

# Leis de Newton

Flaviano Williams Fernandes

Instituto Federal do Paraná  
Campus Irati

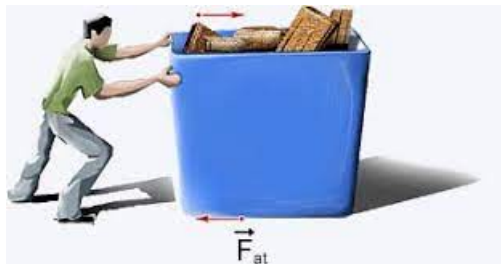
19 de outubro de 2022

# Sumário

- 1 **Primeira e terceira leis de Newton**
- 2 **Segunda lei de Newton**
- 3 **Apêndice**

## O que é força?

Quando exercemos um esforço para puxar ou empurrar um objeto estamos na verdade interagindo com ele. Essa interação capaz de alterar o seu estado de movimento é chamado de força. Podemos dizer que, para que o efeito de uma força fique totalmente definido, será necessário especificar o seu módulo, direção e sentido.



Todas as forças atuando na caixa.

### Corollary

*Toda força é uma grandeza vetorial.*

## Medida de força

Um exemplo de força é a "força peso", que representa a interação da Terra atraindo objetos que possuem massa. No caso da força, a unidade de medida escolhida pelos físicos é o peso do quilograma-padrão, ou seja, o peso de um o objeto que possui a massa do quilograma-padrão.

Outra unidade muito usada para medir força é o Newton. Esta unidade é utilizada para satisfazer as unidades de medida do sistema internacional. O seu fator de conversão seria

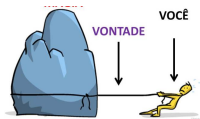
$$1\text{ kgf} = 9,8\text{ N}.$$

### Corollary

*Um quilograma-força (1kgf) é o peso do quilograma-padrão, ao nível do mar e a 45 graus de latitude.*

## Inércia

Medimos a inércia como a capacidade de um objeto mudar o seu estado de movimento sob a ação de uma força. Ou seja, se estiver em repouso ele permanecerá em repouso, e se estiver em movimento, ele permanecerá com a mesma velocidade.



Objeto com maior inércia.



Objeto com menor inércia.

## Corollary

*Geralmente a inércia aumenta com a massa do objeto.*

## Primeira Lei de Newton

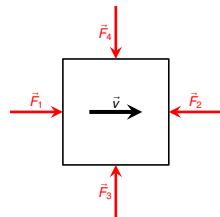
### Corollary

*Se nenhuma força resultante atua sobre um objeto, a velocidade não pode mudar, ou seja, o objeto não pode sofrer aceleração.*

Na figura ao lado, se  $F_1 = F_2$  e  $F_3 = F_4$  temos que a força resultante será zero, portanto o objeto permanecerá com a mesma velocidade  $\vec{v}$ .

### Corollary

*Mesmo que um objeto esteja submetido a várias forças, se a resultante das forças for zero, o objeto não sofrerá aceleração.*



Forças atuando em um objeto se movendo com velocidade constante.

## Terceira Lei de Newton - Ação e reação

### Terceira Lei de Newton

Quando dois objetos (1 e 2) interagem, as forças que cada objeto exerce sobre o outro são iguais em módulo e têm sentidos opostos,

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}.$$

### Corollary

*A somatória das forças no sistema é zero.*



Sistema carregador+caixa e representação da terceira lei de Newton.

## Segunda Lei de Newton

### Corollary

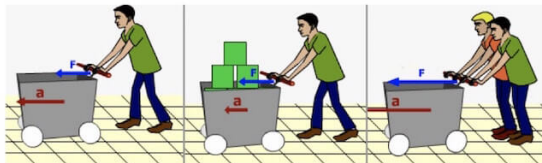
*A força resultante que age sobre um objeto é igual ao produto da massa do objeto pela aceleração. Em termos matemáticos, podemos escrever como*

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

### Corollary

*No SI a unidade de medida da força é Newton (N),*

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



Relação entre força, massa e aceleração.



## Equilíbrio de uma partícula

Sabendo que a segunda lei de Newton é uma equação vetorial, é conveniente separá-la em três equações, uma para cada eixo do sistema de coordenadas xyz,

$$F_{\text{res},x} = ma_x; \quad F_{\text{res},y} = ma_y,$$

A componente da aceleração em relação a um dado eixo é causada apenas pela soma das componentes das forças em relação a esse eixo e não por componentes de forças em relação a qualquer outro eixo.

