

Física I

Semana 05 - Aula 2

2ª e 3ª Leis de Newton

Prof. Henrique Antonio Mendonça Faria

Segunda lei de Newton

- Segundo a primeira lei de Newton, quando um corpo sofre uma força resultante nula, ele se move com velocidade constante e aceleração zero.

Segunda lei de Newton

- Segundo a primeira lei de Newton, quando um corpo sofre uma força resultante nula, ele se move com velocidade constante e aceleração zero.
- Uma força resultante que atue sobre um corpo faz com que este acelere na mesma direção da força resultante.

(a) Um disco de hóquei com velocidade constante (em equilíbrio): $\Sigma \vec{F} = 0$, $\vec{a} = 0$

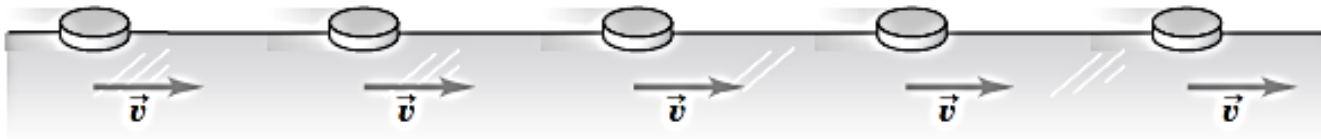
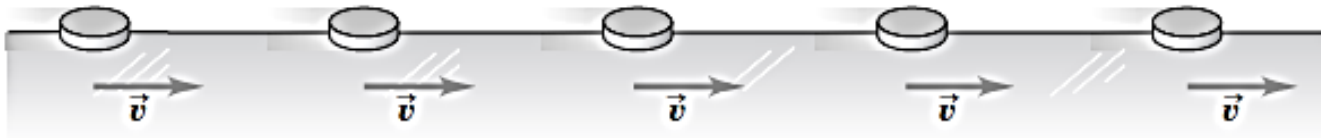


Figura 4.13 Relação entre a aceleração de um corpo e a força resultante que atua sobre ele (um disco de hóquei sobre uma superfície sem atrito).

Fonte: Sears e Zemansky

(a) Um disco de hóquei com velocidade constante (em equilíbrio): $\Sigma \vec{F} = 0$, $\vec{a} = 0$



(b) Uma força resultante constante no sentido do movimento provoca uma aceleração constante no mesmo sentido da força resultante.

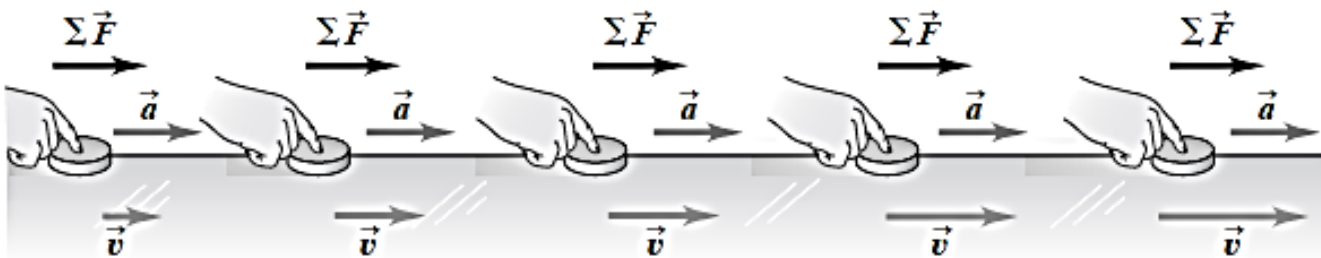
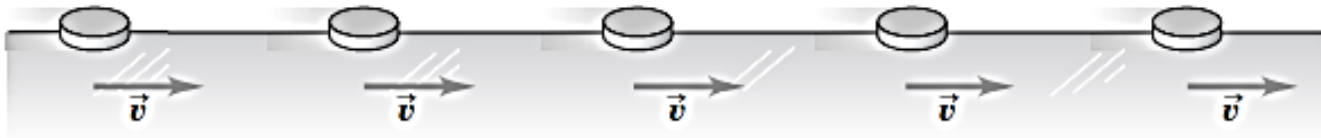


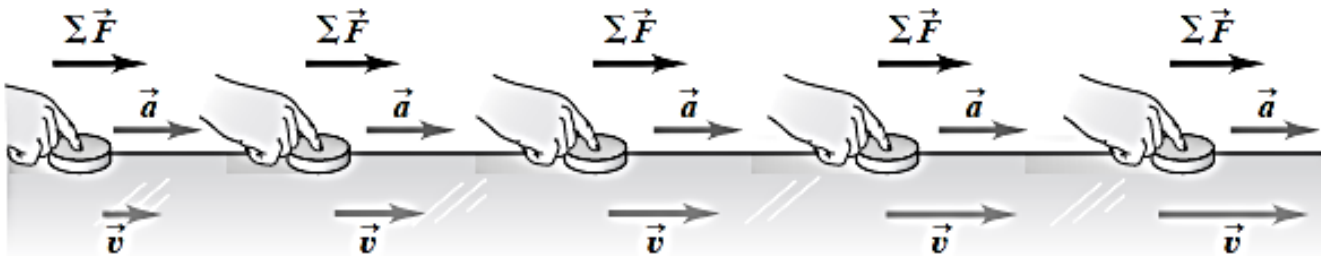
Figura 4.13 Relação entre a aceleração de um corpo e a força resultante que atua sobre ele (um disco de hóquei sobre uma superfície sem atrito).

