CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA (CIAGA)

FÍSICA 1 (FIS-1)

Departamento de Ensino de Máquinas (CIAGA-22)
Curso Especial de Acesso a 2º Oficial de Máquinas (ACOM-B)

Prof.: Capitão-Tenente Macedo Marques
Currículo Lattes: https://lattes.cnpq.br/3049804152071884
LinkedIn: https://www.linkedin.com/in/alexandre-marques-770453108/

SUMÁRIO

1- Estática da Partícula / Corpo Rígido
2- Cinemática e Dinâmica da Partícula $\Big\} \; P_1$

3- Trabalho e Energia
4- Dinâmica de Rotação $\Big\} \; P_2$

Referências Bibliográficas

HALLIDAY, D., Resnick, R. , Walker, J. *Fundamentos da física (v. 1 e 2)*. LTC, 9ª ed., 2012.

YOUNG, Hugh D. *Física I: Mecânica*, 12ª ed. São Paulo.

MERIAM, J. L.; KRAIGE, L. G. *Mecânica para Engenharia: Estática*. 6ª edição. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2009.

SORIANO, Humberto L.; LIMA, Silvio S. *Análise de Estruturas: Método das Forças e Método dos Deslocamentos - Vol. I*. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2004.

BEER, Ferdinand P.; JOHNSTON JR., E. Russell; DEWOLF, John T.; MAZUREK, David F. *Mecânica dos Materiais*. 5ª edição. São Paulo: McGraw-Hill / Bookman, 2010.

SUMÁRIO

1- Estática da Partícula / Corpo Rígido
2- Cinemática e Dinâmica da Partícula
3- Trabalho e Energia
4- Dinâmica de Rotação

Cinemática e Dinâmica da Partícula

Objetivos:

2. Cinemática e dinâmica da partícula

2.1 – O teorema fundamental do cálculo aplicado à cinemática escalar;

2.2 – Cinemática vetorial e movimento relativo;

2.3 – Leis de Newton aplicadas a sistemas sem e com atrito; e

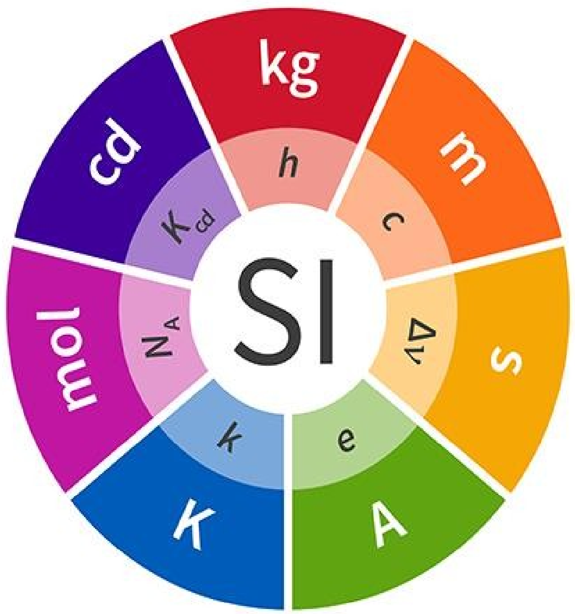
2.4 – Componentes tangencial e centrípeta da aceleração e da força resultante em movimento curvilíneo.

Cap. 1: Medição

Cap. 1: Medição

Seções de estudo

- ✓ 1.1 Contextualizando a Física
- ✓ 1.2 Medindo Grandezas
- ✓ 1.3 O Sistema Internacional de Unidades
- ✓ 1.4 Mudança de Unidades
- ✓ 1.5 Comprimento
- ✓ 1.6 Tempo
- ✓ 1.7 Massa



Fonte: https://www.scienceinschool.org/

1.1 Contextualizando a Física

1.1 Contextualizando a Física

Contextualizando a Física na Eng.

- ✓ *Fís.: Busca descrever e prever o comportamento da natureza por meio de modelos matemáticos testáveis.*
- ✓ *Fís.: Depende de grandezas mensuráveis (posição, tempo, massa, força...) e de unidades padronizadas para quantificá-las.*
- ✓ *Fís.: Seus modelos são validados (ou refutados) por experimentos — e é isso que diferencia Física de especulação.*
- ✓ *Eng.: Aplica os modelos da Física (e de outras ciências) para resolver problemas práticos e projetar soluções.*
- ✓ *Eng.: Trabalha com restrições reais: custo, materiais, segurança, viabilidade.*

Contextualizando a Física na Eng.

- ✓ *Fís.: Como funciona?* *Eng.: Como construo?*

- ✓ *A ponte entre Física e Engenharia...*
  - ✓ *A cinemática descreve como os corpos se movem (posição, velocidade, aceleração).*
  - ✓ *A dinâmica explica por que se movem (forças, leis de Newton).*

1.2 Medindo Grandezas

1.2 Medindo Grandezas

Medindo Grandezas

Medimos cada grandeza física em unidades, por comparação com um padrão.

- ✓ *A unidade é um nome particular que atribuímos às medidas de uma grandeza.*
- ✓ *Os padrões devem ser acessíveis e invariáveis.*

Medindo Grandezas

Por exemplo:

- ✓ *01 metro (01 m) é uma unidade de comprimento. Qualquer comprimento pode ser expresso em termos de 1 m. Um comprimento variável, como o do nariz de uma pessoa, não é uma boa unidade.*

1.3 O Sistema Internacional de Unidades

1.3 O Sistema Internacional de Unidades

Sistema Internacional de Unidades (SI)

Em 1971, na 14ª conferência de Pesos e Medidas, foram selecionadas sete grandezas fundamentais para constituir a base do sistema Internacional de unidades.

Grandeza	Unidade	Símbolo
Comprimento	metro	m
Massa	quilograma	kg
Tempo	segundo	s
Corrente elétrica	ampere	A
Temperatura	kelvin	K
Quantidade de matéria	mol	mol
Intensidade luminosa	candela	cd

Muitas unidades são definidas em termos dessas grandezas fundamentais.

Fonte: Google Imagens

GRANDEZA FÍSICA	UNIDADE FÍSICA	SÍMBOLO
Velocidade	*metro/segundo*	*m/s*
Aceleração	*metro/segundo ao quadrado*	*m/s²*
Força	*Quilograma x metro/segundo ao quadrado*	*N (Newton)*
Pressão	*newton/metro ao quadrado*	*Pa (Pascal)*

1.4 Mudança de Unidades

1.4 Mudança de Unidades

*Podemos mudar as unidades de uma grandeza física usando um método conhecido como **conversão em cadeia**.*

***Por exemplo:** como um minuto tem 60 segundos,*

$$\frac{1\,\text{min}}{60\,\text{s}} = 1 = \frac{60\,\text{s}}{1\,\text{min}}$$

$$2\,\text{min} = (2\,\text{min}) \times (1) = (2\,\text{min}) \times \left(\frac{60\,\text{s}}{1\,\text{min}}\right) = 120\,\text{s}$$

Uma razão como (60s)/(1min), que aparece nas equações acima, é chamada de "Fator de Conversão".

