

Dinâmica

Análise
Vetorial

- 1 - Introdução;**
- 2 - Forças;**
- 3 - Leis de Newton;**
- 4 - As Principais Forças da Dinâmica;**
- 5 - Aplicações das Forças da Dinâmica;**
- 6 - Forças em trajetórias curvilíneas;**

Análise
escalar

- 7 - Trabalho;**
- 8 - Potência;**
- 9 - Energia Mecânica;**

Dinâmica
das
colisões

- 10 - Impulso;**
- 11 - Quantidade de movimento;**
- 12 - Colisões.**

1 - Introdução

Cinemática x Dinâmica

Cinemática

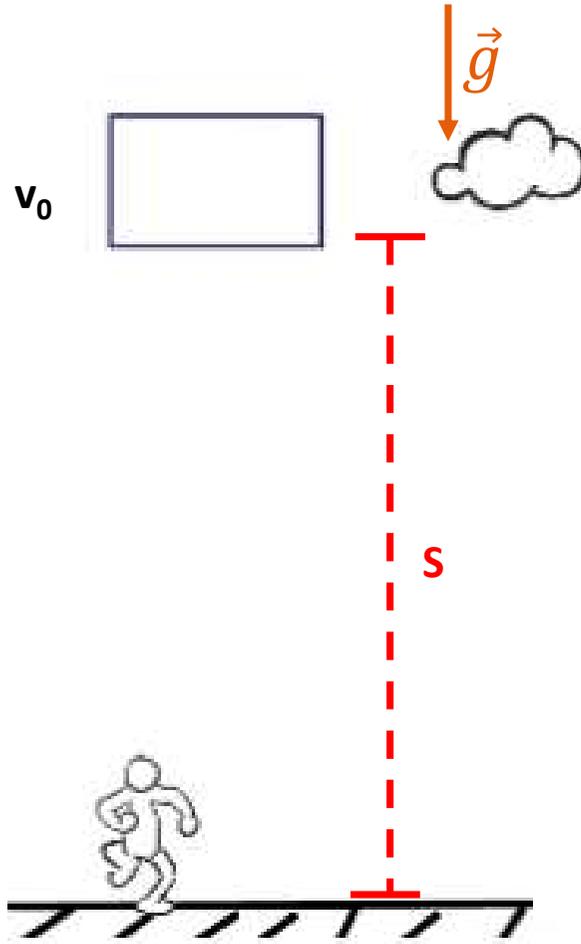
Estuda os movimentos sem importar as causas do movimento

Espaço – S

Tempo – T

Velocidade – v

Aceleração – a



Dinâmica

Estuda as causas do movimento

Massa - m

Força – F

Energia – E

- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei - Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 - Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

6 - Forças em trajetórias curvilíneas

2 - Forças

2.1 - Definição

É o agente físico que pode produzir em um corpo deslocamento (Fig.01) ou deformação (Fig.02); cujo efeito dinâmico é a aceleração.

Fig. 01 – Deslocamento do corpo



Efeito dinâmico

Fig. 02 – Deformação do corpo



Efeito estático

- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei - Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

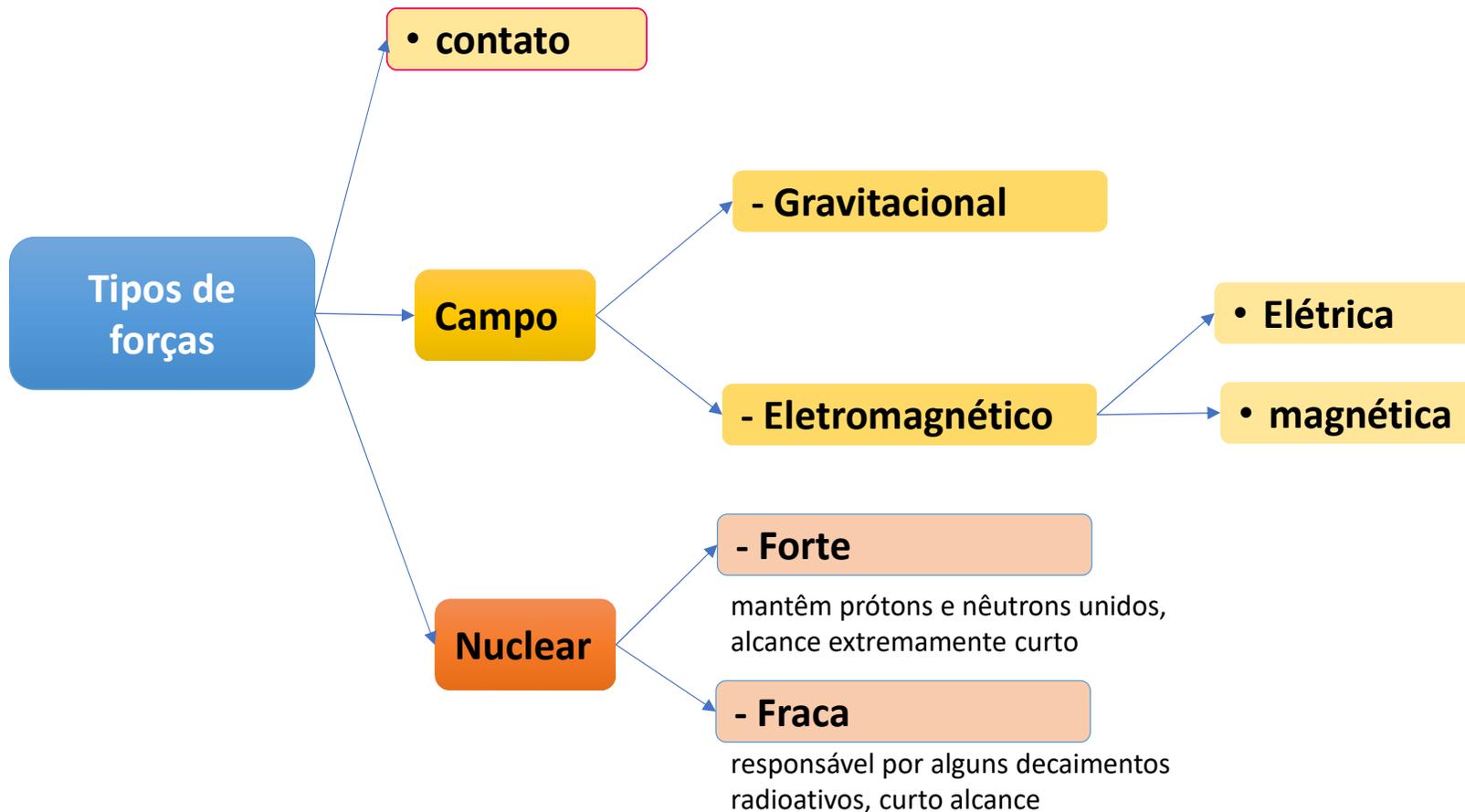
5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

6 – Forças em trajetórias curvilíneas

2 - Forças

2.2 – Tipos de Forças



- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei – Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