Fonte: Sears e Zemansky

(a) Um disco de hóquei com velocidade constante (em equilíbrio): $\Sigma \vec{F} = 0$, $\vec{a} = 0$



(b) Uma força resultante constante no sentido do movimento provoca uma aceleração constante no mesmo sentido da força resultante.



(c) Uma força resultante constante no sentido oposto do movimento provoca uma aceleração constante no mesmo sentido da força resultante.

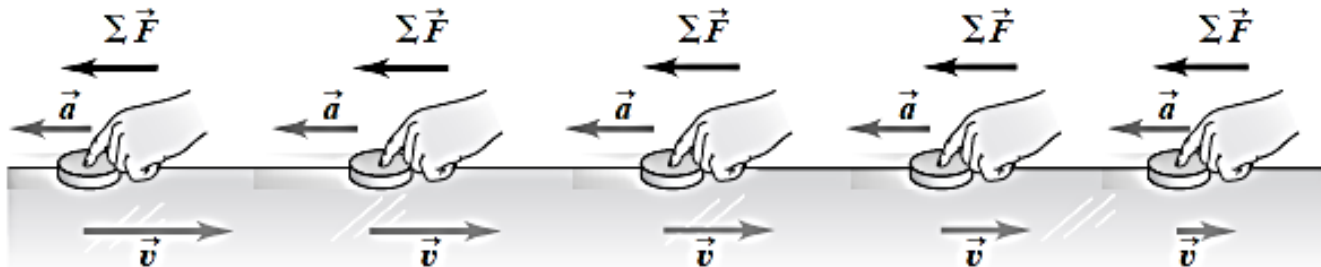


Figura 4.13 Relação entre a aceleração de um corpo e a força resultante que atua sobre ele (um disco de hóquei sobre uma superfície sem atrito).

Fonte: Sears e Zemansky

Segunda lei de Newton

- A experiência prova que a aceleração será constante, se a força resultante for constante.

Segunda lei de Newton

- A experiência prova que a aceleração será constante, se a força resultante for constante.
- Se o módulo da força resultante for constante assim será o módulo de aceleração.

Segunda lei de Newton

- A experiência prova que a aceleração será constante, se a força resultante for constante.
- Se o módulo da força resultante for constante assim será o módulo de aceleração.
- Essas conclusões sobre força resultante e aceleração também se aplicam a um corpo que se move ao longo de uma trajetória curva.

Segunda lei de Newton

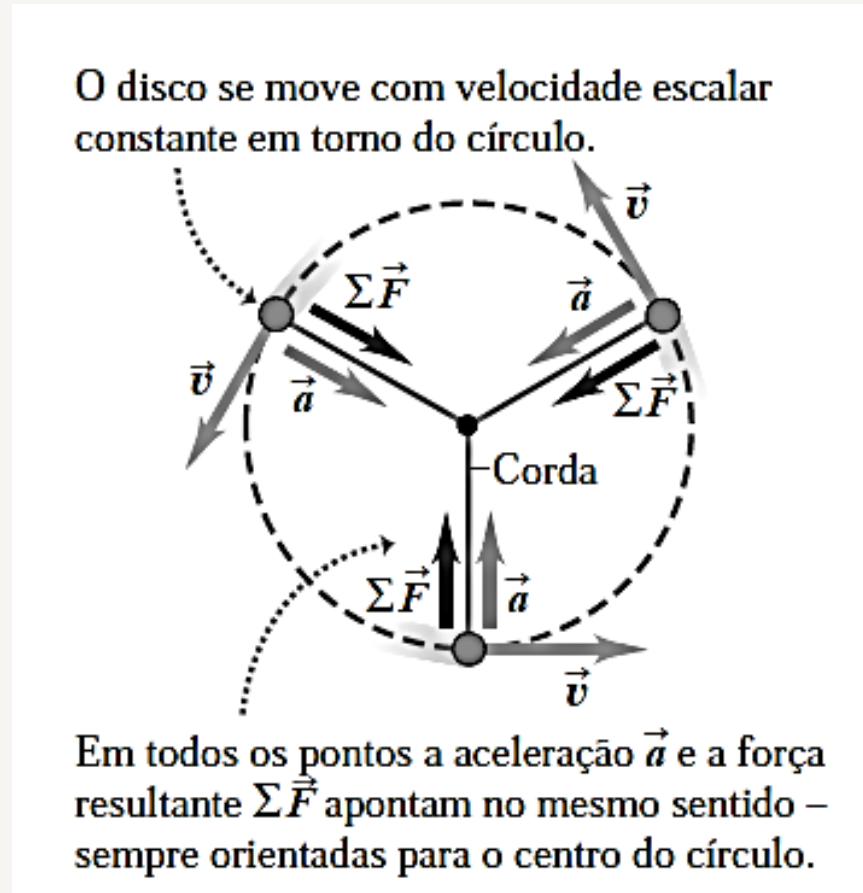
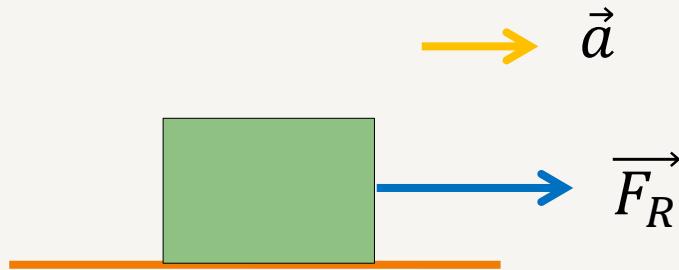


Figura 4.14 Visão aérea de um disco de hóquei em movimento circular uniforme sobre uma superfície horizontal sem atrito e preso por um fio.

