

As Três Leis de Newton

Prof. Dr. Edwar Montenegro

edwardmontenegro.com

14 de junho de 2025

Por que estudar Física?

O Poder da Física

- Explica fenômenos do cotidiano e tecnologias.
- Desenvolve pensamento crítico e resolução de problemas.
- Base para engenharias, robótica e exploração espacial.

Desafio

Em seu cotidiano, escolha um exemplo de movimento ou repouso e explique qual das três Leis de Newton ele ilustra e por quê.

Leis Fundamentais

- 1ª Lei – Lei da Inércia
- 2ª Lei – Lei Fundamental da Dinâmica ($F = m a$)
- 3ª Lei – Ação e Reação



Importância

Fundamento da mecânica clássica até aplicações em foguetes e robôs.

1ª Lei de Newton – Inércia

Definição

Um corpo permanece em repouso ou em movimento retilíneo uniforme, a menos que forças externas resultantes atuem sobre ele.

- **Inércia:** resistência à mudança de estado de movimento.
- Depende da massa: maior massa, maior inércia.



Exemplo 1 – Resolução

1. Pela 1ª Lei de Newton, se o movimento é retilíneo uniforme, a aceleração é nula:

$$\sum F = m a = m \times 0 = 0 \quad \Rightarrow \quad \sum F = 0 \text{ N.}$$

2. Como $a = 0$, a velocidade não varia:

$$v(t) = v_0 + a t = 4 + 0 \times 10 = 4 \text{ m/s.}$$

3. Em movimento uniforme, $d = v t = 4 \times 10 = 40 \text{ m.}$

Conclusão

Sem força resultante ($\sum F = 0$), o objeto mantém seu estado de movimento — exatamente o que afirma a 1ª Lei de Newton.

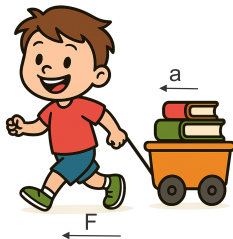
Definição

A segunda lei estabelece que a força resultante atuando sobre um corpo de massa m produz uma aceleração $\vec{a}$ que:

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

Em outras palavras, a aceleração de um objeto é diretamente proporcional à força aplicada e inversamente proporcional à sua massa.

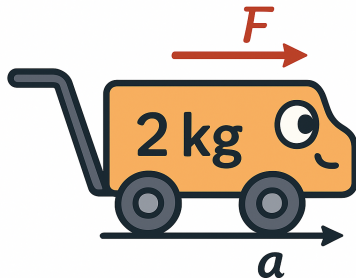
- **Direção e sentido:** mesmo vetor de $\vec{F}_{\text{res}}$.
- **Interpretação:**
 - + Força $\Rightarrow$ + Aceleração
 - + Massa $\Rightarrow$ - Aceleração
- **Unidade no SI:** $\text{N} = \text{kg m/s}^2$.



Exemplo 2

Um carrinho de massa $m = 2 \text{ kg}$ desliza sobre uma superfície sem atrito. Uma força constante $F = 10 \text{ N}$ é aplicada horizontalmente. Calcule:

1. A aceleração a do carrinho.
2. A velocidade v após $t = 3 \text{ s}$, partindo do repouso.
3. A distância x percorrida nesse intervalo de tempo.



Exemplo 2: Resolução

1. Pela 2ª Lei de Newton,

$$a = \frac{F}{m} = \frac{10}{2} = 5 \text{ m/s}^2.$$

2. Como parte do repouso ($v_0 = 0$),

$$v = v_0 + at = 0 + 5 \times 3 = 15 \text{ m/s}.$$

3. Em movimento uniformemente acelerado sem velocidade inicial,

$$x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2 = 0 + \frac{1}{2} \times 5 \times 3^2 = 22.5 \text{ m}.$$

Conclusão

Com uma força de 10 N num carrinho de 2 kg, ele acelera a 5 m/s^2 , atingindo 15 m/s em 3 s e percorrendo 22.5 m.

