

Física [na pandemia]

Aula 02

•••

Prof. Dr. José Rafael Bordin
Departamento de Física
UFPel

Sumário

→ Uma rápida Introdução à Cinemática

→ Leis de Newton

Sistema de Coordenadas e Referencial

"Em um mundo em constante mudança, é um único ponto de consistência. Se minha vida fosse expressa como uma função em um sistema de coordenadas cartesianas quadridimensionais, esse ponto, no momento em que me sentei pela primeira vez, seria (0.0,0.0)."

Dr. Sheldon Cooper - The Big Bang Theory

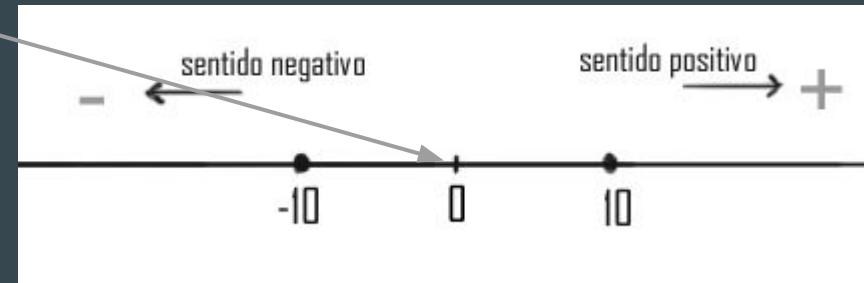
That is my spot.

In an ever-changing world it is a simple point of consistency. If my life were expressed as a function in a four-dimensional Cartesian coordinate system, that spot, at the moment I first sat on it, would be [0,0,0,0].