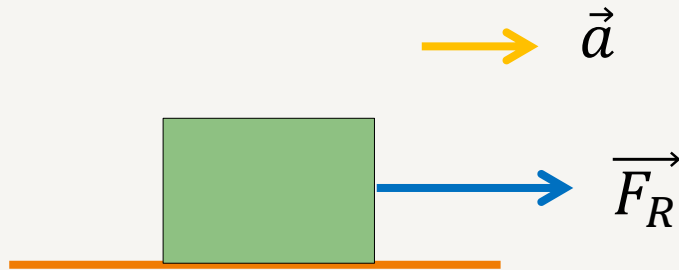
Fonte: Sears e Zemansky

Massa e força



- Superfície sem atrito;
- Força constante.

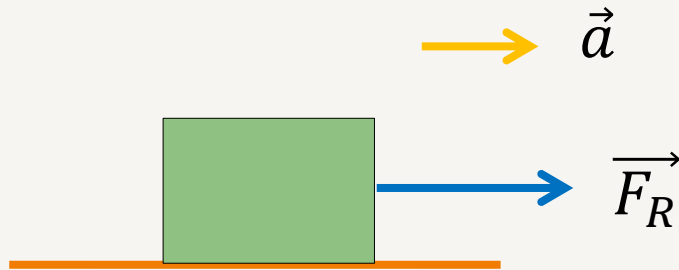
Massa e força



- Superfície sem atrito;
- Força constante.

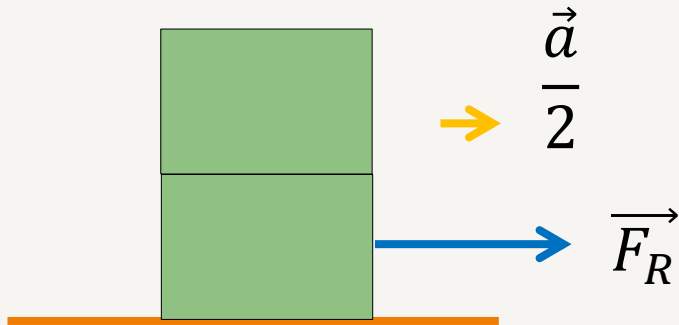
$$a \propto F_R \quad \Rightarrow \quad \frac{F_R}{a} = \textit{constante}$$

Massa e força

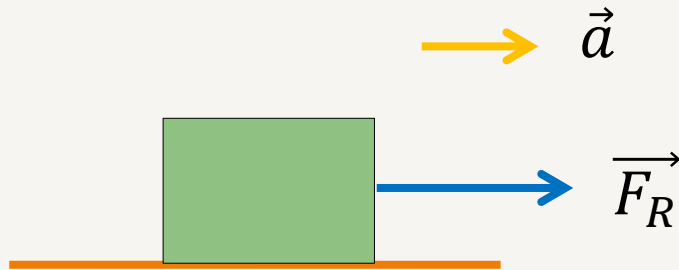


- Superfície sem atrito;
- Força constante.

$$a \propto F_R \quad \Rightarrow \quad \frac{F_R}{a} = \textit{constante}$$



Massa e força

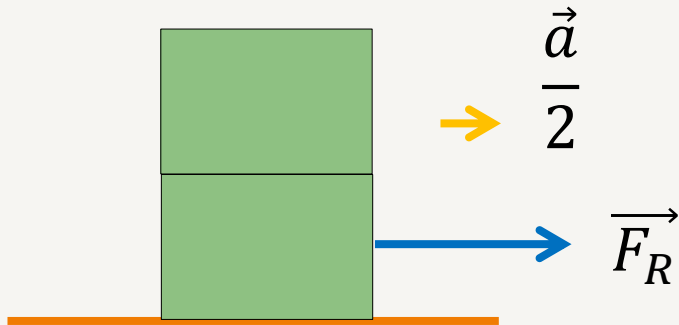


$$a \propto F_R$$

\Rightarrow

$$\frac{F_R}{a} = \textit{constante}$$

- Superfície sem atrito;
- Força constante.



$$\frac{F_R}{a} = m \text{ [kg]}_{SI}$$

m: massa inercial

Massa e força

- As experiências indicam que para um dado corpo, a razão entre o módulo da força resultante e o módulo da aceleração é constante.

Massa e força

- As experiências indicam que para um dado corpo, a razão entre o módulo da força resultante e o módulo da aceleração é constante.
- Essa razão denomina-se massa inercial do corpo, ou simplesmente massa.

Massa e força

- A força resultante que atua sobre um corpo é a responsável pela aceleração do corpo.

Massa e força

- A força resultante que atua sobre um corpo é a responsável pela aceleração do corpo.
- O módulo da força resultante que atua sobre o corpo se relaciona com o módulo da aceleração que ela produz.

Massa e força

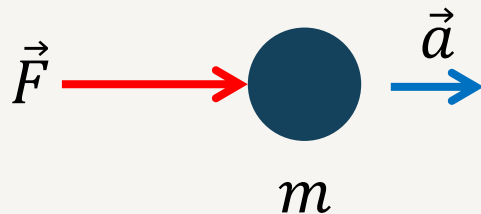
- A força resultante que atua sobre um corpo é a responsável pela aceleração do corpo.
- O módulo da força resultante que atua sobre o corpo se relaciona com o módulo da aceleração que ela produz.
- A força resultante possui a mesma direção e o mesmo sentido da aceleração.

