

Leis de Newton

Flaviano Williams Fernandes

Instituto Federal do Paraná
Campus Irati

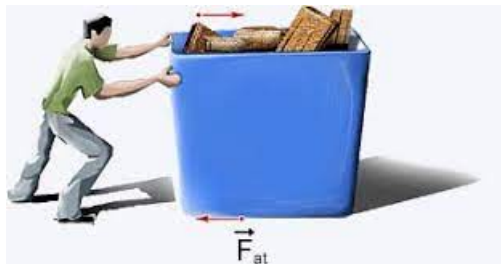
19 de outubro de 2022

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

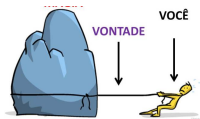
$$1\text{ kgf} = 9,8\text{ N}.$$

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

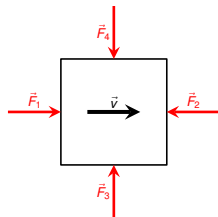
Corollary

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

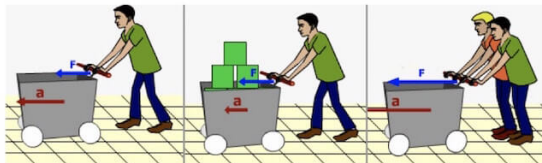
A força resultante que age sobre um objeto é igual ao produto da massa do objeto pela aceleração. Em termos matemáticos, podemos escrever como

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

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.

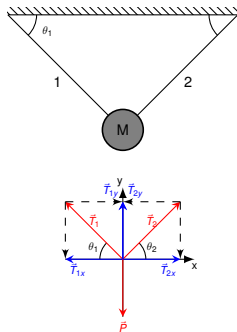


Diagrama de objeto isolado da esfera M.

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.

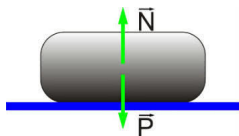
Latitude	$g(m/s^2)$
0	9,7803
30	9,7932
45	9,8017
60	9,8191
90	9,8322

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} .

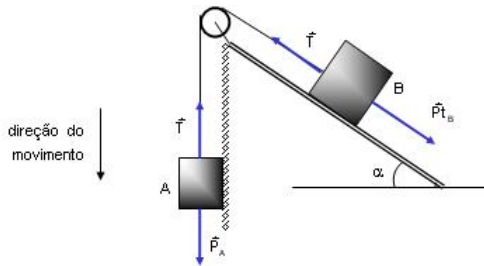
Corollary

- ✓ 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

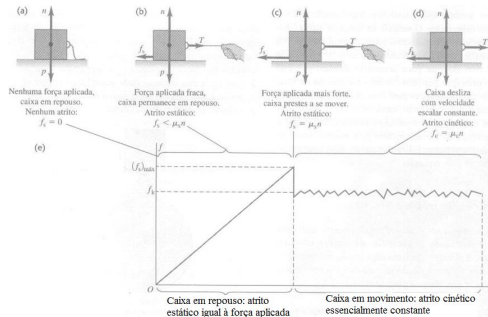
A experiência mostra que, quando um objeto não lubrificado pressiona uma superfície nas mesmas condições, a força de atrito possui três propriedades:

- ✓ 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 μ_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 μ_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



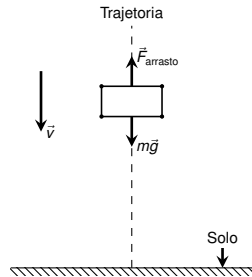
Relação entre força de atrito e a tração na corda.

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.

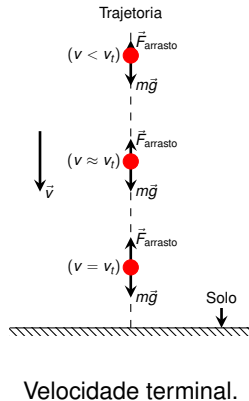
Força de arrasto (continuação)

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

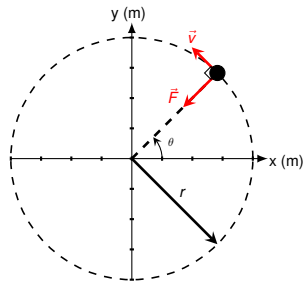
$$v_t = \sqrt{\frac{F_g}{b}}.$$



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	α
Beta	B	β
Gama	Γ	γ
Delta	Δ	δ
Epsílon	E	ϵ, ε
Zeta	Z	ζ
Eta	H	η
Teta	Θ	θ
Iota	I	ι
Capa	K	κ
Lambda	Λ	λ
Mi	M	μ

Ni	N	ν
Csi	Ξ	ξ
ômicon	O	o
Pi	Π	π
Rô	P	ρ
Sigma	Σ	σ
Tau	T	τ
Ípsilon	Υ	υ
Fi	Φ	ϕ, φ
Qui	X	χ
Psi	Ψ	ψ
Ômega	Ω	ω

Referências e observações¹

 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>

¹ Este material está sujeito a modificações. Recomenda-se acompanhamento permanente.