1428\text{N}$$

- Uma vez que $1\text{kgf} = 9,806650\text{N}$, temos $F_{Ny} = 145,6\text{kgf}$



Exemplo: Pesando-se em um elevador

Sua massa é de 80kg e você está sobre uma balança de mola presa ao piso de um elevador. A balança mede forças em kgf. Qual é a leitura da escala quando (a) o elevador está subindo com uma aceleração para cima de módulo $a = 8\text{m/s}^2$; (b) o elevador está descendo com uma aceleração de módulo $a' = 8\text{m/s}^2$?

- A balança mostra a magnitude da força normal exercida pela balança sobre a pessoa.
- Para o caso (b), temos

$$\vec{F}_N + \vec{F}_g = m\vec{a}$$

$$F_{Ny}\hat{j} - mg\hat{j} = -ma'\hat{j}$$

$$(F_{Ny} - mg)\hat{j} = -ma'\hat{j}$$

- Podemos encontrar F_{Ny}

$$F_{Ny} = m(-a' + g)$$

- Substituindo os valores numéricos, obtemos

$$F_{Ny} = 80\text{kg}(-8\text{m/s}^2 + 9,8\text{m/s}^2) = 144\text{N}$$

- Uma vez que $1\text{kgf} = 9,80665\text{N}$, temos $F_{Ny} = 14,7\text{kgf}$

Exemplo: Pesando-se em um elevador

Sua massa é de 80kg e você está sobre uma balança de mola presa ao piso de um elevador. A balança mede forças em kgf. Qual é a leitura da escala quando (a) o elevador está subindo com uma aceleração para cima de módulo $a = 8\text{m/s}^2$; (b) o elevador está descendo com uma aceleração de módulo $a' = 8\text{m/s}^2$?

- A balança mostra a magnitude da força normal exercida pela balança sobre a pessoa.
- Para o caso (b), temos

$$\vec{F}_N + \vec{F}_g = m\vec{a}$$

$$F_{Ny}\hat{j} - mg\hat{j} = -ma'\hat{j}$$

$$(F_{Ny} - mg)\hat{j} = -ma'\hat{j}$$

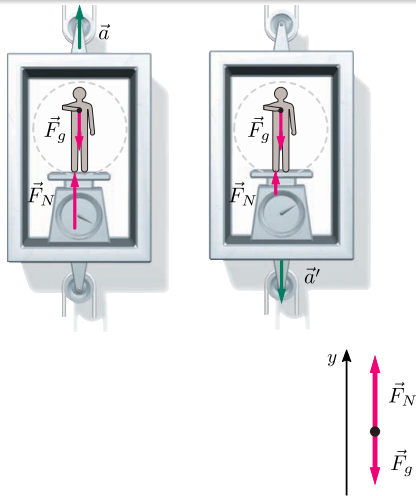
- Podemos encontrar F_{Ny}

$$F_{Ny} = m(-a' + g)$$

- Substituindo os valores numéricos, obtemos

$$F_{Ny} = 80\text{kg}(-8\text{m/s}^2 + 9,8\text{m/s}^2) = 144\text{N}$$

- Uma vez que $1\text{kgf} = 9,806650\text{N}$, temos $F_{Ny} = 14,7\text{kgf}$



Exemplo: Pesando-se em um elevador

Sua massa é de 80kg e você está sobre uma balança de mola presa ao piso de um elevador. A balança mede forças em kgf. Qual é a leitura da escala quando (a) o elevador está subindo com uma aceleração para cima de módulo $a = 8\text{m/s}^2$; (b) o elevador está descendo com uma aceleração de módulo $a' = 8\text{m/s}^2$?

- A balança mostra a magnitude da força normal exercida pela balança sobre a pessoa.
- Para o caso (b), temos

$$\vec{F}_N + \vec{F}_g = m\vec{a}$$

$$F_{Ny}\hat{j} - mg\hat{j} = -ma'\hat{j}$$

$$(F_{Ny} - mg)\hat{j} = -ma'\hat{j}$$

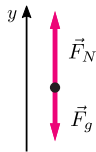
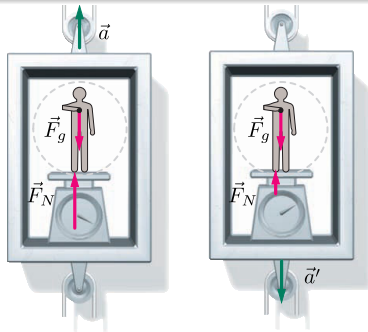
- Podemos encontrar F_{Ny}

$$F_{Ny} = m(-a' + g)$$

- Substituindo os valores numéricos, obtemos

$$F_{Ny} = 80\text{kg}(-8\text{m/s}^2 + 9,8\text{m/s}^2) = 144\text{N}$$

- Uma vez que $1\text{kgf} = 9,806650\text{N}$, temos $F_{Ny} = 14,7\text{kgf}$



Exemplo: Pesando-se em um elevador

Sua massa é de 80kg e você está sobre uma balança de mola presa ao piso de um elevador. A balança mede forças em kgf. Qual é a leitura da escala quando (a) o elevador está subindo com uma aceleração para cima de módulo $a = 8\text{m/s}^2$; (b) o elevador está descendo com uma aceleração de módulo $a' = 8\text{m/s}^2$?

- A balança mostra a magnitude da força normal exercida pela balança sobre a pessoa.
- Para o caso (b), temos

$$\vec{F}_N + \vec{F}_g = m\vec{a}$$

$$F_{Ny}\hat{j} - mg\hat{j} = -ma'\hat{j}$$

$$(F_{Ny} - mg)\hat{j} = -ma'\hat{j}$$

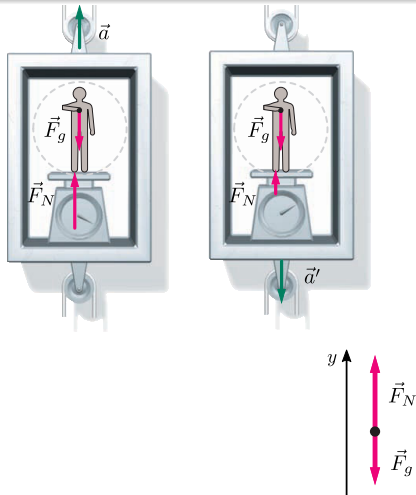
- Podemos encontrar F_{Ny}

$$F_{Ny} = m(-a' + g)$$

- Substituindo os valores numéricos, obtemos

$$F_{Ny} = 80\text{kg}(-8\text{m/s}^2 + 9,8\text{m/s}^2) = 144\text{N}$$

- Uma vez que $1\text{kgf} = 9,80665\text{N}$, temos $F_{Ny} = 14,7\text{kgf}$



Exemplo: Pesando-se em um elevador

Sua massa é de 80kg e você está sobre uma balança de mola presa ao piso de um elevador. A balança mede forças em kgf. Qual é a leitura da escala quando (a) o elevador está subindo com uma aceleração para cima de módulo $a = 8\text{m/s}^2$; (b) o elevador está descendo com uma aceleração de módulo $a' = 8\text{m/s}^2$?

- A balança mostra a magnitude da força normal exercida pela balança sobre a pessoa.
- Para o caso (b), temos

$$\vec{F}_N + \vec{F}_g = m\vec{a}$$

$$F_{Ny}\hat{j} - mg\hat{j} = -ma'\hat{j}$$

$$(F_{Ny} - mg)\hat{j} = -ma'\hat{j}$$

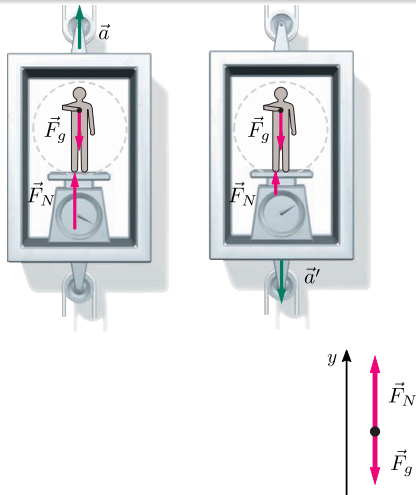
- Podemos encontrar F_{Ny}

$$F_{Ny} = m(-a' + g)$$

- Substituindo os valores numéricos, obtemos

$$F_{Ny} = 80\text{kg}(-8\text{m/s}^2 + 9,8\text{m/s}^2) = 144\text{N}$$

- Uma vez que $1\text{kgf} = 9,806650\text{N}$, temos $F_{Ny} = 14,7\text{kgf}$



Exemplo: Pesando-se em um elevador

Sua massa é de 80kg e você está sobre uma balança de mola presa ao piso de um elevador. A balança mede forças em kgf. Qual é a leitura da escala quando (a) o elevador está subindo com uma aceleração para cima de módulo $a = 8\text{m/s}^2$; (b) o elevador está descendo com uma aceleração de módulo $a' = 8\text{m/s}^2$?

- A balança mostra a magnitude da força normal exercida pela balança sobre a pessoa.
- Para o caso (b), temos

$$\vec{F}_N + \vec{F}_g = m\vec{a}$$

$$F_{Ny}\hat{j} - mg\hat{j} = -ma'\hat{j}$$

$$(F_{Ny} - mg)\hat{j} = -ma'\hat{j}$$

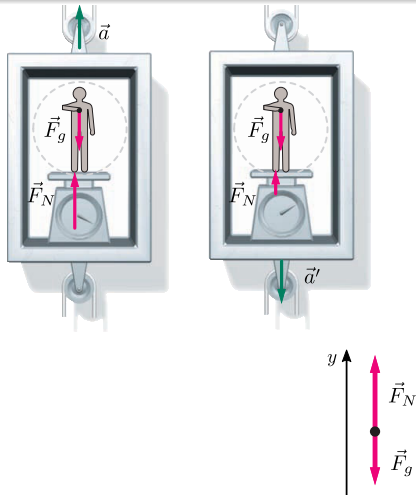
- Podemos encontrar F_{Ny}

$$F_{Ny} = m(-a' + g)$$

- Substituindo os valores numéricos, obtemos

$$F_{Ny} = 80\text{kg}(-8\text{m/s}^2 + 9,8\text{m/s}^2) = 144\text{N}$$

- Uma vez que $1\text{kgf} = 9,806650\text{N}$, temos $F_{Ny} = 14,7\text{kgf}$



Exemplo: Pesando-se em um elevador

Sua massa é de 80kg e você está sobre uma balança de mola presa ao piso de um elevador. A balança mede forças em kgf. Qual é a leitura da escala quando (a) o elevador está subindo com uma aceleração para cima de módulo $a = 8\text{m/s}^2$; (b) o elevador está descendo com uma aceleração de módulo $a' = 8\text{m/s}^2$?