2ª Lei de Newton

“Quando uma força resultante externa atua sobre um corpo, ele se acelera. A aceleração possui a mesma direção e o mesmo sentido da força resultante.”

2ª Lei de Newton

“Quando uma força resultante externa atua sobre um corpo, ele se acelera. A aceleração possui a mesma direção e o mesmo sentido da força resultante.”



$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

Unidade de força

- Um **newton** é o valor de uma força que imprime a um corpo de um quilograma de massa uma aceleração de um metro por segundo ao quadrado.

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

Quatro aspectos da 2ª Lei

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

1. A equação é vetorial.

Quatro aspectos da 2ª Lei

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

1. A equação é vetorial.
2. As forças atuantes são externas.

Quatro aspectos da 2ª Lei

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

1. A equação é vetorial.
2. As forças atuantes são externas.
3. Equação válida para massa constante.

Quatro aspectos da 2ª Lei

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

1. A equação é vetorial.
2. As forças atuantes são externas.
3. Equação válida para massa constante.
4. Válida para referenciais inerciais.

Peso

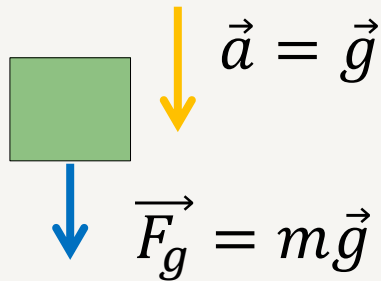
- Módulo do peso é igual ao módulo da Força gravitacional que age sobre o corpo.

Massa

Peso

Massa

- Módulo do peso é igual ao módulo da Força gravitacional que age sobre o corpo.
- Atua quer o corpo esteja em movimento, quer não.

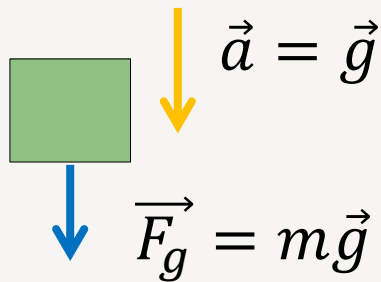


$$\sum \vec{F} = \vec{F}_g$$

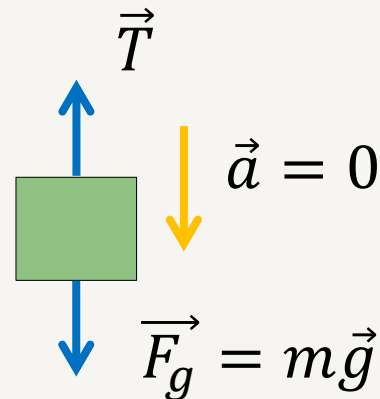
Peso

Massa

- Módulo do peso é igual ao módulo da Força gravitacional que age sobre o corpo.
- Atua quer o corpo esteja em movimento, quer não.



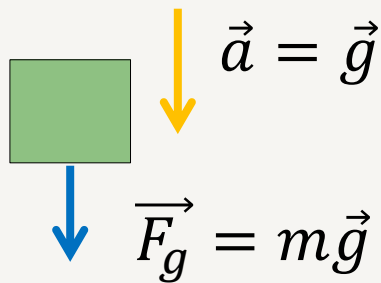
$$\sum \vec{F} = \vec{F}_g$$



$$\sum \vec{F} = 0$$

Peso

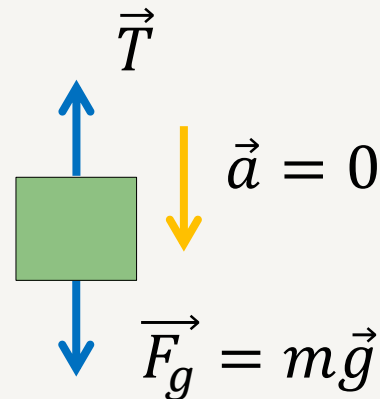
- Módulo do peso é igual ao módulo da Força gravitacional que age sobre o corpo.
- Atua quer o corpo esteja em movimento, quer não.



$$\sum \vec{F} = \vec{F}_g$$

Massa

- ✓ Inércia de um corpo;
- ✓ $> m \rightarrow > F \rightarrow a$



$$\sum \vec{F} = 0$$

Peso

Massa

- Pode ser usado para medir a massa de um corpo.