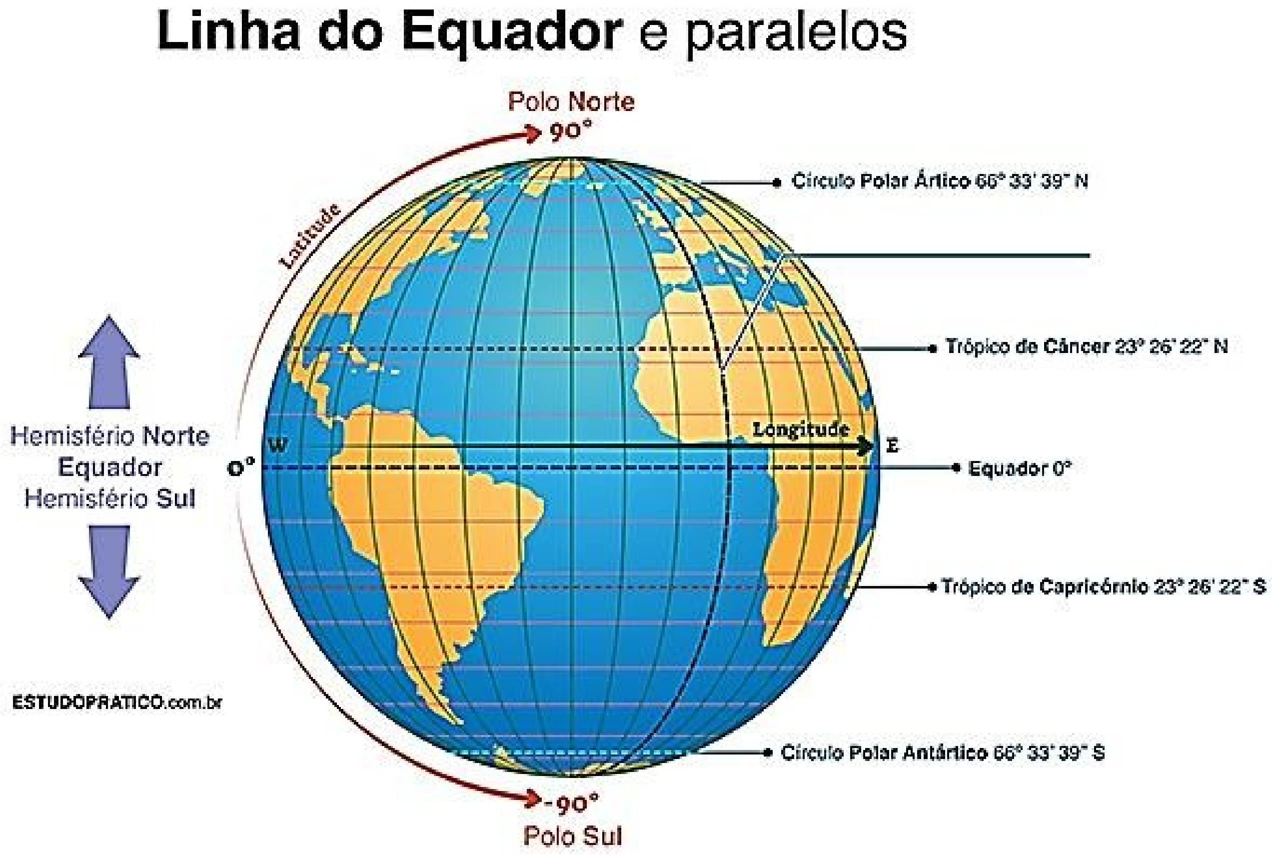
1.5 Comprimento

1.5 Comprimento

Comprimento

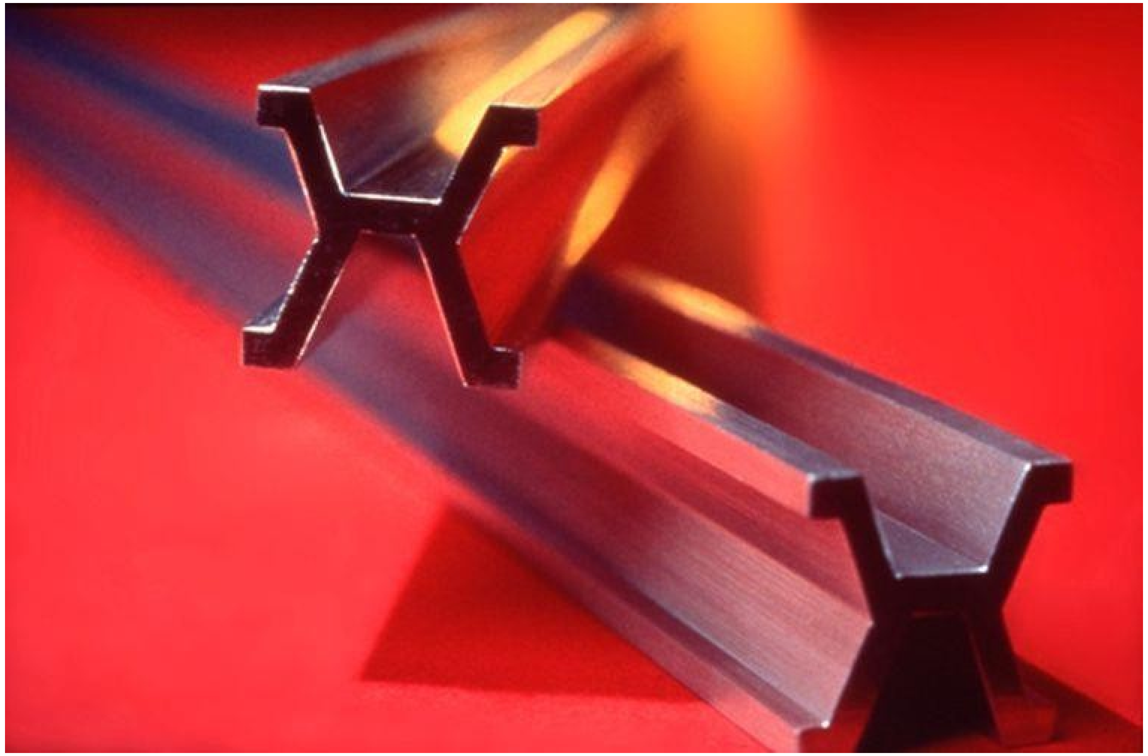
As várias definições do metro (a unidade de comprimento)

Em 1792, o metro foi definido como um milionésimo da distância entre o polo norte e o equador.