- A balança mostra a magnitude da força normal exercida pela balança sobre a pessoa.
- Para o caso (b), temos

$$\vec{F}_N + \vec{F}_g = m\vec{a}$$

$$F_{Ny}\hat{j} - mg\hat{j} = -ma'\hat{j}$$

$$(F_{Ny} - mg)\hat{j} = -ma'\hat{j}$$

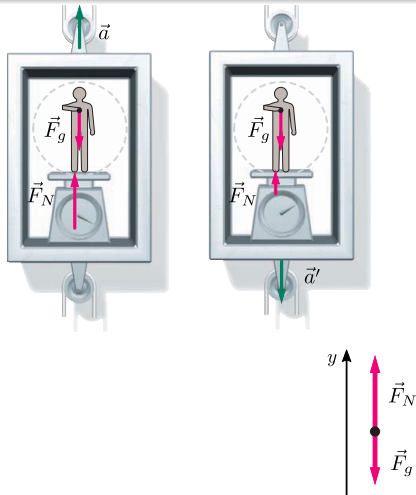
- Podemos encontrar F_{Ny}

$$F_{Ny} = m(-a' + g)$$

- Substituindo os valores numéricos, obtemos

$$F_{Ny} = 80\text{kg}(-8\text{m/s}^2 + 9,8\text{m/s}^2) = 144\text{N}$$

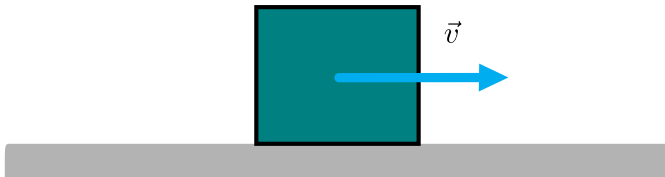
- Uma vez que $1\text{kgf} = 9,806650\text{N}$, temos $F_{Ny} = 14,7\text{kgf}$



Força de atrito

Força e movimento I

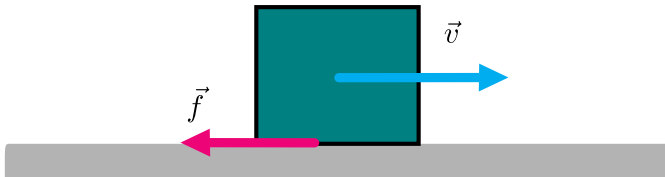
- É paralela à superfície
- Aponta no sentido oposto ao do movimento ou **tendência** ao movimento.



Força de atrito

Força e movimento I

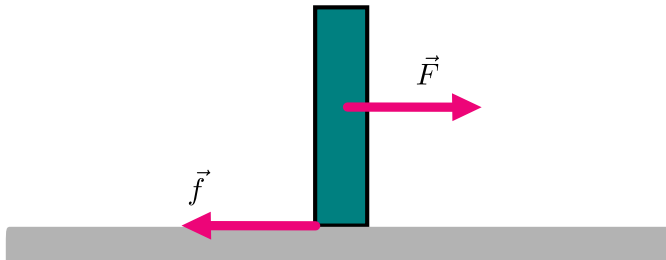
- É paralela à superfície
- Aponta no sentido oposto ao do movimento ou **tendência** ao movimento.



Força de atrito

Força e movimento I

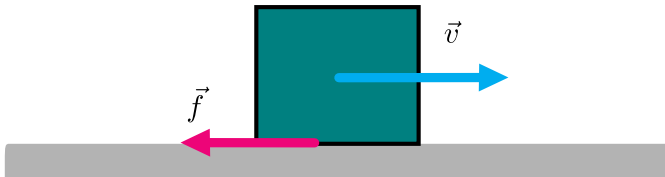
- É paralela à superfície
- Aponta no sentido oposto ao do movimento ou **tendência** ao movimento.



Força de atrito

Força e movimento I

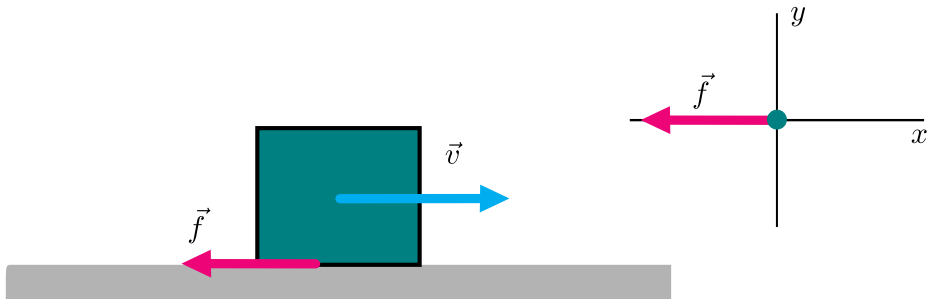
- É paralela à superfície
- Aponta no sentido oposto ao do movimento ou **tendência** ao movimento.



Força de atrito

Força e movimento I

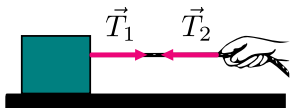
- É paralela à superfície
- Aponta no sentido oposto ao do movimento ou **tendência** ao movimento.



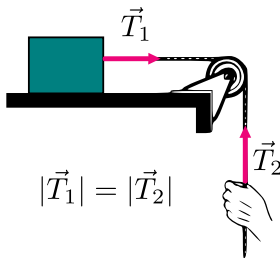
Força de tração

Força e movimento I

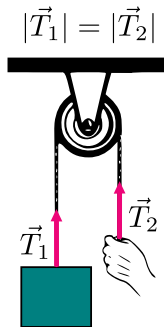
- Força de tração: força $\vec{T}$ orientada na direção da corda tracionada.
- A tração da corda é o módulo $T = |\vec{T}|$ da força exercida sobre o corpo.
- Exemplo: se a força aplicada pela corda sobre o corpo tem um módulo $T = 50\text{N}$, a tração da corda é 50N.
- A corda é considerada sem massa e inextensível!



$$|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2|$$



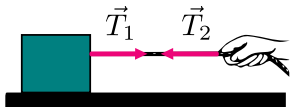
$$|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2|$$



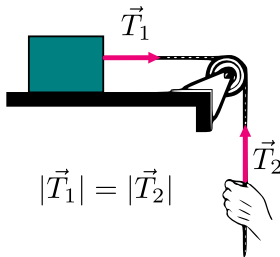
Força de tração

Força e movimento I

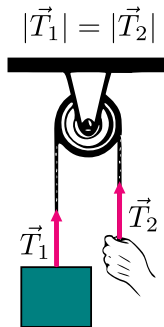
- Força de tração: força $\vec{T}$ orientada na direção da corda tracionada.
- A *tração da corda* é o módulo $T = |\vec{T}|$ da força exercida sobre o corpo.
- Exemplo: se a força aplicada pela corda sobre o corpo tem um módulo $T = 50\text{N}$, a tração da corda é 50N.
- A corda é considerada sem massa e inextensível!



$$|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2|$$



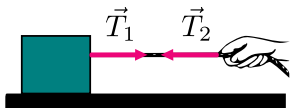
$$|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2|$$



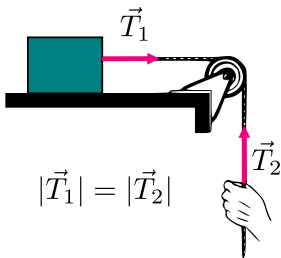
Força de tração

Força e movimento I

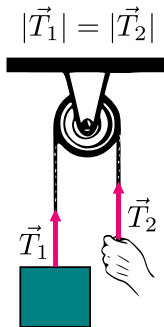
- Força de tração: força $\vec{T}$ orientada na direção da corda tracionada.
- A *tração da corda* é o módulo $T = |\vec{T}|$ da força exercida sobre o corpo.
- Exemplo: se a força aplicada pela corda sobre o corpo tem um módulo $T = 50\text{N}$, a tração da corda é 50N.
- A corda é considerada sem massa e inextensível!



$$|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2|$$



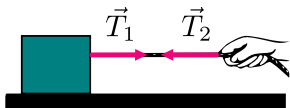
$$|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2|$$



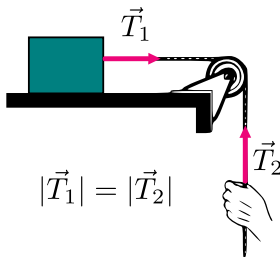
Força de tração

Força e movimento I

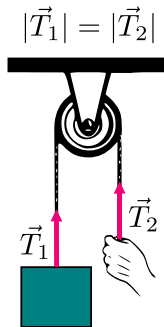
- Força de tração: força $\vec{T}$ orientada na direção da corda tracionada.
- A *tração da corda* é o módulo $T = |\vec{T}|$ da força exercida sobre o corpo.
- Exemplo: se a força aplicada pela corda sobre o corpo tem um módulo $T = 50\text{N}$, a tração da corda é 50N.
- A corda é considerada sem massa e inextensível!



$$|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2|$$

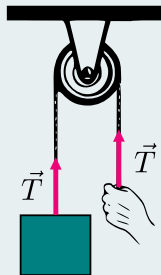


$$|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2|$$



O corpo suspenso na Fig. abaixo pesa 75N. A tração T é igual, maior ou menor que 75N quando o corpo se move para cima

- 1 com velocidade constante?
- 2 com velocidade crescente?
- 3 com velocidade decrescente?



5. Força e movimento I

5.1 Primeira Lei de Newton

5.2 Segunda Lei de Newton

5.3 Algumas forças especiais

- Força Gravitacional
- Força Normal
- Força de atrito
- Força de tração

5.4 Terceira Lei de Newton

5.5 Exemplos

5. Força e movimento I

5.1 Primeira Lei de Newton

5.2 Segunda Lei de Newton

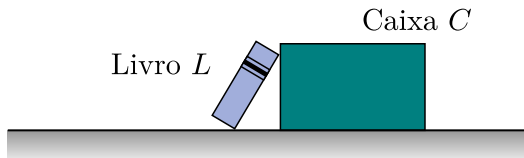
5.3 Algumas forças especiais

- Força Gravitacional
- Força Normal
- Força de atrito
- Força de tração

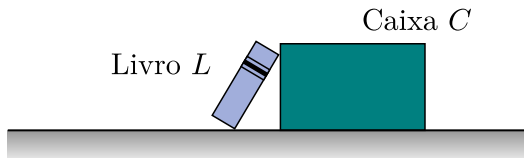
5.4 Terceira Lei de Newton

5.5 Exemplos

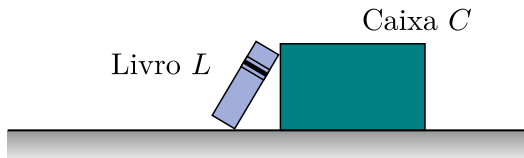
Terceira Lei de Newton



Terceira Lei de Newton



Terceira Lei de Newton



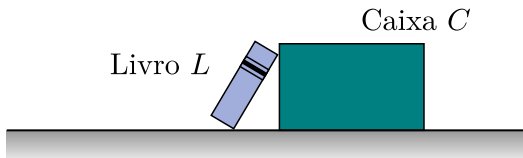
Terceira Lei de Newton

Terceira Lei de Newton

- Quando dois corpos interagem, as forças que cada corpo exerce sobre o outro são iguais em módulo e têm sentidos opostos.
- No caso do livro e da caixa

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

$$F_{LC} = F_{CL}$$



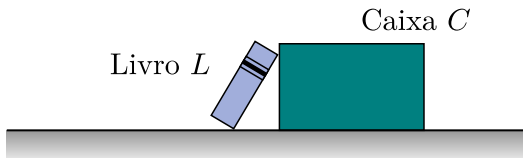
Terceira Lei de Newton

Terceira Lei de Newton

- Quando dois corpos interagem, as forças que cada corpo exerce sobre o outro são iguais em módulo e têm sentidos opostos.
- No caso do livro e da caixa

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

$$F_{LC} = F_{CL}$$



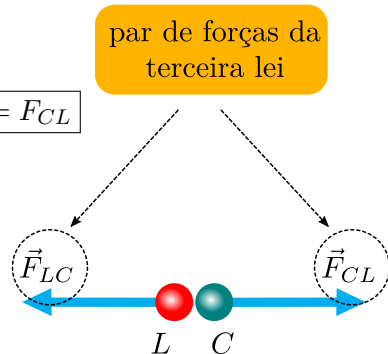
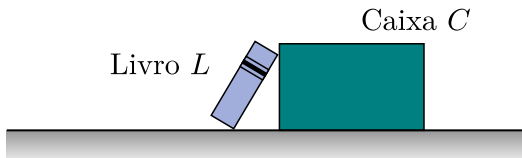
Terceira Lei de Newton

Terceira Lei de Newton

- Quando dois corpos interagem, as forças que cada corpo exerce sobre o outro são iguais em módulo e têm sentidos opostos.
- No caso do livro e da caixa

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

$$F_{LC} = F_{CL}$$



Terceira Lei de Newton



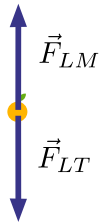
Terceira Lei de Newton



Terceira Lei de Newton



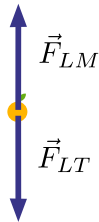
Terceira Lei de Newton



Terceira Lei de Newton

$\vec{F}_{LM}$ e $\vec{F}_{LT}$ formam um par de forças da terceira lei?