Dr. Sheldon Cooper

Sistemas de Coordenadas e Referencial

→ O zero do nosso mundo é a origem do sistema de coordenadas

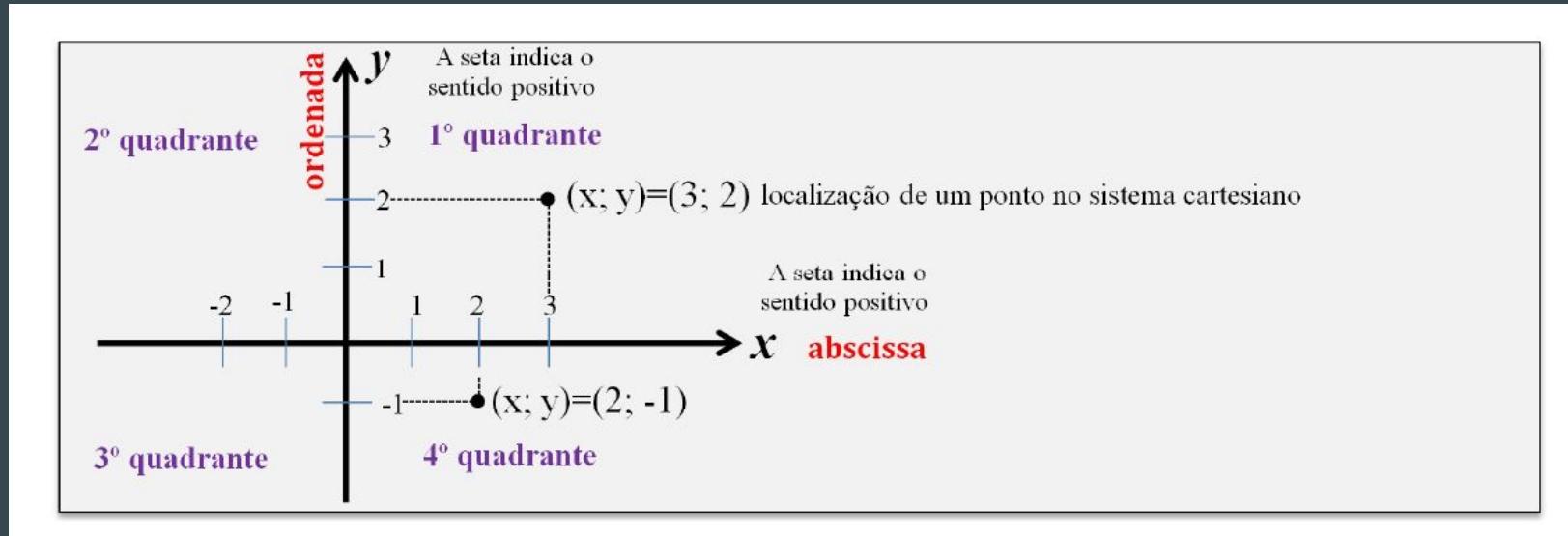


→ Tudo que está pra direita é positivo, o que está pra direita é negativo

→ Nossa mundo possui 4 dimensões (3 espaciais, 1 temporal) [até onde sabemos]

Sistemas de Coordenadas e Referencial

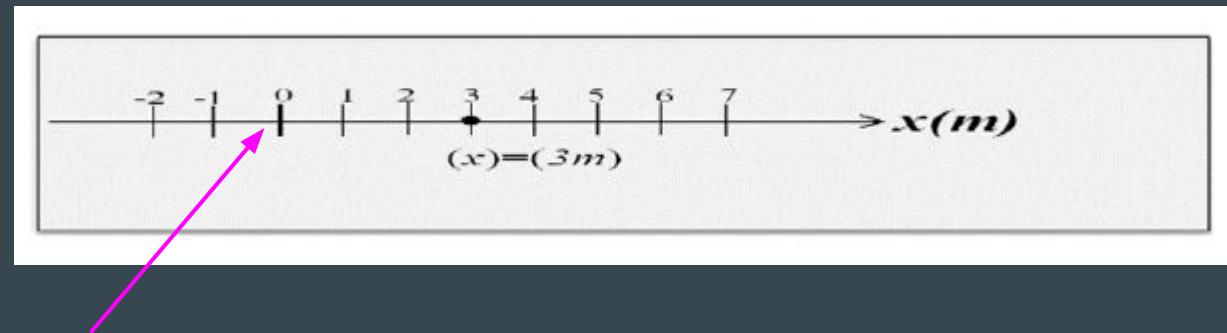
→ Nos limitaremos a casos uni (1D) e bidimensionais(2D)



Posição

→ A **POSIÇÃO** (x) é representada pelo ponto no espaço ocupado pela partícula num dado instante de tempo e é medida em relação a um referencial. Sua unidade é de comprimento (m, km, cm, milha, polegada, etc)

Em 1D, a posição $x = 3m$ é:

