Física 1 (4310145) - Aula 31/03/2020

Informações

- Capítulo 2
  - Perguntas: Todas!
  - Problemas: 2.1, 2.3, 2.5, 2.7, 2.9, 2.14, 2.17, 2.21, 2.31, 2.37, 2.41, 2.67, 2.69
- Capítulo 3
  - Perguntas: 3.1, 3.3, 3.5 , 3.12, 3.13
  - Problemas: 3.1, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.9, 3.10, 3.15, 3.32, 3.27, 3.33, 3.37, 3.43
- Capítulo 4
  - Perguntas: 4.1, 4.2, 4.3, 4.5, 4.13, 4.17
  - Problemas: 4.1, 4.3, 4.7, 4.9, 4.11, 4.19, 4.25, 4.29, 4.47, 4.57, 4.65, 4.69
- Capítulo 5
  - Perguntas: 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6, 5.9
  - Problemas: 5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 5.7, 5.11, 5.13, 5.15, 5.19, 5.21, 5.31, 5.35, 5.45, 5.63

---

jader.pereira.santos@gmail.com (963653978)
felipefreitas@usp.br

Sumário

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 altere a rapidez ou a orientação do movimento?

Sumário

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

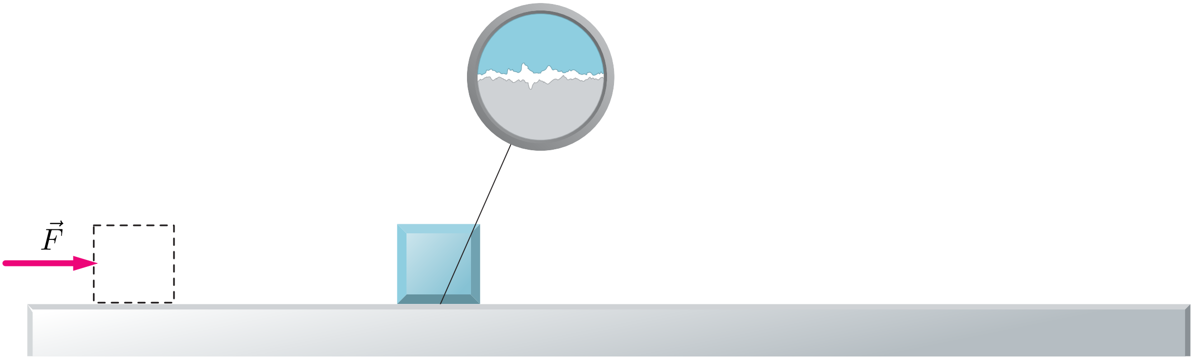
- Conclusão
  - Se pudéssemos remover todas as forças externas sobre um objeto, a velocidade do objeto nunca se alteraria (Inércia)

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 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, o estado 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

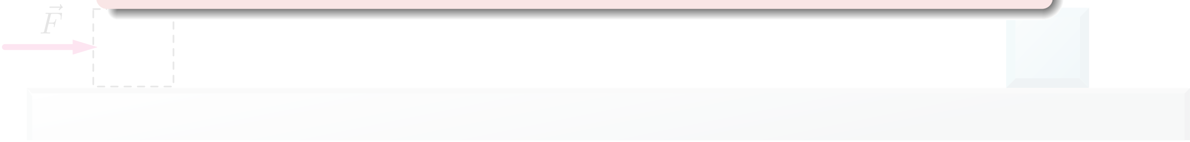
- Conclusão
  - Se pudéssemos remover todas as forças externas sobre um objeto, a velocidade do objeto nunca se alteraria (Inércia).

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).

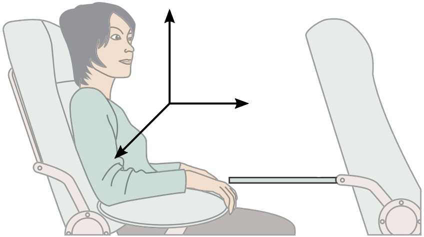
Primeira Lei

- 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.

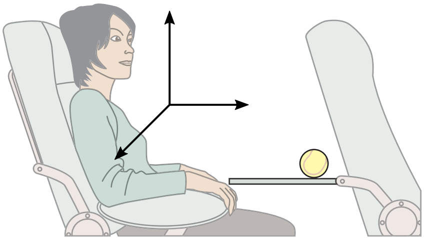


Referências Inerciais
Primeira Lei de Newton: Lei da inércia

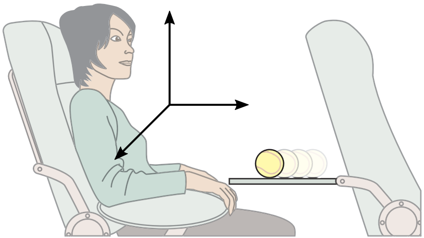
- A 1° não se aplica em um referencial acelerado!
- Apenas em referenciais conhecidos como referências inerciais!



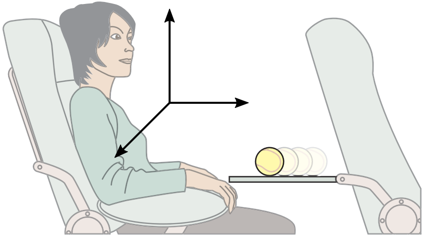
- A 1° não se aplica em um referencial acelerado!
- Apenas em referenciais conhecidos como referências inerciais!



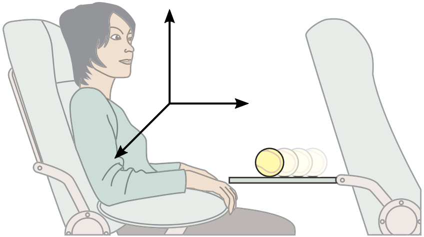
- A 1° não se aplica em um referencial acelerado!
- Apenas em referenciais conhecidos como referências inerciais!



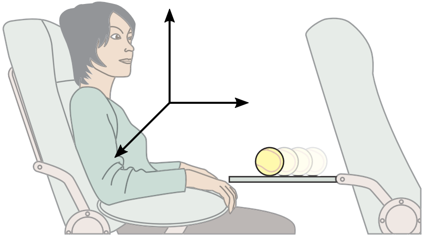
- A 1° não se aplica em um referencial acelerado!
- Apenas em referenciais conhecidos como referências inerciais!



- A 1° não se aplica em um referencial acelerado!
- Apenas em referenciais conhecidos como referências inerciais!



- A 1° não se aplica em um referencial acelerado!
- Apenas em referenciais conhecidos como referências inerciais!

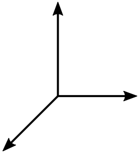


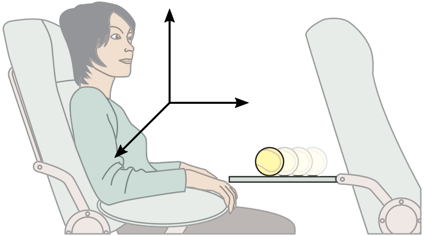
REFERENCIAL INERCIAL

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.

- A 1° não se aplica em um referencial acelerado!
- 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**.

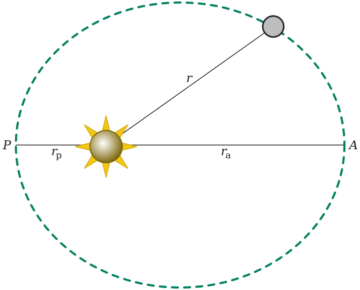
Referencial inercial é um referencial no qual as leis de Newton são válidas.

Força

- 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.

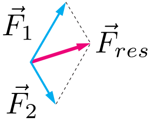
Força

- 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.

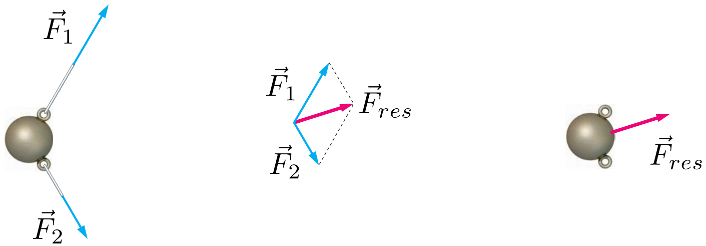


$\vec{F}_1$
$\vec{F}_2$

$\vec{F}_1$
$\vec{F}_2$



$\vec{F}_1$
$\vec{F}_{res}$
$\vec{F}_2$

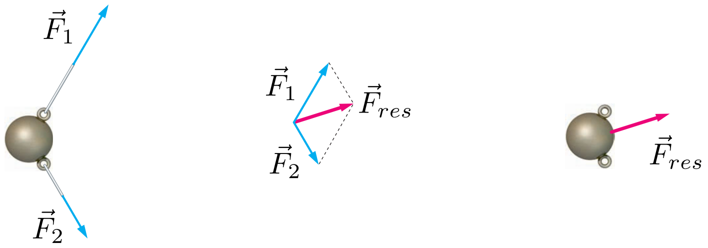


$\vec{F}_1$
$\vec{F}_2$
$\vec{F}_1$
$\vec{F}_{res}$
$\vec{F}_2$
$\vec{F}_{res}$

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



Sumário

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:

$$a \propto 1/m$$

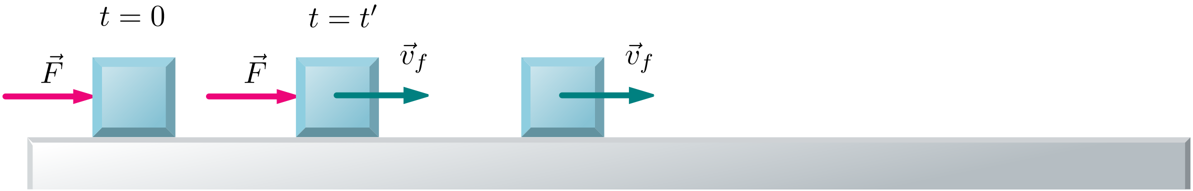
Segunda Lei de Newton

- 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:

$$a \propto 1/m$$



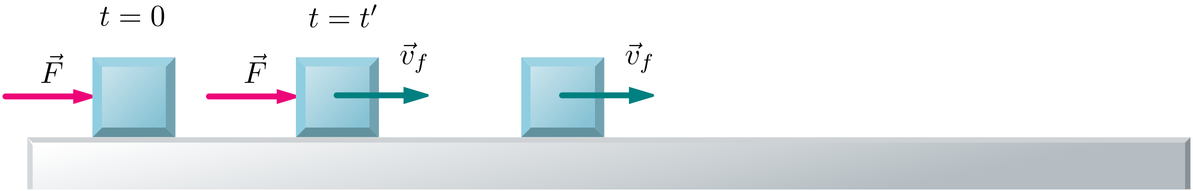
Segunda Lei de Newton

- 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:

$$a \propto 1/m$$



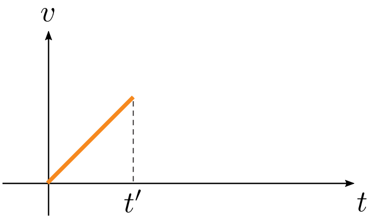
Segunda Lei de Newton

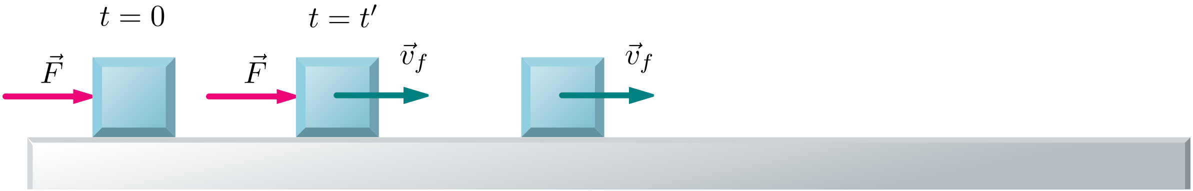
- Quanto mais forte você empurrar, maior será a aceleração $\vec{a}$

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

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

$$a \propto 1/m$$





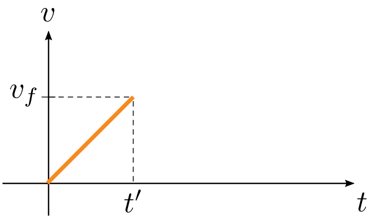
Segunda Lei de Newton

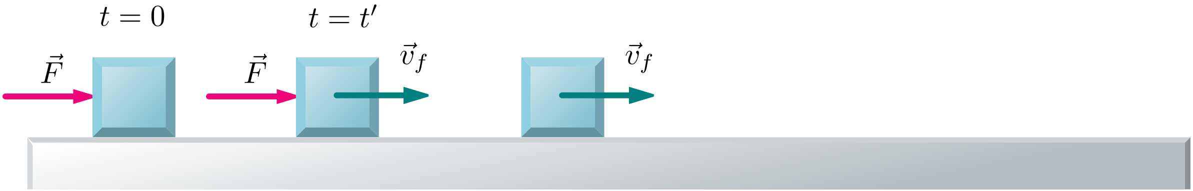
- Quanto mais forte você empurrar, maior será a aceleração $\vec{a}$

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

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

$$a \propto 1/m$$





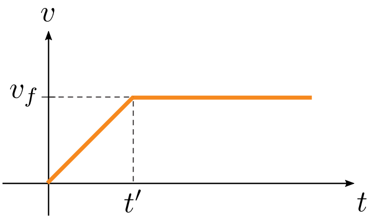
Segunda Lei de Newton

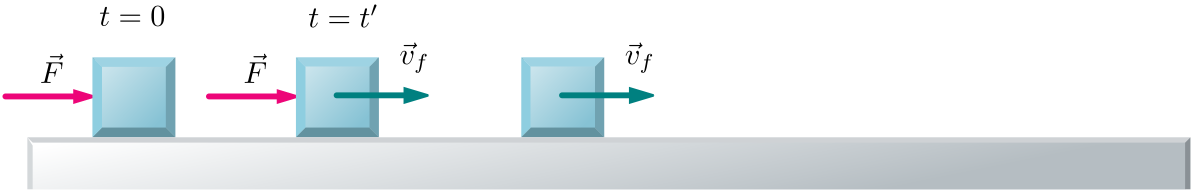
- Quanto mais forte você empurrar, maior será a aceleração $\vec{a}$