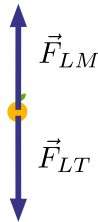
Não! Pois são forças que atuam sobre um mesmo corpo.



Terceira Lei de Newton

$\vec{F}_{LM}$ e $\vec{F}_{LT}$ formam um par de forças da terceira lei?

Não! Pois são forças que atuam sobre um mesmo corpo.



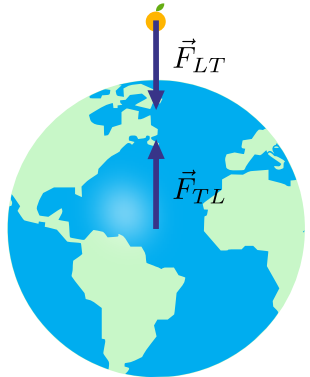
Terceira Lei de Newton



Terceira Lei de Newton



Terceira Lei de Newton



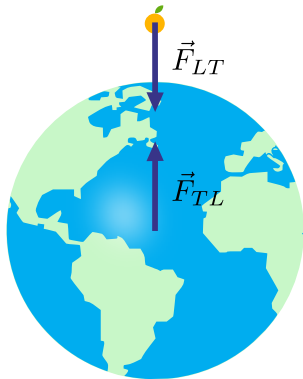
Terceira Lei de Newton

$\vec{F}_{LT}$ e $\vec{F}_{TL}$ formam um par de forças da terceira lei?

Sim! Pois as forças atuam sobre dois corpos que interagem, e a força que um está submetido é causada pelo outro.



$$\vec{F}_{LT} = -\vec{F}_{TL}$$



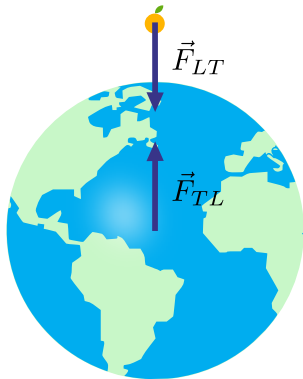
Terceira Lei de Newton

$\vec{F}_{LT}$ e $\vec{F}_{TL}$ formam um par de forças da terceira lei?

Sim! Pois as forças atuam sobre dois corpos que interagem, e a força que um está submetido é causada pelo outro.



$$\vec{F}_{LT} = -\vec{F}_{TL}$$



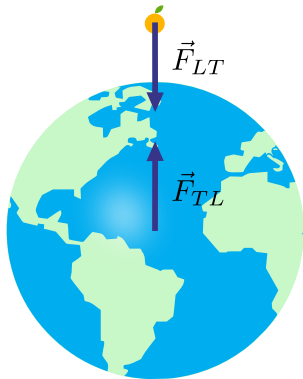
Terceira Lei de Newton

$\vec{F}_{LT}$ e $\vec{F}_{TL}$ formam um par de forças da terceira lei?

Sim! Pois as forças atuam sobre dois corpos que interagem, e a força que um está submetido é causada pelo outro.



$$\vec{F}_{LT} = -\vec{F}_{TL}$$



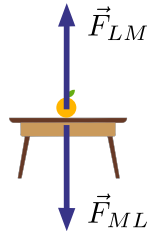
Terceira Lei de Newton



Terceira Lei de Newton



Terceira Lei de Newton



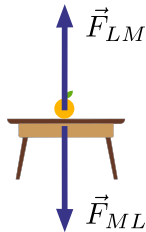
Terceira Lei de Newton

$\vec{F}_{LM}$ e $\vec{F}_{ML}$ formam um par de forças da terceira lei?

Sim! Pois as forças atuam sobre dois corpos que interagem, e a força que um está submetido é causada pelo outro.



$$\vec{F}_{LM} = -\vec{F}_{ML}$$



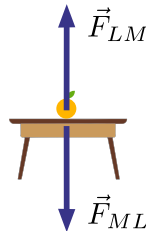
Terceira Lei de Newton

$\vec{F}_{LM}$ e $\vec{F}_{ML}$ formam um par de forças da terceira lei?

Sim! Pois as forças atuam sobre dois corpos que interagem, e a força que um está submetido é causada pelo outro.



$$\vec{F}_{LM} = -\vec{F}_{ML}$$



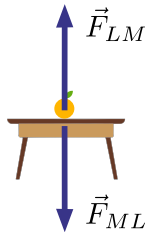
Terceira Lei de Newton

$\vec{F}_{LM}$ e $\vec{F}_{ML}$ formam um par de forças da terceira lei?

Sim! Pois as forças atuam sobre dois corpos que interagem, e a força que um está submetido é causada pelo outro.



$$\vec{F}_{LM} = -\vec{F}_{ML}$$



5. Força e movimento I

5.1 Primeira Lei de Newton

5.2 Segunda Lei de Newton

5.3 Algumas forças especiais

- Força Gravitacional
- Força Normal
- Força de atrito
- Força de tração

5.4 Terceira Lei de Newton

5.5 Exemplos

Exemplo: Blocos deslizantes

O Bloco A de massa $M = 3,3\text{kg}$ está ligado a um bloco B de massa $m = 2,1\text{kg}$. Enquanto o bloco B desce, o bloco A acelera para a direita. Determine (a) a aceleração do bloco A, (b) a aceleração do bloco B e (c) a tração da corda.

- Para o bloco A

$$\vec{F}_{\text{res}} = M\vec{a} \implies \begin{cases} F_{\text{res},x} = Ma_x \\ F_{\text{res},y} = Ma_y \end{cases}$$

$$F_{\text{res},y} = F_N - F_{gA} = 0 \implies F_N = F_{gA}$$

$$F_{\text{res},x} = T \implies \boxed{T = ma_x}$$

- Para o bloco B

$$\vec{F}_{\text{res}} = m\vec{a} \implies \begin{cases} F_{\text{res},x} = ma_x \\ F_{\text{res},y} = ma_y \end{cases}$$

$$F_{\text{res},y} = T - F_{gB} \implies \boxed{T - F_{gB} = ma_y}$$

- Os blocos se movem em conjunto e as acelerações dos dois blocos têm o mesmo módulo

$$|a_x| = |a_y| = a$$

- Desta forma

$$T = Ma$$

$$T - mg = -ma$$

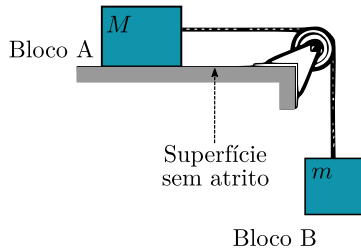
- Do sistema acima, obtemos

$$a = \frac{m}{M+m}g$$

$$T = \frac{Mm}{M+m}g$$

- substituindo os valores numéricos

$$a = 3,8\text{m/s}^2 \quad T = 13\text{N}$$



Exemplo: Blocos deslizantes

O Bloco A de massa $M = 3,3\text{kg}$ está ligado a um bloco B de massa $m = 2,1\text{kg}$. Enquanto o bloco B desce, o bloco A acelera para a direita. Determine (a) a aceleração do bloco A, (b) a aceleração do bloco B e (c) a tração da corda.

- Para o bloco A

$$\vec{F}_{\text{res}} = M\vec{a} \implies \begin{cases} F_{\text{res},x} = Ma_x \\ F_{\text{res},y} = Ma_y \end{cases}$$

$$F_{\text{res},y} = F_N - F_{gA} = 0 \implies F_N = F_{gA}$$

$$F_{\text{res},x} = T \implies \boxed{T = ma_x}$$

- Para o bloco B

$$\vec{F}_{\text{res}} = m\vec{a} \implies \begin{cases} F_{\text{res},x} = ma_x \\ F_{\text{res},y} = ma_y \end{cases}$$

$$F_{\text{res},y} = T - F_{gB} \implies \boxed{T - F_{gB} = ma_y}$$

- Os blocos se movem em conjunto e as acelerações dos dois blocos têm o mesmo módulo

$$|a_x| = |a_y| = a$$

- Desta forma

$$T = Ma$$

$$T - mg = -ma$$

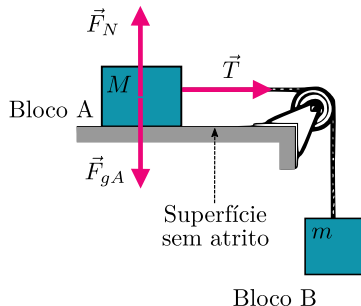
- Do sistema acima, obtemos

$$a = \frac{m}{M+m}g$$

$$T = \frac{Mm}{M+m}g$$

- substituindo os valores numéricos

$$a = 3,8\text{m/s}^2 \quad T = 13\text{N}$$



Exemplo: Blocos deslizantes

O Bloco A de massa $M = 3,3\text{kg}$ está ligado a um bloco B de massa $m = 2,1\text{kg}$. Enquanto o bloco B desce, o bloco A acelera para a direita. Determine (a) a aceleração do bloco A, (b) a aceleração do bloco B e (c) a tração da corda.

- Para o bloco A

$$\vec{F}_{\text{res}} = M\vec{a} \implies \begin{cases} F_{\text{res},x} = Ma_x \\ F_{\text{res},y} = Ma_y \end{cases}$$

$$F_{\text{res},y} = F_N - F_{gA} = 0 \implies F_N = F_{gA}$$

$$F_{\text{res},x} = T \implies \boxed{T = ma_x}$$

- Para o bloco B

$$\vec{F}_{\text{res}} = m\vec{a} \implies \begin{cases} F_{\text{res},x} = ma_x \\ F_{\text{res},y} = ma_y \end{cases}$$

$$F_{\text{res},y} = T - F_{gB} \implies \boxed{T - F_{gB} = ma_y}$$

- Os blocos se movem em conjunto e as acelerações dos dois blocos têm o mesmo módulo

$$|a_x| = |a_y| = a$$

- Desta forma

$$T = Ma$$

$$T - mg = -ma$$

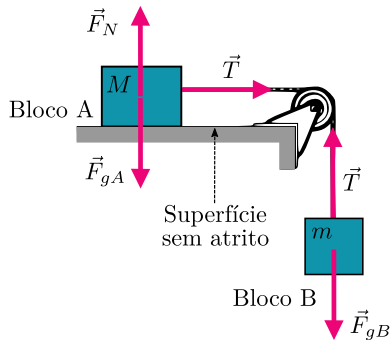
- Do sistema acima, obtemos

$$a = \frac{m}{M+m}g$$

$$T = \frac{Mm}{M+m}g$$

- substituindo os valores numéricos

$$a = 3,8\text{m/s}^2 \quad T = 13\text{N}$$



Exemplo: Blocos deslizantes

O Bloco A de massa $M = 3,3\text{kg}$ está ligado a um bloco B de massa $m = 2,1\text{kg}$. Enquanto o bloco B desce, o bloco A acelera para a direita. Determine (a) a aceleração do bloco A, (b) a aceleração do bloco B e (c) a tração da corda.