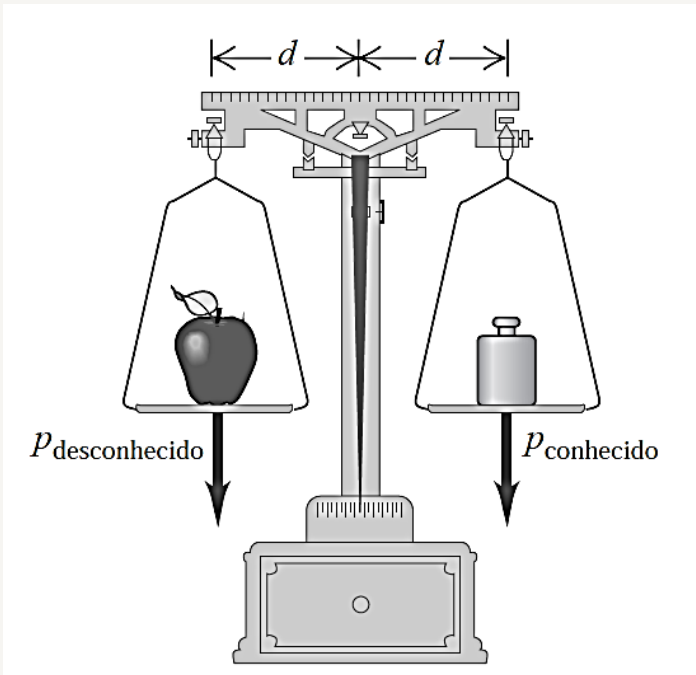
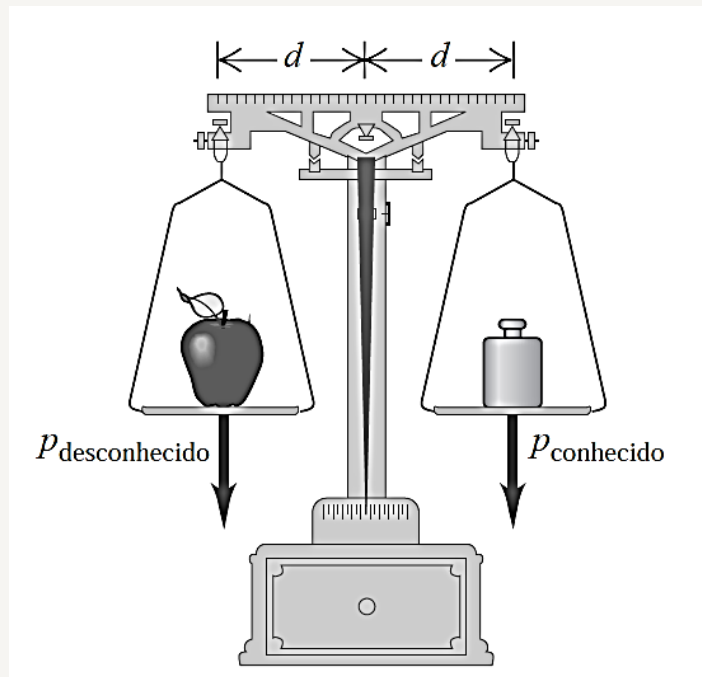


Figura 4.24 Uma balança de braços iguais determina a massa de um corpo (como uma maçã) comparando o seu peso a um dado peso.

Fonte: Sears e Zemansky

Peso

- Pode ser usado para medir a massa de um corpo.



Massa

Com os braços equilibrados

$$\vec{F}_{gL} = \vec{F}_{gR}$$

$$m_L \vec{g} = m_R \vec{g}$$

$$m_L = m_R$$

Figura 4.24 Uma balança de braços iguais determina a massa de um corpo (como uma maçã) comparando o seu peso a um dado peso.

Fonte: Sears e Zemansky

Terceira lei de Newton

- Uma força atuando sobre um corpo é sempre o resultado de uma interação com outro corpo.

Terceira lei de Newton

- Uma força atuando sobre um corpo é sempre o resultado de uma interação com outro corpo.
- De modo que as forças sempre ocorrem em pares.

Terceira lei de Newton

- Uma força atuando sobre um corpo é sempre o resultado de uma interação com outro corpo.
- De modo que as forças sempre ocorrem em pares.
- Quando você chuta uma bola, a força para a frente que seu pé exerce sobre ela faz a bola mover-se ao longo da sua trajetória, porém, você sente a força que a bola exerce sobre seu pé.

Terceira lei de Newton

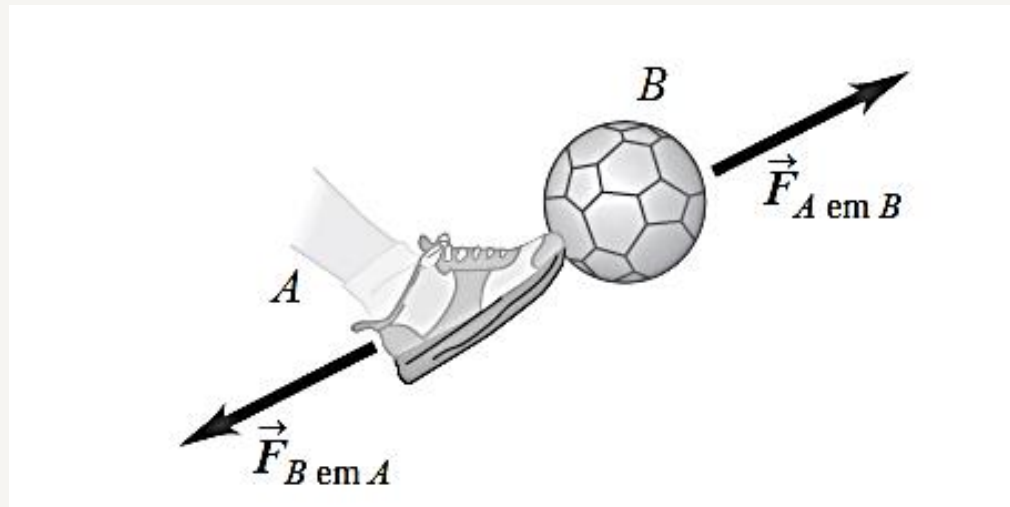


Figura 4.25 Quando um corpo A exerce uma força $\vec{F}_{A \text{ em } B}$, então o corpo B exerce uma força $\vec{F}_{B \text{ em } A}$, que possui o mesmo módulo e a mesma direção, mas sentido contrário.