6 – Forças em trajetórias curvilíneas

2 - Forças

2.2 – Tipos de Forças

Tipos de forças

Campo

- Gravitacional

- Eletromagnético

• Elétrica

• magnética

• contato

Nuclear

- Forte

mantêm prótons e nêutrons unidos, alcance extremamente curto

- Fraca

responsável por alguns decaimentos radioativos, curto alcance

- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

> Definição

> Tipos

> Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

> Histórico

> 1ª Lei - Inércia

> 2ª Lei - PFD

> 3ª Lei - Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

> Peso

> Normal

> Tração

> Elástica

> Atrito

5 – Aplicações das forças

> Plano Inclinado

> Elevadores

> Polias móveis

> Associação de molas

6 – Forças em trajetórias curvilíneas

2 - Forças

2.2 – Tipos de Forças

Campo

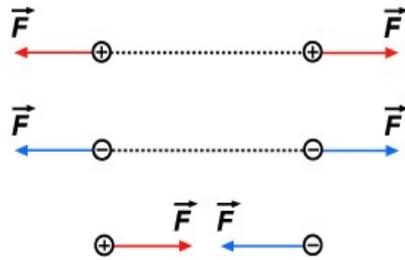
GRAVITACIONAL



Força gravitacional

ELETROMAGNÉTICO

ELÉTRICA



MAGNÉTICA



CONTATO



- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei - Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

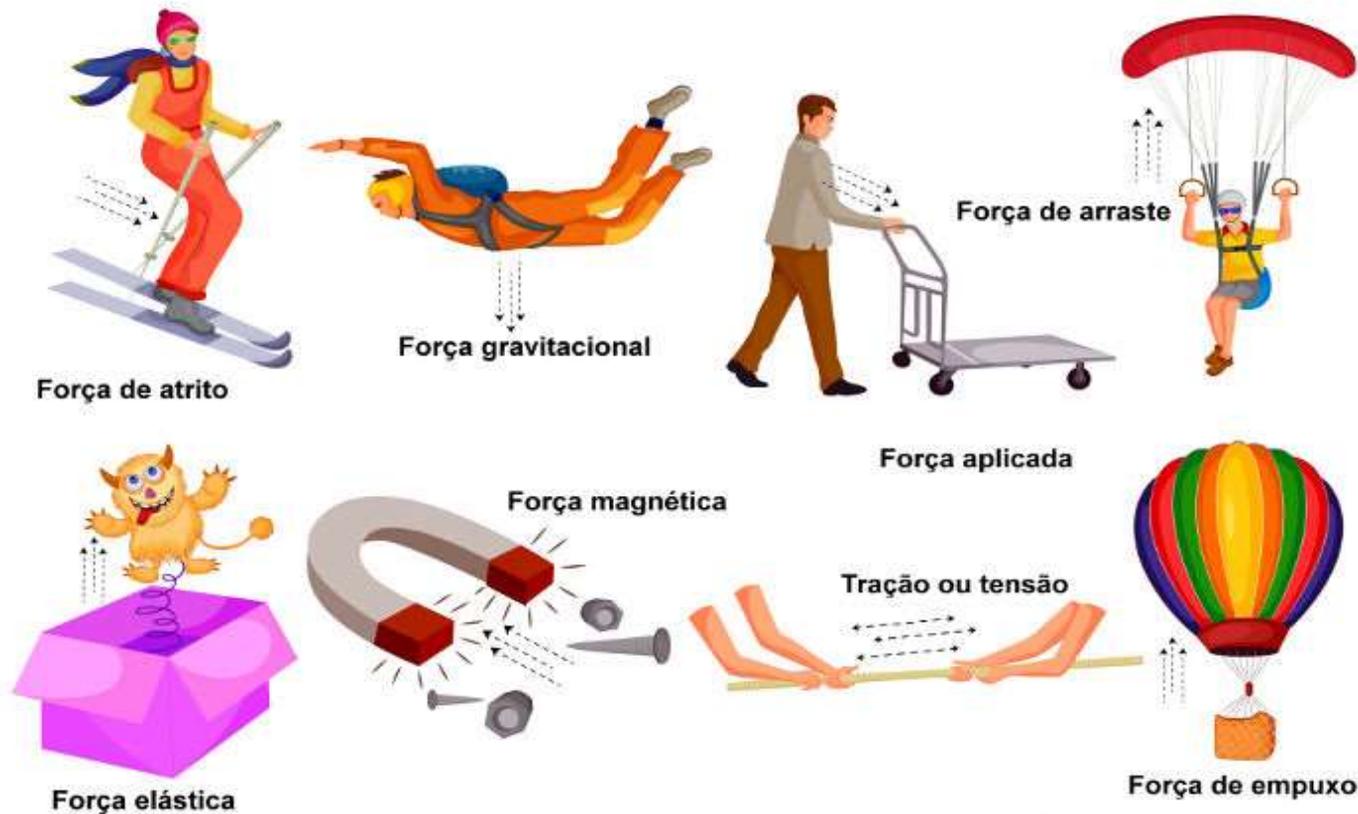
5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

6 – Forças em trajetórias curvilíneas

2 - Forças

2.2 – Tipos de Forças



Créditos – Imagens extraídas do site: <http://www.brasilecola.com.br>

- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei – Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