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

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

$$a \propto 1/m$$





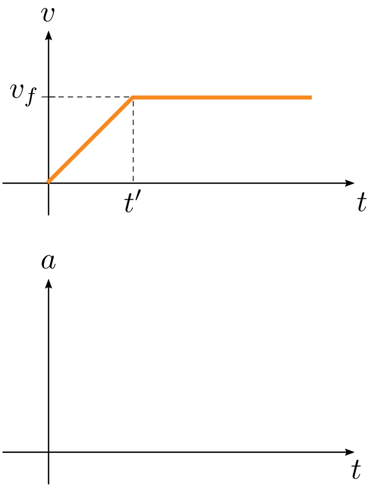
Segunda Lei de Newton

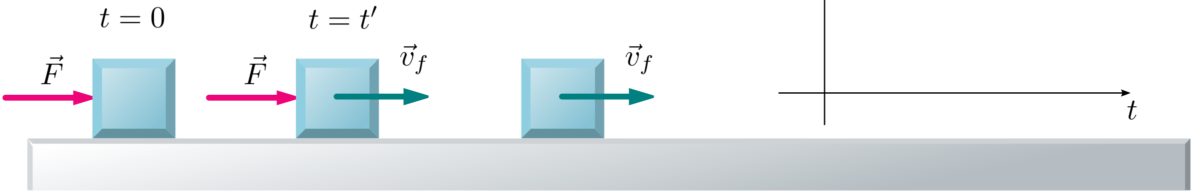
- Quanto mais forte você empurrar, maior será a aceleração $\vec{a}$

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

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

$$a \propto 1/m$$



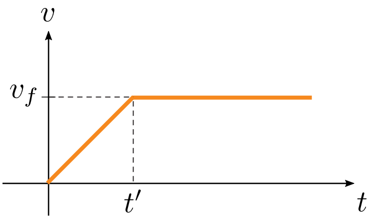


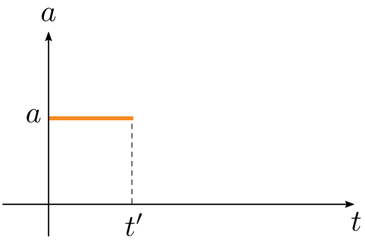
- Quanto mais forte você empurrar, maior será a aceleração $\vec{a}$

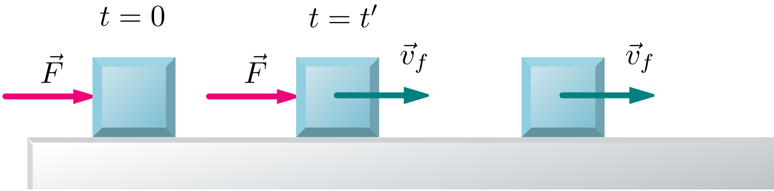
$$\vec{a} \propto \vec{F}$$

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

$$a \propto 1/m$$







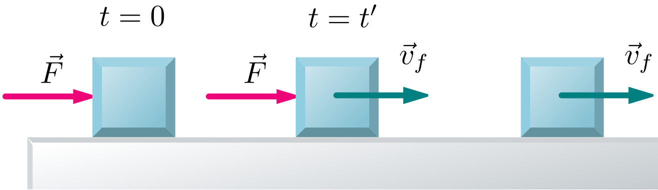
Segunda Lei de Newton

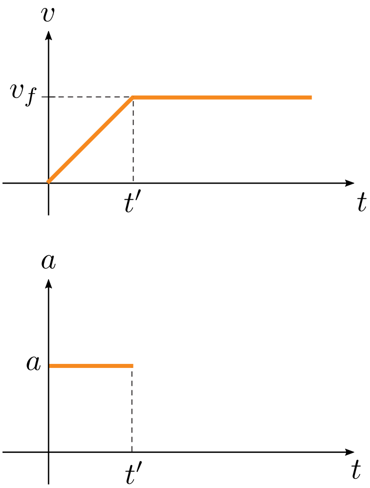
- Quanto mais forte você empurrar, maior será a aceleração $\vec{a}$

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

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

$$a \propto 1/m$$





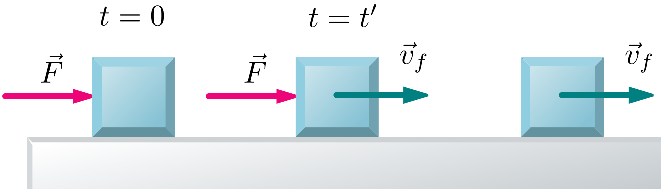
Segunda Lei de Newton

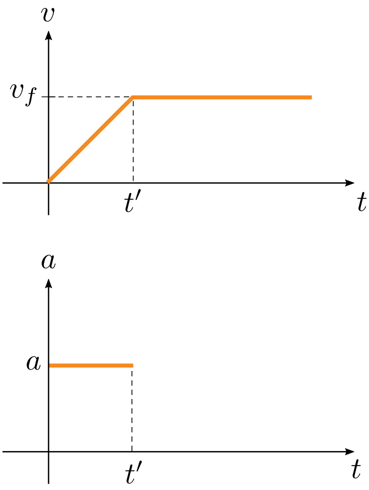
- Quanto mais forte você empurrar, maior será a aceleração $\vec{a}$

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

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

$$a \propto 1/m$$





Segunda Lei

- 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:

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

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

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

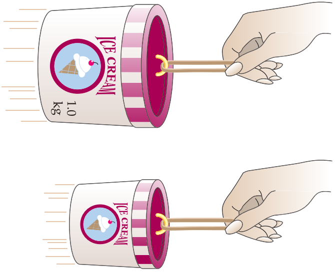
- também podemos escrever

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

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.

1. Qual a massa m_2?
2. 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.

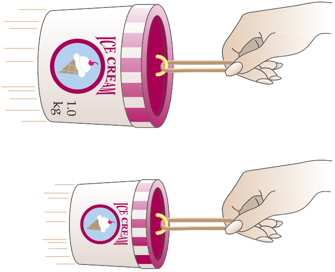
1. Qual a massa m_2?
2. Qual é a magnitude da força exercida sobre as caixas?

$$F_1 = m_1 a_1 \qquad F_2 = m_2 a_2$$

$$F_1 = F_2$$

$$m_1 a_1 = m_2 a_2$$

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



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.

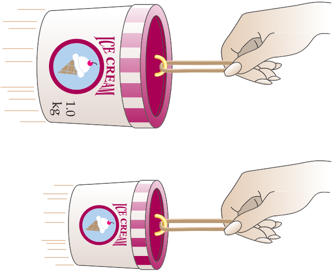
1. Qual a massa m_2?
2. Qual é a magnitude da força exercida sobre as caixas?

$$F_1 = m_1 a_1 \qquad\qquad F_2 = m_2 a_2$$

$$F_1 = F_2$$

$$m_1 a_1 = m_2 a_2$$

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



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.

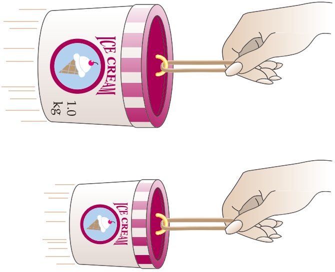
1. Qual a massa m_2?
2. Qual é a magnitude da força exercida sobre as caixas?

$$F_1 = m_1 a_1 \qquad\qquad F_2 = m_2 a_2$$

$$F_1 = F_2$$

$$m_1 a_1 = m_2 a_2$$

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



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.

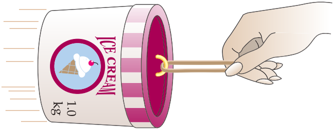
1. Qual a massa m_2?
2. Qual é a magnitude da força exercida sobre as caixas?

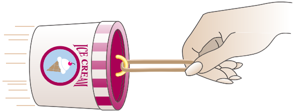
$$F_1 = m_1 a_1 \qquad F_2 = m_2 a_2$$

$$F_1 = F_2$$

$$m_1 a_1 = m_2 a_2$$

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



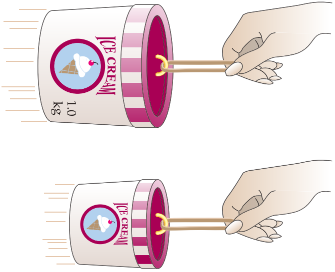


Exemplo: puxando uma caixa

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.

1. Qual a massa m_2?
2. Qual é a magnitude da força exercida sobre as caixas?

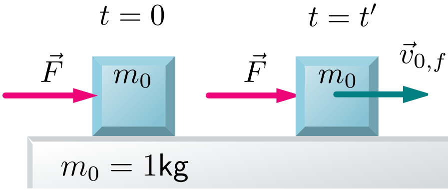
$$F_1 = m_1 a_1 = (1,0\text{kg})(5,0\text{m/s}^2) = 5\text{N}$$



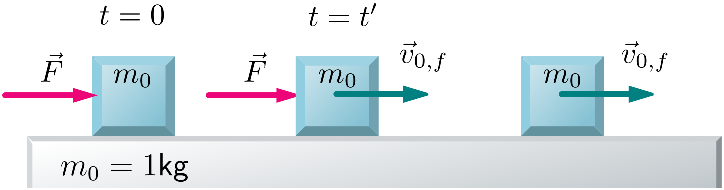
Massa

Massa

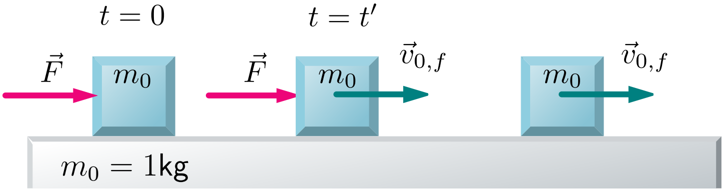
Massa

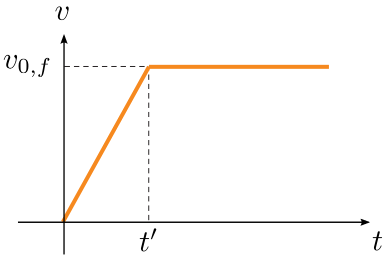


Massa

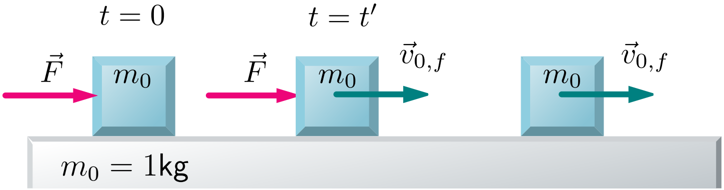


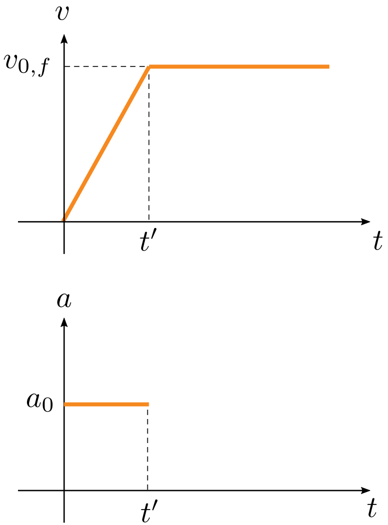
Massa



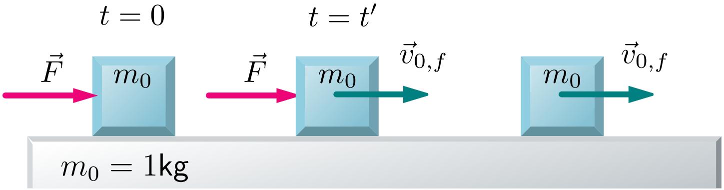


Massa

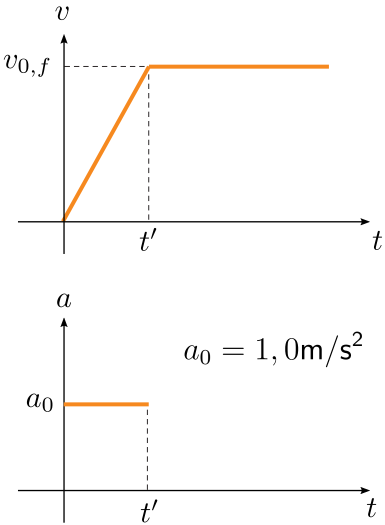

$t = 0$
$t = t'$
$\vec{F}$
m_0
$\vec{F}$
m_0
$\vec{v}_{0,f}$
m_0
$\vec{v}_{0,f}$
$m_0 = 1\text{kg}$


v
$v_{0,f}$
t'
t
a
a_0
t'
t

Massa

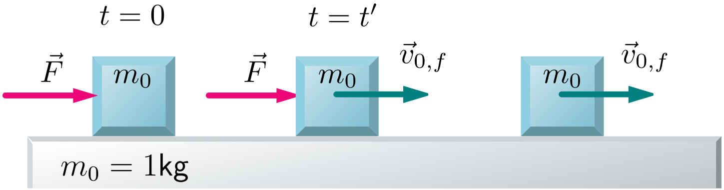


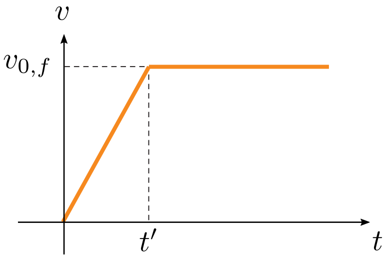
$t = 0$
$t = t'$
$\vec{F}$
m_0
$\vec{F}$
m_0
$\vec{v}_{0,f}$
m_0
$\vec{v}_{0,f}$
$m_0 = 1\text{kg}$