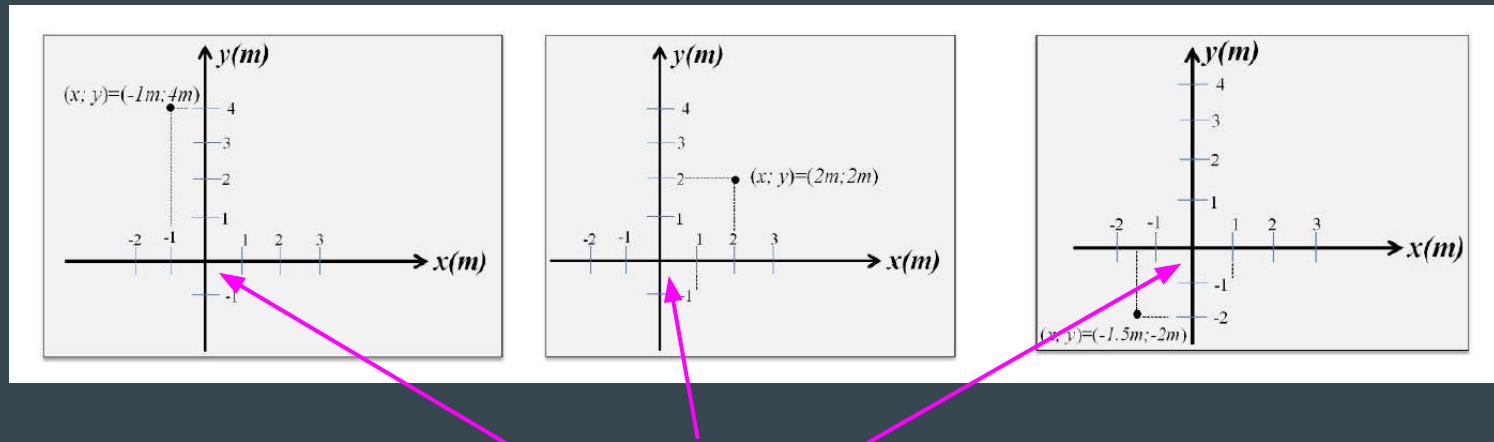


0 do universo

Posição

→ A **POSIÇÃO** (x) é representada pelo ponto no espaço ocupado pela partícula num dado instante de tempo e é medida em relação a um referencial.

Em 2D, precisamos de 2 medidas para a posição: x e y



0 do universo

Deslocamento

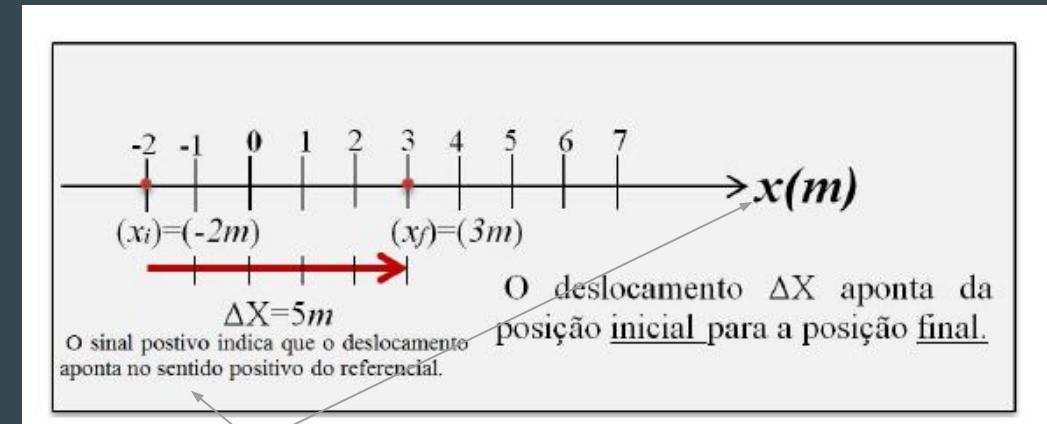
- Mede o quanto a posição de uma partícula variou
- É a variação entre a posição inicial x_i no instante t_i e a posição final x_f no instante t_f

$$\Delta x = x_f - x_i$$

Deslocamento - 1D

Dado que em um instante de tempo inicial a partícula localizava na posição $-2m$ e no instante seguinte a sua posição passou a ser $3m$, qual foi o deslocamento sofrido pela partícula?