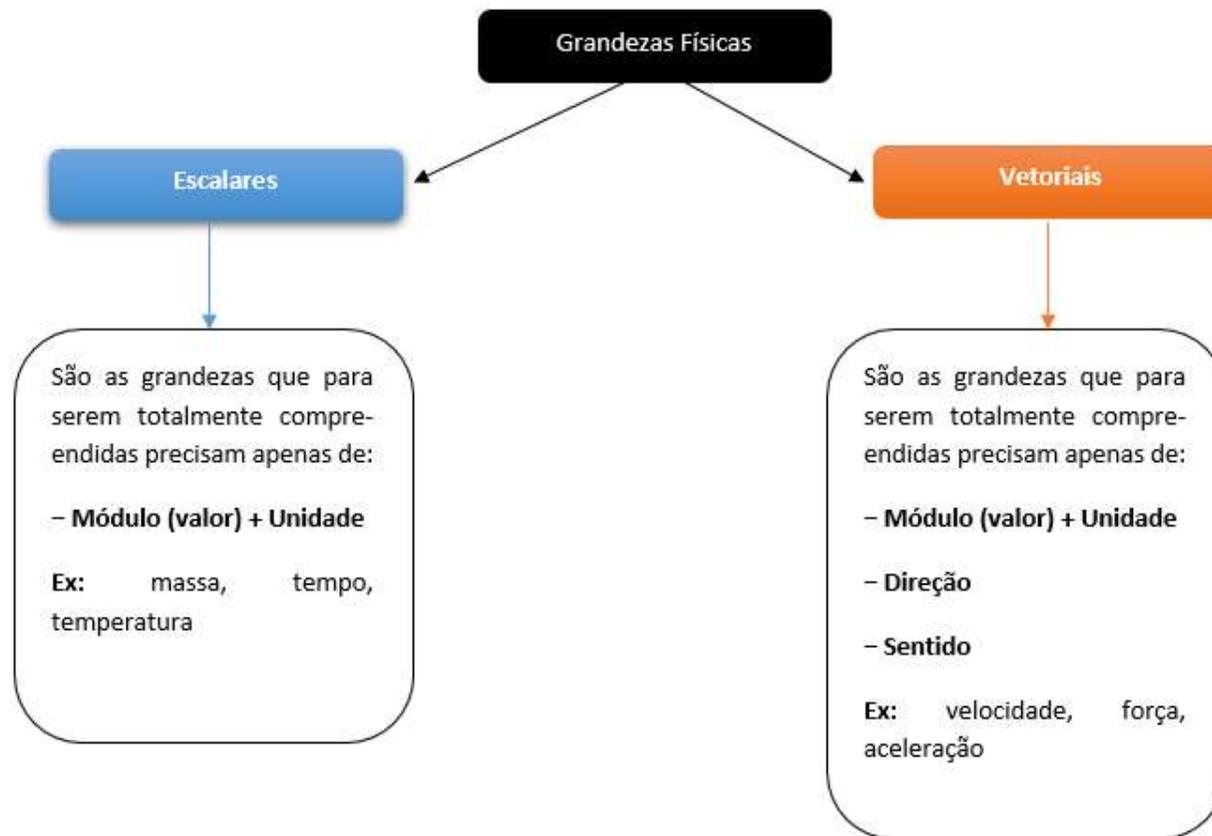
6 – Forças em trajetórias curvilíneas

2 - Forças

2.2 – Tipos de Forças

A Força é uma Grandeza vetorial, portanto, para ser perfeitamente compreendida, precisa de:

- Módulo,
- Direção, e
- Sentido.



- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei - Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

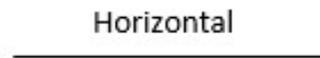
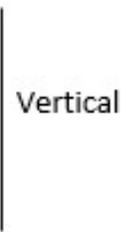
6 – Forças em trajetórias curvilíneas

2 - Forças

2.3 – Grandeza Força

- **Módulo** (valor numérico) + Unidade;

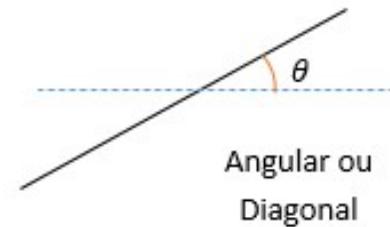
- **Direção**
(linha geral)



- **Sentido**
(especificação)

cima (+)
Baixo (-)

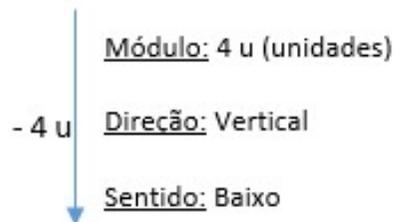
Direita (+)
Esquerda (-)



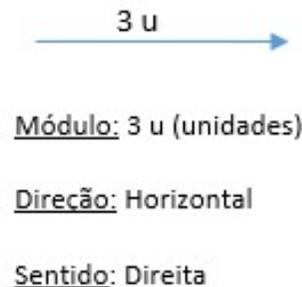
Nordeste, Sudoeste, etc.

Veja os exemplos:

a)



b)



c)



- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei - Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

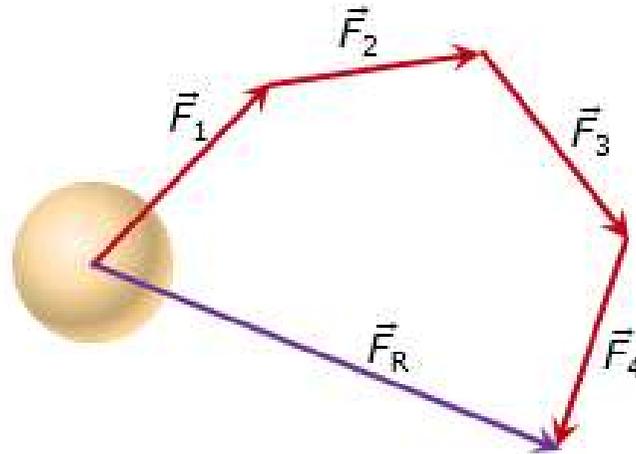
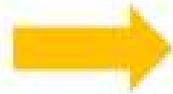
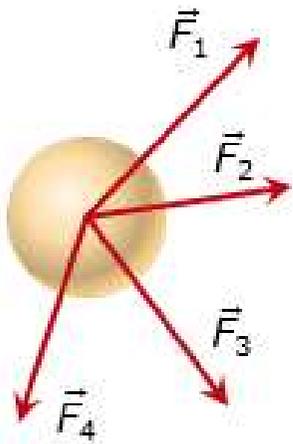
5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

6 – Forças em trajetórias curvilíneas

2 - Forças

2.3 – Grandeza Força



Soma Vetorial

$$\vec{F}_R = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4$$

≠

Algébrica

$$F_R = F_1 + F_2 + F_3 + F_4$$

- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei - Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

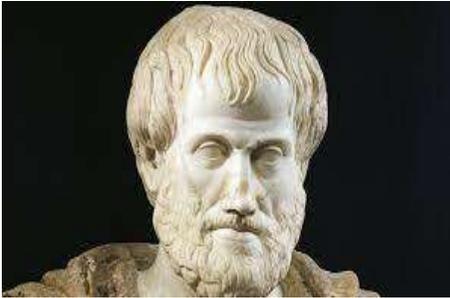
6 – Forças em trajetórias curvilíneas

3 – Leis de Newton

3.1 – Introdução

Contexto histórico:

Aristóteles:



Por muitos séculos o pensamento do filósofo Aristóteles predominou como satisfatório para explicar as causas dos movimentos.

Para ele era necessário que uma força atuasse sobre um corpo para que o mesmo estivesse com velocidade constante e que sem essa força o corpo voltaria ao estado, chamado de “natural”.

Até mesmo nos dias atuais associa-se o movimento de um corpo a ação de uma força provocando aquele movimento, para a maioria é impensável um corpo permanecer em movimento sem a ação de uma força.

- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei – Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

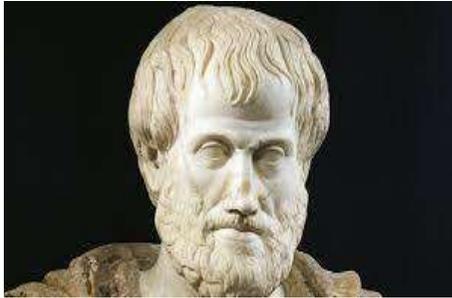
6 – Forças em trajetórias curvilíneas

3 – Leis de Newton

3.1 – Introdução

Contexto histórico:

Aristóteles:



Acerca do movimento, em geral, Aristóteles conclui que ele só é possível quando, necessariamente, está associado àquele que se move uma força. Esta é uma afirmação inteiramente plausível dentro do contexto das observações de Aristóteles. Afinal, quando se deixa de empurrar um objeto, ele pára; quando um cavalo pára de puxar uma carroça, cessa o movimento. A ênfase é sobre forças de contato, isto é, sobre a ação de puxar ou empurrar alguma coisa. Para haver um movimento, portanto, o que se move e o que se movimenta devem estar em permanente contato. (PEDUZZI, 1996, p. 55).

- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei – Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

6 – Forças em trajetórias curvilíneas

3 – Leis de Newton

3.1 – Introdução

Contexto histórico:

Galileu Galilei:



Diferente de Aristóteles que usava o senso comum para explicar os fenômenos, Galileu usou uma metodologia diferente, na qual ele utilizou a experimentação, sendo um dos pioneiros do método científico.

Galileu Galilei observou que após empurrar um objeto o mesmo continuava em movimento por algum tempo, sem ele continuar exercendo uma força sobre o objeto.

E mais, que esse objeto sendo empurrado numa superfície mais lisa percorreu uma distância maior. Sua conclusão foi que numa superfície imaginária sem atrito o corpo manteria seu movimento constante

Galileu aproximou-se da noção clássica de inércia, embora não tenha enunciando-a.

- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei – Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

6 – Forças em trajetórias curvilíneas

3 – Leis de Newton

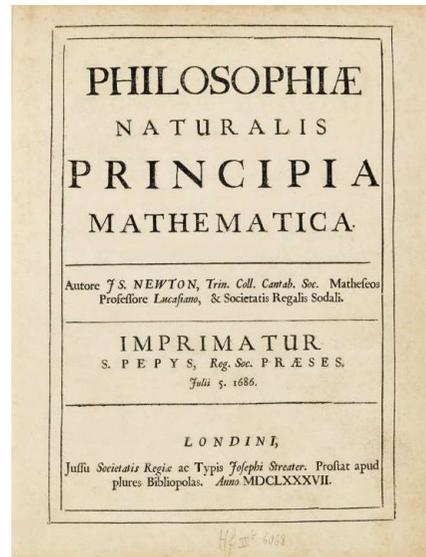
3.1 – Introdução

As três leis fundamentais do movimento, hoje conhecidas como leis de Newton, foram publicadas em 1687 na obra *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*.



GIRAUDON/THE BRIDGEMAN ART LIBRARY/
KEYSTONE - ACADEMIE DES SCIENCES, PARIS

Isaac Newton (1643-1727)



UNIVERSIDADE DE ESTRABURGO, ESTRABURGO

Principia

- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei - Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

6 – Forças em trajetórias curvilíneas

3 – Leis de Newton

3.2 – 1ª Lei - Inércia

Inércia = Tendência



Inércia é a tendência dos corpos em conservar sua velocidade vetorial, ou seja, se opor a mudanças na sua velocidade vetorial ‘

- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei – Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

6 – Forças em trajetórias curvilíneas

3 – Leis de Newton

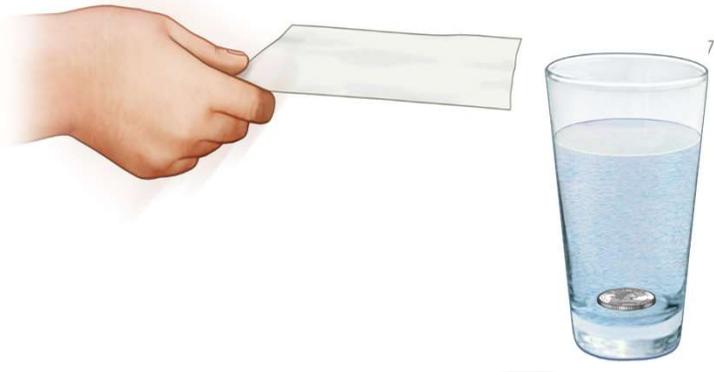
3.2 – 1ª Lei - Inércia

Inércia = Tendência

Um corpo tende a permanecer no estado em que se encontra a menos que uma força altere sua condição (seu estado de movimento)

Um corpo em repouso

Tendência: Continuar em repouso



STUDIO CAPARROZ

Um corpo em movimento

Tendência: Continuar em movimento



MICHAEL ST. MAUR SHELL/CORBIS/LATINSTOCK

- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei – Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

6 – Forças em trajetórias curvilíneas

3 – Leis de Newton

3.2 – 1ª Lei - Inércia

Tudo o que possui massa, possui inércia.

A inércia é uma característica própria da matéria.



Para que as condições inerciais de um corpo seja vencidas, é necessária a intervenção de uma força externa.

1ª LEI DE NEWTON - INÉRCIA

1º ENUNCIADO

Se a força resultante sobre uma partícula é nula, ela permanece em repouso ou em movimento retilíneo e uniforme, por inércia.

$$\vec{F}_R = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{v} = \text{constante} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \vec{v} = \vec{0} \text{ (repouso)} \\ \vec{v} \neq \vec{0} \text{ (MRU)} \end{array} \right\}$$

- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei – Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

6 – Forças em trajetórias curvilíneas

3 – Leis de Newton

3.2 – 1ª Lei - Inércia

Tudo o que possui massa, possui inércia.

A inércia é uma característica própria da matéria.



Para que as condições inerciais de um corpo seja vencidas, é necessária a intervenção de uma força externa.

1ª LEI DE NEWTON - INÉRCIA

2º ENUNCIADO

Um corpo livre de uma força externa resultante é incapaz de variar sua própria velocidade vetorial.

Resumindo

Para alterar o vetor velocidade de um corpo, tanto seu módulo (acelerar ou frear) como sua direção (fazer curva), é necessária a ação de uma força resultante não nula ($FR \neq 0$).

- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei – Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

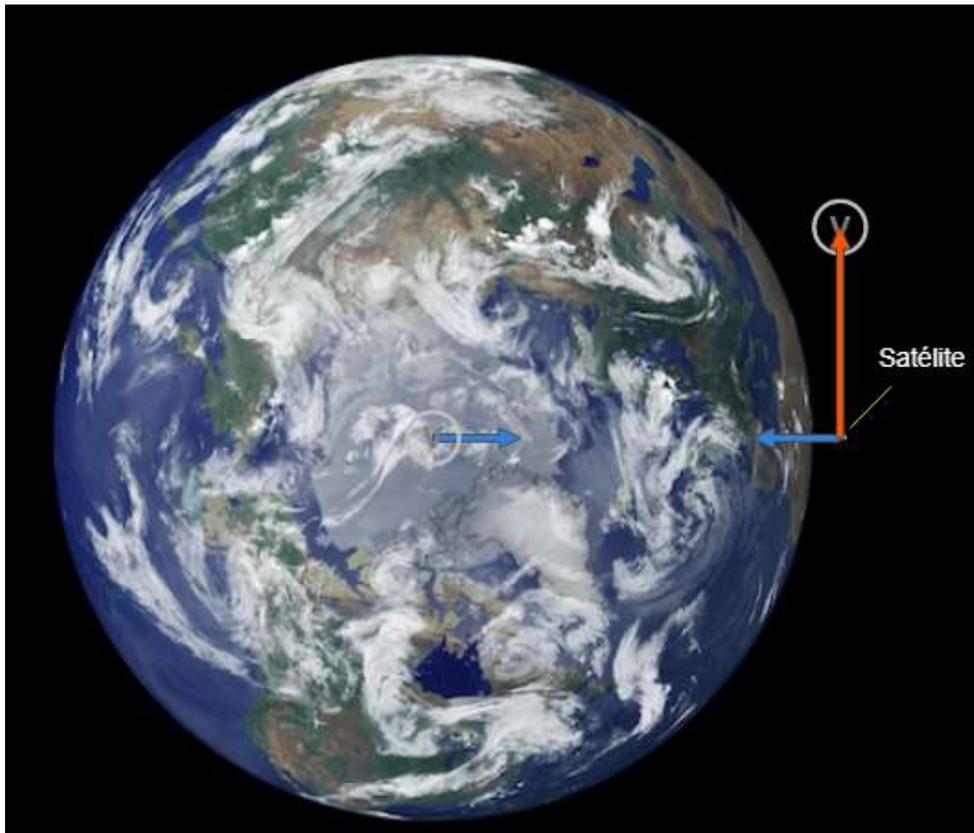
6 – Forças em trajetórias curvilíneas

3 – Leis de Newton

3.2 – 1ª Lei - Inércia

APLICAÇÕES

Inércia = Tendência



- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei – Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