Plano Inclinado

Definição

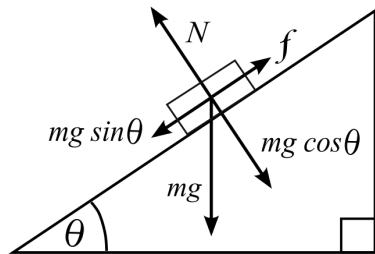
Superfície plana inclinada que forma um ângulo θ com a horizontal. Usada para decompor o peso em:

$$W = mg, \quad W_{\parallel} = mg \sin \theta, \quad W_{\perp} = mg \cos \theta.$$

Na ausência de atrito, a normal vale

$N = W_{\perp}$. Se houver atrito,

$$F_{\text{atrito}} = \mu N = \mu mg \cos \theta.$$



Exemplo 3 – Plano Inclinado

Problema

Um bloco de massa $m = 3 \text{ kg}$ desliza sobre um plano inclinado que forma $\theta = 30^\circ$ com a horizontal. O coeficiente de atrito entre o bloco e o plano é $\mu = 0,2$. Calcule:

1. A força normal N .
2. A força de atrito F_{atrito} .
3. A aceleração a do bloco.

Exemplo 3 – Plano Inclinado - Resolução

1. Força normal:

$$N = mg \cos \theta = 3 \times 10 \times \cos 30^\circ = 30 \times 0,866 \approx 25.98 \text{ N.}$$

2. Força de atrito:

$$F_{\text{atrito}} = \mu N = 0,2 \times 25,98 \approx 5.20 \text{ N.}$$

3. Aceleração resultante:

A componente do peso paralela ao plano é $mg \sin \theta = 3 \times 10 \times 0,5 = 15 \text{ N}$. Logo,

$$F_{\text{res}} = mg \sin \theta - F_{\text{atrito}} = 15 - 5,20 = 9.80 \text{ N,}$$

e

$$a = \frac{F_{\text{res}}}{m} = \frac{9,80}{3} \approx 3.27 \text{ m/s}^2.$$

Conclusão

O bloco sofre uma aceleração de aproximadamente 3.27 m/s^2 descendo o plano.

Principais Unidades no SI

- **Massa (m):** kg (quilograma)
- **Comprimento (L):** m (metro)
- **Tempo (t):** s (segundo)
- **Aceleração (a):** m/s^2
- **Força (F):** $\text{N} = \text{kg m/s}^2$

Exemplos Práticos

- $0.000\,25\,\text{N} = 2.5 \times 10^{-4}\,\text{N}$
- $5\,\text{m/s}^2 = 5\,\text{m/s}^2$ (sem notação científica)
- $3 \times 10^3\,\text{kg} = 3,0 \times 10^3\,\text{kg}$

Dica

Sempre inclua *unidades* e, para grandezas muito grandes ou pequenas, use *notação científica* ($a \times 10^n$) para clareza e precisão.

3ª Lei de Newton – Ação e Reação



Definição

Se um corpo A exerce força $\vec{F}_{A \rightarrow B}$ em B , então B exerce em A $\vec{F}_{B \rightarrow A} = -\vec{F}_{A \rightarrow B}$.

- Par de forças iguais e opostas.
- Fundamental em propulsão de foguetes e mecânica de natação.

Exemplo 4 – Propulsão de Foguetes

A cada segundo, o motor de um foguete expelle 100 kg de gás para baixo a $v = 2000 \text{ m/s}$. Qual é a força (empuxo) que faz o foguete subir?

Resolução Simplificada

- Em 1 s, sai $m = 100 \text{ kg}$ de gás.
- Velocidade de ejeção: $v = 2000 \text{ m/s}$.
- A força é dada por $F = m \times v$:

$$F = 100 \times 2000 = 200\,000 \text{ N}.$$

Interpretação

Uma força de $2 \times 10^5 \text{ N}$ é suficiente para levantar cerca de 20 000 kg contra a gravidade — por isso pode lançar um foguete ao espaço!



Indústria 4.0

- **Robôs industriais:** braços manipuladores usam a 2ª Lei para controlar acelerações precisas.
- **Linhas de montagem:** sensores detectam variações de força para manter velocidade constante (1ª Lei).

Transporte e Espaço

- **Carros autônomos:** frenagem inteligente e compensação de inércia para maior segurança.
- **Drones e UAVs:** ajustes de empuxo e torque (3ª Lei) garantem estabilidade em manobras.
- **Exploração espacial:** cálculo de empuxo de foguetes e previsão de trajetórias orbitais.

Por que importa?

Entender como forças, massas e acelerações se relacionam é essencial para projetar qualquer máquina que mova, pare ou controle objetos com precisão.