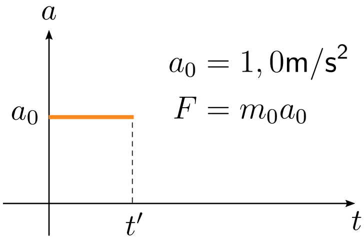


v
$v_{0,f}$
t'
t
a
$a_0 = 1,0\text{m/s}^2$
a_0
t'
t

Massa



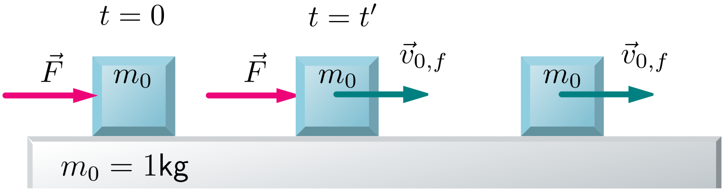


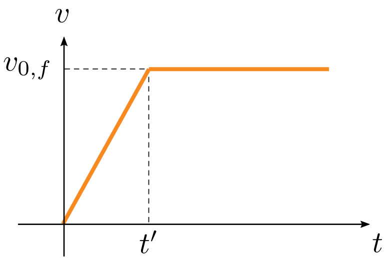


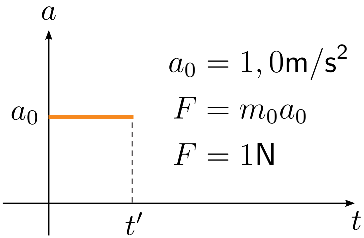
$$a_0 = 1,0\text{m}/\text{s}^2$$

$$F = m_0 a_0$$

Massa





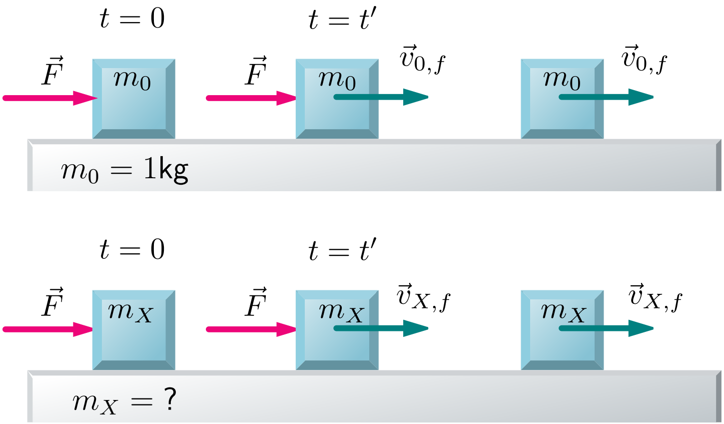


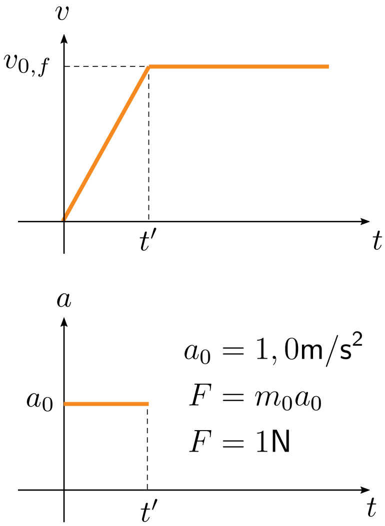
$$a_0 = 1,0\text{m/s}^2$$

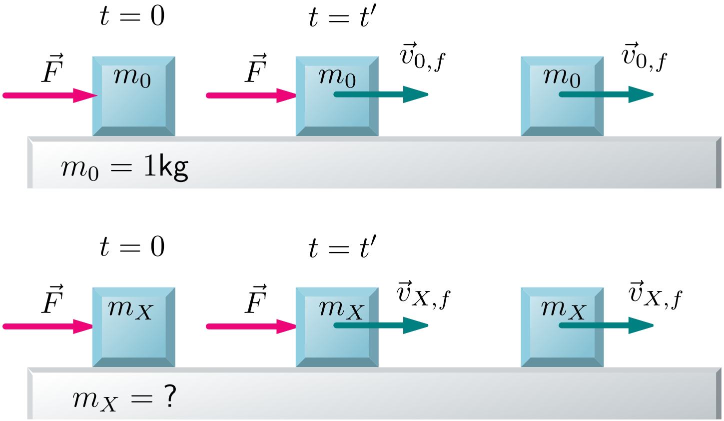
$$F = m_0 a_0$$

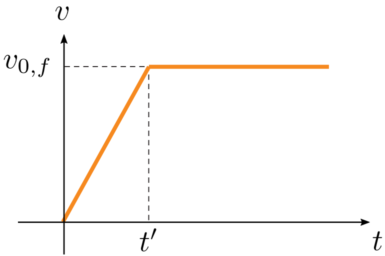
$$F = 1\text{N}$$

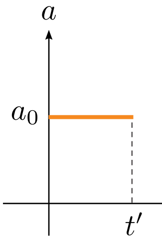
Massa


$t = 0$
$t = t'$
$\vec{F}$
m_0
$\vec{v}_{0,f}$
$m_0 = 1\text{kg}$
m_X
$\vec{v}_{X,f}$
$m_X = ?$


v
$v_{0,f}$
t'
t
a
a_0
$a_0 = 1,0\text{m/s}^2$
$F = m_0 a_0$
$F = 1\text{N}$





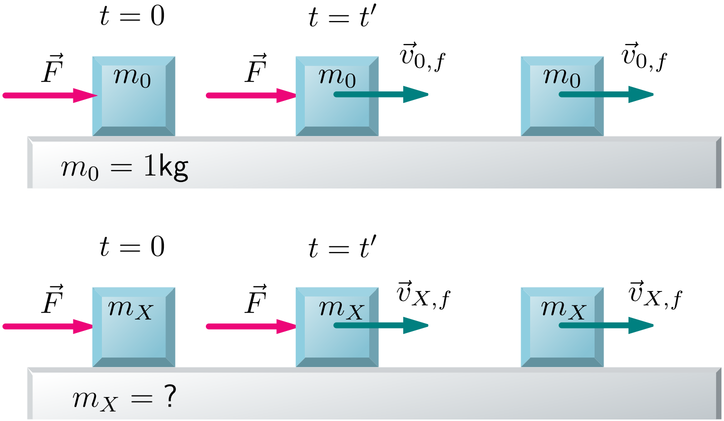


$a_0 = 1,0\text{m/s}^2$

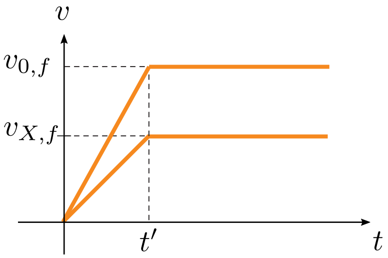
$F = m_0 a_0$

$F = 1\text{N}$

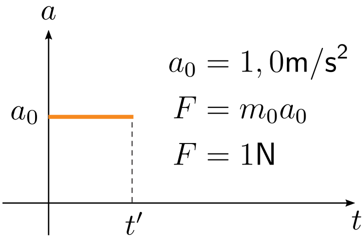
Massa



$t = 0$
$t = t'$
$\vec{F}$
m_0
$\vec{v}_{0,f}$
$m_0 = 1\text{kg}$
m_X
$\vec{v}_{X,f}$
$m_X = ?$

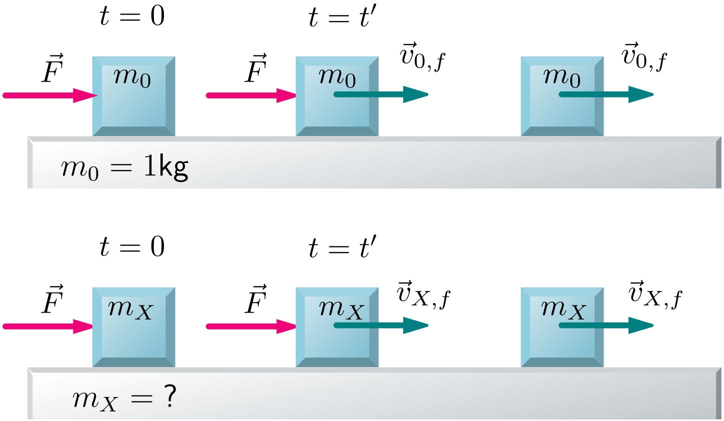


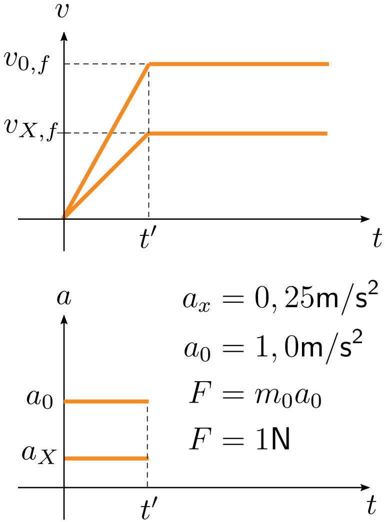
v
$v_{0,f}$
$v_{X,f}$
t'
t



a
a_0
$a_0 = 1,0\text{m/s}^2$
$F = m_0 a_0$
$F = 1\text{N}$
t'
t

Massa



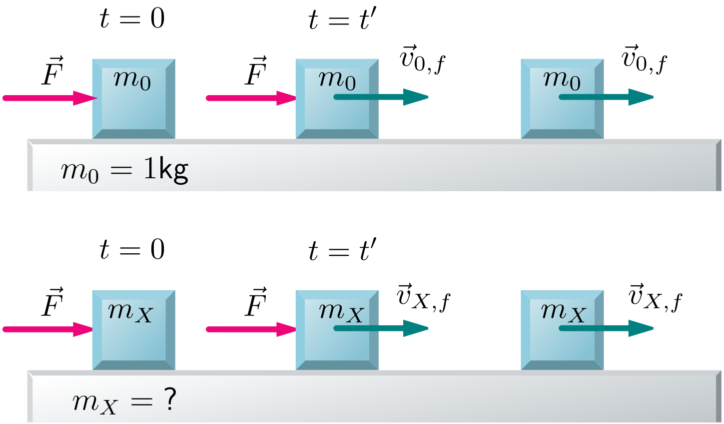


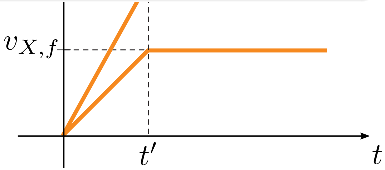
$a_x = 0,25\text{m/s}^2$

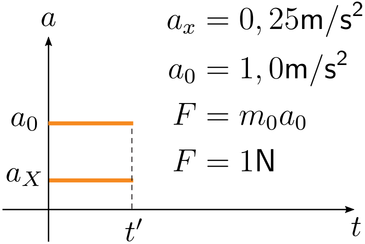
$a_0 = 1,0\text{m/s}^2$

$F = m_0 a_0$

$F = 1\text{N}$







$a_x = 0,25\text{m/s}^2$

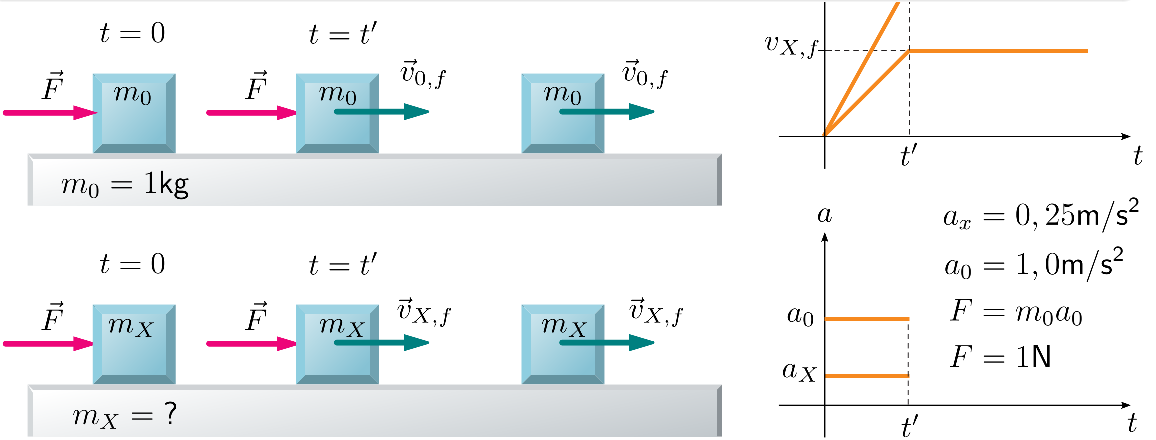
$a_0 = 1,0\text{m/s}^2$

$F = m_0 a_0$

$F = 1\text{N}$

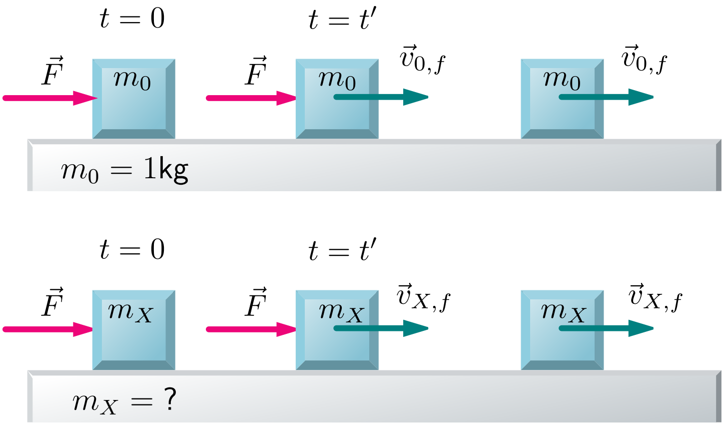
Massa

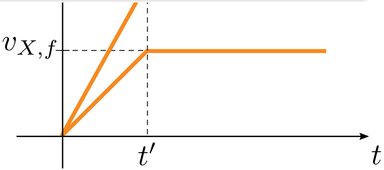
$$F = m_0 a_0$$

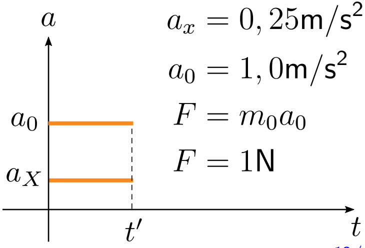


$t = 0$
$t = t'$
$\vec{F}$
m_0
$\vec{v}_{0,f}$
$m_0 = 1\text{kg}$
m_X
$\vec{v}_{X,f}$
$m_X = ?$
$v_{X,f}$
t'
t
a
a_0
a_X
$a_x = 0,25\text{m/s}^2$
$a_0 = 1,0\text{m/s}^2$
$F = m_0 a_0$
$F = 1\text{N}$