- Para o bloco A

$$\vec{F}_{\text{res}} = M\vec{a} \implies \begin{cases} F_{\text{res},x} = Ma_x \\ F_{\text{res},y} = Ma_y \end{cases}$$

$$F_{\text{res},y} = F_N - F_{gA} = 0 \implies F_N = F_{gA}$$

$$F_{\text{res},x} = T \implies \boxed{T = ma_x}$$

- Para o bloco B

$$\vec{F}_{\text{res}} = m\vec{a} \implies \begin{cases} F_{\text{res},x} = ma_x \\ F_{\text{res},y} = ma_y \end{cases}$$

$$F_{\text{res},y} = T - F_{gB} \implies \boxed{T - F_{gB} = ma_y}$$

- Os blocos se movem em conjunto e as acelerações dos dois blocos têm o mesmo módulo

$$|a_x| = |a_y| = a$$

- Desta forma

$$T = Ma$$

$$T - mg = -ma$$

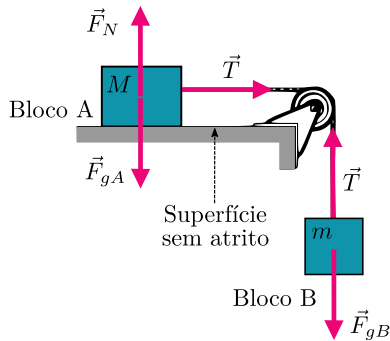
- Do sistema acima, obtemos

$$a = \frac{m}{M+m}g$$

$$T = \frac{Mm}{M+m}g$$

- substituindo os valores numéricos

$$a = 3,8\text{m/s}^2 \quad T = 13\text{N}$$



Exemplo: Blocos deslizantes

O Bloco A de massa $M = 3,3\text{kg}$ está ligado a um bloco B de massa $m = 2,1\text{kg}$. Enquanto o bloco B desce, o bloco A acelera para a direita. Determine (a) a aceleração do bloco A, (b) a aceleração do bloco B e (c) a tração da corda.

- Para o bloco A

$$\vec{F}_{\text{res}} = M\vec{a} \implies \begin{cases} F_{\text{res},x} = Ma_x \\ F_{\text{res},y} = Ma_y \end{cases}$$

$$F_{\text{res},y} = F_N - F_{gA} = 0 \implies F_N = F_{gA}$$

$$F_{\text{res},x} = T \implies \boxed{T = ma_x}$$

- Para o bloco B

$$\vec{F}_{\text{res}} = m\vec{a} \implies \begin{cases} F_{\text{res},x} = ma_x \\ F_{\text{res},y} = ma_y \end{cases}$$

$$F_{\text{res},y} = T - F_{gB} \implies \boxed{T - F_{gB} = ma_y}$$

- Os blocos se movem em conjunto e as acelerações dos dois blocos têm o mesmo módulo

$$|a_x| = |a_y| = a$$

- Desta forma

$$T = Ma$$

$$T - mg = -ma$$

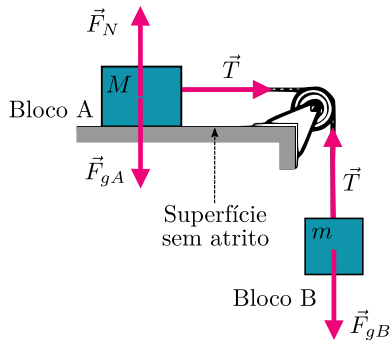
- Do sistema acima, obtemos

$$a = \frac{m}{M+m}g$$

$$T = \frac{Mm}{M+m}g$$

- substituindo os valores numéricos

$$a = 3,8\text{m/s}^2 \quad T = 13\text{N}$$



Exemplo: Blocos deslizantes

O Bloco A de massa $M = 3,3\text{kg}$ está ligado a um bloco B de massa $m = 2,1\text{kg}$. Enquanto o bloco B desce, o bloco A acelera para a direita. Determine (a) a aceleração do bloco A, (b) a aceleração do bloco B e (c) a tração da corda.

- Para o bloco A

$$\vec{F}_{\text{res}} = M\vec{a} \implies \begin{cases} F_{\text{res},x} = Ma_x \\ F_{\text{res},y} = Ma_y \end{cases}$$

$$F_{\text{res},y} = F_N - F_{gA} = 0 \implies F_N = F_{gA}$$

$$F_{\text{res},x} = T \implies \boxed{T = ma_x}$$

- Para o bloco B

$$\vec{F}_{\text{res}} = m\vec{a} \implies \begin{cases} F_{\text{res},x} = ma_x \\ F_{\text{res},y} = ma_y \end{cases}$$

$$F_{\text{res},y} = T - F_{gB} \implies \boxed{T - F_{gB} = ma_y}$$

- Os blocos se movem em conjunto e as acelerações dos dois blocos têm o mesmo módulo

$$|a_x| = |a_y| = a$$

- Desta forma

$$T = Ma$$

$$T - mg = -ma$$

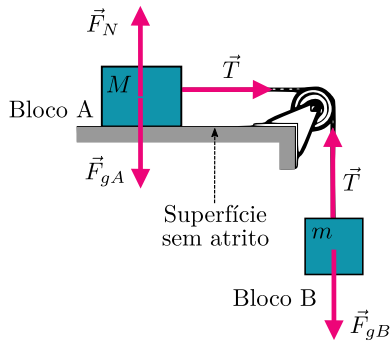
- Do sistema acima, obtemos

$$a = \frac{m}{M+m}g$$

$$T = \frac{Mm}{M+m}g$$

- substituindo os valores numéricos

$$a = 3,8\text{m/s}^2 \quad T = 13\text{N}$$



Exemplo: Blocos deslizantes

O Bloco A de massa $M = 3,3\text{kg}$ está ligado a um bloco B de massa $m = 2,1\text{kg}$. Enquanto o bloco B desce, o bloco A acelera para a direita. Determine (a) a aceleração do bloco A, (b) a aceleração do bloco B e (c) a tração da corda.

- Para o bloco A

$$\vec{F}_{\text{res}} = M\vec{a} \implies \begin{cases} F_{\text{res},x} = Ma_x \\ F_{\text{res},y} = Ma_y \end{cases}$$

$$F_{\text{res},y} = F_N - F_{gA} = 0 \implies F_N = F_{gA}$$

$$F_{\text{res},x} = T \implies \boxed{T = ma_x}$$

- Para o bloco B

$$\vec{F}_{\text{res}} = m\vec{a} \implies \begin{cases} F_{\text{res},x} = ma_x \\ F_{\text{res},y} = ma_y \end{cases}$$

$$F_{\text{res},y} = T - F_{gB} \implies \boxed{T - F_{gB} = ma_y}$$

- Os blocos se movem em conjunto e as acelerações dos dois blocos têm o mesmo módulo

$$|a_x| = |a_y| = a$$

- Desta forma

$$T = Ma$$

$$T - mg = -ma$$

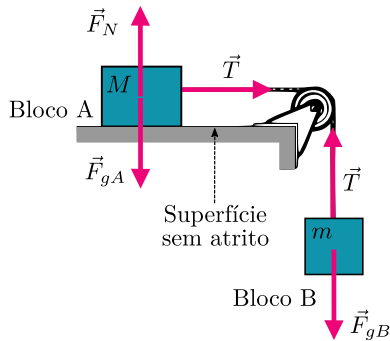
- Do sistema acima, obtemos

$$a = \frac{m}{M+m}g$$

$$T = \frac{Mm}{M+m}g$$

- substituindo os valores numéricos

$$a = 3,8\text{m/s}^2 \quad T = 13\text{N}$$



Exemplo: Blocos deslizantes

O Bloco A de massa $M = 3,3\text{kg}$ está ligado a um bloco B de massa $m = 2,1\text{kg}$. Enquanto o bloco B desce, o bloco A acelera para a direita. Determine (a) a aceleração do bloco A, (b) a aceleração do bloco B e (c) a tração da corda.

- Para o bloco A

$$\vec{F}_{\text{res}} = M\vec{a} \implies \begin{cases} F_{\text{res},x} = Ma_x \\ F_{\text{res},y} = Ma_y \end{cases}$$

$$F_{\text{res},y} = F_N - F_{gA} = 0 \implies F_N = F_{gA}$$

$$F_{\text{res},x} = T \implies \boxed{T = ma_x}$$

- Para o bloco B

$$\vec{F}_{\text{res}} = m\vec{a} \implies \begin{cases} F_{\text{res},x} = ma_x \\ F_{\text{res},y} = ma_y \end{cases}$$

$$F_{\text{res},y} = T - F_{gB} \implies \boxed{T - F_{gB} = ma_y}$$

- Os blocos se movem em conjunto e as acelerações dos dois blocos têm o mesmo módulo

$$|a_x| = |a_y| = a$$

- Desta forma

$$T = Ma$$

$$T - mg = -ma$$

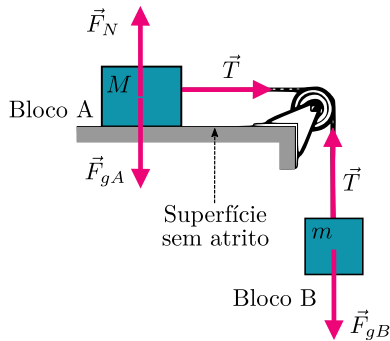
- Do sistema acima, obtemos

$$a = \frac{m}{M+m}g$$

$$T = \frac{Mm}{M+m}g$$

- substituindo os valores numéricos

$$a = 3,8\text{m/s}^2 \quad T = 13\text{N}$$



Exemplo: Blocos deslizantes

O Bloco A de massa $M = 3,3\text{kg}$ está ligado a um bloco B de massa $m = 2,1\text{kg}$. Enquanto o bloco B desce, o bloco A acelera para a direita. Determine (a) a aceleração do bloco A, (b) a aceleração do bloco B e (c) a tração da corda.

- Para o bloco A

$$\vec{F}_{\text{res}} = M\vec{a} \implies \begin{cases} F_{\text{res},x} = Ma_x \\ F_{\text{res},y} = Ma_y \end{cases}$$

$$F_{\text{res},y} = F_N - F_{gA} = 0 \implies F_N = F_{gA}$$

$$F_{\text{res},x} = T \implies \boxed{T = ma_x}$$

- Para o bloco B

$$\vec{F}_{\text{res}} = m\vec{a} \implies \begin{cases} F_{\text{res},x} = ma_x \\ F_{\text{res},y} = ma_y \end{cases}$$

$$F_{\text{res},y} = T - F_{gB} \implies \boxed{T - F_{gB} = ma_y}$$

- Os blocos se movem em conjunto e as acelerações dos dois blocos têm o mesmo módulo

$$|a_x| = |a_y| = a$$

- Desta forma

$$T = Ma$$

$$T - mg = -ma$$

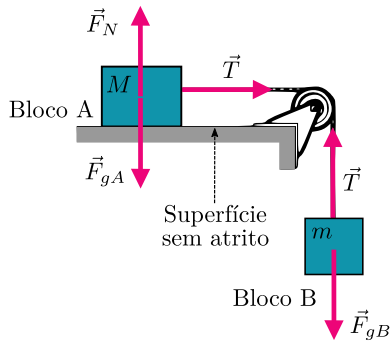
- Do sistema acima, obtemos

$$a = \frac{m}{M+m}g$$

$$T = \frac{Mm}{M+m}g$$

- substituindo os valores numéricos

$$a = 3,8\text{m/s}^2 \quad T = 13\text{N}$$



Exemplo: Blocos deslizantes

O Bloco A de massa $M = 3,3\text{kg}$ está ligado a um bloco B de massa $m = 2,1\text{kg}$. Enquanto o bloco B desce, o bloco A acelera para a direita. Determine (a) a aceleração do bloco A, (b) a aceleração do bloco B e (c) a tração da corda.