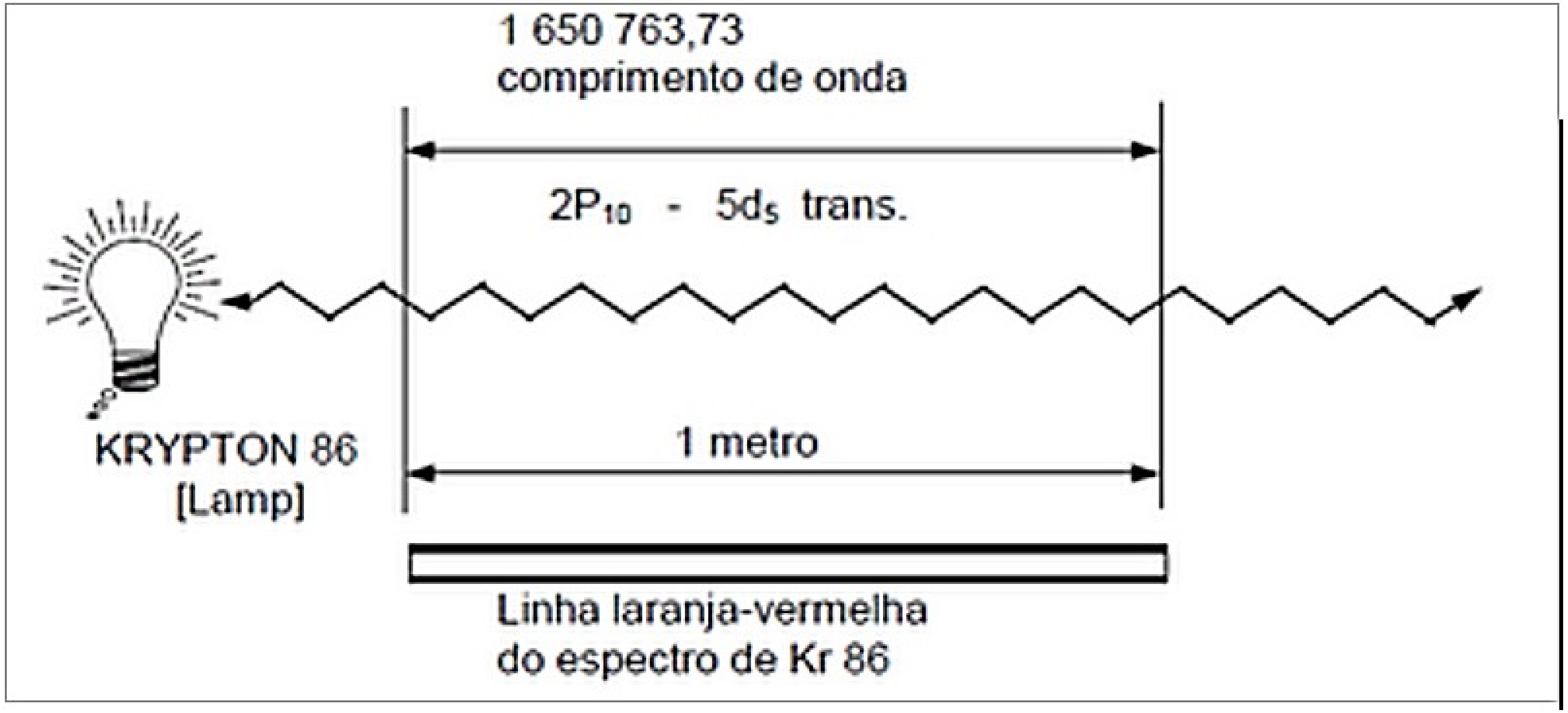
Fonte: https://www.estudopratico.com.br/

- ✓ *Mais tarde, (1889-1960) o metro foi definido como a distância entre duas linhas gravadas perto das extremidades de uma barra de platina-irídio, a barra do metro-padrão, mantida no Bureau Internacional de Pesos e Medidas, perto de Paris.*



Fonte: *https://www.popsci.com/*

- ✓ *Em 1960, o metro foi definido como 1.650.763,73 comprimentos de onda de uma certa luz vermelho alaranjada emitida pelo criptônio 86 em um tubo de descarga gasosa.*



Fonte: *Google Imagens*

Em 1983, o metro foi definido como a distância percorrida pela luz no vácuo durante um intervalo de tempo de 1/299.792.458 segundo. De acordo com essa definição, a velocidade da luz é exatamente 299.792.458 m/s.

Fonte: *Google Imagens*

1.6 Tempo

1.6 Tempo

Tempo

- ✓ *Em 1967, a 13ª Conferencia Geral de Pesos e Medidas adotou como padrão de tempo um segundo com base no relógio de césio.*
- ✓ *Um segundo é o intervalo de tempo que corresponde a 9.192.631.770 oscilações da luz emitida por um átomo de césio 133.*

Measurement	Time Interval in Seconds	Measurement	Time Interval in Seconds
Lifetime of the proton (predicted)	3×10^{40}	Time between human heartbeats	8×10^{-1}
Age of the universe	5×10^{17}	Lifetime of the muon	2×10^{-6}
Age of the pyramid of Cheops	1×10^{11}	Shortest lab light pulse	1×10^{-16}
Human life expectancy	2×10^{9}	Lifetime of the most unstable particle	1×10^{-23}
Length of a day	9×10^{4}	The Planck time[a]	1×10^{-43}

1.7 Massa

1.7 Massa

Massa

- ✓ *O quilograma é definido em termos de um padrão de massa de platina-irídio mantido em um laboratório nas vizinhanças de Paris.*

Mas, esta massa está sujeita a (pequeníssimas) flutuações, devido a fatores como a acumulação de poeira microscópica. Em 20/05/2019 entrou em vigor uma nova definição de quilograma (kg), em termos do valor da constante de Planck, h, 6,62607015 x 10^{-34} J·s ou $kg{\cdot}m^2{\cdot}s^{-1}$. A constante de Planck é usada no cálculo de energias em física de partículas.