6 – Forças em trajetórias curvilíneas

3 – Leis de Newton

3.2 – 1ª Lei - Inércia

INÉRCIA - EXERCÍCIOS

(ENEM PPL 2011) – NÍVEL: FÁCIL – APLICAÇÃO DE CONCEITOS SIMPLES

Segundo Aristóteles, uma vez deslocados de seu local natural, os elementos tendem espontaneamente a retornar a ele, realizando movimentos chamados de naturais.

Já em um movimento denominado forçado, um corpo só permaneceria em movimento enquanto houvesse uma causa para que ele ocorresse. Cessada essa causa, o referido elemento entraria em repouso ou adquiriria um movimento natural.

PORTO, C. M. A física de Aristóteles: uma construção ingênua? *Revista Brasileira de Ensino de Física*. V. 31, nº 4 (adaptado).

Posteriormente, Newton confrontou a ideia de Aristóteles sobre o movimento forçado através da lei da

- a) inércia.
- b) ação e reação.
- c) gravitação universal.
- d) conservação da massa.
- e) conservação da energia.

- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei – Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

6 – Forças em trajetórias curvilíneas

3 – Leis de Newton

3.2 – 1ª Lei - Inércia

INÉRCIA - EXERCÍCIOS

(Enem PPL 2012) Em 1543, Nicolau Copérnico publicou um livro revolucionário em que propunha a Terra girando em torno do seu próprio eixo e rodando em torno do Sol. Isso contraria a concepção aristotélica, que acredita que a Terra é o centro do universo. Para os aristotélicos, se a Terra gira do oeste para o leste, coisas como nuvens e pássaros, que não estão presas à Terra, pareceriam estar sempre se movendo do leste para o oeste, justamente como o Sol. Mas foi Galileu Galilei que, em 1632, baseando-se em experiências, rebateu a crítica aristotélica, confirmando assim o sistema de Copérnico. Seu argumento, adaptado para a nossa época, é se uma pessoa, dentro de um vagão de trem em repouso, solta uma bola, ela cai junto a seus pés. Mas se o vagão estiver se movendo com velocidade constante, a bola também cai junto a seus pés. Isto porque a bola, enquanto cai, continua a compartilhar do movimento do vagão.

O princípio físico usado por Galileu para rebater o argumento aristotélico foi

- a) a lei da inércia.
- b) ação e reação.
- c) a segunda lei de Newton.
- d) a conservação da energia.
- e) o princípio da equivalência.

- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei – Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

6 – Forças em trajetórias curvilíneas

3 – Leis de Newton

3.2 – 1ª Lei - Inércia

INÉRCIA - EXERCÍCIOS

(ENEM/2018) Ao soltar um martelo e uma pena na Lua em 1973, o astronauta David Scott confirmou que ambos atingiram juntos a superfície. O cientista italiano Galileu Galilei (1564-1642), um dos maiores pensadores de todos os tempos, previu que, se minimizarmos a resistência do ar, os corpos chegariam juntos à superfície.

OLIVEIRA, A. **A influência do olhar**. Disponível em: www.cienciahoje.org.br. Acesso em: 15 ago. 2016 (adaptado).

Na demonstração, o astronauta deixou cair em um mesmo instante e de uma mesma altura um martelo de 1,32 kg e uma pena de 30 g. Durante a queda no vácuo, esses objetos apresentam iguais

- a) inércias.
- b) impulsos.
- b) trabalhos.
- c) acelerações.**
- d) energias potenciais.

Aristóteles: $Fr = m.a$
 $P = m.a$ → massa maior, chegará ao solo mais rápido

Newton: $a = \frac{\Delta V}{\Delta T}$
 $P = m.a$ → Os corpos chegarão ao solo juntos, pois estarão submetidos a mesma aceleração.

- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei - Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

6 – Forças em trajetórias curvilíneas

3 – Leis de Newton

3.3 – 2ª Lei – Princípio Fundamental da Dinâmica (P.F.D)

1ª LEI - Um corpo tende a permanecer no estado em que se encontra ao menos que uma força altere sua condição (seu estado de movimento)

A aceleração de um corpo é proporcional à força resultante que atua sobre ele.

$$\vec{F}_R = m \cdot \vec{a}$$

N (newton)

kg (quilograma)

m/s² (metro por segundo ao quadrado)

$$1 \text{ kgf} \approx 9,80 \text{ N}$$

Quilograma-força é uma unidade definida como sendo a força com que a Terra atrai uma massa de um quilograma sujeita à ação de sua gravidade ao nível do mar.

- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei – Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

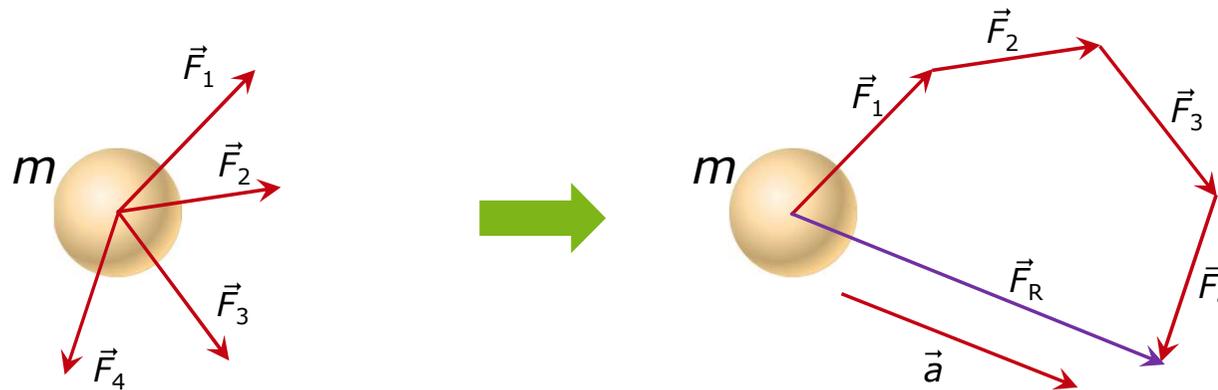
- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

6 – Forças em trajetórias curvilíneas

3 – Leis de Newton

3.3 – 2ª Lei – Princípio Fundamental da Dinâmica (P.F.D)

Para um dado corpo, em qualquer instante, a força resultante e a aceleração **sempre** têm mesma direção e mesmo sentido.



- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei – Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

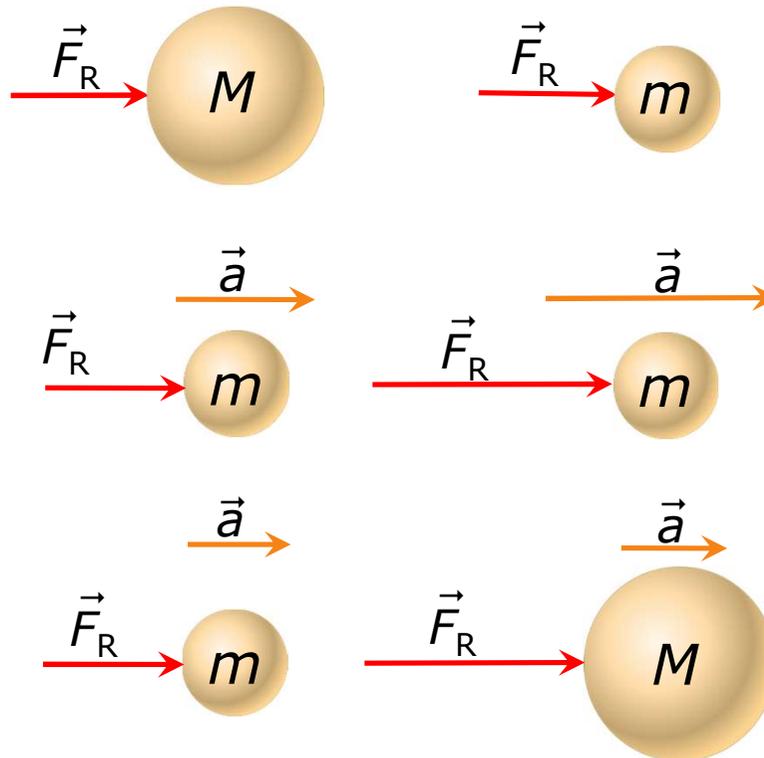
6 – Forças em trajetórias curvilíneas

3 – Leis de Newton

3.3 – 2ª Lei – Princípio Fundamental da Dinâmica (P.F.D)

Constante

$$\vec{F}_R = m \cdot \vec{a}$$



ADILSON SECCO

Constante

$$\vec{F}_R = m \cdot \vec{a}$$

Constante

$$\vec{F}_R = m \cdot \vec{a}$$

- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei – Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

6 – Forças em trajetórias curvilíneas

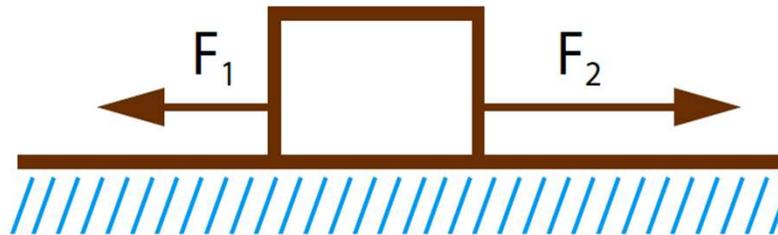
3 – Leis de Newton

3.3 – 2ª Lei – Princípio Fundamental da Dinâmica (P.F.D)

PRINCÍPIO FUNDAMENTAL DA DINÂMICA - EXERCÍCIOS

(UERJ/2018 - ADAPTADO)

Considere um bloco sujeito a duas forças, F_1 e F_2 , conforme ilustra o esquema. O bloco parte do repouso em movimento uniformemente acelerado, ou seja, com aceleração constante de 4 m/s^2 . O valor da massa do bloco é igual a 5 kg e o da intensidade da força F_1 a 50 N .



A intensidade da força F_2 , em newtons, equivale a:

a) 38

b) 42

c) 50

d) 70

$$F_R = m \cdot a$$

$$F_2 - F_1 = m \cdot a$$

$$F_2 - 50 = 5 \cdot 4$$

$$F_2 - 50 = 20$$

$$F_2 = 20 + 50$$

$$F_2 = 70 \text{ N}$$

- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei - Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

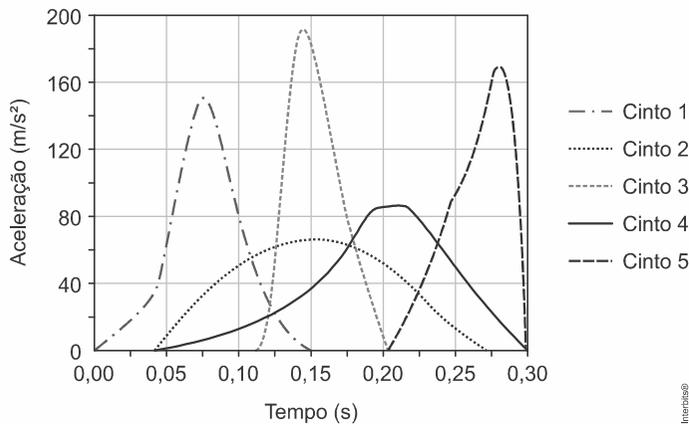
6 – Forças em trajetórias curvilíneas

3 – Leis de Newton

3.3 – 2ª Lei – Princípio Fundamental da Dinâmica (P.F.D)

PRINCÍPIO FUNDAMENTAL DA DINÂMICA - EXERCÍCIOS

(ENEM 2017) Em uma colisão frontal entre dois automóveis, a força que o cinto de segurança exerce sobre o tórax e abdômen do motorista pode causar lesões graves nos órgãos internos. Pensando na segurança do seu produto, um fabricante de automóveis realizou testes em cinco modelos diferentes de cinto. Os testes simularam uma colisão de 0,30 segundo de duração, e os bonecos que representavam os ocupantes foram equipados com acelerômetros. Esse equipamento registra o módulo da desaceleração do boneco em função do tempo. Os parâmetros como massa dos bonecos, dimensões dos cintos e velocidade imediatamente antes e após o impacto foram os mesmos para todos os testes. O resultado final obtido está no gráfico de aceleração por tempo.



Qual modelo de cinto oferece menor risco de lesão interna ao motorista?

- a) 1
- b) 2**
- c) 3
- d) 4
- e) 5

$$\vec{F}_R = m \cdot \vec{a}$$

- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei - Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

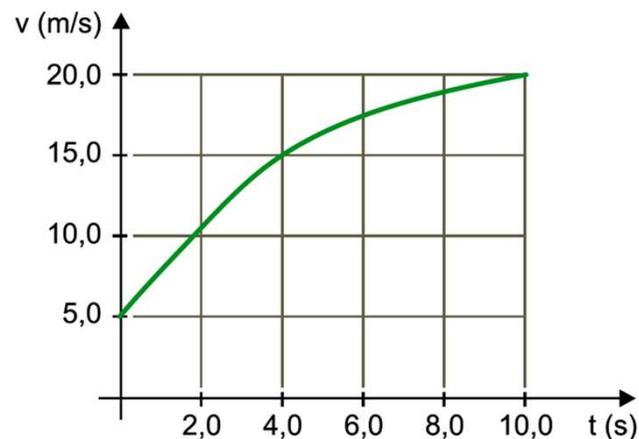
6 – Forças em trajetórias curvilíneas

3 – Leis de Newton

3.3 – 2ª Lei – Princípio Fundamental da Dinâmica (P.F.D)

PRINCÍPIO FUNDAMENTAL DA DINÂMICA - EXERCÍCIOS

(FAMERP SP/2019) Analise o gráfico que mostra a variação da velocidade escalar, em função do tempo, de um automóvel de massa 1 200 kg que se desloca em uma pista retilínea horizontal.