- Para o bloco A

$$\vec{F}_{\text{res}} = M\vec{a} \implies \begin{cases} F_{\text{res},x} = Ma_x \\ F_{\text{res},y} = Ma_y \end{cases}$$

$$F_{\text{res},y} = F_N - F_{gA} = 0 \implies F_N = F_{gA}$$

$$F_{\text{res},x} = T \implies \boxed{T = ma_x}$$

- Para o bloco B

$$\vec{F}_{\text{res}} = m\vec{a} \implies \begin{cases} F_{\text{res},x} = ma_x \\ F_{\text{res},y} = ma_y \end{cases}$$

$$F_{\text{res},y} = T - F_{gB} \implies \boxed{T - F_{gB} = ma_y}$$

- Os blocos se movem em conjunto e as acelerações dos dois blocos têm o mesmo módulo

$$|a_x| = |a_y| = a$$

- Desta forma

$$T = Ma$$

$$T - mg = -ma$$

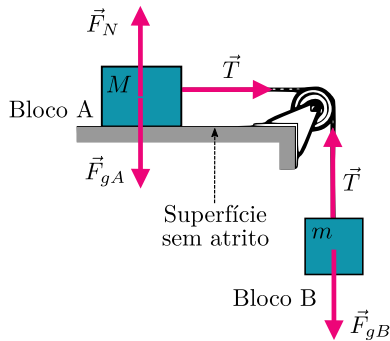
- Do sistema acima, obtemos

$$a = \frac{m}{M+m}g$$

$$T = \frac{Mm}{M+m}g$$

- substituindo os valores numéricos

$$a = 3,8\text{m/s}^2 \quad T = 13\text{N}$$



Exemplo: Um bloco empurrando outro

Uma força horizontal constante $\vec{F}_{ap}$ de módulo 20N é aplicada a um bloco A de massa $m_A = 4,0\text{kg}$, que empurra um bloco B de massa $m_B = 6,0\text{kg}$. Os blocos deslizam em uma superfície sem atrito.

(a) Qual é a aceleração dos blocos? (b) Qual é a força $\vec{F}_{BA}$ exercida pelo bloco A sobre o bloco B?

- Para o conjunto dos blocos A e B

$$F_{\text{res}} = (m_a + m_b)a$$

em que a aceleração será

$$a = \frac{F_{\text{res}}}{m_a + m_b} = 2,0\text{m/s}^2$$

- Para o bloco B

$$F_{\text{res}} = m_b a$$

$$F_{BA} = m_b a$$

$$F_{BA} = (6,0\text{kg})(2,0\text{m/s}^2)$$

$$F_{BA} = 12,0\text{N}$$

Exemplo: Um bloco empurrando outro

Uma força horizontal constante $\vec{F}_{ap}$ de módulo 20N é aplicada a um bloco A de massa $m_A = 4,0\text{kg}$, que empurra um bloco B de massa $m_B = 6,0\text{kg}$. Os blocos deslizam em uma superfície sem atrito.

(a) Qual é a aceleração dos blocos? (b) Qual é a força $\vec{F}_{BA}$ exercida pelo bloco A sobre o bloco B?

- Para o conjunto dos blocos A e B

$$F_{\text{res}} = (m_a + m_b)a$$

em que a aceleração será

$$a = \frac{F_{\text{res}}}{m_a + m_b} = 2,0\text{m/s}^2$$

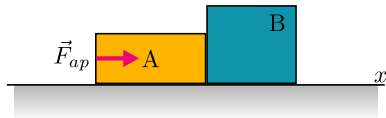
- Para o bloco B

$$F_{\text{res}} = m_b a$$

$$F_{BA} = m_b a$$

$$F_{BA} = (6,0\text{kg})(2,0\text{m/s}^2)$$

$$F_{BA} = 12,0\text{N}$$



Exemplo: Um bloco empurrando outro

Uma força horizontal constante $\vec{F}_{ap}$ de módulo 20N é aplicada a um bloco A de massa $m_A = 4,0\text{kg}$, que empurra um bloco B de massa $m_B = 6,0\text{kg}$. Os blocos deslizam em uma superfície sem atrito.

(a) Qual é a aceleração dos blocos? (b) Qual é a força $\vec{F}_{BA}$ exercida pelo bloco A sobre o bloco B?

- Para o conjunto dos blocos A e B

$$F_{\text{res}} = (m_a + m_b)a$$

em que a aceleração será

$$a = \frac{F_{\text{res}}}{m_a + m_b} = 2,0\text{m/s}^2$$

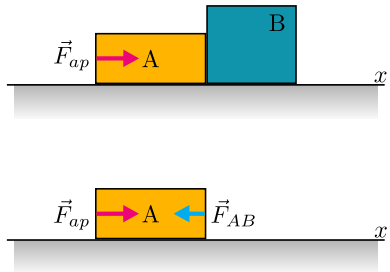
- Para o bloco B

$$F_{\text{res}} = m_b a$$

$$F_{BA} = m_b a$$

$$F_{BA} = (6,0\text{kg})(2,0\text{m/s}^2)$$

$$F_{BA} = 12,0\text{N}$$



Exemplo: Um bloco empurrando outro

Uma força horizontal constante $\vec{F}_{ap}$ de módulo 20N é aplicada a um bloco A de massa $m_A = 4,0\text{kg}$, que empurra um bloco B de massa $m_B = 6,0\text{kg}$. Os blocos deslizam em uma superfície sem atrito.

(a) Qual é a aceleração dos blocos? (b) Qual é a força $\vec{F}_{BA}$ exercida pelo bloco A sobre o bloco B?

- Para o conjunto dos blocos A e B

$$F_{\text{res}} = (m_a + m_b)a$$

em que a aceleração será

$$a = \frac{F_{\text{res}}}{m_a + m_b} = 2,0\text{m/s}^2$$

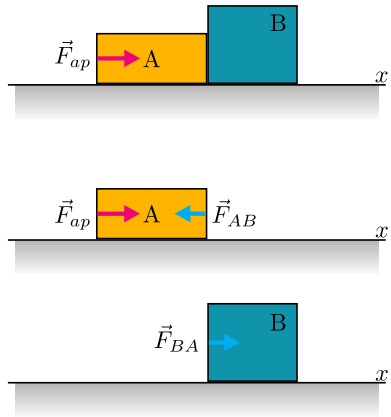
- Para o bloco B

$$F_{\text{res}} = m_b a$$

$$F_{BA} = m_b a$$

$$F_{BA} = (6,0\text{kg})(2,0\text{m/s}^2)$$

$$F_{BA} = 12,0\text{N}$$



Exemplo: Um bloco empurrando outro

Uma força horizontal constante $\vec{F}_{ap}$ de módulo 20N é aplicada a um bloco A de massa $m_A = 4,0\text{kg}$, que empurra um bloco B de massa $m_B = 6,0\text{kg}$. Os blocos deslizam em uma superfície sem atrito.

(a) Qual é a aceleração dos blocos? (b) Qual é a força $\vec{F}_{BA}$ exercida pelo bloco A sobre o bloco B?

- Para o conjunto dos blocos A e B

$$F_{\text{res}} = (m_a + m_b)a$$

em que a aceleração será

$$a = \frac{F_{\text{res}}}{m_a + m_b} = 2,0\text{m/s}^2$$

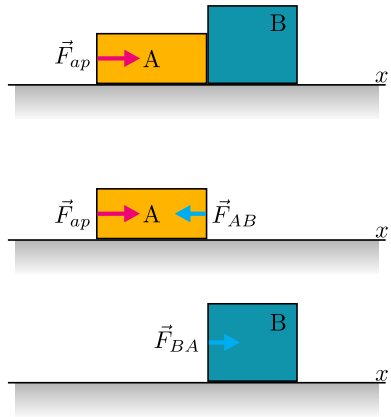
- Para o bloco B

$$F_{\text{res}} = m_b a$$

$$F_{BA} = m_b a$$

$$F_{BA} = (6,0\text{kg})(2,0\text{m/s}^2)$$

$$F_{BA} = 12,0\text{N}$$



Exemplo: Um bloco empurrando outro

Uma força horizontal constante $\vec{F}_{ap}$ de módulo 20N é aplicada a um bloco A de massa $m_A = 4,0\text{kg}$, que empurra um bloco B de massa $m_B = 6,0\text{kg}$. Os blocos deslizam em uma superfície sem atrito.

(a) Qual é a aceleração dos blocos? (b) Qual é a força $\vec{F}_{BA}$ exercida pelo bloco A sobre o bloco B?

- Para o conjunto dos blocos A e B

$$F_{\text{res}} = (m_a + m_b)a$$

em que a aceleração será

$$a = \frac{F_{\text{res}}}{m_a + m_b} = 2,0\text{m/s}^2$$

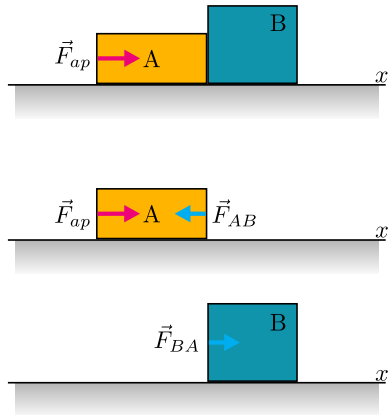
- Para o bloco B

$$F_{\text{res}} = m_b a$$

$$F_{BA} = m_b a$$

$$F_{BA} = (6,0\text{kg})(2,0\text{m/s}^2)$$

$$F_{BA} = 12,0\text{N}$$



Exemplo: Um jato acelerando

Você decide determinar a aceleração de seu avião na pista. Para isso, você usa seu ioiô e vendo que, suspenso, o cordão forma um ângulo de $22,0^\circ$ com a vertical. (a) Qual é a aceleração do avião? (b) Se a massa do ioiô é $40,0\text{g}$, qual é a tensão no cordão?

- Da 2ª Lei de Newton (do ponto de vista de alguém na pista)

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

$$\vec{F}_g + \vec{T} = m\vec{a}$$

- Sendo $a_y = 0$, podemos escrever

$$\vec{F}_g + \vec{T} = (ma_x)\hat{i}$$

- As forças são dadas por

$$\vec{F}_g = (-mg)\hat{j}$$

$$\vec{T} = (T \sin \theta)\hat{i} + (T \cos \theta)\hat{j}$$

- Assim

$$(-mg)\hat{j} + (T \sin \theta)\hat{i} + (T \cos \theta)\hat{j} = (ma_x)\hat{i}$$

- ou seja

$$mg = T \cos \theta \quad ma_x = T \sin \theta$$

- Podemos eliminar T nas Eqs acima e encontrar a_x :

$$a_x = g \tan \theta = 3,96\text{m/s}^2$$

- Podemos também encontrar a tensão

$$T = \frac{mg}{\cos \theta} = 0,423\text{N}$$

Exemplo: Um jato acelerando

Você decide determinar a aceleração de seu avião na pista. Para isso, você usa seu ioiô e vendo que, suspenso, o cordão forma um ângulo de $22,0^\circ$ com a vertical. (a) Qual é a aceleração do avião? (b) Se a massa do ioiô é $40,0\text{g}$, qual é a tensão no cordão?