O Protótipo Internacional do kilograma (IPK), um cilindro de platina iridiada guardado no *BIPM*, em França
Cortesia do *BIPM*

1.8 Notação Científica

1.8 Notação Científica

Notação Científica

A notação científica serve para expressar matematicamente números muito grandes ou muito pequenos em termos de potência de base 10.

$$a.10^{b}$$

$$\begin{cases} 1 \leq a < 10, \text{ denominado mantissa} \\ b \text{ é o expoente da potência 10, ou ordem de grandeza} \end{cases}$$

Ex: ***$300000000 = 3x10^{8}$***

$0{,}0000000586 = 5{,}86x10^{-8}$

Exemplo: $300000000 = 3x10^8$

$0,0000000586 = 5,86x10^{-8}$

$10 = 10^1$	$\frac{1}{10} = 0{,}1 = 10^{-1}$
$100 = 10^2$	$\frac{1}{100} = 0{,}01 = 10^{-2}$
$1000 = 10^3$	$\frac{1}{1000} = 0{,}001 = 10^{-3}$
$10000 = 10^4$	$\frac{1}{10000} = 0{,}0001 = 10^{-4}$

Prefixos das Unidades do SI

Factor	Nome	Símbolo	Factor	Nome	Símbolo
10^{1}	deca	da	10^{-1}	deci	d
10^{2}	hecto	h	10^{-2}	centi	c
10^{3}	kilo	k	10^{-3}	milli	m
10^{6}	mega	M	10^{-6}	micro	µ
10^{9}	giga	G	10^{-9}	nano	n
10^{12}	tera	T	10^{-12}	pico	p
10^{15}	peta	P	10^{-15}	femto	f
10^{18}	exa	E	10^{-18}	atto	a
10^{21}	zetta	Z	10^{-21}	zepto	z
10^{24}	yotta	Y	10^{-24}	yocto	y

Cap. 2: Movimento Retilíneo

Cap. 2: Movimento Retilíneo

Seções de estudo

- ✓ *2.1 Contextualizando a Física*
- ✓ *2.2 Movimento*
- ✓ *2.3 Posição e Deslocamento*
- ✓ *2.4 Velocidade média eVelocidade Escalar Média*
- ✓ *2.5 Velocidade Instantânea eVelocidade Escalar Instantânea*
- ✓ *2.6 Aceleração*
- ✓ *2.7 Aceleração Constante: Um caso Especial*
- ✓ *2.8 Mais sobre Aceleração Constante*
- ✓ *2.9 Aceleração em Queda Livre*
- ✓ *2.10 Integração de Gráficos em Análise de Movimentos*

2.1 Contextualizando a Física

2.1 Contextualizando a Física

Contextualizando a Física

- *A física é um termo que vem do grego physis, que significa "natureza". Assim, a física é a ciência que estuda as regras e leis da natureza (universo).*

- ✓ *Pode-se dividir a física em Mecânica, Termologia, Ondulatória, Óptica, Eletromagnetismo e Física Moderna.*

Neste curso, estudaremos o movimento dos objetos:

- ✓ *A rapidez com que se movem;*
- ✓ *A distância que percorrem em um dado intervalo de tempo.*
- ✓ *A física básica do movimento nos casos em que o objeto está se movendo em linha reta, o que chamamos de **Movimento Unidimensional**.*

2.2 Movimento

2.2 Movimento

❑ A IMPORTÂNCIA DO REFERENCIAL PARA A FÍSICA

➢ *PONTO MATERIAL E CORPO EXTENSO*

- ***Ponto Material:*** *um corpo é considerado partícula quando suas dimensões são desprezíveis em relação ao referencial adotado.*
- ***Corpo Extenso:*** *é aquele que não possui dimensões desprezíveis quando comparado ao referencial adotado.*

Fonte: Google Imagens

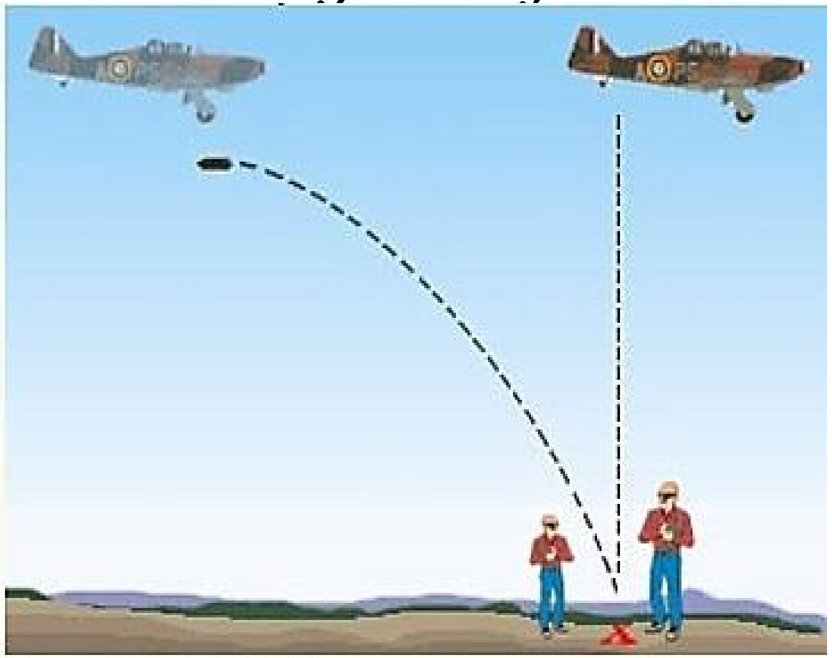
➢ *MOVIMENTO E REPOUSO*

- ***Movimento:*** *Um corpo está em movimento quando a distância entre este corpo e o referencial adotado varia com o tempo.*

- ***Repouso:*** *Um corpo está em repouso quando a distância entre este corpo e o referencial não varia com o tempo.*

➢ *TRAJETÓRIA*

*Até mesmo a trajetória – caminho seguido por um móvel – depende do referencial adotado. Na fig. abaixo, a trajetória do objeto abandonado depende de qual referencial estamos adotando. Se o referencial é o piloto do avião a trajetória é uma **RETA**, mas se adotarmos como referencial alguém fixo na terra, a trajetória será uma **PARÁBOLA**.*



Fonte: tell.my1blog.com

2.3 Posição e Deslocamento

2.3 Posição e Deslocamento

Movimento Retilíneo

- **Deslocamento:** *É uma variação da posição; envolve apenas a posição inicial e final. É uma grandeza vetorial.*