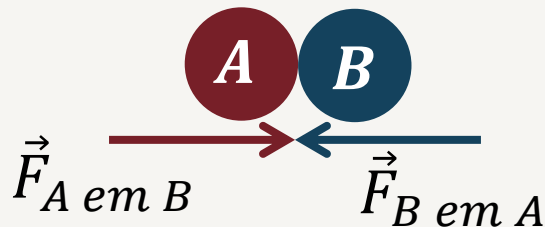
Fonte: Sears e Zemansky

Terceira lei de Newton

“A ação de uma força exercida por um corpo (A) sobre um outro corpo (B) corresponde a uma força contrária de reação, de mesma intensidade e direção, mas em sentido contrário exercida pelo segundo corpo (B) em (A).”

Terceira lei de Newton

“A ação de uma força exercida por um corpo (A) sobre um outro corpo (B) corresponde a uma força contrária de reação, de mesma intensidade e direção, mas em sentido contrário exercida pelo segundo corpo (B) em (A).”



$$\vec{F}_{A \text{ em } B} = -\vec{F}_{B \text{ em } A}$$

Terceira lei de Newton

- Na Figura da bola de futebol, a ação e a reação são forças de contato que estão presentes somente enquanto os dois corpos se tocam.

Terceira lei de Newton

- Na Figura da bola de futebol, a ação e a reação são forças de contato que estão presentes somente enquanto os dois corpos se tocam.
- Porém, a terceira lei de Newton também se aplica para as forças de longo alcance que não necessitam do contato físico entre os corpos, como no caso da atração gravitacional.

Exemplo da terceira Lei

(a) As forças que atuam sobre a maçã.

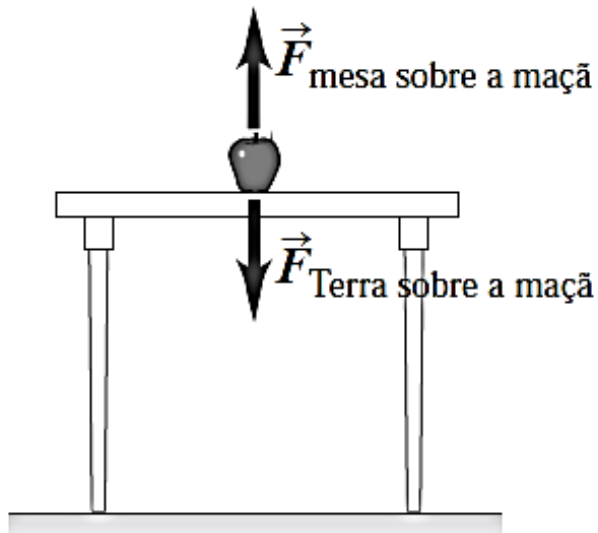
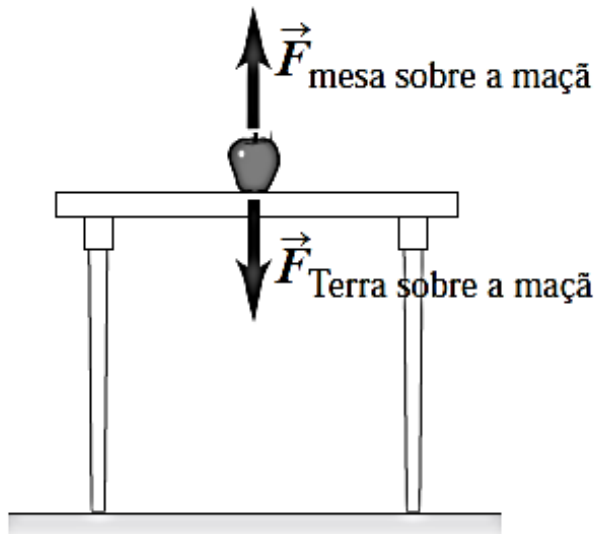


Figura 4.26 As duas forças em um par de ação e reação sempre atuam sobre corpos diferentes.

Fonte: Sears e Zemansky

Exemplo da terceira Lei

(a) As forças que atuam sobre a maçã.



(b) O par de ação e reação para a interação entre a maçã e a Terra.

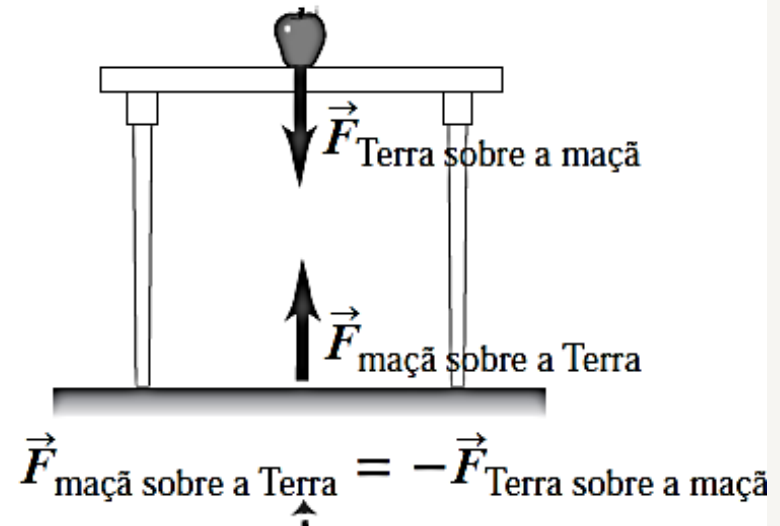


Figura 4.26 As duas forças em um par de ação e reação sempre atuam sobre corpos diferentes.