- Da 2ª Lei de Newton (do ponto de vista de alguém na pista)

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

$$\vec{F}_g + \vec{T} = m\vec{a}$$

- Sendo $a_y = 0$, podemos escrever

$$\vec{F}_g + \vec{T} = (ma_x)\hat{i}$$

- As forças são dadas por

$$\vec{F}_g = (-mg)\hat{j}$$

$$\vec{T} = (T \sin \theta)\hat{i} + (T \cos \theta)\hat{j}$$

- Assim

$$(-mg)\hat{j} + (T \sin \theta)\hat{i} + (T \cos \theta)\hat{j} = (ma_x)\hat{i}$$

- ou seja

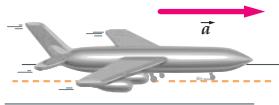
$$mg = T \cos \theta \quad ma_x = T \sin \theta$$

- Podemos eliminar T nas Eqs acima e encontrar a_x :

$$a_x = g \tan \theta = 3,96\text{m/s}^2$$

- Podemos também encontrar a tensão

$$T = \frac{mg}{\cos \theta} = 0,423\text{N}$$



Exemplo: Um jato acelerando

Você decide determinar a aceleração de seu avião na pista. Para isso, você usa seu ioiô e vendo que, suspenso, o cordão forma um ângulo de $22,0^\circ$ com a vertical. (a) Qual é a aceleração do avião? (b) Se a massa do ioiô é $40,0\text{g}$, qual é a tensão no cordão?

- Da 2ª Lei de Newton (do ponto de vista de alguém na pista)

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

$$\vec{F}_g + \vec{T} = m\vec{a}$$

- Sendo $a_y = 0$, podemos escrever

$$\vec{F}_g + \vec{T} = (ma_x)\hat{i}$$

- As forças são dadas por

$$\vec{F}_g = (-mg)\hat{j}$$

$$\vec{T} = (T \sin \theta)\hat{i} + (T \cos \theta)\hat{j}$$

- Assim

$$(-mg)\hat{j} + (T \sin \theta)\hat{i} + (T \cos \theta)\hat{j} = (ma_x)\hat{i}$$

- ou seja

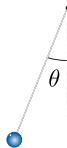
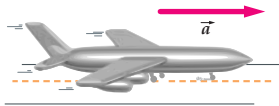
$$mg = T \cos \theta \quad ma_x = T \sin \theta$$

- Podemos eliminar T nas Eqs acima e encontrar a_x :

$$a_x = g \tan \theta = 3,96\text{m/s}^2$$

- Podemos também encontrar a tensão

$$T = \frac{mg}{\cos \theta} = 0,423\text{N}$$



Exemplo: Um jato acelerando

Você decide determinar a aceleração de seu avião na pista. Para isso, você usa seu ioiô e vendo que, suspenso, o cordão forma um ângulo de $22,0^\circ$ com a vertical. (a) Qual é a aceleração do avião? (b) Se a massa do ioiô é $40,0\text{g}$, qual é a tensão no cordão?

- Da 2ª Lei de Newton (do ponto de vista de alguém na pista)

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

$$\vec{F}_g + \vec{T} = m\vec{a}$$

- Sendo $a_y = 0$, podemos escrever

$$\vec{F}_g + \vec{T} = (ma_x)\hat{i}$$

- As forças são dadas por

$$\vec{F}_g = (-mg)\hat{j}$$

$$\vec{T} = (T \sin \theta)\hat{i} + (T \cos \theta)\hat{j}$$

- Assim

$$(-mg)\hat{j} + (T \sin \theta)\hat{i} + (T \cos \theta)\hat{j} = (ma_x)\hat{i}$$

- ou seja

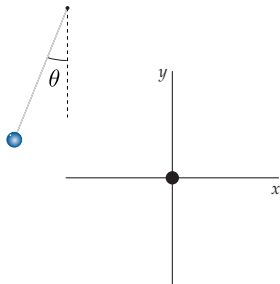
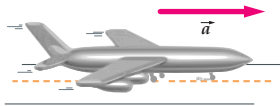
$$mg = T \cos \theta \quad ma_x = T \sin \theta$$

- Podemos eliminar T nas Eqs acima e encontrar a_x :

$$a_x = g \tan \theta = 3,96\text{m/s}^2$$

- Podemos também encontrar a tensão

$$T = \frac{mg}{\cos \theta} = 0,423\text{N}$$



Exemplo: Um jato acelerando

Você decide determinar a aceleração de seu avião na pista. Para isso, você usa seu ioiô e vendo que, suspenso, o cordão forma um ângulo de $22,0^\circ$ com a vertical. (a) Qual é a aceleração do avião? (b) Se a massa do ioiô é $40,0\text{g}$, qual é a tensão no cordão?

- Da 2ª Lei de Newton (do ponto de vista de alguém na pista)

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

$$\vec{F}_g + \vec{T} = m\vec{a}$$

- Sendo $a_y = 0$, podemos escrever

$$\vec{F}_g + \vec{T} = (ma_x)\hat{i}$$

- As forças são dadas por

$$\vec{F}_g = (-mg)\hat{j}$$

$$\vec{T} = (T \sin \theta)\hat{i} + (T \cos \theta)\hat{j}$$

- Assim

$$(-mg)\hat{j} + (T \sin \theta)\hat{i} + (T \cos \theta)\hat{j} = (ma_x)\hat{i}$$

- ou seja

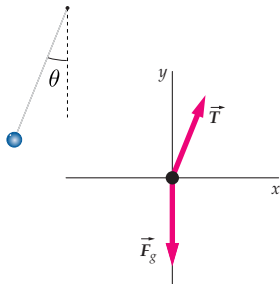
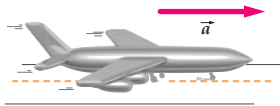
$$mg = T \cos \theta \quad ma_x = T \sin \theta$$

- Podemos eliminar T nas Eqs acima e encontrar a_x :

$$a_x = g \tan \theta = 3,96\text{m/s}^2$$

- Podemos também encontrar a tensão

$$T = \frac{mg}{\cos \theta} = 0,423\text{N}$$



Exemplo: Um jato acelerando

Você decide determinar a aceleração de seu avião na pista. Para isso, você usa seu ioiô e vendo que, suspenso, o cordão forma um ângulo de $22,0^\circ$ com a vertical. (a) Qual é a aceleração do avião? (b) Se a massa do ioiô é $40,0\text{g}$, qual é a tensão no cordão?

- Da 2ª Lei de Newton (do ponto de vista de alguém na pista)

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

$$\vec{F}_g + \vec{T} = m\vec{a}$$

- Sendo $a_y = 0$, podemos escrever

$$\vec{F}_g + \vec{T} = (ma_x)\hat{i}$$

- As forças são dadas por

$$\vec{F}_g = (-mg)\hat{j}$$

$$\vec{T} = (T \sin \theta)\hat{i} + (T \cos \theta)\hat{j}$$

- Assim

$$(-mg)\hat{j} + (T \sin \theta)\hat{i} + (T \cos \theta)\hat{j} = (ma_x)\hat{i}$$

- ou seja

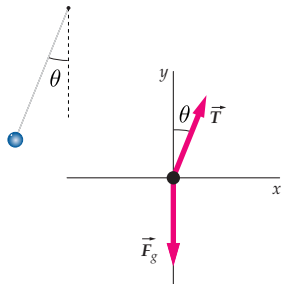
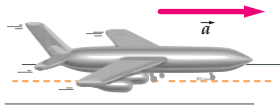
$$mg = T \cos \theta \quad ma_x = T \sin \theta$$

- Podemos eliminar T nas Eqs acima e encontrar a_x :

$$a_x = g \tan \theta = 3,96\text{m/s}^2$$

- Podemos também encontrar a tensão

$$T = \frac{mg}{\cos \theta} = 0,423\text{N}$$



Exemplo: Um jato acelerando

Você decide determinar a aceleração de seu avião na pista. Para isso, você usa seu ioiô e vendo que, suspenso, o cordão forma um ângulo de $22,0^\circ$ com a vertical. (a) Qual é a aceleração do avião? (b) Se a massa do ioiô é $40,0\text{g}$, qual é a tensão no cordão?

- Da 2ª Lei de Newton (do ponto de vista de alguém na pista)

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

$$\vec{F}_g + \vec{T} = m\vec{a}$$

- Sendo $a_y = 0$, podemos escrever

$$\vec{F}_g + \vec{T} = (ma_x)\hat{i}$$

- As forças são dadas por

$$\vec{F}_g = (-mg)\hat{j}$$

$$\vec{T} = (T \sin \theta)\hat{i} + (T \cos \theta)\hat{j}$$

- Assim

$$(-mg)\hat{j} + (T \sin \theta)\hat{i} + (T \cos \theta)\hat{j} = (ma_x)\hat{i}$$

- ou seja

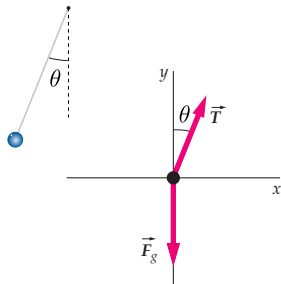
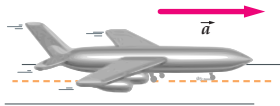
$$mg = T \cos \theta \quad ma_x = T \sin \theta$$

- Podemos eliminar T nas Eqs acima e encontrar a_x :

$$a_x = g \tan \theta = 3,96\text{m/s}^2$$

- Podemos também encontrar a tensão

$$T = \frac{mg}{\cos \theta} = 0,423\text{N}$$



Exemplo: Um jato acelerando

Você decide determinar a aceleração de seu avião na pista. Para isso, você usa seu ioiô e vendo que, suspenso, o cordão forma um ângulo de $22,0^\circ$ com a vertical. (a) Qual é a aceleração do avião? (b) Se a massa do ioiô é $40,0\text{g}$, qual é a tensão no cordão?

- Da 2ª Lei de Newton (do ponto de vista de alguém na pista)

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

$$\vec{F}_g + \vec{T} = m\vec{a}$$

- Sendo $a_y = 0$, podemos escrever

$$\vec{F}_g + \vec{T} = (ma_x)\hat{i}$$

- As forças são dadas por

$$\vec{F}_g = (-mg)\hat{j}$$

$$\vec{T} = (T \sin \theta)\hat{i} + (T \cos \theta)\hat{j}$$

- Assim

$$(-mg)\hat{j} + (T \sin \theta)\hat{i} + (T \cos \theta)\hat{j} = (ma_x)\hat{i}$$

- ou seja

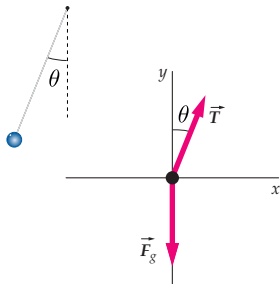
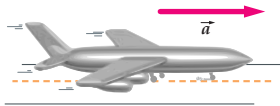
$$mg = T \cos \theta \quad ma_x = T \sin \theta$$

- Podemos eliminar T nas Eqs acima e encontrar a_x :

$$a_x = g \tan \theta = 3,96\text{m/s}^2$$

- Podemos também encontrar a tensão

$$T = \frac{mg}{\cos \theta} = 0,423\text{N}$$



Exemplo: Um jato acelerando

Você decide determinar a aceleração de seu avião na pista. Para isso, você usa seu ioiô e vendo que, suspenso, o cordão forma um ângulo de $22,0^\circ$ com a vertical. (a) Qual é a aceleração do avião? (b) Se a massa do ioiô é $40,0\text{g}$, qual é a tensão no cordão?