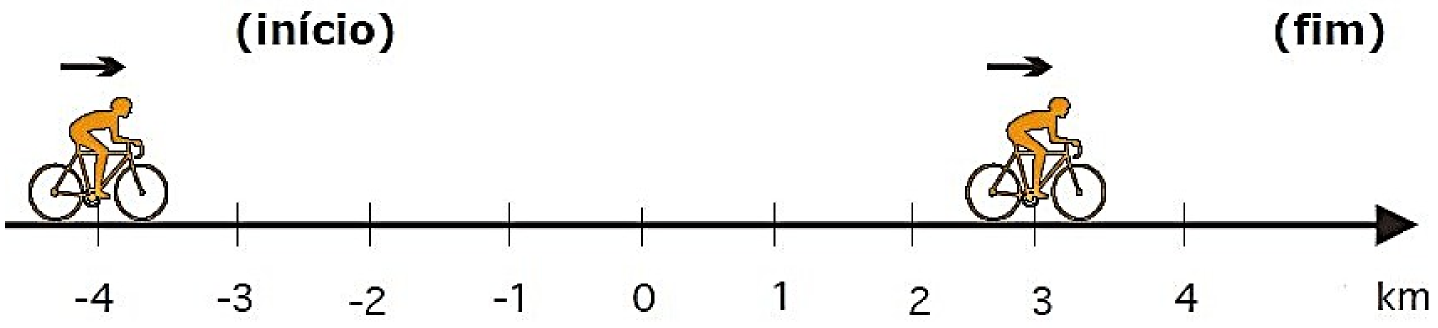
$$\boxed{\Delta x = x_f - x_i} \qquad (1)$$

- $\Delta x > 0$, *indica que o movimento é no sentido positivo.*
- $\Delta x < 0$, *indica que o movimento é no sentido negativo.*

Fonte: Google Imagens

OBS: *Deslocamento é diferente de distância total percorrida.*

EXEMPLO: Suponha que o ciclista abaixo, parte da posição inicial de -4 km e de repente ao chegar na posição de 3 km ele faça a curva retornando à posição de -4 km. Para esta situação, qual o deslocamento sofrido pelo ciclista? E a distância total percorrida?



Fonte: Google Imagens

RESOLUÇÃO:

*O **deslocamento** é dado por:* $\Delta x = x_f - x_i = -4 - (-4) = 0\ km$

*Já a **distância total** percorrida é:* $distancia\ total = 14km$

2.4 Velocidade Média e Velocidade Escalar Média

2.4 Velocidade Média e
Velocidade Escalar Média

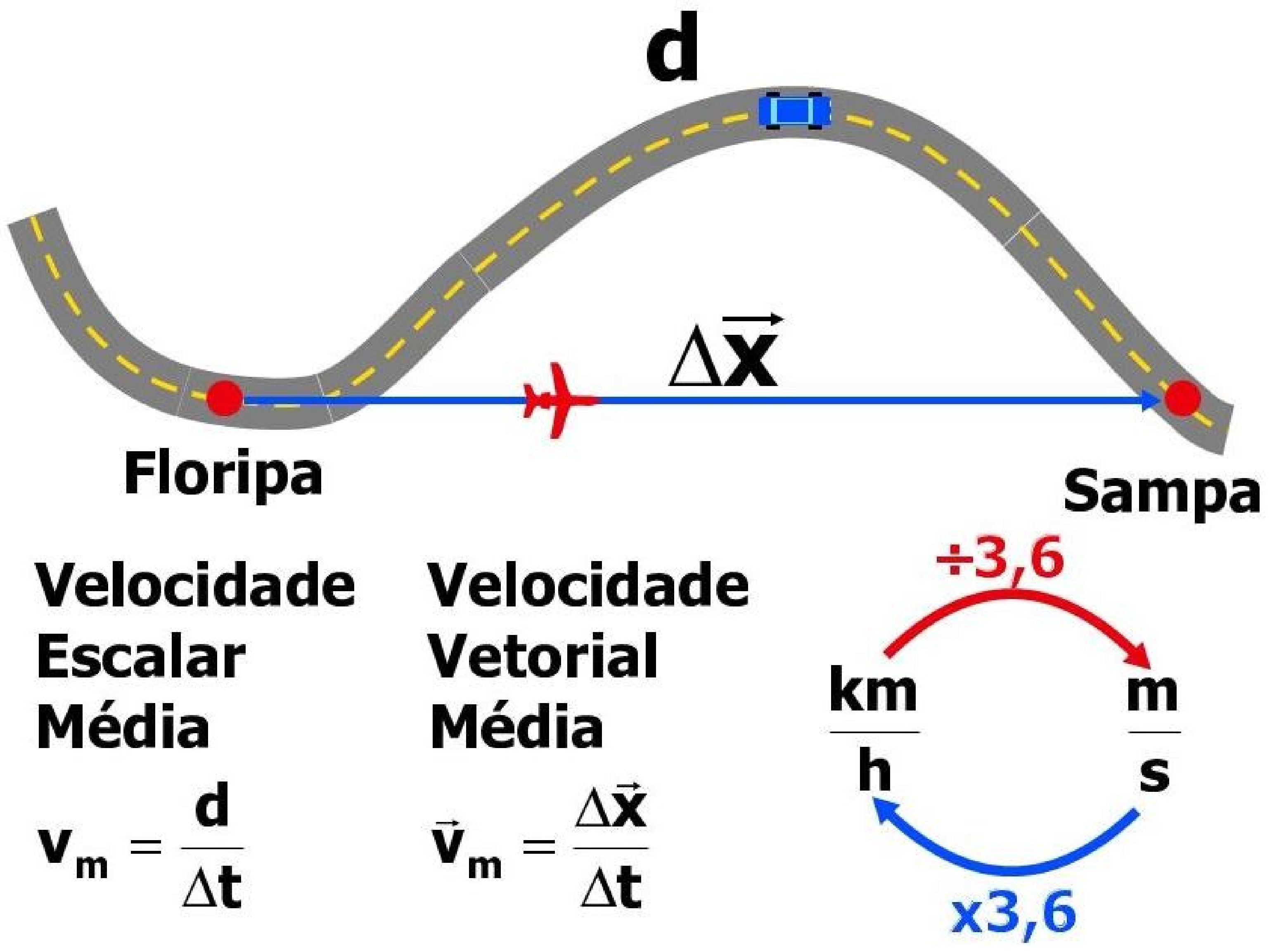
Velocidade Média e Velocidade Escalar Média

- *Veloc. Média:* *É a razão entre o deslocamento e o intervalo de tempo durante o qual este deslocamento ocorre. A velocidade média tem o mesmo sinal que o deslocamento.*