Fonte: Sears e Zemansky

Exemplo da terceira Lei

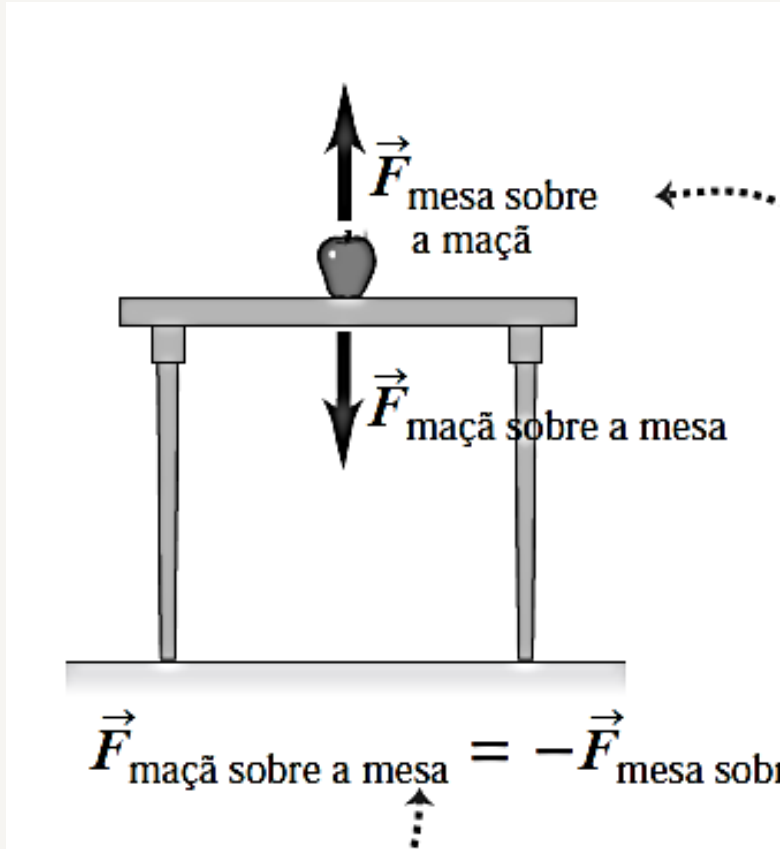


Figura 4.26 As duas forças em um par de ação e reação sempre atuam sobre corpos diferentes.