- Da 2ª Lei de Newton (do ponto de vista de alguém na pista)

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

$$\vec{F}_g + \vec{T} = m\vec{a}$$

- Sendo $a_y = 0$, podemos escrever

$$\vec{F}_g + \vec{T} = (ma_x)\hat{i}$$

- As forças são dadas por

$$\vec{F}_g = (-mg)\hat{j}$$

$$\vec{T} = (T \sin \theta)\hat{i} + (T \cos \theta)\hat{j}$$

- Assim

$$(-mg)\hat{j} + (T \sin \theta)\hat{i} + (T \cos \theta)\hat{j} = (ma_x)\hat{i}$$

- ou seja

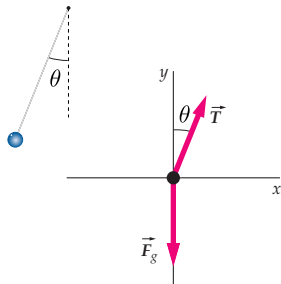
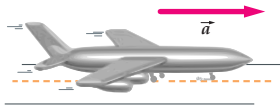
$$mg = T \cos \theta \quad ma_x = T \sin \theta$$

- Podemos eliminar T nas Eqs acima e encontrar a_x :

$$a_x = g \tan \theta = 3,96\text{m/s}^2$$

- Podemos também encontrar a tensão

$$T = \frac{mg}{\cos \theta} = 0,423\text{N}$$



Exemplo: Um jato acelerando

Você decide determinar a aceleração de seu avião na pista. Para isso, você usa seu ioiô e vendo que, suspenso, o cordão forma um ângulo de $22,0^\circ$ com a vertical. (a) Qual é a aceleração do avião? (b) Se a massa do ioiô é $40,0\text{g}$, qual é a tensão no cordão?

- Da 2ª Lei de Newton (do ponto de vista de alguém na pista)

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

$$\vec{F}_g + \vec{T} = m\vec{a}$$

- Sendo $a_y = 0$, podemos escrever

$$\vec{F}_g + \vec{T} = (ma_x)\hat{i}$$

- As forças são dadas por

$$\vec{F}_g = (-mg)\hat{j}$$

$$\vec{T} = (T \sin \theta)\hat{i} + (T \cos \theta)\hat{j}$$

- Assim

$$(-mg)\hat{j} + (T \sin \theta)\hat{i} + (T \cos \theta)\hat{j} = (ma_x)\hat{i}$$

- ou seja

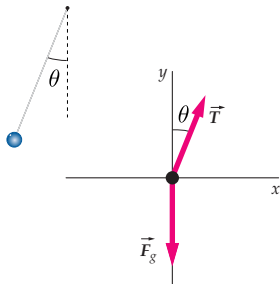
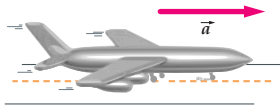
$$mg = T \cos \theta \quad ma_x = T \sin \theta$$

- Podemos eliminar T nas Eqs acima e encontrar a_x :

$$a_x = g \tan \theta = 3,96\text{m/s}^2$$

- Podemos também encontrar a tensão

$$T = \frac{mg}{\cos \theta} = 0,423\text{N}$$



Exemplo: Um jato acelerando

Você decide determinar a aceleração de seu avião na pista. Para isso, você usa seu ioiô e vendo que, suspenso, o cordão forma um ângulo de $22,0^\circ$ com a vertical. (a) Qual é a aceleração do avião? (b) Se a massa do ioiô é $40,0\text{g}$, qual é a tensão no cordão?

- Da 2ª Lei de Newton (do ponto de vista de alguém na pista)

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

$$\vec{F}_g + \vec{T} = m\vec{a}$$

- Sendo $a_y = 0$, podemos escrever

$$\vec{F}_g + \vec{T} = (ma_x)\hat{i}$$

- As forças são dadas por

$$\vec{F}_g = (-mg)\hat{j}$$

$$\vec{T} = (T \sin \theta)\hat{i} + (T \cos \theta)\hat{j}$$

- Assim

$$(-mg)\hat{j} + (T \sin \theta)\hat{i} + (T \cos \theta)\hat{j} = (ma_x)\hat{i}$$

- ou seja

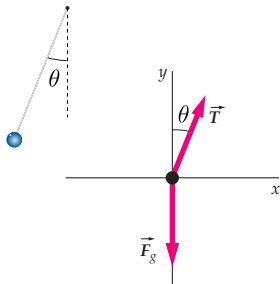
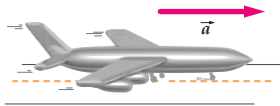
$$mg = T \cos \theta \quad ma_x = T \sin \theta$$

- Podemos eliminar T nas Eqs acima e encontrar a_x :

$$a_x = g \tan \theta = 3,96\text{m/s}^2$$

- Podemos também encontrar a tensão

$$T = \frac{mg}{\cos \theta} = 0,423\text{N}$$



Exemplo: Um jato acelerando

Você decide determinar a aceleração de seu avião na pista. Para isso, você usa seu ioiô e vendo que, suspenso, o cordão forma um ângulo de $22,0^\circ$ com a vertical. (a) Qual é a aceleração do avião? (b) Se a massa do ioiô é $40,0\text{g}$, qual é a tensão no cordão?

- Da 2ª Lei de Newton (do ponto de vista de alguém na pista)

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

$$\vec{F}_g + \vec{T} = m\vec{a}$$

- Sendo $a_y = 0$, podemos escrever

$$\vec{F}_g + \vec{T} = (ma_x)\hat{i}$$

- As forças são dadas por

$$\vec{F}_g = (-mg)\hat{j}$$

$$\vec{T} = (T \sin \theta)\hat{i} + (T \cos \theta)\hat{j}$$

- Assim

$$(-mg)\hat{j} + (T \sin \theta)\hat{i} + (T \cos \theta)\hat{j} = (ma_x)\hat{i}$$

- ou seja

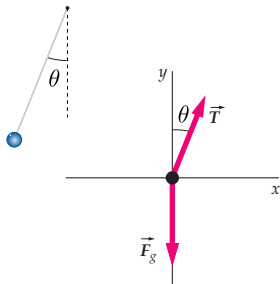
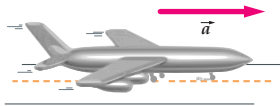
$$mg = T \cos \theta \quad ma_x = T \sin \theta$$

- Podemos eliminar T nas Eqs acima e encontrar a_x :

$$a_x = g \tan \theta = 3,96\text{m/s}^2$$

- Podemos também encontrar a tensão

$$T = \frac{mg}{\cos \theta} = 0,423\text{N}$$



Exemplo: Um jato acelerando

Você decide determinar a aceleração de seu avião na pista. Para isso, você usa seu ioiô e vendo que, suspenso, o cordão forma um ângulo de $22,0^\circ$ com a vertical. (a) Qual é a aceleração do avião? (b) Se a massa do ioiô é $40,0\text{g}$, qual é a tensão no cordão?

- Da 2ª Lei de Newton (do ponto de vista de alguém na pista)

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

$$\vec{F}_g + \vec{T} = m\vec{a}$$

- Sendo $a_y = 0$, podemos escrever

$$\vec{F}_g + \vec{T} = (ma_x)\hat{i}$$

- As forças são dadas por

$$\vec{F}_g = (-mg)\hat{j}$$

$$\vec{T} = (T \sin \theta)\hat{i} + (T \cos \theta)\hat{j}$$

- Assim

$$(-mg)\hat{j} + (T \sin \theta)\hat{i} + (T \cos \theta)\hat{j} = (ma_x)\hat{i}$$

- ou seja

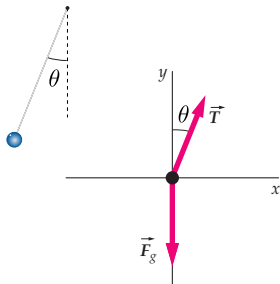
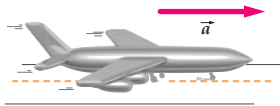
$$mg = T \cos \theta \quad ma_x = T \sin \theta$$

- Podemos eliminar T nas Eqs acima e encontrar a_x :

$$a_x = g \tan \theta = 3,96\text{m/s}^2$$

- Podemos também encontrar a tensão

$$T = \frac{mg}{\cos \theta} = 0,423\text{N}$$



Exemplo: Os alpinistas

Paulo (massa m_p) cai acidentalmente da borda de uma geleira. Felizmente, ele está ligado a Sérgio (massa m_s). Sérgio escorrega sem atrito pelo gelo, preso a Paulo pela corda. Encontre a aceleração de cada montanhista e a tensão na corda.

- Da 2ª Lei de Newton para Sérgio

$$\vec{F}_{\text{res}} = m_s \vec{a}_s$$

$$\vec{F}_N + \vec{T} + m_s \vec{g} = m_s \vec{a}_s$$

- Para a componente x , temos

$$T + m_s g \sin \theta = m a_s \quad (1)$$

- Da 2ª Lei de Newton para Paulo

$$\vec{F}_{\text{res}} = m_p \vec{a}_p$$

$$\vec{T} + m_p \vec{g} = m_p \vec{a}_p$$

- Para a componente x' , temos

$$-T + m_p g = m_p a_p \quad (2)$$

- Uma vez que $a_p = a_s \equiv a$, podemos combinar Eq. (1) e (2) e escrever

$$a = \left(\frac{m_p + m_s \sin \theta}{m_s + m_p} \right) g$$

- A tensão na corda será

$$T = \left(\frac{m_p m_s}{m_s + m_p} \right) (1 - \sin \theta) g$$

Exemplo: Os alpinistas

Paulo (massa m_p) cai acidentalmente da borda de uma geleira. Felizmente, ele está ligado a Sérgio (massa m_s). Sérgio escorrega sem atrito pelo gelo, preso a Paulo pela corda. Encontre a aceleração de cada montanhista e a tensão na corda.

- Da 2ª Lei de Newton para Sérgio

$$\vec{F}_{\text{res}} = m_s \vec{a}_s$$

$$\vec{F}_N + \vec{T} + m_s \vec{g} = m_s \vec{a}_s$$

- Para a componente x , temos

$$T + m_s g \sin \theta = m a_s \quad (1)$$

- Da 2ª Lei de Newton para Paulo

$$\vec{F}_{\text{res}} = m_p \vec{a}_p$$

$$\vec{T} + m_p \vec{g} = m_p \vec{a}_p$$

- Para a componente x' , temos

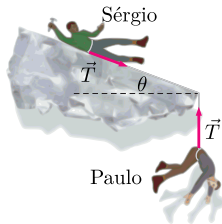
$$-T + m_p g = m_p a_p \quad (2)$$

- Uma vez que $a_p = a_s \equiv a$, podemos combinar Eq. (1) e (2) e escrever

$$a = \left(\frac{m_p + m_s \sin \theta}{m_s + m_p} \right) g$$

- A tensão na corda será

$$T = \left(\frac{m_p m_s}{m_s + m_p} \right) (1 - \sin \theta) g$$



Exemplo: Os alpinistas

Paulo (massa m_p) cai acidentalmente da borda de uma geleira. Felizmente, ele está ligado a Sérgio (massa m_s). Sérgio escorrega sem atrito pelo gelo, preso a Paulo pela corda. Encontre a aceleração de cada montanhista e a tensão na corda.

- Da 2ª Lei de Newton para Sérgio

$$\vec{F}_{\text{res}} = m_s \vec{a}_s$$

$$\vec{F}_N + \vec{T} + m_s \vec{g} = m_s \vec{a}_s$$

- Para a componente x , temos

$$T + m_s g \sin \theta = m a_s \quad (1)$$

- Da 2ª Lei de Newton para Paulo

$$\vec{F}_{\text{res}} = m_p \vec{a}_p$$

$$\vec{T} + m_p \vec{g} = m_p \vec{a}_p$$

- Para a componente x' , temos

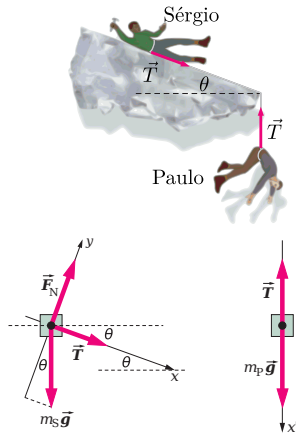
$$-T + m_p g = m_p a_p \quad (2)$$

- Uma vez que $a_p = a_s \equiv a$, podemos combinar Eq. (1) e (2) e escrever

$$a = \left(\frac{m_p + m_s \sin \theta}{m_s + m_p} \right) g$$

- A tensão na corda será

$$T = \left(\frac{m_p m_s}{m_s + m_p} \right) (1 - \sin \theta) g$$



Exemplo: Os alpinistas

Paulo (massa m_p) cai acidentalmente da borda de uma geleira. Felizmente, ele está ligado a Sérgio (massa m_s). Sérgio escorrega sem atrito pelo gelo, preso a Paulo pela corda. Encontre a aceleração de cada montanhista e a tensão na corda.