$$F = m_0 a_0 = m_x a_x$$







$a_x = 0,25\text{m/s}^2$

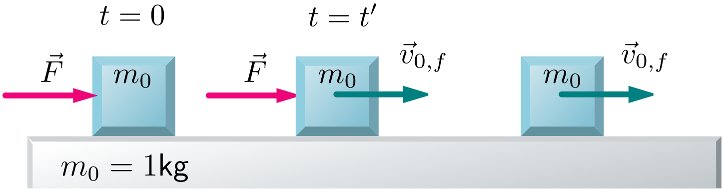
$a_0 = 1,0\text{m/s}^2$

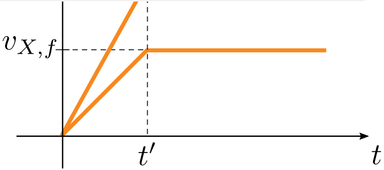
$F = m_0 a_0$

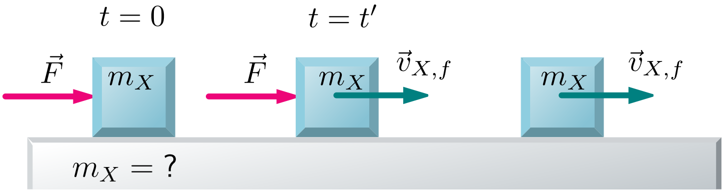
$F = 1\text{N}$

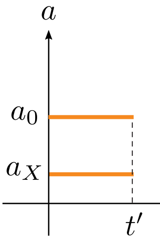
Massa

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









$a_x = 0,25\text{m/s}^2$

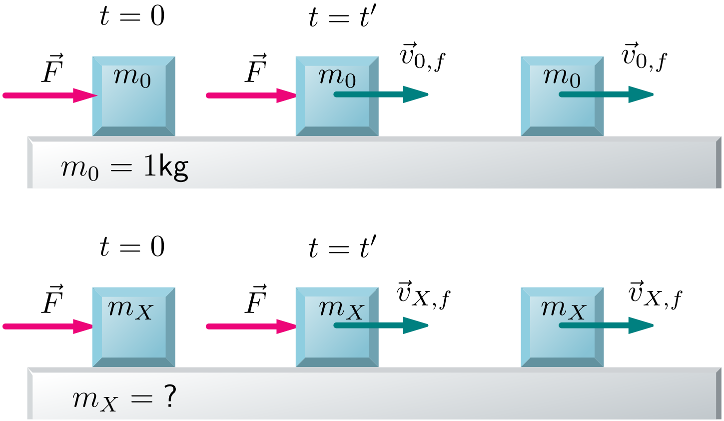
$a_0 = 1,0\text{m/s}^2$

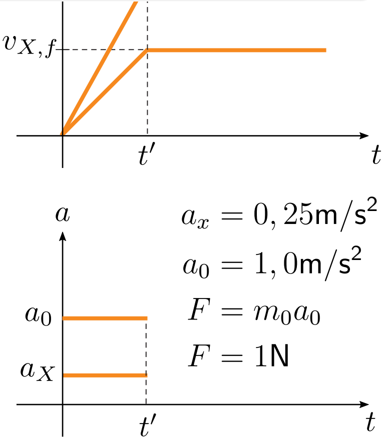
$F = m_0 a_0$

$F = 1\text{N}$

Massa

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





$a_x = 0,25\text{m/s}^2$

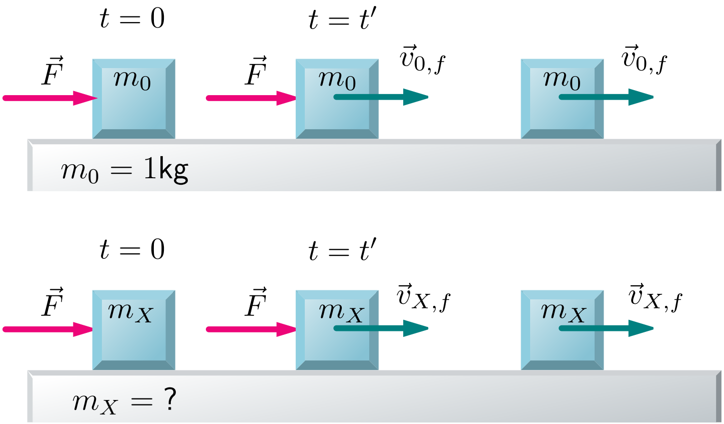
$a_0 = 1,0\text{m/s}^2$

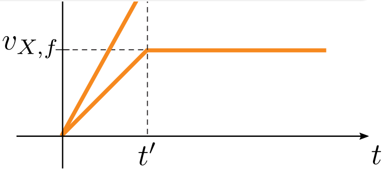
$F = m_0 a_0$

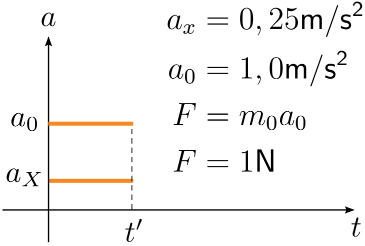
$F = 1\text{N}$

Massa

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







$a_x = 0,25\text{m/s}^2$

$a_0 = 1,0\text{m/s}^2$

$F = m_0 a_0$

$F = 1\text{N}$

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

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

Teste

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 constate 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 $3,0$s. Após $3,0$s, você se moveu $2,25$m. Se sua massa é 68kg, encontre $\vec{F}$.

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

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

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

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

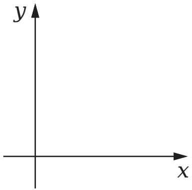
$$a = \frac{2(2,25\text{m})}{(3,0\text{s})^2}$$

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

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 $3,0$s. Após $3,0$s, você se moveu $2,25$m. Se sua massa é 68kg, encontre $\vec{F}$.

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



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

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

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

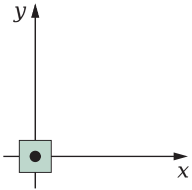
$$a = \frac{2(2,25\text{m})}{(3,0\text{s})^2}$$

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

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 $3,0$s. Após $3,0$s, você se moveu $2,25$m. Se sua massa é 68kg, encontre $\vec{F}$.

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



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

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

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

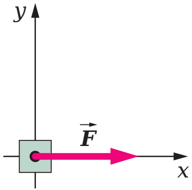
$$a = \frac{2(2,25\text{m})}{(3,0\text{s})^2}$$

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

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 $3,0$s. Após $3,0$s, você se moveu $2,25$m. Se sua massa é 68kg, encontre $\vec{F}$.

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



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

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

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

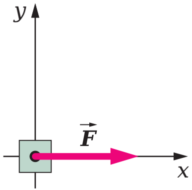
$$a = \frac{2(2,25\text{m})}{(3,0\text{s})^2}$$

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

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 $3,0$s. Após $3,0$s, você se moveu $2,25$m. Se sua massa é 68kg, encontre $\vec{F}$.

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



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

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

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

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

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

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 $3,0$s. Após $3,0$s, você se moveu $2,25$m. Se sua massa é 68kg, encontre $\vec{F}$.

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

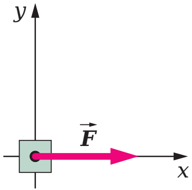
$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2$$

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

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

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

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



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 $3,0$s. Após $3,0$s, você se moveu $2,25$m. Se sua massa é 68kg, encontre $\vec{F}$.

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

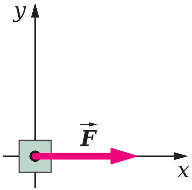
$$x = x_0 + \cancelto{0}{v_0} t + \frac{1}{2}at^2$$

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

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

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

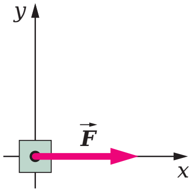
$$a = 0,5\text{m/s}^2 \quad \Longrightarrow \quad \boxed{\vec{a} = (0,5\text{m/s}^2)\hat{\imath}}$$



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 $3,0$s. Após $3,0$s, você se moveu $2,25$m. Se sua massa é 68kg, encontre $\vec{F}$.

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



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

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

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

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

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

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 $3,0$s. Após $3,0$s, você se moveu $2,25$m. Se sua massa é 68kg, encontre $\vec{F}$.

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

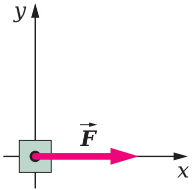
$$x = x_0 + \cancelto{0}{v_0 t} + \frac{1}{2}at^2$$

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

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

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

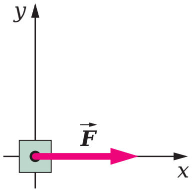
$$a = 0,5\text{m/s}^2 \quad \Longrightarrow \quad \boxed{\vec{a} = (0,5\text{m/s}^2)\hat{\imath}}$$



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 $3,0$s. Após $3,0$s, você se moveu $2,25$m. Se sua massa é 68kg, encontre $\vec{F}$.

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



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

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

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

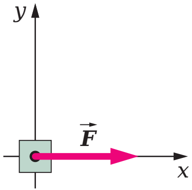
$$a = \frac{2(2,25\text{m})}{(3,0\text{s})^2}$$

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

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 $3,0$s. Após $3,0$s, você se moveu $2,25$m. Se sua massa é 68kg, encontre $\vec{F}$.

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



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

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

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

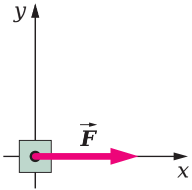
$$a = \frac{2(2,25\text{m})}{(3,0\text{s})^2}$$

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

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 $3,0$s. Após $3,0$s, você se moveu $2,25$m. Se sua massa é 68kg, encontre $\vec{F}$.

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



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

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

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

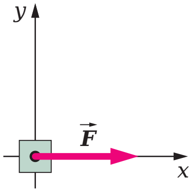
$$a = \frac{2(2,25\text{m})}{(3,0\text{s})^2}$$

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

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 $3,0$s. Após $3,0$s, você se moveu $2,25$m. Se sua massa é 68kg, encontre $\vec{F}$.

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



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

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

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

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

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

Exemplo: Partícula sujeita a duas forças

Uma partícula de $0,400\text{kg}$ de massa está submetida simultaneamente a duas forças

$$\vec{F}_1 = (-2,00\text{N})\hat{\imath} + (-4,00\text{N})\hat{\jmath} \qquad \vec{F}_2 = (-2,60\text{N})\hat{\imath} + (+5,00\text{N})\hat{\jmath}$$

Se a partícula está na origem e parte do repouso em $t = 0$, encontre

1. sua posição $\vec{r}$ em $t = 1,6\text{s}$
2. 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

$$\vec{F}_{\text{res}} = (-2,00\text{N})\hat{\imath} + (-4,00\text{N})\hat{\jmath} + (-2,60\text{N})\hat{\imath} + (+5,00\text{N})\hat{\jmath}$$
$$\vec{F}_{\text{res}} = (-4,60\text{N})\hat{\imath} + (1,00\text{N})\hat{\jmath}$$

Exemplo: Partícula sujeita a duas forças

Uma partícula de $0,400\text{kg}$ de massa está submetida simultaneamente a duas forças

$$\vec{F}_1 = (-2,00\text{N})\hat{\imath} + (-4,00\text{N})\hat{\jmath} \qquad \vec{F}_2 = (-2,60\text{N})\hat{\imath} + (+5,00\text{N})\hat{\jmath}$$

Se a partícula está na origem e parte do repouso em $t = 0$, encontre

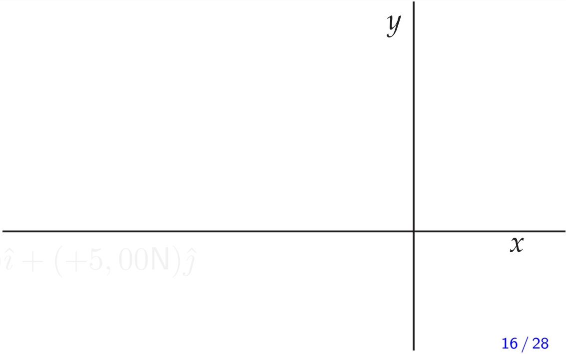
1. sua posição $\vec{r}$ em $t = 1,6\text{s}$
2. sua velocidade $\vec{v}$ em $t = 1,6\text{s}$

- 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

$$\vec{F}_{\text{res}} = (-2,00\text{N})\hat{\imath} + (-4,00\text{N})\hat{\jmath} + (-2,60\text{N})\hat{\imath} + (+5,00\text{N})\hat{\jmath}$$
$$\vec{F}_{\text{res}} = (-4,60\text{N})\hat{\imath} + (1,00\text{N})\hat{\jmath}$$



Exemplo: Partícula sujeita a duas forças

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

$$\vec{F}_1 = (-2,00\text{N})\hat{\imath} + (-4,00\text{N})\hat{\jmath} \qquad \vec{F}_2 = (-2,60\text{N})\hat{\imath} + (+5,00\text{N})\hat{\jmath}$$

Se a partícula está na origem e parte do repouso em $t = 0$, encontre

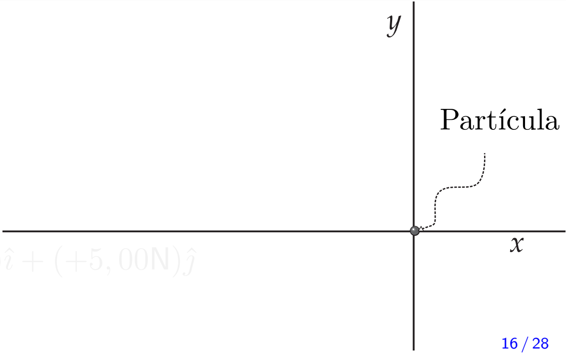
1. sua posição $\vec{r}$ em $t = 1,6$s
2. sua velocidade $\vec{v}$ em $t = 1,6$s

- 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

$$\vec{F}_{\text{res}} = (-2,00\text{N})\hat{\imath} + (-4,00\text{N})\hat{\jmath} + (-2,60\text{N})\hat{\imath} + (+5,00\text{N})\hat{\jmath}$$
$$\vec{F}_{\text{res}} = (-4,60\text{N})\hat{\imath} + (1,00\text{N})\hat{\jmath}$$



Exemplo: Partícula sujeita a duas forças

Uma partícula de $0,400\text{kg}$ de massa está submetida simultaneamente a duas forças

$$\vec{F}_1 = (-2,00\text{N})\hat{\imath} + (-4,00\text{N})\hat{\jmath} \qquad \vec{F}_2 = (-2,60\text{N})\hat{\imath} + (+5,00\text{N})\hat{\jmath}$$

Se a partícula está na origem e parte do repouso em $t = 0$, encontre

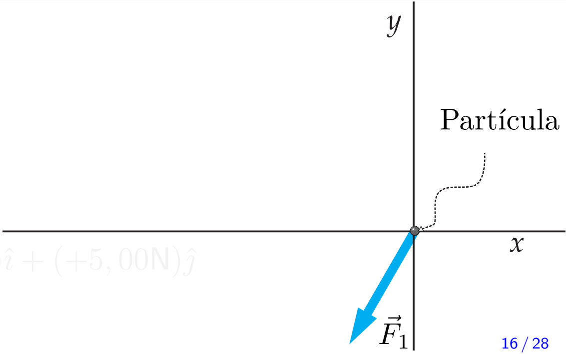
1. sua posição $\vec{r}$ em $t = 1,6\text{s}$
2. sua velocidade $\vec{v}$ em $t = 1,6\text{s}$

- 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

$$\vec{F}_{\text{res}} = (-2,00\text{N})\hat{\imath} + (-4,00\text{N})\hat{\jmath} + (-2,60\text{N})\hat{\imath} + (+5,00\text{N})\hat{\jmath}$$
$$\vec{F}_{\text{res}} = (-4,60\text{N})\hat{\imath} + (1,00\text{N})\hat{\jmath}$$



Exemplo: Partícula sujeita a duas forças

Uma partícula de $0,400\text{kg}$ de massa está submetida simultaneamente a duas forças

$$\vec{F}_1 = (-2,00\text{N})\hat{\imath} + (-4,00\text{N})\hat{\jmath} \qquad \vec{F}_2 = (-2,60\text{N})\hat{\imath} + (+5,00\text{N})\hat{\jmath}$$