Fonte: Sears e Zemansky

Exemplo da terceira Lei

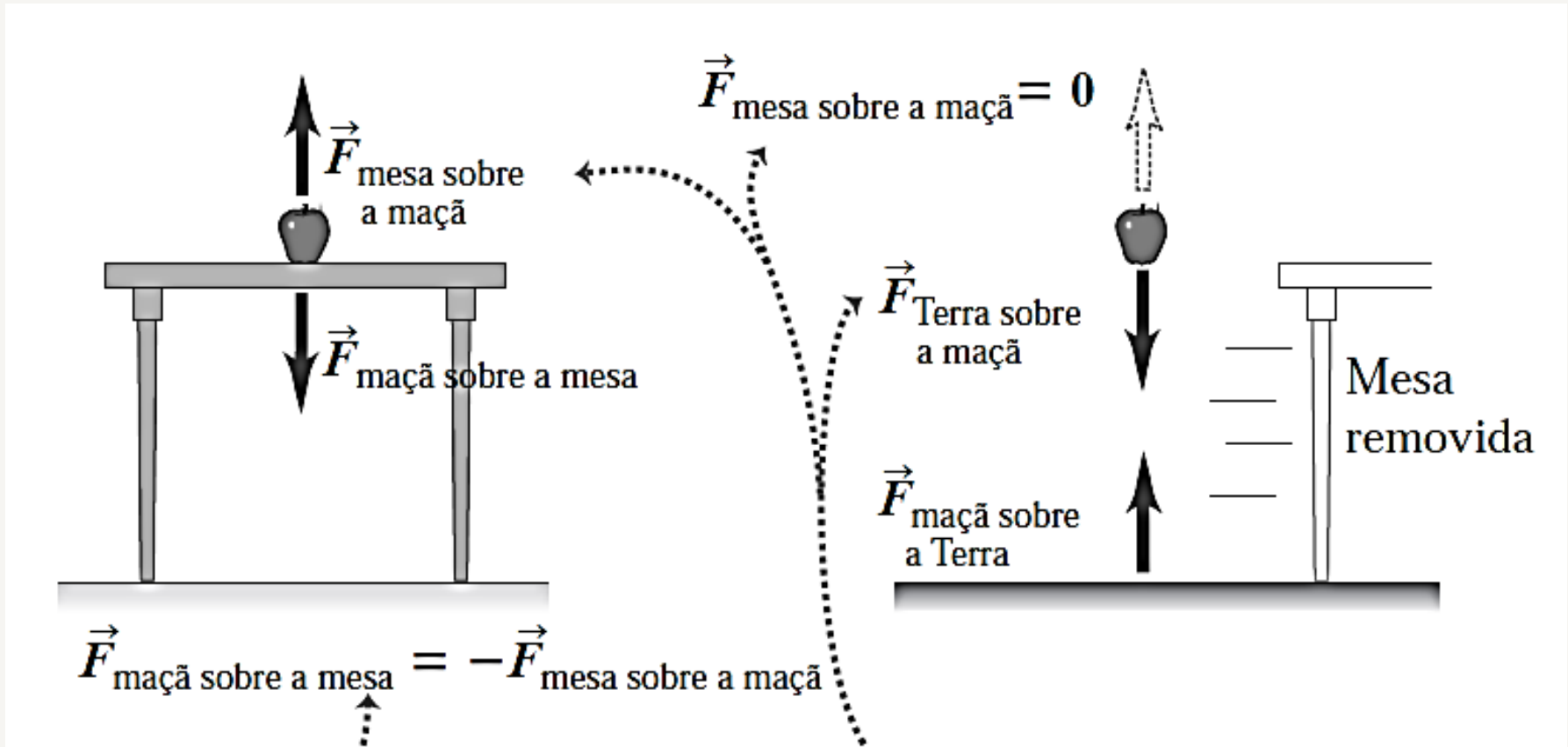


Figura 4.26 As duas forças em um par de ação e reação sempre atuam sobre corpos diferentes.

Fonte: Sears e Zemansky

Diagramas do corpo livre

- As três leis de Newton contêm todos os princípios básicos necessários para a solução de uma grande variedade de problemas de mecânica.

Diagramas do corpo livre

- As três leis de Newton contêm todos os princípios básicos necessários para a solução de uma grande variedade de problemas de mecânica.
- Há três noções e técnicas úteis na solução de quaisquer problemas referentes às leis de Newton, indicados a seguir.

Diagramas do corpo livre

1. A primeira e a segunda leis de Newton se aplicam a um corpo específico. Deve-se definir logo de início o corpo sobre qual serão aplicadas.

Diagramas do corpo livre

1. A primeira e a segunda leis de Newton se aplicam a um corpo específico. Deve-se definir logo de início o corpo sobre qual serão aplicadas.
2. Só importam as forças que atuam sobre o corpo. A soma inclui todas as forças que atuam sobre o corpo em questão.

Diagramas do corpo livre

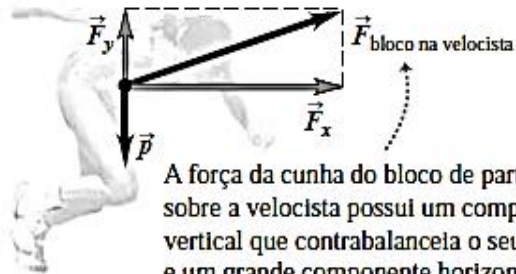
1. A primeira e a segunda leis de Newton se aplicam a um corpo específico. Deve-se definir logo de início o corpo sobre qual serão aplicadas.
2. Só importam as forças que atuam sobre o corpo. A soma inclui todas as forças que atuam sobre o corpo em questão.
3. Um diagrama do corpo livre é um diagrama que mostra o corpo escolhido 'livre' das suas vizinhanças, com vetores desenhados para mostrar o módulo, a direção e o sentido de todas as forças que atuam sobre o corpo.

Diagrama de corpo livre

(a)



(b)



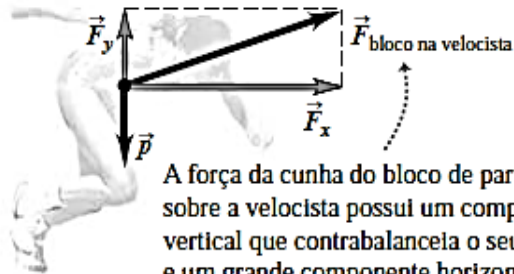
A força da cunha do bloco de partida sobre a velocista possui um componente vertical que contrabalança o seu peso e um grande componente horizontal que faz com que ela acelere.

Figura 4.30 Exemplos de diagramas de corpo livre. Em cada caso, o diagrama de corpo livre mostra todas as forças externas que atuam sobre o objeto.

Fonte: Sears e Zemansky

Diagrama de corpo livre

(a)



A força da cunha do bloco de partida sobre a velocista possui um componente vertical que contrabalança o seu peso e um grande componente horizontal que faz com que ela acelere.

(b)



Para pular, um jogador de basquete empurra os pés contra o solo, aumentando a força de reação \vec{n} do solo, que o empurra para cima.

Este jogador é um objeto em queda livre.

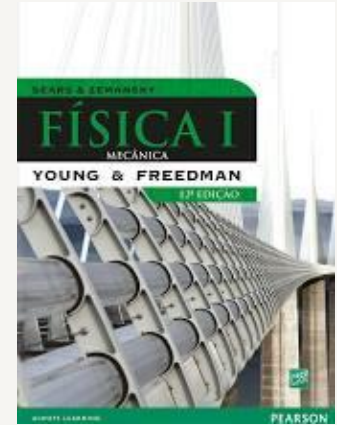
Figura 4.30 Exemplos de diagramas de corpo livre. Em cada caso, o diagrama de corpo livre mostra todas as forças externas que atuam sobre o objeto.

Fonte: Sears e Zemansky

Referências

1. H.D. YOUNG, R.A. FREEDMAN, Sears e Zemansky, Física I – Mecânica, Addison Wesley Ed, São Paulo, 12a Edição, 2008. Disponível em:

<https://plataforma.bvirtual.com.br/Acervo/Publicacao/270>



2. M. ALONSO e, E.J. FINN, Física: Um Curso Universitário. v.1, Editora Edgard Blucher Ltda, São Paulo, 1999. Disponível em:

<https://plataforma.bvirtual.com.br/Acervo/Publicacao/158847>



Contatos



profhenriquefaria.com



henrique.faria@unesp.br