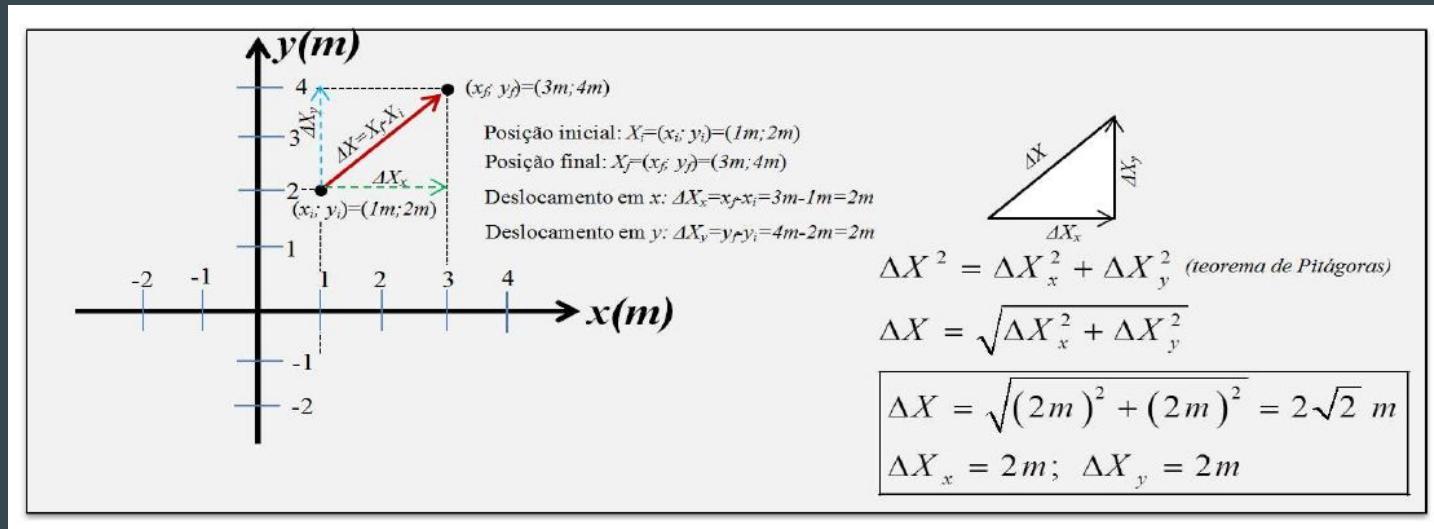
$$\Delta x = x_f - x_i = 3m - (-2m) = 5m$$



Vetor: módulo, direção e sentido!

Deslocamento - 2D

Calcular o módulo dos deslocamentos na direção-x ΔX_x , na direção-y ΔX_y e o deslocamento total Δx , de uma partícula que sai da posição inicial (1m; 2m) até a posição final (3m;4m).



Velocidade Média (v)

- O mesmo deslocamento pode ocorrer com tempos diferentes (basta comparar uma viagem de ônibus com uma de carro)
- A grandeza que informa o quanto rápido foi um deslocamento é a **velocidade v**
- Se no instante de tempo inicial t_i a posição inicial da partícula era x_i , e ela se deslocou até posição x_f no instante t_f , a velocidade média indica a variação da posição Δx em função de um intervalo de tempo Δt

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i} = \frac{x(t_f) - x(t_i)}{t_f - t_i}, \quad (m/s)$$

Outras unidades:
km/h
mi/h
cm/s

Aceleração Média (a)

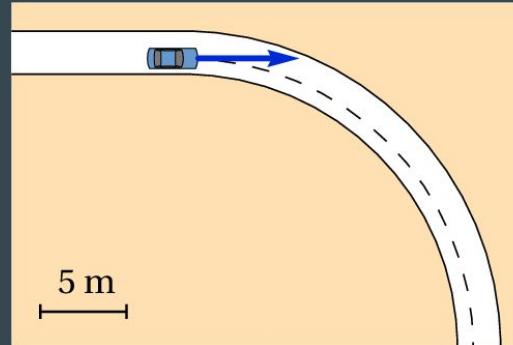
- O aumento/diminuição da velocidade pode ocorrer com tempos diferentes (basta comparar os tempos de 0 a 100 km/h de diferentes carros)
- A grandeza que informa o quanto rápido foi a variação da velocidade é a aceleração **aceleração a**
- Se no instante de tempo inicial t_i a velocidade inicial da partícula era v_i e passa a ter uma velocidade v_f no instante t_f , a aceleração média indica a variação da velocidade Δv em função de um intervalo de tempo Δt

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i} = \frac{v(t_f) - v(t_i)}{t_f - t_i}, \quad (m/s^2)$$

Outras unidades:
 km/h^2
 mi/h^2
 cm/s^2

Efeitos da aceleração

→ Variar o módulo, direção e sentido da velocidade



Se a direção da velocidade (vetor azul) não mudar o carro vai sair pela tangente da curva!