A intensidade média da força resultante sobre esse automóvel, no intervalo de tempo entre zero e quatro segundos, é

- a) 2 400 N.
- b) 4 800 N.
- c) 3 000 N.**
- d) 3 600 N.
- e) 480 N.

$$a = \frac{\Delta V}{\Delta T} = \frac{15 - 5}{4 - 0} = \frac{10}{4} = 2,5 \text{ m/s}^2$$

$$F_R = m \cdot a$$

$$F_R = 1200 \cdot 2,5$$

$$F_R = 3000 \text{ N}$$

- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei - Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

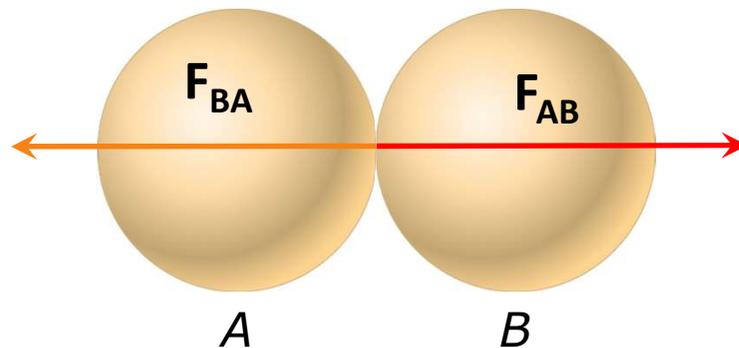
6 – Forças em trajetórias curvilíneas

3 – Leis de Newton

3.4 – 3ª Lei – Ação e Reação

A toda força de ação corresponde uma força de reação de

- mesma intensidade,
- mesma direção, mas,
- de sentido oposto.



As forças de ação e de reação sempre atuam em dois corpos distintos.

- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei – Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

6 – Forças em trajetórias curvilíneas

3 – Leis de Newton

3.4 – 3ª Lei – Ação e Reação



- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei – Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

6 – Forças em trajetórias curvilíneas

3 – Leis de Newton

3.4 – 3ª Lei – Ação e Reação



- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei – Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

6 – Forças em trajetórias curvilíneas

3 – Leis de Newton

3.4 – 3ª Lei – Ação e Reação



- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei – Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

6 – Forças em trajetórias curvilíneas

3 – Leis de Newton

3.4 – 3ª Lei – Ação e Reação



- **DINÂMICA VETORIAL**
 - 1 - Introdução;
 - 2 - Forças;
 - > Definição
 - > Tipos
 - > Grandeza Vetorial
 - 3 - Leis de Newton;
 - > Histórico
 - > 1ª Lei - Inércia
 - > 2ª Lei - PFD
 - > 3ª Lei – Ação e Reação
 - 4 - As principais forças da Dinâmica;
 - > Peso
 - > Normal
 - > Tração
 - > Elástica
 - > Atrito
 - 5 – Aplicações das forças
 - > Plano Inclinado
 - > Elevadores
 - > Polias móveis
 - > Associação de molas
 - 6 – Forças em trajetórias curvilíneas

3 – Leis de Newton

3.4 – 3ª Lei – Ação e Reação



- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei – Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

6 – Forças em trajetórias curvilíneas

3 – Leis de Newton

3.4 – 3ª Lei – Ação e Reação



- **DINÂMICA VETORIAL**
 - 1 - Introdução;**
 - 2 - Forças;**
 - > Definição
 - > Tipos
 - > Grandeza Vetorial
 - 3 - Leis de Newton;**
 - > Histórico
 - > 1ª Lei - Inércia
 - > 2ª Lei - PFD
 - > 3ª Lei – Ação e Reação
 - 4 - As principais forças da Dinâmica;**
 - > Peso
 - > Normal
 - > Tração
 - > Elástica
 - > Atrito
 - 5 – Aplicações das forças**
 - > Plano Inclinado
 - > Elevadores
 - > Polias móveis
 - > Associação de molas
 - 6 – Forças em trajetórias curvilíneas**

3 – Leis de Newton

3.4 – 3ª Lei – Ação e Reação

3ª LEI DE NEWTON – AÇÃO E REAÇÃO - EXERCÍCIOS

(Enem PPL 2012) – NÍVEL: FÁCIL – APLICAÇÃO DE CONCEITOS SIMPLES

Durante uma faxina, a mãe pediu que o filho a ajudasse, deslocando um móvel para mudá-lo de lugar. Para escapar da tarefa, o filho disse ter aprendido na escola que não poderia puxar o móvel, pois a Terceira Lei de Newton define que se puxar o móvel, o móvel o puxará igualmente de volta, e assim não conseguirá exercer uma força que possa colocá-lo em movimento.

Qual argumento a mãe utilizará para apontar o erro de interpretação do garoto?

- a) A força de ação é aquela exercida pelo garoto.
- b) A força resultante sobre o móvel é sempre nula.
- c) As forças que o chão exerce sobre o garoto se anulam.
- d) A força de ação é um pouco maior que a força de reação.
- e) O par de forças de ação e reação não atua em um mesmo corpo.

- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei – Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

6 – Forças em trajetórias curvilíneas

3 – Leis de Newton

3.4 – 3ª Lei – Ação e Reação

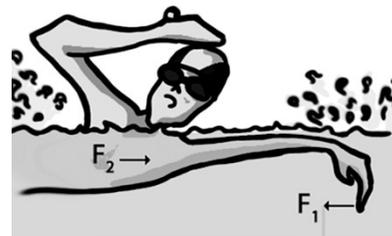
3ª LEI DE NEWTON – AÇÃO E REAÇÃO - EXERCÍCIOS

(IFGO/2015)

Um nadador, conforme mostrado na figura, imprime uma força com as mãos na água (F_1) trazendo-a na direção de seu tórax. A água, por sua vez, imprime uma força no nadador (F_2) para que ele se mova para frente durante o nado.

Assinale a resposta **correta**:

- a) Esse princípio obedece a Lei da Inércia, uma vez que o nadador permanece em seu estado de movimento.
- b) Obedecendo à Lei da Ação e Reação, o nadador imprime uma força na água para trás e a água, por sua vez, empurra-o para frente.
- c) O nadador puxa a água e a água empurra o nadador, obedecendo a Lei das Forças (segunda Lei de Newton).
- d) Nesse caso, é o nadador que puxa seu corpo, aplicando uma força nele próprio para se movimentar sobre a água.
- e) O nadador poderá se mover, pois a força que ele aplica na água é maior do que a resultante das forças que a água aplica sobre ele.



- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei – Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

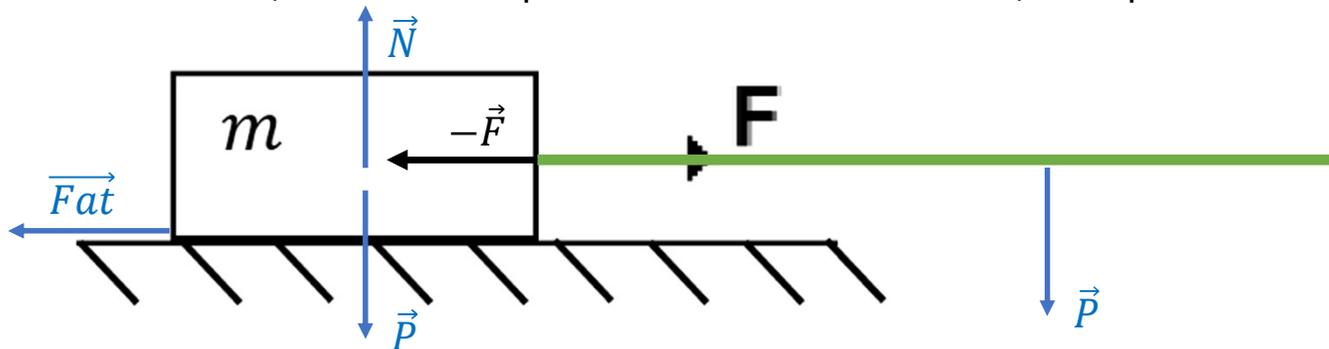
6 – Forças em trajetórias curvilíneas

3 – Leis de Newton

3.4 – 3ª Lei – Ação e Reação

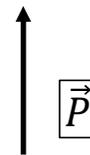
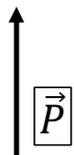
3ª LEI DE NEWTON – AÇÃO E REAÇÃO - EXERCÍCIOS

(UEG/2018) Uma caixa, de massa m , é puxada por uma corda com uma força, horizontal e de módulo constante, sobre uma superfície horizontal com atrito, na superfície da Terra.



O número total de forças que atuam no conjunto (caixa, corda e Terra) é de

- a) 10
- b) 2
- c) 4
- d) 8**
- e) 6



- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei – Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

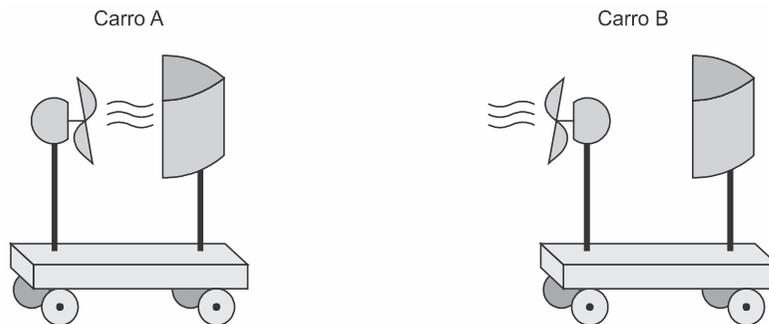
6 – Forças em trajetórias curvilíneas

3 – Leis de Newton

3.4 – 3ª Lei – Ação e Reação

3ª LEI DE NEWTON – AÇÃO E REAÇÃO - EXERCÍCIOS

(ENEM 2018) Em desenhos animados é comum vermos a personagem tentando impulsionar um barco soprando ar contra a vela para compensar a falta de vento. Algumas vezes usam o próprio fôlego, foles ou ventiladores. Estudantes de um laboratório didático resolveram investigar essa possibilidade. Para isso, usaram dois pequenos carros de plástico. **A** e **B** instalaram sobre estas pequenas ventoinhas e fixaram verticalmente uma cartolina de curvatura parabólica para desempenhar uma função análoga à vela de um barco. No carro **B** inverteu-se o sentido da ventoinha e manteve-se a vela, a fim de manter as características do barco, massa e formato da cartolina. As figuras representam os carros produzidos. A montagem do carro **A** busca simular a situação dos desenhos animados, pois a ventoinha está direcionada para a vela.



- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei – Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

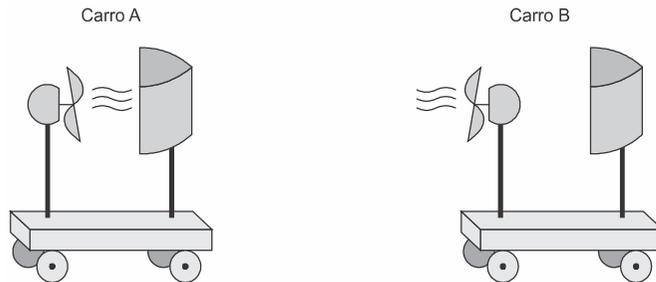
- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

6 – Forças em trajetórias curvilíneas

3 – Leis de Newton

3.4 – 3ª Lei – Ação e Reação

3ª LEI DE NEWTON – AÇÃO E REAÇÃO - EXERCÍCIOS



Com os carros orientados de acordo com as figuras, os estudantes ligaram as ventoinhas, aguardaram o fluxo de ar ficar permanente e determinaram os módulos das velocidades médias dos carros A (V_A) e B (V_B) para o mesmo intervalo de tempo.

A respeito das intensidades das velocidades médias e do sentido de movimento do carro **A** os estudantes observaram que:

- a) $V_A = 0$; $V_B > 0$; o carro A não se move.
- b) $0 < V_A < V_B$; o carro A se move para a direita.**
- c) $0 < V_A < V_B$; o carro A se move para a esquerda.
- d) $0 < V_B < V_A$; o carro A se move para a direita.
- e) $0 < V_B < V_A$; o carro A se move para a esquerda.

Para o carro A:

Caso a cartolina fosse, por exemplo, plana, a força aplicada pelo vento sobre ela seria de mesma intensidade, mas com sentido oposto à força de reação por ela criada (de acordo com a lei da ação e reação), mantendo o carro em repouso.

Contudo, como a cartolina usada tem curvatura parabólica, parte desse vento irá retornar, possibilitando o movimento do carro com uma velocidade inferior à do caso seguinte.

Para o carro B:

A ventoinha aplica uma força no ar para a esquerda, e este reage aplicando no sistema do carro B uma força contrária, acelerando-o para a direita.

Alternativa correta: [B]

- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei – Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

6 – Forças em trajetórias curvilíneas

3 – Leis de Newton



- **DINÂMICA VETORIAL**
 - 1 - Introdução;
 - 2 - Forças;
 - > Definição
 - > Tipos
 - > Grandeza Vetorial
 - 3 - Leis de Newton;
 - > Histórico
 - > 1ª Lei - Inércia
 - > 2ª Lei - PFD
 - > 3ª Lei – Ação e Reação
 - 4 - As principais forças da Dinâmica;
 - > Peso
 - > Normal
 - > Tração
 - > Elástica
 - > Atrito
 - 5 – Aplicações das forças
 - > Plano Inclinado
 - > Elevadores
 - > Polias móveis
 - > Associação de molas
 - 6 – Forças em trajetórias curvilíneas