Se a partícula está na origem e parte do repouso em $t = 0$, encontre

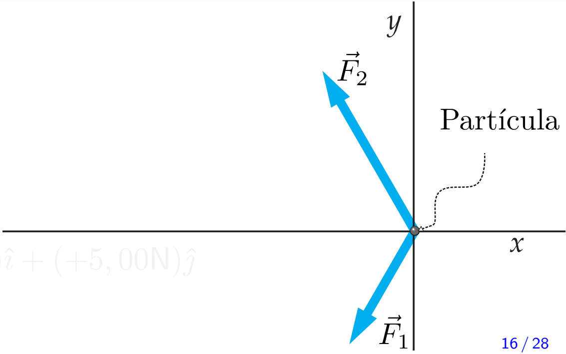
1. sua posição $\vec{r}$ em $t = 1,6\text{s}$
2. sua velocidade $\vec{v}$ em $t = 1,6\text{s}$

- 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

$$\vec{F}_{\text{res}} = (-2,00\text{N})\hat{\imath} + (-4,00\text{N})\hat{\jmath} + (-2,60\text{N})\hat{\imath} + (+5,00\text{N})\hat{\jmath}$$
$$\vec{F}_{\text{res}} = (-4,60\text{N})\hat{\imath} + (1,00\text{N})\hat{\jmath}$$



Exemplo: Partícula sujeita a duas forças

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

$$\vec{F}_1 = (-2,00\text{N})\hat{\imath} + (-4,00\text{N})\hat{\jmath} \qquad \vec{F}_2 = (-2,60\text{N})\hat{\imath} + (+5,00\text{N})\hat{\jmath}$$

Se a partícula está na origem e parte do repouso em $t = 0$, encontre

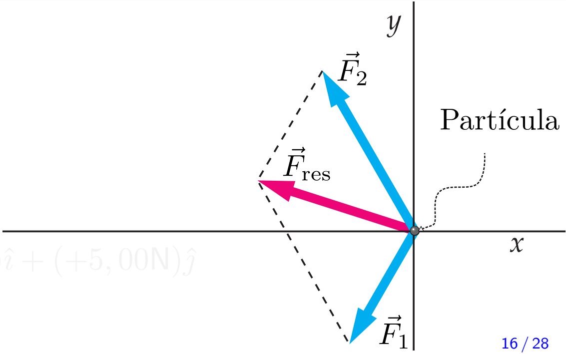
1. sua posição $\vec{r}$ em $t = 1,6$s
2. sua velocidade $\vec{v}$ em $t = 1,6$s

- 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

$$\vec{F}_{\text{res}} = (-2,00\text{N})\hat{\imath} + (-4,00\text{N})\hat{\jmath} + (-2,60\text{N})\hat{\imath} + (+5,00\text{N})\hat{\jmath}$$
$$\vec{F}_{\text{res}} = (-4,60\text{N})\hat{\imath} + (1,00\text{N})\hat{\jmath}$$



Exemplo: Partícula sujeita a duas forças

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

$$\vec{F}_1 = (-2,00\text{N})\hat{\imath} + (-4,00\text{N})\hat{\jmath} \qquad \vec{F}_2 = (-2,60\text{N})\hat{\imath} + (+5,00\text{N})\hat{\jmath}$$

Se a partícula está na origem e parte do repouso em $t = 0$, encontre

1. sua posição $\vec{r}$ em $t = 1,6$s
2. sua velocidade $\vec{v}$ em $t = 1,6$s

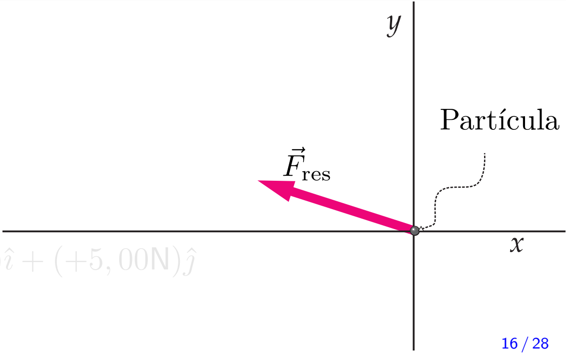
- Vamos começar por encontrar $\vec{a}$:

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

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

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

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



Exemplo: Partícula sujeita a duas forças

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

$$\vec{F}_1 = (-2,00\text{N})\hat{\imath} + (-4,00\text{N})\hat{\jmath} \qquad \vec{F}_2 = (-2,60\text{N})\hat{\imath} + (+5,00\text{N})\hat{\jmath}$$

Se a partícula está na origem e parte do repouso em $t = 0$, encontre

1. sua posição $\vec{r}$ em $t = 1,6$s
2. sua velocidade $\vec{v}$ em $t = 1,6$s

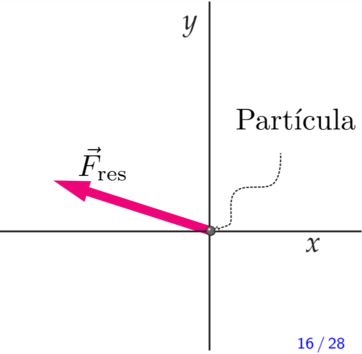
- Vamos começar por encontrar $\vec{a}$:

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

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

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

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



Exemplo: Partícula sujeita a duas forças

Uma partícula de $0,400\text{kg}$ de massa está submetida simultaneamente a duas forças

$$\vec{F}_1 = (-2,00\text{N})\hat{\imath} + (-4,00\text{N})\hat{\jmath} \qquad \vec{F}_2 = (-2,60\text{N})\hat{\imath} + (+5,00\text{N})\hat{\jmath}$$

Se a partícula está na origem e parte do repouso em $t = 0$, encontre

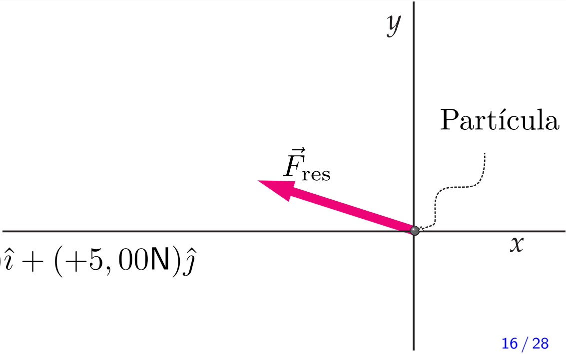
1. sua posição $\vec{r}$ em $t = 1,6\text{s}$
2. sua velocidade $\vec{v}$ em $t = 1,6\text{s}$

- 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

$$\vec{F}_{\text{res}} = (-2,00\text{N})\hat{\imath} + (-4,00\text{N})\hat{\jmath} + (-2,60\text{N})\hat{\imath} + (+5,00\text{N})\hat{\jmath}$$
$$\vec{F}_{\text{res}} = (-4,60\text{N})\hat{\imath} + (1,00\text{N})\hat{\jmath}$$



- 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

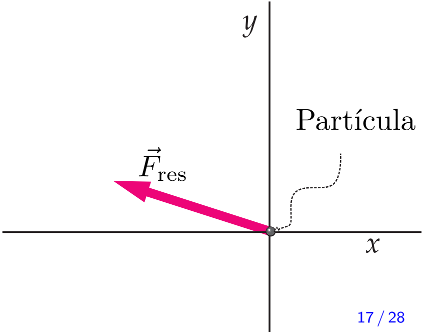
$$\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{1}{2}\vec{a}t^2$$

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

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

$$\vec{r}(16\text{s}) = \frac{1}{2(0{,}400\text{kg})}\left[(-4{,}60\text{N})\hat{\imath} + (1{,}00\text{N})\hat{\jmath}\right](16\text{s})^2$$

$$\boxed{\vec{r}(16\text{s}) = (-14{,}7\text{m})\hat{\imath} + (3{,}20\text{m})\hat{\jmath}}$$



- 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

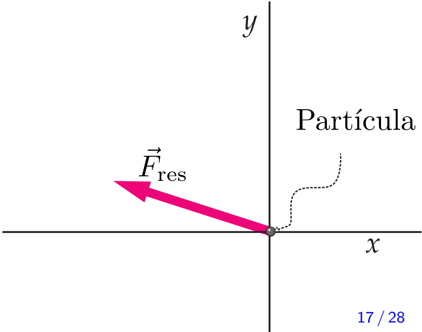
$$\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{1}{2}\vec{a}t^2$$

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

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

$$\vec{r}(16\text{s}) = \frac{1}{2(0,400\text{kg})}\left[(-4,60\text{N})\hat{\imath} + (1,00\text{N})\hat{\jmath}\right](16\text{s})^2$$

$$\boxed{\vec{r}(16\text{s}) = (-14,7\text{m})\hat{\imath} + (3,20\text{m})\hat{\jmath}}$$



- 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

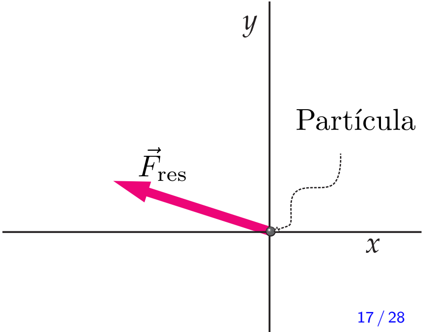
$$\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{1}{2}\vec{a}t^2$$

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

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

$$\vec{r}(16\text{s}) = \frac{1}{2(0,400\text{kg})}\left[(-4,60\text{N})\hat{\imath} + (1,00\text{N})\hat{\jmath}\right](16\text{s})^2$$

$$\boxed{\vec{r}(16\text{s}) = (-14,7\text{m})\hat{\imath} + (3,20\text{m})\hat{\jmath}}$$



- 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

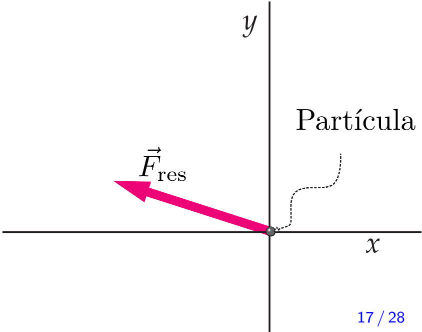
$$\vec{r}(t) = \cancelto{0}{\vec{r}_0} + \vec{v}_0 t + \frac{1}{2}\vec{a}t^2$$

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

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

$$\vec{r}(16\text{s}) = \frac{1}{2(0,400\text{kg})}\left[(-4,60\text{N})\hat{\imath} + (1,00\text{N})\hat{\jmath}\right](16\text{s})^2$$

$$\boxed{\vec{r}(16\text{s}) = (-14,7\text{m})\hat{\imath} + (3,20\text{m})\hat{\jmath}}$$



- 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

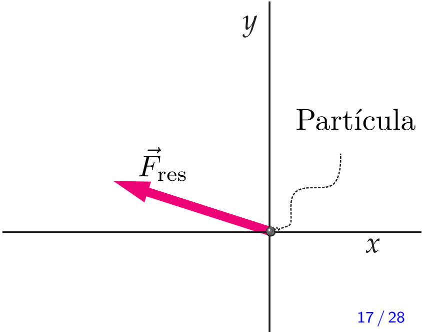
$$\vec{r}(t) = \cancelto{0}{\vec{r}_0} + \cancelto{0}{\vec{v}_0} t + \frac{1}{2}\vec{a}t^2$$

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

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

$$\vec{r}(16\text{s}) = \frac{1}{2(0,400\text{kg})}\left[(-4,60\text{N})\hat{\imath} + (1,00\text{N})\hat{\jmath}\right](16\text{s})^2$$

$$\boxed{\vec{r}(16\text{s}) = (-14,7\text{m})\hat{\imath} + (3,20\text{m})\hat{\jmath}}$$



- 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

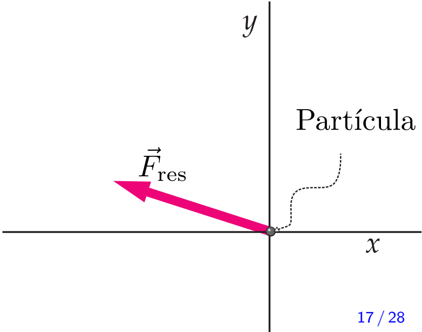
$$\vec{r}(t) = \cancelto{0}{\vec{r}_0} + \cancelto{0}{\vec{v}_0} t + \frac{1}{2}\vec{a}t^2$$

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

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

$$\vec{r}(16\text{s}) = \frac{1}{2(0,400\text{kg})}\left[(-4,60\text{N})\hat{\imath} + (1,00\text{N})\hat{\jmath}\right](16\text{s})^2$$

$$\boxed{\vec{r}(16\text{s}) = (-14,7\text{m})\hat{\imath} + (3,20\text{m})\hat{\jmath}}$$



- 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

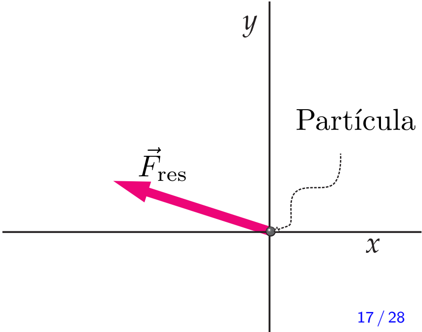
$$\vec{r}(t) = \cancelto{0}{\vec{r}_0} + \cancelto{0}{\vec{v}_0} t + \frac{1}{2}\vec{a}t^2$$

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

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

$$\vec{r}(16\text{s}) = \frac{1}{2(0,400\text{kg})}\left[(-4,60\text{N})\hat{\imath} + (1,00\text{N})\hat{\jmath}\right](16\text{s})^2$$

$$\boxed{\vec{r}(16\text{s}) = (-14,7\text{m})\hat{\imath} + (3,20\text{m})\hat{\jmath}}$$



- 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

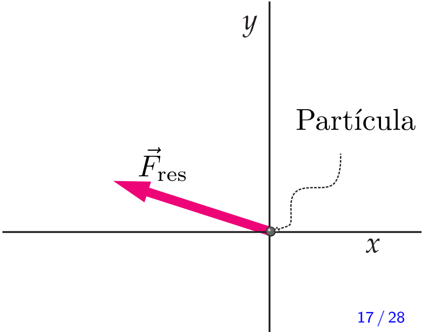
$$\vec{r}(t) = \cancelto{0}{\vec{r}_0} + \cancelto{0}{\vec{v}_0}t + \frac{1}{2}\vec{a}t^2$$

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

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

$$\vec{r}(16\text{s}) = \frac{1}{2(0,400\text{kg})}\Big[(-4,60\text{N})\hat{\imath} + (1,00\text{N})\hat{\jmath}\Big](16\text{s})^2$$

$$\boxed{\vec{r}(16\text{s}) = (-14,7\text{m})\hat{\imath} + (3,20\text{m})\hat{\jmath}}$$