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \qquad (2)$$

- *Veloc. Escalar Média:* *É a razão entre a distância total percorrida e o tempo gasto no percurso. É uma grandeza escalar, que não fornece nenhuma informação a respeito da direção do deslocamento.*

$$S_{méd} = \frac{\text{distância total}}{\Delta t} \qquad (3)$$



Fonte: Google Imagens

2.5 Velocidade Escalar Instantânea

2.5 Velocidade Escalar Instantânea

Velocidade Escalar Instantânea

- ***Velocidade Instantânea:*** *Se refere a quão rapidamente uma partícula está se movendo em um dado instante. É obtida a partir da velocidade média reduzindo* Δt *até torna-lo próximo de zero.*

$$\upsilon = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt} \qquad (4)$$

- *Quando* Δt *diminui, a velocidade média se aproxima cada vez mais de um valor limite, que é a velocidade instantânea.*
- *A velocidade instantânea é a taxa na qual a posição varia com o tempo em um dado instante, isto é,* υ *é a derivada de* x *com relação a* t.

2.6 Aceleração

2.6 Aceleração

Aceleração

- ***Aceleração média:*** *Aceleração média é a razão entre a variação da velocidade e a variação do tempo.*

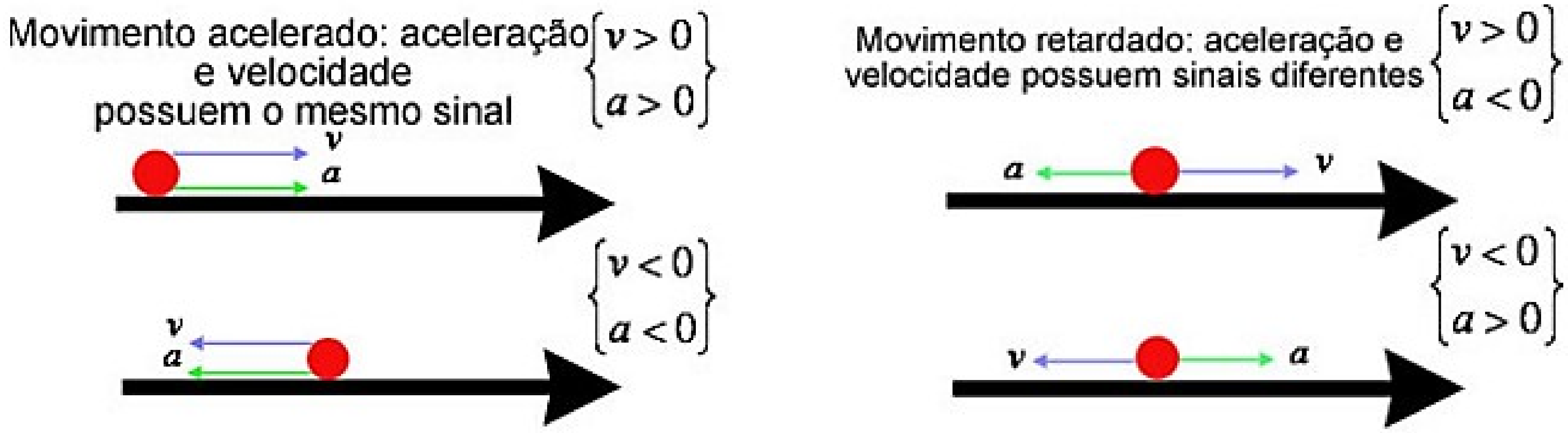
$$a_{méd} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \qquad (5)$$

- ***Aceleração Instantânea:***

$$a = a(t) = \frac{dv}{dt} = \frac{d}{dt}\left(\frac{dx}{dt}\right) = \frac{d^2x}{dt^2} \qquad (6)$$

✓ *A unidade de aceleração no SI é o* m/s^2.

- ***Observação:*** *Se os sinais da velocidade e da aceleração de uma partícula são iguais, a velocidade escalar da partícula aumenta. Se os sinais são opostos, a velocidade escalar diminui.*



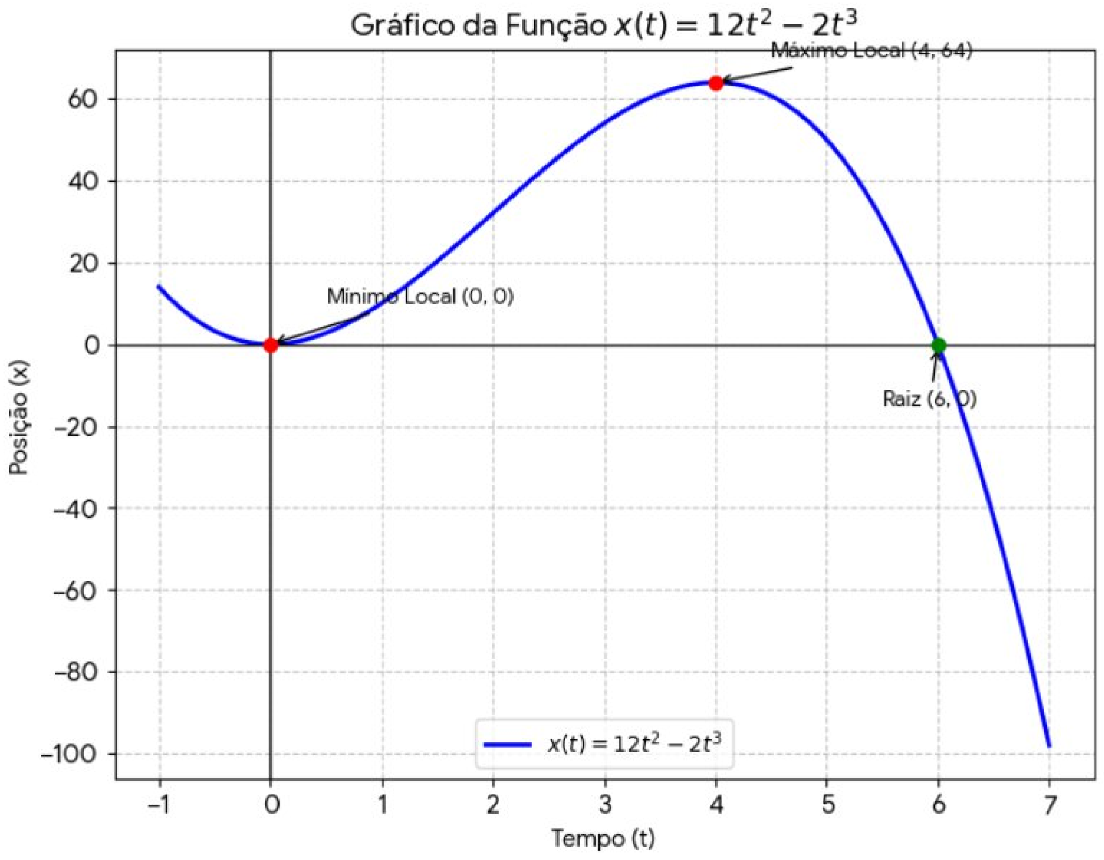
Fonte: Google Imagens

Exercícios

A posição de uma partícula movendo-se ao longo do eixo x, é dado por $x(t) = 12t^2 - 2t^3$.