→ Um corpo sem aceleração **OU** está parado (repouso, $v = 0$) **OU** está se movendo em linha reta com velocidade constante.

ps: $v = 0$ é um caso de velocidade constante

1º Lei de Newton: Inércia

“Todo corpo permanece no seu estado de velocidade constante a menos que uma força resultante externa não-nula seja aplicada sobre ele”

1º Lei de Newton: Inércia

“Todo corpo permanece no seu estado de velocidade constante a menos que uma força resultante externa não-nula seja aplicada sobre ele”

Mas o que é força?

Força

→ Fisicamente, forças são interações entre dois ou mais corpos

→ 4 interações regem TODO o Universo:

1. gravitacional

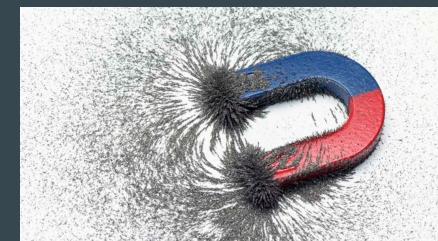


Força

→ Fisicamente, forças são interações entre dois ou mais corpos

→ 4 interações regem TODO o Universo:

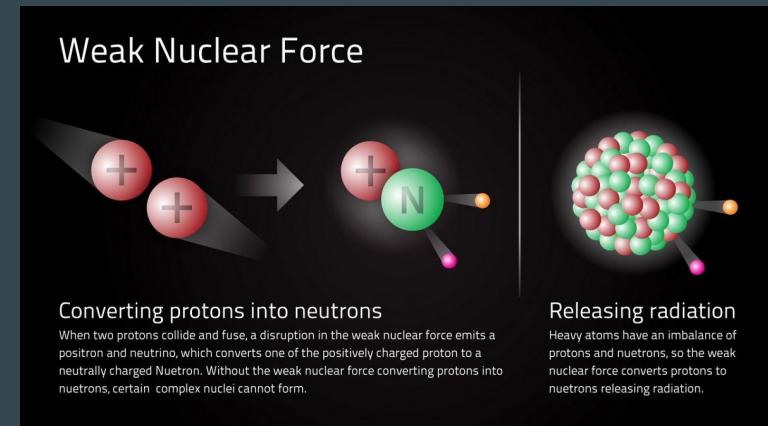
1. gravitacional
2. eletromagnética



Força

- Fisicamente, forças são interações entre dois ou mais corpos
- 4 interações regem TODO o Universo:

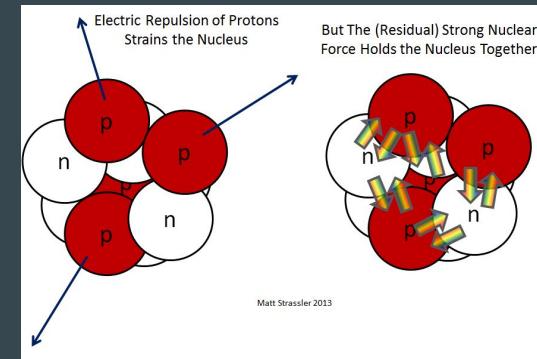
1. gravitacional
2. eletromagnética
3. nuclear fraca



Força

- Fisicamente, forças são interações entre dois ou mais corpos
- 4 interações regem TODO o Universo:

1. gravitacional
2. eletromagnética
3. nuclear fraca
4. nuclear forte



Força

→ Fisicamente, forças são interações entre dois ou mais corpos

→ 4 interações regem TODO o Universo:

1. gravitacional
2. eletromagnética
3. nuclear fraca
4. nuclear forte

Representação de uma força F

Representamos uma força F por uma 'flecha'  . Veja a figura abaixo.