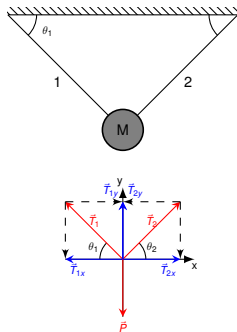


Diagrama de objeto isolado da esfera M.

## Força gravitacional

Considere o objeto de massa  $m$  caindo em queda livre. Nesse caso a única força atuando nele é a força da gravidade. Relacionando com a segunda lei de Newton ( $\vec{F} = m\vec{a}$ ) temos

$$\vec{F} = m\vec{g}.$$

Considerando que o deslocamento que o objeto realiza é insignificante ao tamanho da Terra, podemos dizer que  $\vec{g}$  é praticamente constante.

Aceleração da gravidade em diferentes latitudes.

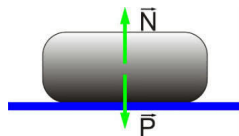
Latitude	$g(m/s^2)$
0	9,7803
30	9,7932
45	9,8017
60	9,8191
90	9,8322

### Corollary

*O peso  $P$  de um objeto é igual ao módulo da força gravitacional que age sobre o objeto, aplicando nele uma aceleração igual a  $g$ .*

## Força Normal

Considere um bloco de massa  $m$  pressionando uma mesa para baixo devido a força da gravidade  $\vec{F}_g$ . Pela terceira lei de Newton, a mesa irá empurrar o bloco para cima aplicando uma força  $\vec{F}_N$  com a mesma intensidade.



Forças peso  $\vec{P}$  e normal  $\vec{N}$ .

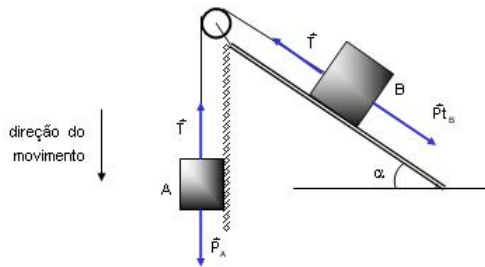
### Corollary

- ✓ Quando um objeto exerce uma força sobre uma superfície, a superfície (ainda que aparentemente rígida) se deforma e empurra o objeto com uma força normal que é perpendicular à superfície;
- ✓ A força normal será sempre perpendicular a superfície de contato.

# Tração

Quando uma corda é presa a um objeto e esticada, a corda aplica ao objeto uma força  $\vec{T}$  orientada na direção da corda. Essa força é chamada força de tração.

- ✓ A corda é frequentemente considerada sem massa;
- ✓ As forças nas duas extremidades da corda são iguais em módulo.



Tração atuando na corda e nos blocos A e B.

## Força de atrito

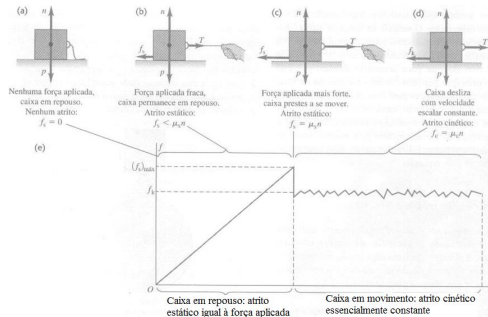
A experiência mostra que, quando um objeto não lubrificado pressiona uma superfície nas mesmas condições, a força de atrito possui três propriedades:

- ✓ Se o objeto não se move, a força de atrito se iguala em módulo a força  $\vec{F}$ ;
- ✓ A força de atrito possui valor máximo de  $f_{max} = \mu_s N$ , onde  $\mu_s$  é o coeficiente de atrito estático e  $N$  o módulo da força normal;
- ✓ Se o objeto começa a deslizar na superfície, o módulo da força de atrito diminui rapidamente para um valor dado por  $f_k = \mu_k N$ , onde  $\mu_k$  é o coeficiente de atrito cinético,  $\mu_k < \mu_s$ .