Determine:

a) *A posição da partícula em* $t = 3s$.
b) *A velocidade da partícula no instante* $t = 3s$.
c) *A aceleração da partícula no instante* $t = 3s$.
d) *Qual a coordenada positiva máxima alcançada pela partícula e em que instante de tempo ela é alcançada?*
e) *Qual a velocidade positiva máxima alcançada pela partícula e em que instante de tempo ela é alcançada?*
f) *Determine a* $V_{méd.}$ *da partícula entre* $t = 0s$ *e* $t = 3s$.



Exercícios

As equações a seguir fornecem a posição x(t) de uma partícula em 04 casos:

1) $x(\mathrm{t}) = 3t - 2.$ 2) $x(\mathrm{t}) = -4t^2 - 2.$

3) $x(\mathrm{t}) = 2/t^2.$ 4) $x(\mathrm{t}) = 2.$

a) Em que caso a velocidade V da partícula é constante?
b) Em que caso a velocidade V é no sentido negativo do eixo x?

Exercícios

Uma borboleta se move ao longo do eixo X. Qual é o sinal da aceleração do animal se está se movendo,

a) *No sentido positivo com velocidade escalar crescente?*
b) *No sentido positivo com velocidade escalar decrescente?*
c) *No sentido negativo com velocidade escalar crescente?*
d) *No sentido negativo com velocidade escalar decrescente?*

Exercícios

Depois de dirigir um carro em uma estrada retilínea por 8,4 Km a 70Km/h, você para por falta de gasolina. Nos 30 minutos seguintes, você caminha por mais 2 km ao longo da estrada até chegar a um posto de gasolina.

a) *Qual foi o deslocamento total, do inicio da viagem até chegar ao posto de gasolina?*

b) *Qual o intervalo de tempo entre o inicio da viagem e o instante em que você chega ao posto?*

c) *Qual é a velocidade média do inicio da viagem até a chegada ao posto de gasolina?*

d) *Suponha que para encher um botijão de gasolina e caminhar de volta para o carro você leva 45min. Qual é a velocidade escalar média do inicio da viagem até o momento em que você chega de volta ao lugar onde deixou o carro?*

- ***A posição de uma partícula movendo-se ao longo do eixo x, é dado por***

$$x(t) = 4 - 27t + t^3.$$

a) *Encontre a função velocidade e aceleração da partícula.*
b) *Existe algum instante para o qual* $v = 0$*?*
c) *Descreva o movimento da partícula para* $t \geq 0$.

- ***Ao avistar um carro da polícia rodoviária, você freia de uma velocidade** de 100km/h para uma velocidade de 80km/h durante um deslocamento de 88m com uma aceleração constante.*

d) *Qual é esta aceleração?*
e) *Quanto tempo é necessário para se obter a correspondente redução de velocidade?*

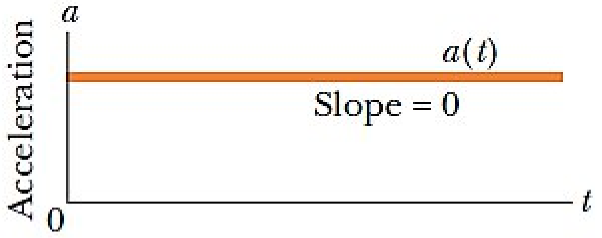
2.7 Aceleração Constante: Um caso Especial

2.7 Aceleração Constante: Um caso Especial

Aceleração Constante

Quando a aceleração é constante, o valor médio e o valor instantâneo são iguais.

$$a(t) = a_{méd} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t - t_0}$$



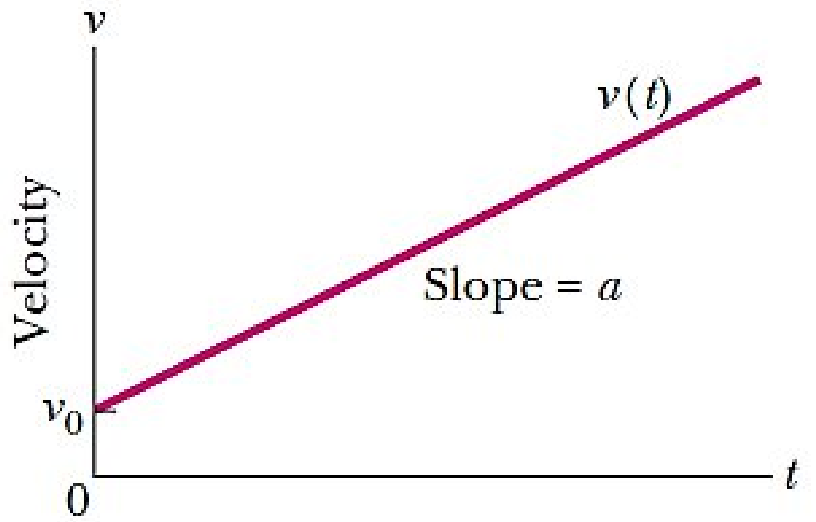
v_0 é a velocidade no instante $t = 0$ e v é a velocidade em um instante de tempo posterior t. Explicitando v, obtemos:

$$a = \frac{v - v_0}{t - 0} \Rightarrow v = v_0 + at \quad (7)$$

Verificando...

$$v = v_0 + at \begin{cases} v: \text{ velocidade em um instante qualquer } (m/s); \\ v_0: \text{ velocidade inicial } (m/s); \\ a_m: \text{ aceleração média } (m/s^2); \\ t: \text{ tempo}(s). \end{cases}$$