- 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

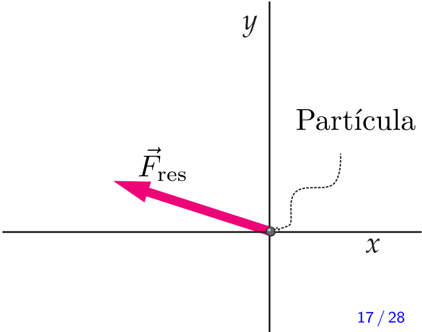
$$\vec{r}(t) = \cancelto{0}{\vec{r}_0} + \cancelto{0}{\vec{v}_0} t + \frac{1}{2}\vec{a}t^2$$

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

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

$$\vec{r}(16\text{s}) = \frac{1}{2(0,400\text{kg})}\Big[(-4,60\text{N})\hat{\imath} + (1,00\text{N})\hat{\jmath}\Big](16\text{s})^2$$

$$\boxed{\vec{r}(16\text{s}) = (-14,7\text{m})\hat{\imath} + (3,20\text{m})\hat{\jmath}}$$



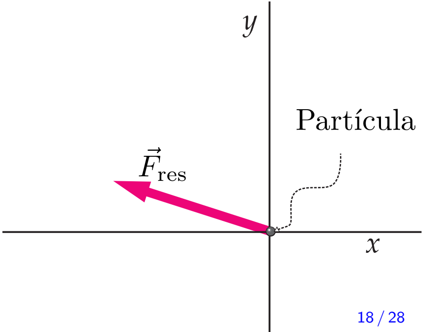
- O vetor velocidade $\vec{v}$ pode ser calculado fazendo

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

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

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

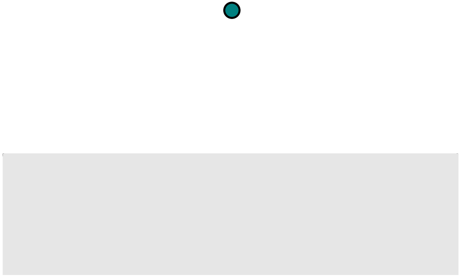
$$\boxed{\vec{v}(1,60\text{s}) = (-18,4\text{m/s})\hat{\imath} + (4,00\text{m/s})\hat{\jmath}}$$



Sumário

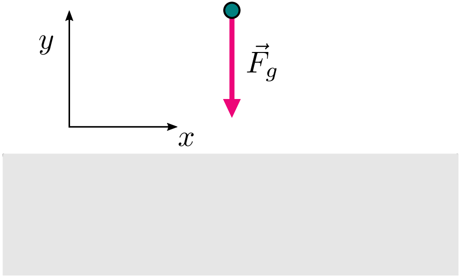
Algumas forças especiais
Força Gravitacional: Peso

- Se a resistência do ar é desprezível, todos os objetos caem com a mesma aceleração $\vec{g}$
- Força gravitacional: $\vec{F} = m\vec{a} \quad \Longrightarrow \quad \boxed{\vec{F}_g = m\vec{g} = (-mg)\hat{\jmath}}$
- Próximo da superfície da Terra: $g = 9,81\text{m/s}^2$

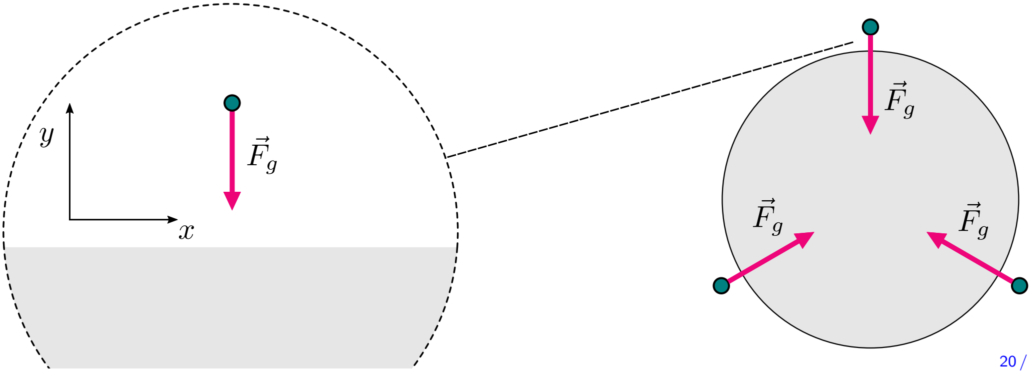


Algumas forças especiais
Força Gravitacional: Peso

- Se a resistência do ar é desprezível, todos os objetos caem com a mesma aceleração $\vec{g}$
- Força gravitacional: $\vec{F} = m\vec{a} \implies \boxed{\vec{F}_g = m\vec{g} = (-mg)\hat{\jmath}}$
- Próximo da superfície da Terra: $g = 9,81\text{m/s}^2$

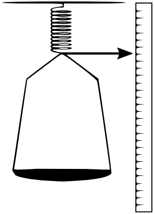


- Se a resistência do ar é desprezível, todos os objetos caem com a mesma aceleração $\vec{g}$
- Força gravitacional: $\vec{F} = m\vec{a} \implies \boxed{\vec{F}_g = m\vec{g} = (-mg)\hat{\jmath}}$
- Próximo da superfície da Terra: $g = 9,81\text{m/s}^2$



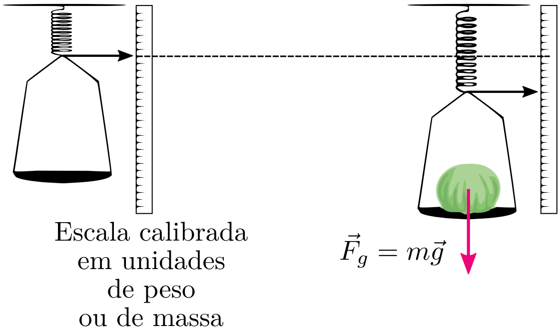
- O **PESO** do objeto é a magnitude da força gravitacional sobre ele:

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



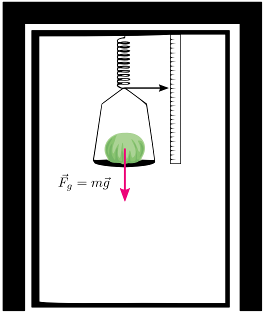
- O **PESO** do objeto é a magnitude da força gravitacional sobre ele:

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



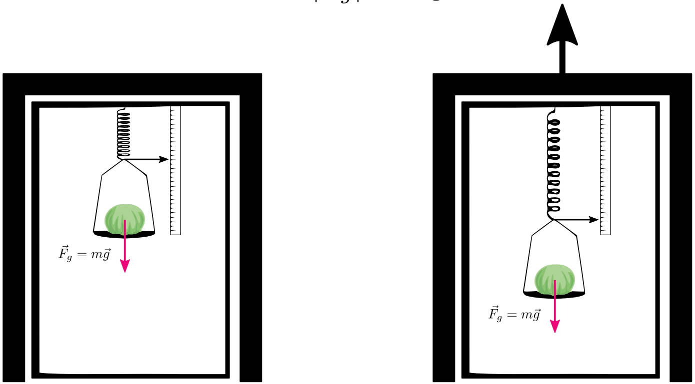
- O **PESO** do objeto é a magnitude da força gravitacional sobre ele:

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



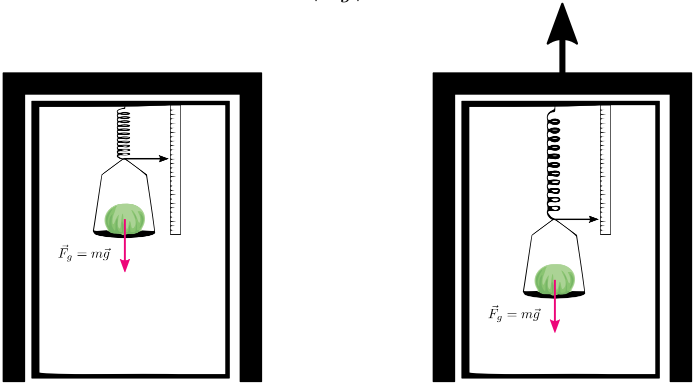
- O **PESO** do objeto é a magnitude da força gravitacional sobre ele:

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



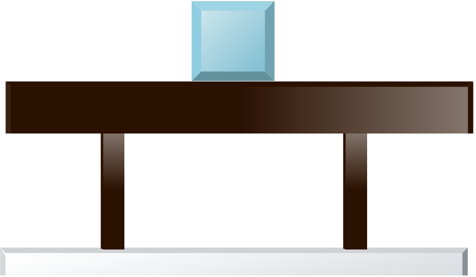
- O **PESO** do objeto é a magnitude da força gravitacional sobre ele:

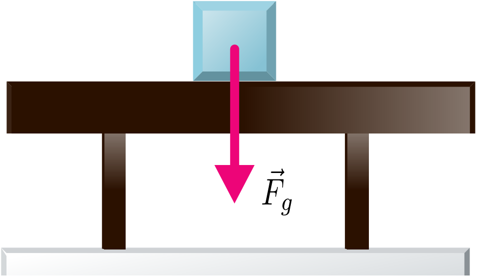
$$P = |\vec{F}_g| = mg$$

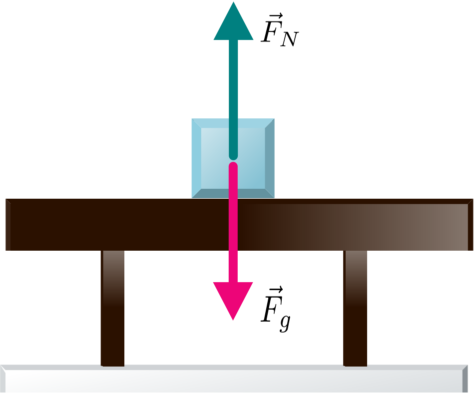


PESO APARENTE

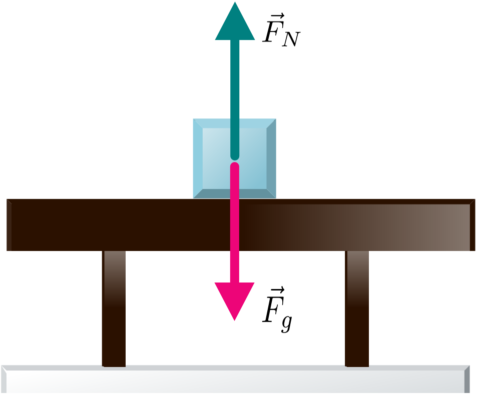
Sumário



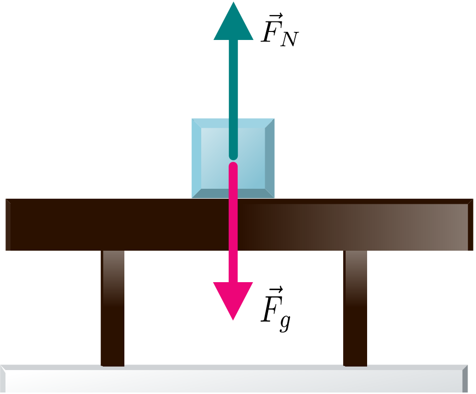

$\vec{F}_g$

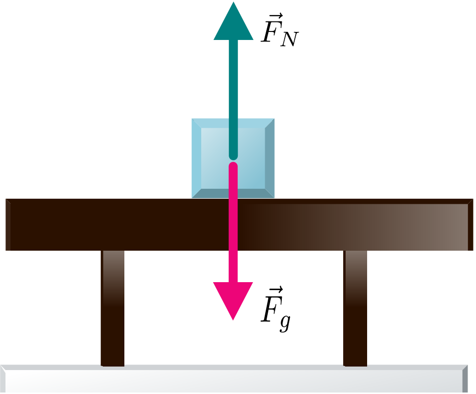


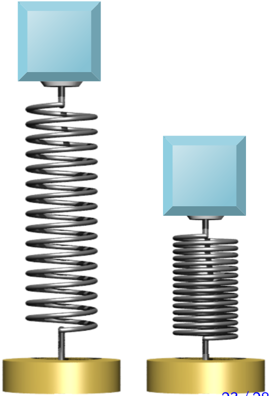
$\vec{F}_N$
$\vec{F}_g$



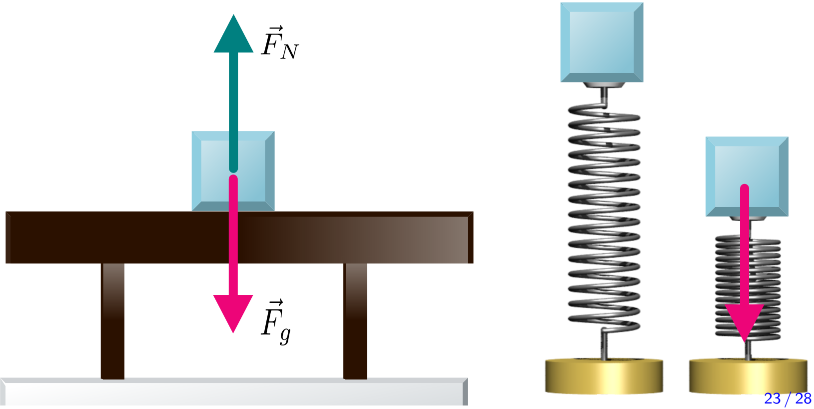
$\vec{F}_N$
$\vec{F}_g$

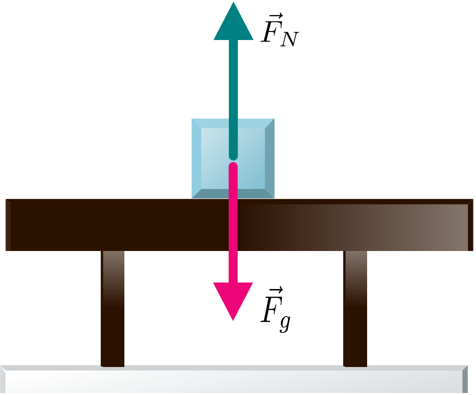

$\vec{F}_N$
$\vec{F}_g$

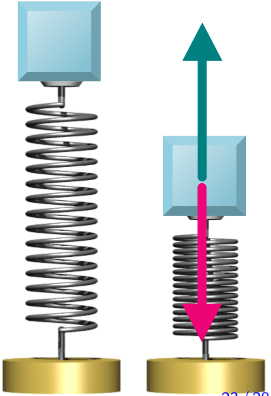

$\vec{F}_N$
$\vec{F}_g$

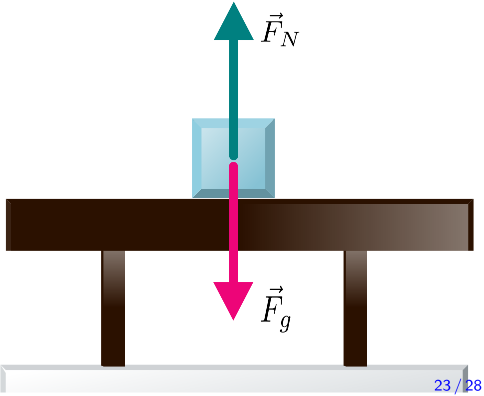


Algumas forças especiais
Força Normal




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

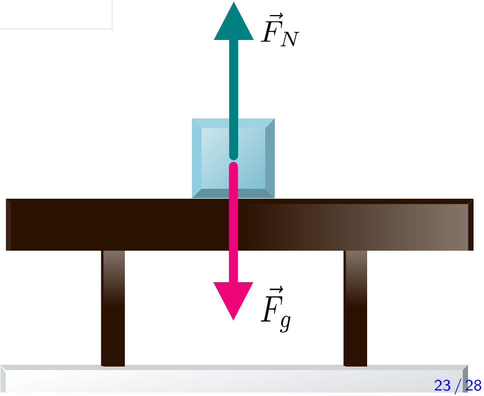



$\vec{F}_N$
$\vec{F}_g$

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

$$\vec{F}_N - mg\hat{\jmath} = m a_y \hat{\jmath}$$

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



Algumas forças especiais
Força Normal

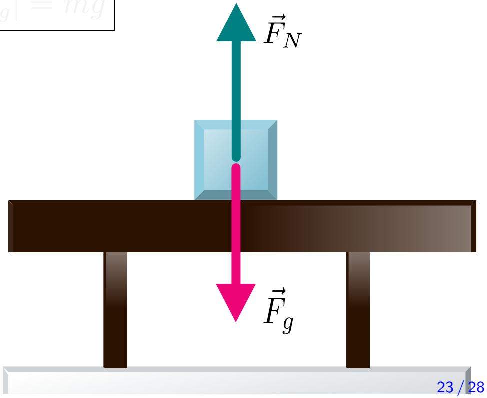
- Segunda Lei: $\vec{F}_{\text{res}} = m\vec{a} \quad \Longrightarrow \quad (\vec{F}_N + \vec{F}_g) = m a_y \hat{\jmath}$
- Caso $a_y = 0$:

$$\boxed{\vec{F}_N = -\vec{F}_g = +mg\hat{\jmath}} \qquad \boxed{|\vec{F}_N| = |\vec{F}_g| = mg}$$

- Caso $a_y \neq 0$

$$\vec{F}_N - mg\hat{\jmath} = m a_y \hat{\jmath}$$

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



Algumas forças especiais
Força Normal

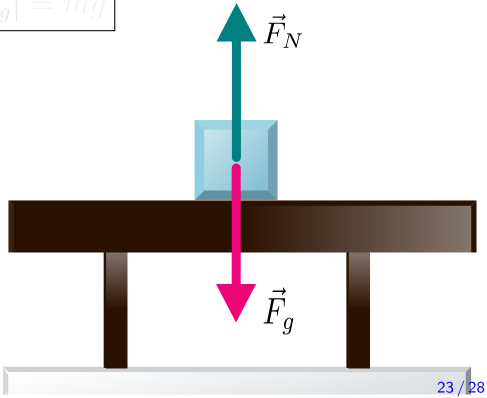
- Segunda Lei: $\vec{F}_{\text{res}} = m\vec{a} \implies (\vec{F}_N + \vec{F}_g) = m a_y \hat{\jmath}$
- Caso $a_y = 0$:

$$\boxed{\vec{F}_N = -\vec{F}_g = +mg\hat{\jmath}} \qquad \boxed{|\vec{F}_N| = |\vec{F}_g| = mg}$$

- Caso $a_y \neq 0$

$$\vec{F}_N - mg\hat{\jmath} = m a_y \hat{\jmath}$$

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



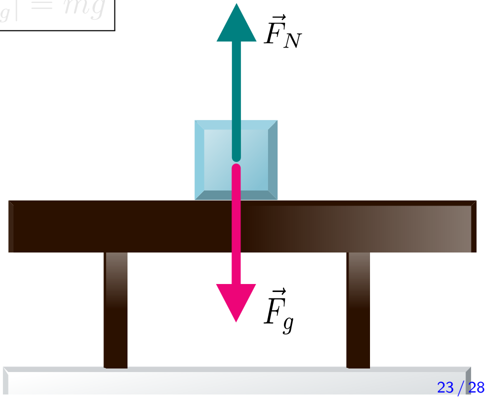
- Segunda Lei: $\vec{F}_{\text{res}} = m\vec{a} \implies (\vec{F}_N + \vec{F}_g) = m a_y \hat{\jmath}$
- Caso $a_y = 0$:

$$\boxed{\vec{F}_N = -\vec{F}_g = +mg\hat{\jmath}} \qquad \boxed{|\vec{F}_N| = |\vec{F}_g| = mg}$$

- Caso $a_y \neq 0$

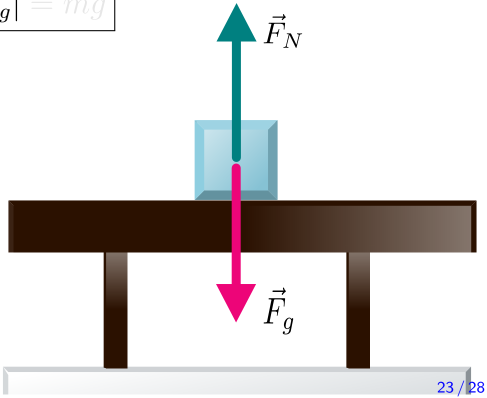
$$\vec{F}_N - mg\hat{\jmath} = m a_y \hat{\jmath}$$

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



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

$$\boxed{\vec{F}_N = -\vec{F}_g = +mg\hat{\jmath}} \qquad \boxed{|\vec{F}_N| = |\vec{F}_g| = mg}$$



- Caso $a_y \neq 0$

$$\vec{F}_N - mg\hat{\jmath} = m a_y \hat{\jmath}$$

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

Algumas forças especiais
Força Normal

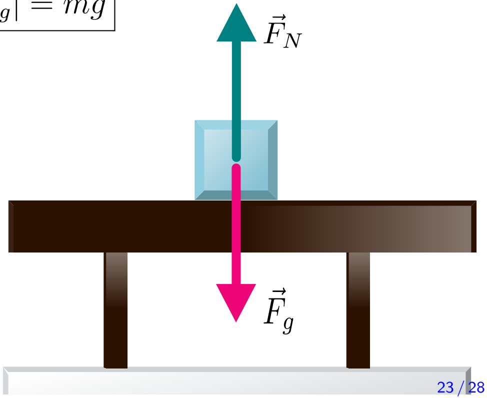
- Segunda Lei: $\vec{F}_{\text{res}} = m\vec{a} \implies (\vec{F}_N + \vec{F}_g) = m a_y \hat{\jmath}$
- Caso $a_y = 0$:

$$\boxed{\vec{F}_N = -\vec{F}_g = +mg\hat{\jmath}} \qquad \boxed{|\vec{F}_N| = |\vec{F}_g| = mg}$$

- Caso $a_y \neq 0$

$$\vec{F}_N - mg\hat{\jmath} = m a_y \hat{\jmath}$$

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

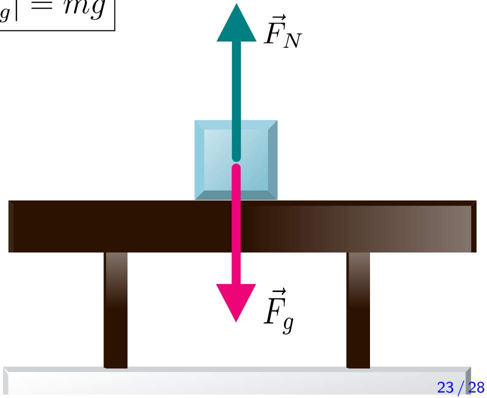


- Segunda Lei: $\vec{F}_{\text{res}} = m\vec{a} \quad \Longrightarrow \quad (\vec{F}_N + \vec{F}_g) = m a_y \hat{\jmath}$
- Caso $a_y = 0$:

$$\boxed{\vec{F}_N = -\vec{F}_g = +mg\hat{\jmath}} \qquad \boxed{|\vec{F}_N| = |\vec{F}_g| = mg}$$

- Caso $a_y \neq 0$

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



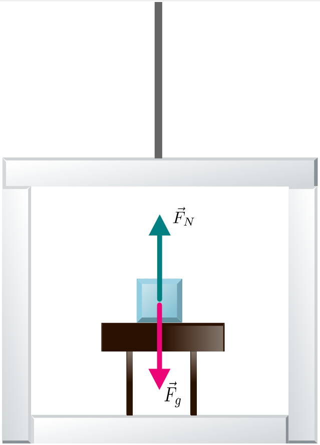
- Segunda Lei: $\vec{F}_{\text{res}} = m\vec{a} \implies (\vec{F}_N + \vec{F}_g) = ma_y\hat{\jmath}$
- Caso $a_y = 0$:

$$\boxed{\vec{F}_N = -\vec{F}_g = +mg\hat{\jmath}} \qquad \boxed{|\vec{F}_N| = |\vec{F}_g| = mg}$$

- Caso $a_y \neq 0$

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

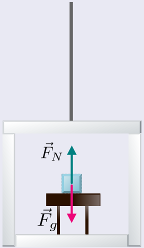
$$\boxed{\vec{F}_N = m(a_y + g)\hat{\jmath}}$$



Teste

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 constate?
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 atinger a base da rampa for maior do que $2,50$m/s, o objeto se quebrará. Qual é o maior angulo que permite um descarregamento seguro? A rampa tem $1,00$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

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

- Como

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

obtemos

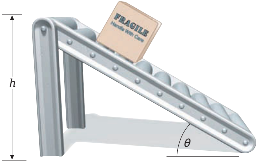
$$a_x = g\sin\theta$$

- Componente v_b da velocidade

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

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 angulo 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

$$F_{gx} + \cancelto{0}{F_{Nx}} = ma_x$$

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

- Como

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

$$= mg\sin\theta$$

obtemos

$$a_x = g\sin\theta$$

- Componente v_b da velocidade

$$\vec{v} = v_x\hat{\imath} \qquad v_b = v_x\sin\theta$$

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 angulo 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

$$F_{gx} + \cancelto{0}{F_{Nx}} = ma_x$$

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

- Como

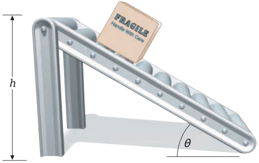
$$F_{gx} = F_g \sin\theta$$
$$= mg\sin\theta$$

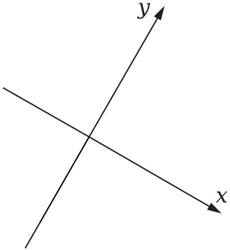
obtemos

$$a_x = g\sin\theta$$

- Componente v_b da velocidade

$$\vec{v} = v_x\hat{\imath} \qquad v_b = v_x \sin\theta$$





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 angulo 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

$$F_{gx} + \cancelto{0}{F_{Nx}} = ma_x$$

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

- Como

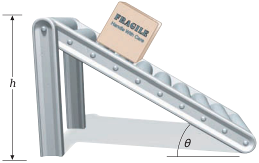
$$F_{gx} = F_g \sin\theta$$
$$= mg\sin\theta$$

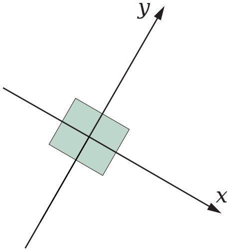
obtemos

$$a_x = g\sin\theta$$

- Componente v_b da velocidade

$$\vec{v} = v_x\hat{\imath} \qquad v_b = v_x\sin\theta$$





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 angulo 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

$$F_{gx} + \cancelto{0}{F_{Nx}} = ma_x$$

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

- Como

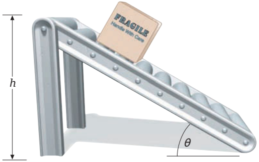
$$F_{gx} = F_g \sin\theta$$
$$= mg\sin\theta$$

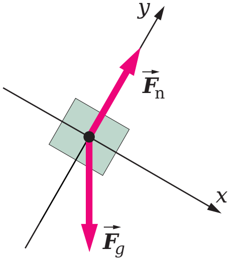
obtemos

$$a_x = g\sin\theta$$

- Componente v_b da velocidade

$$\vec{v} = v_x\hat{\imath} \qquad v_b = v_x\sin\theta$$





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 angulo 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

$$\vec{v} = v_x\hat{\imath} \qquad v_b = v_x \sin\theta$$

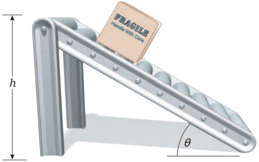
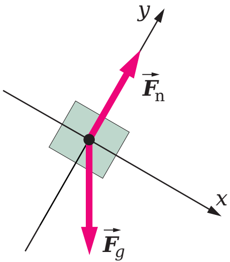


Diagrama de corpo livre



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 $2,50\text{m/s}$, o objeto se quebrará. Qual é o maior angulo 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

$$F_{gx} + \cancelto{0}{F_{Nx}} = ma_x$$

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

- Como

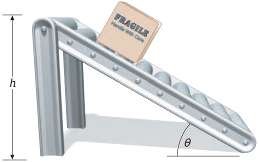
$$F_{gx} = F_g \sin\theta = mg\sin\theta$$

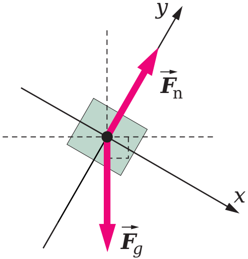
obtemos

$$a_x = g\sin\theta$$

- Componente v_b da velocidade

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





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 angulo 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

$$F_{gx} + \cancelto{0}{F_{Nx}} = ma_x$$

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

- Como

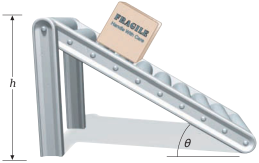
$$F_{gx} = F_g \sin\theta$$
$$= mg\sin\theta$$

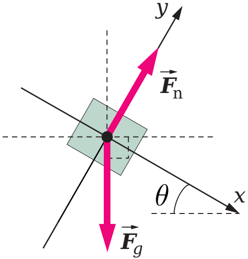
obtemos

$$a_x = g\sin\theta$$

- Componente v_b da velocidade

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





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 angulo 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

$$F_{gx} + \cancelto{0}{F_{Nx}} = ma_x$$

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

- Como

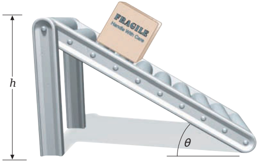
$$F_{gx} = F_g \sin\theta$$
$$= mg\sin\theta$$