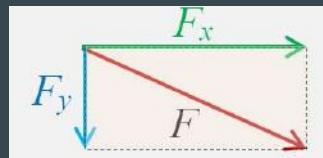
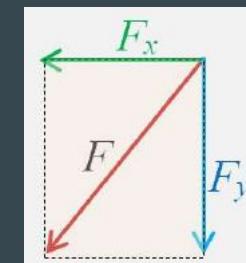
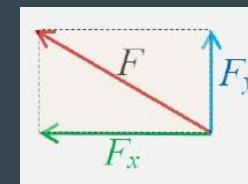
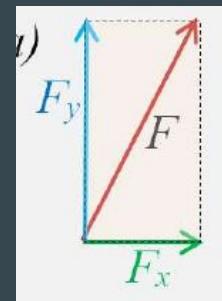
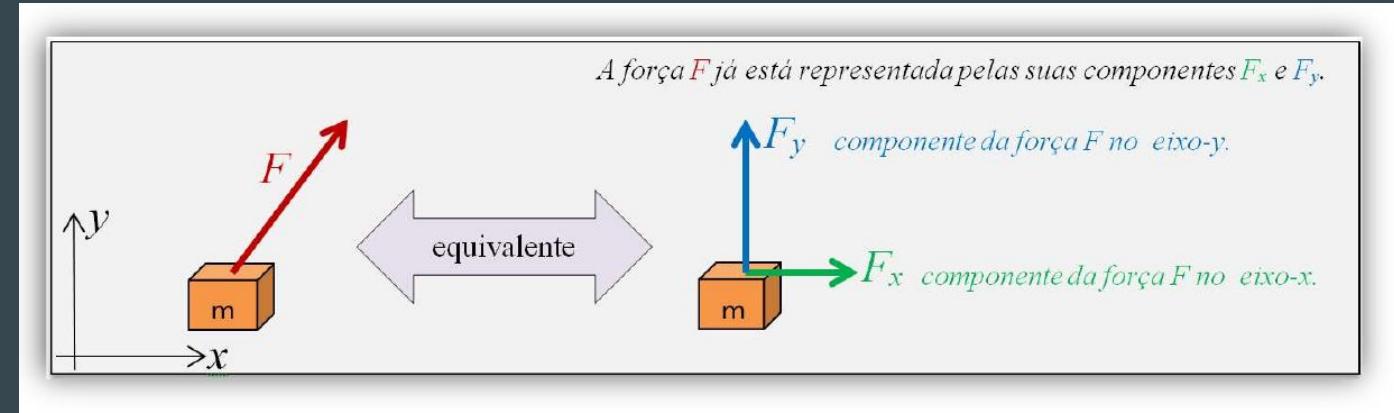
A seta  indica o sentido da força F

O comprimento da linha quantifica o módulo da força F

A orientação da linha  indica a direção da força F

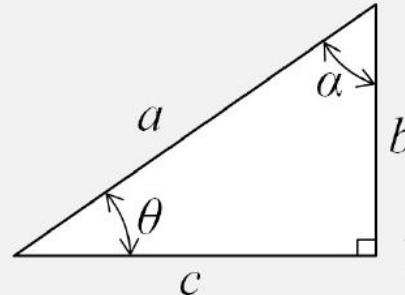
Unidade:
Newton (N)

Força no plano xy



Componentes Ortogonais da Força

Relações de Triângulo Retângulo



$$\begin{aligned}\operatorname{sen}(\theta) &= \frac{\text{cateto oposto a } \theta}{\text{hipotenusa (maior lado)}} \\ \cos(\theta) &= \frac{\text{cateto adjacente (que toca } \theta\text{)}}{\text{hipotenusa (maior lado)}}\end{aligned}$$

A soma dos ângulos internos de um triângulo é 180° : $\theta + \alpha + 90^\circ = 180^\circ = \pi \text{ rad}$
 $\theta + \alpha = 90^\circ = \pi/2 \text{ rad}$

$$\operatorname{sen}^2(\theta) + \cos^2(\theta) = 1 \text{ (identidade trigonométrica)}$$

$$a^2 = b^2 + c^2 \text{ (Teorema de Pitágoras)}$$

$$b = \sqrt{a^2 - c^2}$$

$$c = \sqrt{a^2 - b^2}$$

Ângulo θ

$$\operatorname{sen}(\theta) = \frac{b}{a} \Rightarrow b = a \cdot \operatorname{sen}(\theta)$$