- Da 2ª Lei de Newton para Sérgio

$$\vec{F}_{\text{res}} = m_s \vec{a}_s$$

$$\vec{F}_N + \vec{T} + m_s \vec{g} = m_s \vec{a}_s$$

- Para a componente x , temos

$$T + m_s g \sin \theta = m a_s \quad (1)$$

- Da 2ª Lei de Newton para Paulo

$$\vec{F}_{\text{res}} = m_p \vec{a}_p$$

$$\vec{T} + m_p \vec{g} = m_p \vec{a}_p$$

- Para a componente x' , temos

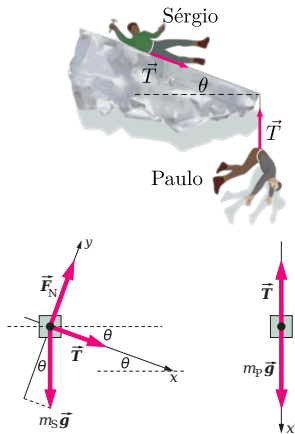
$$-T + m_p g = m_p a_p \quad (2)$$

- Uma vez que $a_p = a_s \equiv a$, podemos combinar Eq. (1) e (2) e escrever

$$a = \left(\frac{m_p + m_s \sin \theta}{m_s + m_p} \right) g$$

- A tensão na corda será

$$T = \left(\frac{m_p m_s}{m_s + m_p} \right) (1 - \sin \theta) g$$



Exemplo: Os alpinistas

Paulo (massa m_p) cai acidentalmente da borda de uma geleira. Felizmente, ele está ligado a Sérgio (massa m_s). Sérgio escorrega sem atrito pelo gelo, preso a Paulo pela corda. Encontre a aceleração de cada montanhista e a tensão na corda.

- Da 2ª Lei de Newton para Sérgio

$$\vec{F}_{\text{res}} = m_s \vec{a}_s$$

$$\vec{F}_N + \vec{T} + m_s \vec{g} = m_s \vec{a}_s$$

- Para a componente x , temos

$$T + m_s g \sin \theta = m a_s \quad (1)$$

- Da 2ª Lei de Newton para Paulo

$$\vec{F}_{\text{res}} = m_p \vec{a}_p$$

$$\vec{T} + m_p \vec{g} = m_p \vec{a}_p$$

- Para a componente x' , temos

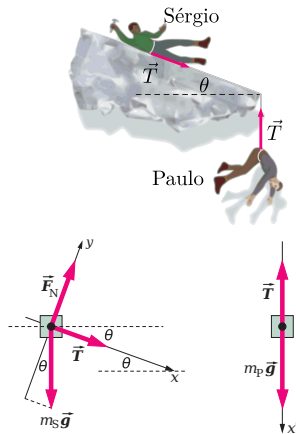
$$-T + m_p g = m_p a_p \quad (2)$$

- Uma vez que $a_p = a_s \equiv a$, podemos combinar Eq. (1) e (2) e escrever

$$a = \left(\frac{m_p + m_s \sin \theta}{m_s + m_p} \right) g$$

- A tensão na corda será

$$T = \left(\frac{m_p m_s}{m_s + m_p} \right) (1 - \sin \theta) g$$



Exemplo: Os alpinistas

Paulo (massa m_p) cai acidentalmente da borda de uma geleira. Felizmente, ele está ligado a Sérgio (massa m_s). Sérgio escorrega sem atrito pelo gelo, preso a Paulo pela corda. Encontre a aceleração de cada montanhista e a tensão na corda.

- Da 2ª Lei de Newton para Sérgio

$$\vec{F}_{\text{res}} = m_s \vec{a}_s$$

$$\vec{F}_N + \vec{T} + m_s \vec{g} = m_s \vec{a}_s$$

- Para a componente x , temos

$$T + m_s g \sin \theta = m a_s \quad (1)$$

- Da 2ª Lei de Newton para Paulo

$$\vec{F}_{\text{res}} = m_p \vec{a}_p$$

$$\vec{T} + m_p \vec{g} = m_p \vec{a}_p$$

- Para a componente x' , temos

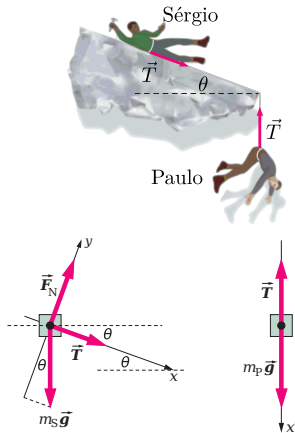
$$-T + m_p g = m_p a_p \quad (2)$$

- Uma vez que $a_p = a_s \equiv a$, podemos combinar Eq. (1) e (2) e escrever

$$a = \left(\frac{m_p + m_s \sin \theta}{m_s + m_p} \right) g$$

- A tensão na corda será

$$T = \left(\frac{m_p m_s}{m_s + m_p} \right) (1 - \sin \theta) g$$



Exemplo: Os alpinistas

Paulo (massa m_p) cai acidentalmente da borda de uma geleira. Felizmente, ele está ligado a Sérgio (massa m_s). Sérgio escorrega sem atrito pelo gelo, preso a Paulo pela corda. Encontre a aceleração de cada montanhista e a tensão na corda.

- Da 2ª Lei de Newton para Sérgio

$$\vec{F}_{\text{res}} = m_s \vec{a}_s$$

$$\vec{F}_N + \vec{T} + m_s \vec{g} = m_s \vec{a}_s$$

- Para a componente x , temos

$$T + m_s g \sin \theta = m a_s \quad (1)$$

- Da 2ª Lei de Newton para Paulo

$$\vec{F}_{\text{res}} = m_p \vec{a}_p$$

$$\vec{T} + m_p \vec{g} = m_p \vec{a}_p$$

- Para a componente x' , temos

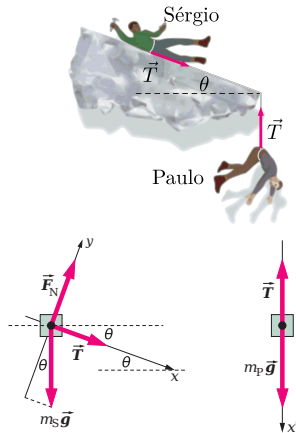
$$-T + m_p g = m_p a_p \quad (2)$$

- Uma vez que $a_p = a_s \equiv a$, podemos combinar Eq. (1) e (2) e escrever

$$a = \left(\frac{m_p + m_s \sin \theta}{m_s + m_p} \right) g$$

- A tensão na corda será

$$T = \left(\frac{m_p m_s}{m_s + m_p} \right) (1 - \sin \theta) g$$



Exemplo: Os alpinistas

Paulo (massa m_p) cai acidentalmente da borda de uma geleira. Felizmente, ele está ligado a Sérgio (massa m_s). Sérgio escorrega sem atrito pelo gelo, preso a Paulo pela corda. Encontre a aceleração de cada montanhista e a tensão na corda.

- Da 2ª Lei de Newton para Sérgio

$$\vec{F}_{\text{res}} = m_s \vec{a}_s$$

$$\vec{F}_N + \vec{T} + m_s \vec{g} = m_s \vec{a}_s$$

- Para a componente x , temos

$$T + m_s g \sin \theta = m a_s \quad (1)$$

- Da 2ª Lei de Newton para Paulo

$$\vec{F}_{\text{res}} = m_p \vec{a}_p$$

$$\vec{T} + m_p \vec{g} = m_p \vec{a}_p$$

- Para a componente x' , temos

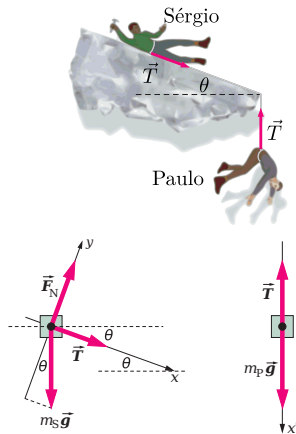
$$-T + m_p g = m_p a_p \quad (2)$$

- Uma vez que $a_p = a_s \equiv a$, podemos combinar Eq. (1) e (2) e escrever

$$a = \left(\frac{m_p + m_s \sin \theta}{m_s + m_p} \right) g$$

- A tensão na corda será

$$T = \left(\frac{m_p m_s}{m_s + m_p} \right) (1 - \sin \theta) g$$



Exemplo: Os alpinistas

Paulo (massa m_p) cai acidentalmente da borda de uma geleira. Felizmente, ele está ligado a Sérgio (massa m_s). Sérgio escorrega sem atrito pelo gelo, preso a Paulo pela corda. Encontre a aceleração de cada montanhista e a tensão na corda.

- Da 2ª Lei de Newton para Sérgio

$$\vec{F}_{\text{res}} = m_s \vec{a}_s$$

$$\vec{F}_N + \vec{T} + m_s \vec{g} = m_s \vec{a}_s$$

- Para a componente x , temos

$$T + m_s g \sin \theta = m a_s \quad (1)$$

- Da 2ª Lei de Newton para Paulo

$$\vec{F}_{\text{res}} = m_p \vec{a}_p$$

$$\vec{T} + m_p \vec{g} = m_p \vec{a}_p$$

- Para a componente x' , temos

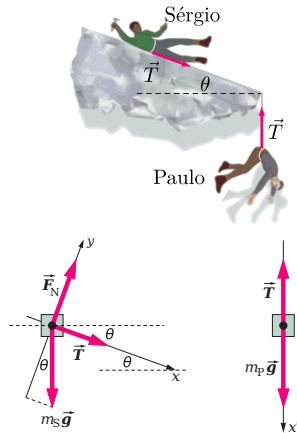
$$-T + m_p g = m_p a_p \quad (2)$$

- Uma vez que $a_p = a_s \equiv a$, podemos combinar Eq. (1) e (2) e escrever

$$a = \left(\frac{m_p + m_s \sin \theta}{m_s + m_p} \right) g$$

- A tensão na corda será

$$T = \left(\frac{m_p m_s}{m_s + m_p} \right) (1 - \sin \theta) g$$



- Reproduza as passagens de maneira independente!
- Está fazendo a lista?
- Estude as referências!
- Estude os exemplos resolvidos dos livros!
 - D. Halliday, R. Resnick, and J. Walker. *Fundamentos de Física - Mecânica*, volume 1. LTC, 10 edition, 2016
 - P.A. Tipler and G. Mosca. *Física para Cientistas e Engenheiros*, volume 1. LTC, 10 edition, 2009
 - H.M. Nussenzveig. *Curso de física básica, 1: mecânica*. E. Blucher, 2013
 - H.D. Young, R.A. Freedman, F.W. Sears, and M.W. Zemansky. *Sears e Zemansky física I: mecânica*
 - M. Alonso and E.J. Finn. *Física: Um curso universitário - Mecânica*. Editora Blucher, 2018
 - R.P. Feynman, R.B. Leighton, and M.L. Sands. *Lições de Física de Feynman*. Bookman, 2008