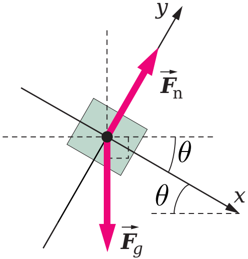
obtemos

$$a_x = g\sin\theta$$

- Componente v_b da velocidade

$$\vec{v} = v_x\hat{\imath} \qquad v_b = v_x \sin\theta$$





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 angulo 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

$$F_{gx} + \cancelto{0}{F_{Nx}} = ma_x$$

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

- Como

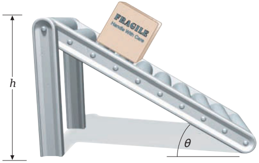
$$F_{gx} = F_g \sin\theta = mg\sin\theta$$

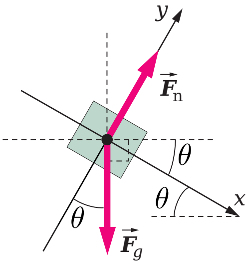
obtemos

$$a_x = g\sin\theta$$

- Componente v_b da velocidade

$$\vec{v} = v_x\hat{\imath} \qquad v_b = v_x \sin\theta$$





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 $2,50$m/s, o objeto se quebrará. Qual é o maior angulo que permite um descarregamento seguro? A rampa tem $1,00$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

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

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

- Como

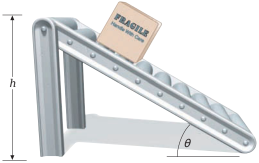
$$F_{gx} = F_g \sin\theta$$
$$= mg\sin\theta$$

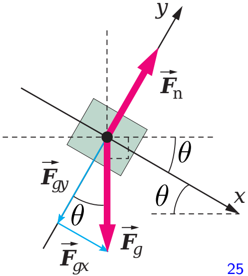
obtemos

$$a_x = g\sin\theta$$

- Componente v_b da velocidade

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





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 $2,50$m/s, o objeto se quebrará. Qual é o maior angulo que permite um descarregamento seguro? A rampa tem $1,00$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

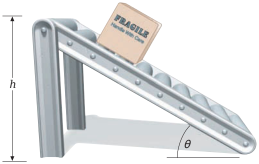
$$F_{gx} = F_g \sin\theta = mg\sin\theta$$

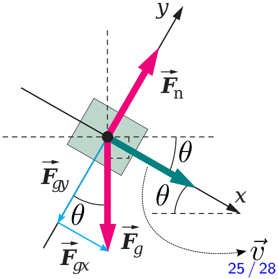
obtemos

$$a_x = g\sin\theta$$

- Componente v_b da velocidade

$$\vec{v} = v_x\hat{\imath} \qquad v_b = v_x \sin\theta$$





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 angulo 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

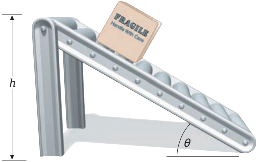
$$F_{gx} = F_g \sin\theta$$
$$= mg\sin\theta$$

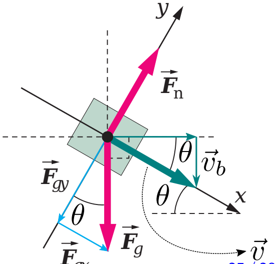
obtemos

$$a_x = g\sin\theta$$

- Componente v_b da velocidade

$$\vec{v} = v_x\hat{\imath} \qquad v_b = v_x\sin\theta$$





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 angulo 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

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

- Como

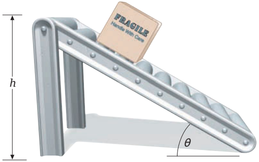
$$F_{gx} = F_g \sin\theta$$
$$= mg\sin\theta$$

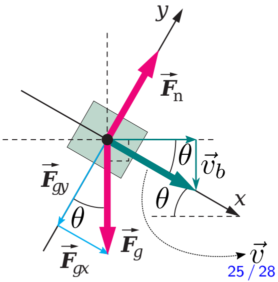
obtemos

$$a_x = g\sin\theta$$

- Componente v_b da velocidade

$$\vec{v} = v_x\hat{\imath} \qquad v_b = v_x \sin\theta$$





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 $2,50$m/s, o objeto se quebrará. Qual é o maior angulo que permite um descarregamento seguro? A rampa tem $1,00$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

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

- Como

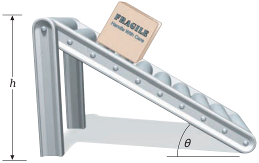
$$F_{gx} = F_g \sin\theta$$
$$= mg\sin\theta$$

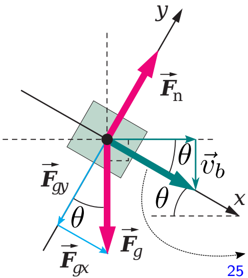
obtemos

$$a_x = g\sin\theta$$

- Componente v_b da velocidade

$$\vec{v} = v_x\hat{\imath} \qquad v_b = v_x \sin\theta$$





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 angulo 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

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

- Como

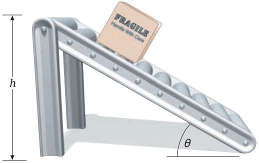
$$F_{gx} = F_g \sin\theta$$
$$= mg\sin\theta$$

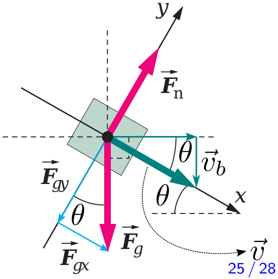
obtemos

$$a_x = g\sin\theta$$

- Componente v_b da velocidade

$$\vec{v} = v_x\hat{\imath} \qquad v_b = v_x \sin\theta$$





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 angulo 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

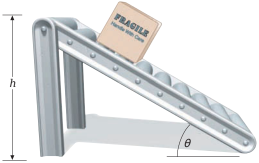
$$F_{gx} = F_g \sin\theta$$
$$= mg\sin\theta$$

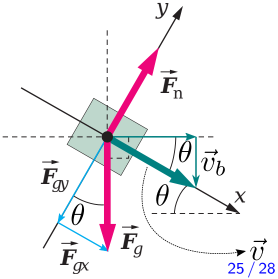
obtemos

$$a_x = g\sin\theta$$

- Componente v_b da velocidade

$$\vec{v} = v_x\hat{\imath} \qquad v_b = v_x \sin\theta$$





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 $2,50$m/s, o objeto se quebrará. Qual é o maior angulo que permite um descarregamento seguro? A rampa tem $1,00$m de altura, possui roletes (não tem atrito) e é inclinada em um ângulo θ com a horizontal.

- Até agora temos

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

- 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

$$v_x^2 = 2gh \quad \Longrightarrow \quad v_x = \sqrt{2gh}$$

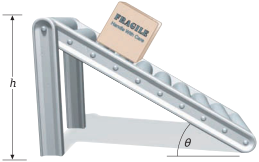
- Substituindo na Eq. para v_b, temos

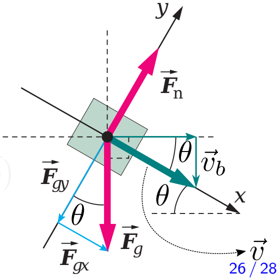
$$v_b = \sqrt{2gh}\sin\theta$$

- Resolvendo para θ

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

$$\boxed{\theta_{\text{máx}} = 34,4^\circ}$$





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 $2,50$m/s, o objeto se quebrará. Qual é o maior angulo que permite um descarregamento seguro? A rampa tem $1,00$m de altura, possui roletes (não tem atrito) e é inclinada em um ângulo θ com a horizontal.

- Até agora temos

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

- 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

$$v_x^2 = 2gh \quad\Longrightarrow\quad v_x = \sqrt{2gh}$$

- Substituindo na Eq. para v_b, temos

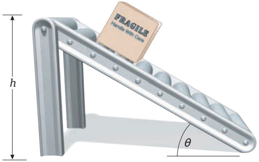
$$v_b = \sqrt{2gh}\sin\theta$$

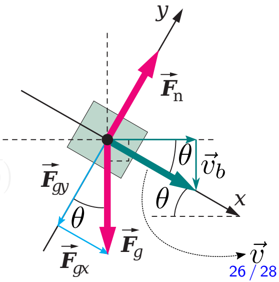
- Resolvendo para θ

$$\theta_{\text{máx}} = \arcsin\left(v_b/\sqrt{2gh}\right)$$

$$= \arcsin\left((2,50)/\sqrt{2(9,8)(1)}\right)$$

$$\boxed{\theta_{\text{máx}} = 34,4^\circ}$$





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 $2,50$m/s, o objeto se quebrará. Qual é o maior angulo que permite um descarregamento seguro? A rampa tem $1,00$m de altura, possui roletes (não tem atrito) e é inclinada em um ângulo θ com a horizontal.

- Até agora temos

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

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

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

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

- Note também que

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

- Assim

$$v_x^2 = 2gh \quad \Longrightarrow \quad v_x = \sqrt{2gh}$$

- Substituindo na Eq. para v_b, temos

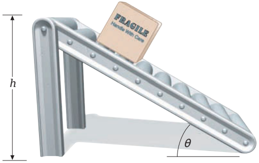
$$v_b = \sqrt{2gh}\sin\theta$$

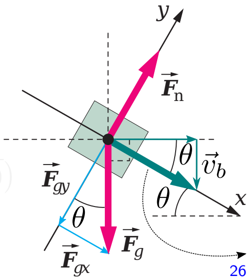
- Resolvendo para θ

$$\theta_{\text{máx}} = \arcsin\left(v_b/\sqrt{2gh}\right)$$

$$= \arcsin\left((2,50)/\sqrt{2(9,8)(1)}\right)$$

$$\boxed{\theta_{\text{máx}} = 34,4^\circ}$$





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 $2,50$m/s, o objeto se quebrará. Qual é o maior angulo que permite um descarregamento seguro? A rampa tem $1,00$m de altura, possui roletes (não tem atrito) e é inclinada em um ângulo θ com a horizontal.

- Até agora temos

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

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

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

- Note também que

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

- Assim

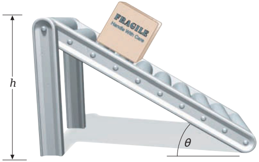
$$v_x^2 = 2gh \quad \Longrightarrow \quad v_x = \sqrt{2gh}$$

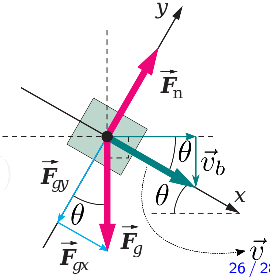
- Substituindo na Eq. para v_b, temos

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

- Resolvendo para θ

$$\theta_{\text{máx}} = \arcsin\left(v_b/\sqrt{2gh}\right)$$
$$= \arcsin\left((2,50)/\sqrt{2(9,8)(1)}\right)$$
$$\boxed{\theta_{\text{máx}} = 34,4^\circ}$$





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 $2,50\text{m/s}$, o objeto se quebrará. Qual é o maior angulo 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

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

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

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

- Note também que

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

- Assim

$$v_x^2 = 2gh \quad \Longrightarrow \quad v_x = \sqrt{2gh}$$

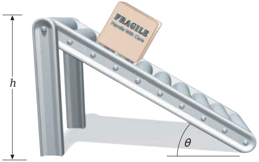
- Substituindo na Eq. para v_b, temos

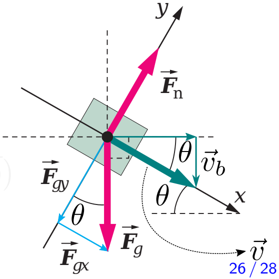
$$v_b = \sqrt{2gh}\sin\theta$$

- Resolvendo para θ

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

$$\boxed{\theta_{\text{máx}} = 34,4^\circ}$$





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 $2,50$m/s, o objeto se quebrará. Qual é o maior angulo que permite um descarregamento seguro? A rampa tem $1,00$m de altura, possui roletes (não tem atrito) e é inclinada em um ângulo θ com a horizontal.

- Até agora temos

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

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

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

- Note também que

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

- Assim

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

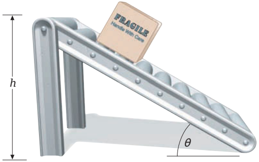
- Substituindo na Eq. para v_b, temos

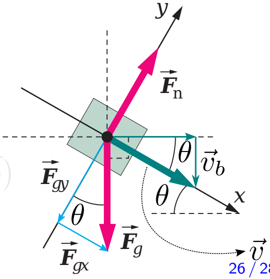
$$v_b = \sqrt{2gh}\sin\theta$$

- Resolvendo para θ

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

$$\boxed{\theta_{\text{máx}} = 34,4^\circ}$$





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 $2,50\text{m/s}$, o objeto se quebrará. Qual é o maior angulo 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

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

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

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

- Note também que

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

- Assim

$$v_x^2 = 2gh \quad \Longrightarrow \quad v_x = \sqrt{2gh}$$

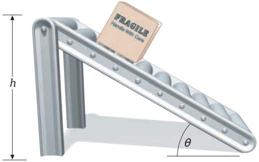
- Substituindo na Eq. para v_b, temos

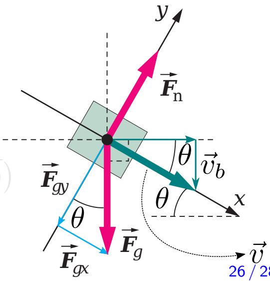
$$v_b = \sqrt{2gh}\sin\theta$$

- Resolvendo para θ

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

$$\boxed{\theta_{\text{máx}} = 34,4^\circ}$$





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 $2,50$m/s, o objeto se quebrará. Qual é o maior angulo que permite um descarregamento seguro? A rampa tem $1,00$m de altura, possui roletes (não tem atrito) e é inclinada em um ângulo θ com a horizontal.

- Até agora temos

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

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

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

- Note também que

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

- Assim

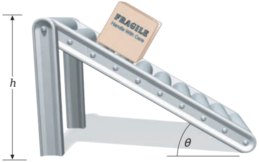
$$v_x^2 = 2gh \quad \Longrightarrow \quad v_x = \sqrt{2gh}$$

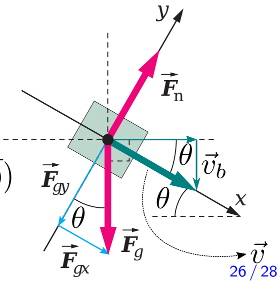
- Substituindo na Eq. para v_b, temos

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

- Resolvendo para θ

$$\theta_{\text{máx}} = \arcsin\left(v_b/\sqrt{2gh}\right)$$
$$= \arcsin\left((2,50)/\sqrt{2(9,8)(1)}\right)$$
$$\boxed{\theta_{\text{máx}} = 34,4^\circ}$$





Dicas

- Reproduza as passagens de maneira independente!
- Estude as referências!

- 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