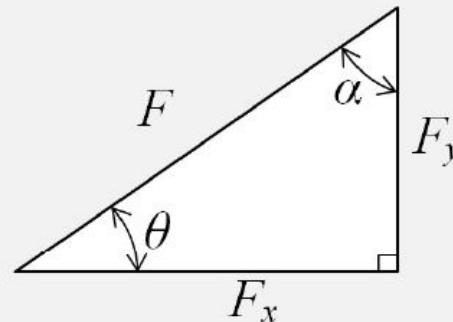
$$\cos(\theta) = \frac{c}{a} \Rightarrow c = a \cdot \cos(\theta)$$

Ângulo α

$$\operatorname{sen}(\alpha) = \frac{c}{a} \Rightarrow c = a \cdot \operatorname{sen}(\alpha)$$

$$\cos(\alpha) = \frac{b}{a} \Rightarrow b = a \cdot \cos(\alpha)$$

Relações de Triângulo Retângulo para Força



Ângulo θ

$$\sin(\theta) = \frac{F_y}{F} \Rightarrow F_y = F \cdot \sin(\theta)$$

$$\cos(\theta) = \frac{F_x}{F} \Rightarrow F_x = F \cdot \cos(\theta)$$

Ângulo α

$$\sin(\alpha) = \frac{F_x}{F} \Rightarrow F_x = F \cdot \sin(\alpha)$$

$$\cos(\alpha) = \frac{F_y}{F} \Rightarrow F_y = F \cdot \cos(\alpha)$$

$$\sin^2(\theta) + \cos^2(\theta) = 1 \text{ (identidade trigonométrica)}$$

$$F^2 = F_x^2 + F_y^2 \text{ (Teorema de Pitágoras)}$$

$$F_x = \sqrt{F^2 - F_y^2}$$

$$F_y = \sqrt{F^2 - F_x^2}$$

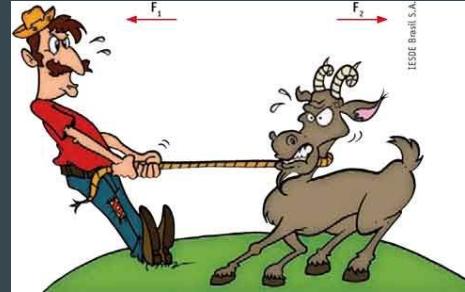
A soma dos ângulos internos de um triângulo é 180° e $1 \cdot \pi \text{ rad} = 180^\circ$

$$\theta + \alpha + 90^\circ = 180^\circ = \pi \text{ rad}$$

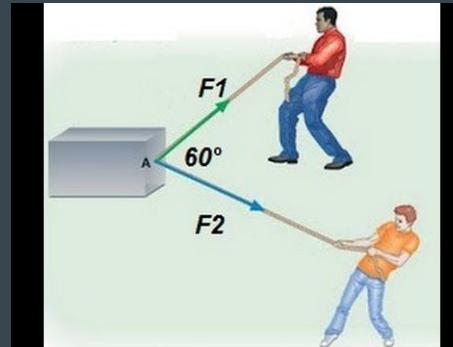
$$\theta + \alpha = 90^\circ = \pi/2 \text{ rad}$$

Força Resultante

→ É a soma de todas as forças que atuam sobre um corpo



$$F_R = F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_n = \sum_{i=1}^n F_i.$$

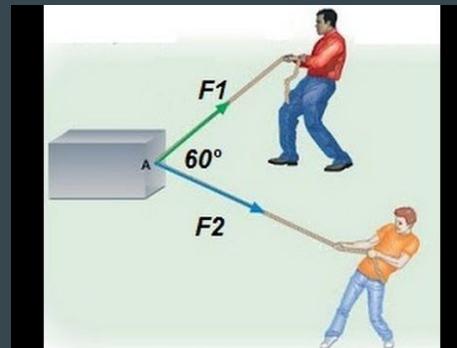
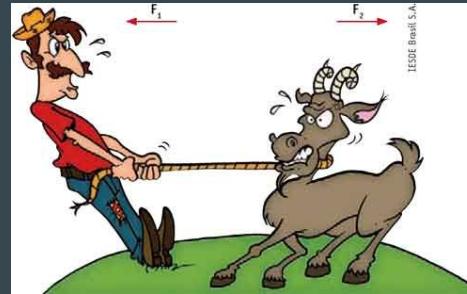