## Relação entre força de atrito e a força atuando no objeto (continuação)

- ✓ A força de atrito é zero se não há outras forças atuando no objeto;
- ✓ A força de atrito é igual a força externa se o objeto está em repouso;
- ✓ A força de atrito máxima é igual a  $\mu_s N$ .
- ✓ Se o objeto está em movimento a força de atrito é igual a  $\mu_k N$ .

Variação da força de atrito com a força aplicada



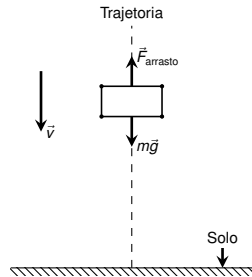
Relação entre força de atrito e a tração na corda.

## Força de arrasto

Quando um objeto se movimenta na presença de um fluido como o ar, ele experimenta uma força de resistência ao seu movimento chamada força de arrasto dado por

$$F_{arrasto} = bv^2,$$

onde  $b$  é o coeficiente de arrasto que depende da densidade do ar e da área de contato do objeto.  $F_{arrasto}$  aumenta com o quadrado da velocidade, portanto à medida que o objeto acelera  $F_{arrasto}$  aumenta.



Força de arrasto atuando em um objeto em queda.

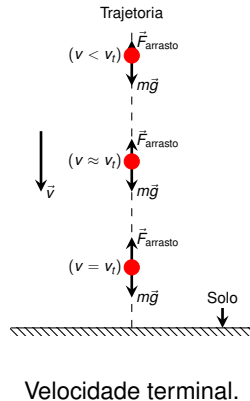
## Força de arrasto (continuação)

A força de arrasto é contrária a força da gravidade, portanto à medida que  $F_{arrasto}$  aumenta a aceleração diminui. Portanto, a velocidade atinge um limite chamado velocidade terminal  $v_t$ . Aplicando a segunda lei de Newton,

$$bv^2 - F_g = 0.$$

### Velocidade terminal

$$v_t = \sqrt{\frac{F_g}{b}}.$$

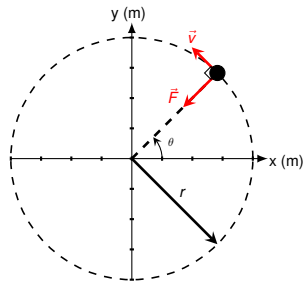




## Força centrípeta

Vimos que um objeto que descreve uma trajetória circular de raio  $r$  está sujeito a uma aceleração apontada para o centro da circunferência chamada aceleração centrípeta,  $a = v^2/r$ . Pelas leis de Newton, a aceleração em um objeto é devido a uma força resultante, portanto podemos dizer que existe uma força sendo aplicada no caso do movimento circular. Essa força é chamada de força centrípeta,

$$F = m \frac{v^2}{r}.$$



Força centrípeta e velocidade tangencial em um movimento circular.


## Alfabeto grego


Alfa	$A$	$\alpha$
Beta	$B$	$\beta$
Gama	$\Gamma$	$\gamma$
Delta	$\Delta$	$\delta$
Epsílon	$E$	$\epsilon, \varepsilon$
Zeta	$Z$	$\zeta$
Eta	$H$	$\eta$
Teta	$\Theta$	$\theta$
Iota	$I$	$\iota$
Capa	$K$	$\kappa$
Lambda	$\Lambda$	$\lambda$
Mi	$M$	$\mu$

Ni	$N$	$\nu$
Csi	$\Xi$	$\xi$
ômicon	$O$	$o$
Pi	$\Pi$	$\pi$
Rô	$P$	$\rho$
Sigma	$\Sigma$	$\sigma$
Tau	$T$	$\tau$
Ípsilon	$\Upsilon$	$\upsilon$
Fi	$\Phi$	$\phi, \varphi$
Qui	$\chi$	$\chi$
Psi	$\Psi$	$\psi$
Ômega	$\Omega$	$\omega$

## Referências e observações<sup>1</sup>

 A. Máximo, B. Alvarenga, C. Guimarães, Física. Contexto e aplicações, v.1, 2.ed., São Paulo, Scipione (2016)

 <https://brasilescola.uol.com.br/fisica/movimento-uniforme.htm>

 <https://br.freepik.com/fotos-premium/rodovia-suburbana-no-final-da-noite-vestigios-de-farois-e-lan-20424758.htm>

Esta apresentação está disponível para download no endereço  
<https://flavianowilliams.github.io/education>

---

<sup>1</sup> Este material está sujeito a modificações. Recomenda-se acompanhamento permanente.