$$\text{direção x: } \rightarrow \sum_{i=1}^n F_{i(x)} = F_{R(x)},$$

$$\text{direção y: } \uparrow \sum_{i=1}^n F_{i(y)} = F_{R(y)}.$$

Força Resultante

→ É a soma de todas as forças que atuam sobre um corpo



$$F_R = F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_n = \sum_{i=1}^n F_i.$$

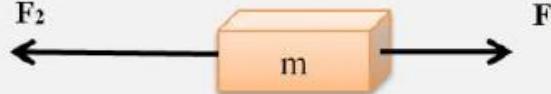
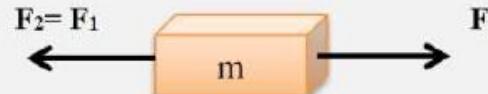
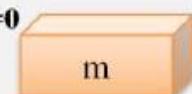
O sentido define o sinal:

Pra direita → +
Pra esquerda → -

direção x: $\rightarrow \sum_{i=1}^n F_{i(x)} = F_{R(x)}$,

direção y: $\uparrow \sum_{i=1}^n F_{i(y)} = F_{R(y)}$.

Pra cima → +
Pra baixo → -

Forças Externas (F_i)	Força Resultante (F_R)
(a) 	
(b) 	
(c) 	

2º Lei de Newton: Massas

- A Lei da Inércia diz que para retirar o corpo do equilíbrio a força resultante sobre ele deve ser não nula
- Como efeito, a velocidade do corpo varia
- Se a velocidade varia, existe aceleração
- Quanto maior a massa de um corpo, mais difícil é variar a velocidade dele (maior a **Inércia**)
- Logo, força resultante não nula leva à aceleração, e quanto maior a massa menor a aceleração. Ou, colocando esse monte de informação de uma forma simples e elegante:

2º Lei de Newton: Massas

$$\underbrace{\sum_{i=1}^n F_{ext(i)}}_{\substack{\text{somatória das } n \\ \text{forças externas}}} = \underbrace{F_R}_{\substack{\text{força resultante}}} = \underbrace{m}_{\substack{\text{massa=} \\ \text{Inércia}}} \cdot \underbrace{a_R}_{\substack{\text{aceleração} \\ \text{resultante}}} \quad (N).$$

Se o sistema é 2D:

$$\begin{aligned} \text{direção x: } & \rightarrow \sum_{i=1}^n F_{i(x)} = F_{R(x)} = m \cdot a_{R(x)} \\ \text{direção y: } & + \uparrow \sum_{i=1}^n F_{i(y)} = F_{R(y)} = m \cdot a_{R(y)} \end{aligned},$$

3º Lei de Newton: Ação e Reação

Sempre que um corpo exerce uma força sobre outro corpo, este exerce uma força igual (direção e módulo) e de sentido oposto sobre o primeiro corpo

→ Reação possui mesmo módulo e direção que a Ação, mas sentido oposto



Link: <https://www.youtube.com/watch?v=tG65CGR1adU>

Resumindo:

1^a Lei: Se um corpo se encontra em equilíbrio estático (parado) ou dinâmico (se movimento em linha reta com velocidade constante) é porque $F_R = 0$ (a força resultante é igual a zero). Força resultante é o somatório de todas as forças externas que atuam no corpo.

2^a Lei: Se $F_R \neq 0$ então $F_R = m \cdot a_R$ o corpo se encontra acelerado, com aceleração $a_R = \frac{F_R}{m}$.

3^a Lei: Princípio da ação e reação: Força sempre aparece aos pares: uma é a ação e a outra a reação. Ambas são iguais em módulo e direção, mas de sentidos opostos ($\square \rightarrow$ (ação) e (reação) $\leftarrow \diamond$).