- ✓ *Para* $t = 0$, *temos que* $v = v_0$.
- ✓ *Veja que:* $a = \dfrac{dv}{dt}$



Fonte: *Livro Fundamentos de Física – Halliday, 9ª ed.*

De forma análoga, podemos escrever que:

$$v_{méd} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x - x_0}{t - t_0}$$

x_0 *é a posição no instante* $t = 0$ *e* x *é a posição em um instante de tempo posterior t. Explicitando* x*, obtemos:*

$$v_{méd} = \frac{x - x_0}{t - 0} \Rightarrow x = x_0 + v_{méd}t \quad (8)$$

Onde $v_{méd}$ *é a velocidade média entre* $t = 0$ *e um instante de tempo posterior t.*

A velocidade média $v_{méd}$ *entre* $t = 0$ *e um instante de tempo posterior* t *é dado por:*

$$v_{média} = \frac{1}{2}(v_0 \pm v) \tag{9}$$

Substituindo a eq. (7) na eq. (9), obtemos:

$$v_{média} = \frac{1}{2}(v_0 + v_0 + at) \quad \Rightarrow \quad v_{média} = v_0 + \frac{1}{2}(at) \tag{10}$$

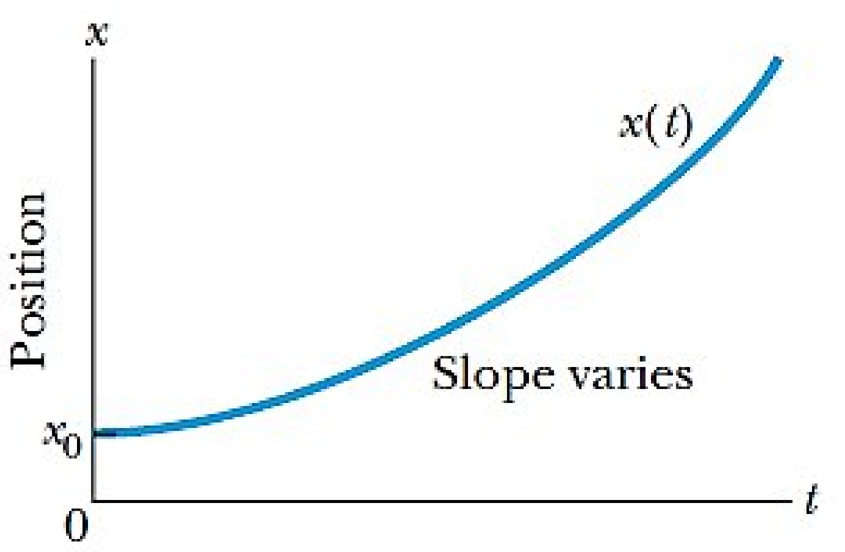
Isolando $v_{méd}$ *na eq. (8), obtemos:*

$$x = x_0 + v_{méd}t \quad \Rightarrow \quad v_{méd} = \frac{x - x_0}{t} \tag{11}$$

Igualando a eq. (10) e (11) e isolando x obtemos:

$$\frac{x - x_0}{t} = v_0 + \frac{1}{2}at \quad \Rightarrow \quad x = x_0 + v_0 t + (1/2)at^2 \qquad (12)$$

- ✓ *Para* $t = 0$*, temos que* $x = x_0$
- ✓ *Veja que:* $\dfrac{dx}{dt} = v_0 + at$



Fonte: *Livro Fundamentos de Física – Halliday, 9ª ed.*

Abaixo temos as equações básicas do movimento com aceleração constante.

Equation Number	Equation	Missing Quantity
2-11	$v = v_0 + at$	$x - x_0$
2-15	$x - x_0 = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$	v
2-16	$v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0)$	t
2-17	$x - x_0 = \frac{1}{2}(v_0 + v)t$	a
2-18	$x - x_0 = vt - \frac{1}{2}at^2$	v_0

EQUAÇÃO DE TORRICELLI: *A equação de Torricelli relaciona a velocidade escalar com a posição, sem envolver o tempo.*

$$v^2 = v_0{}^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta x$$

Fonte: *efeitojoule.com*

Organizando as ideias...

❖ **MOVIMENTO UNIFORME (M.U.)**

➢ ***FUNÇÃO HORÁRIA DO M.U.***

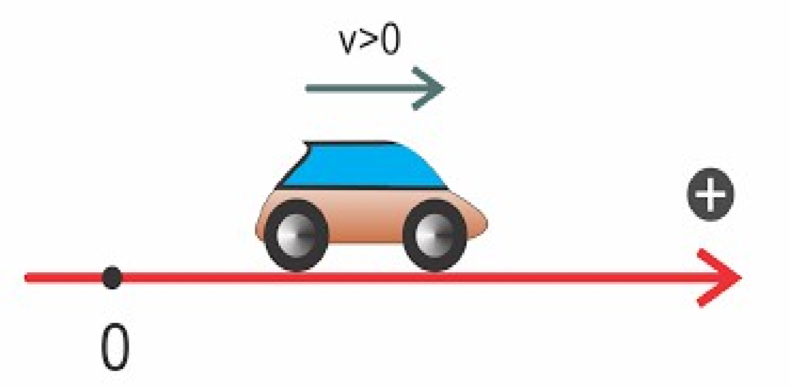
É uma equação do 1º grau, que expressa a posição de um móvel em função do tempo.

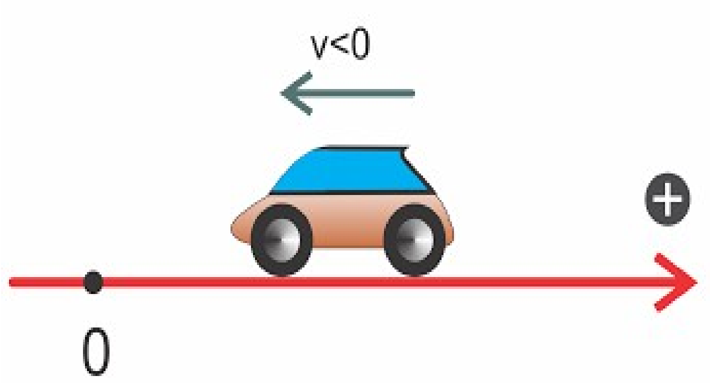
$$x = x_0 + v \cdot t$$

➢ TIPOS DE MOVIMENTOS

- ✓ ***MOVIMENTO PROGRESSIVO:*** *É o movimento em que o móvel caminha a favor da orientação positiva da trajetória.*

- ✓ ***MOVIMENTO REGRESSIVO (RETRÓGRADO):*** *É o movimento em que o móvel caminha contra a orientação positiva da trajetória.*





Fonte: Google Imagens

Exercícios

EXEMPLO: *Um carro obedece a seguinte função horária:*

$$x(t) = 15 - 2t$$

Determine:

(a) O espaço inicial do carro;

(b) A velocidade escalar do carro;

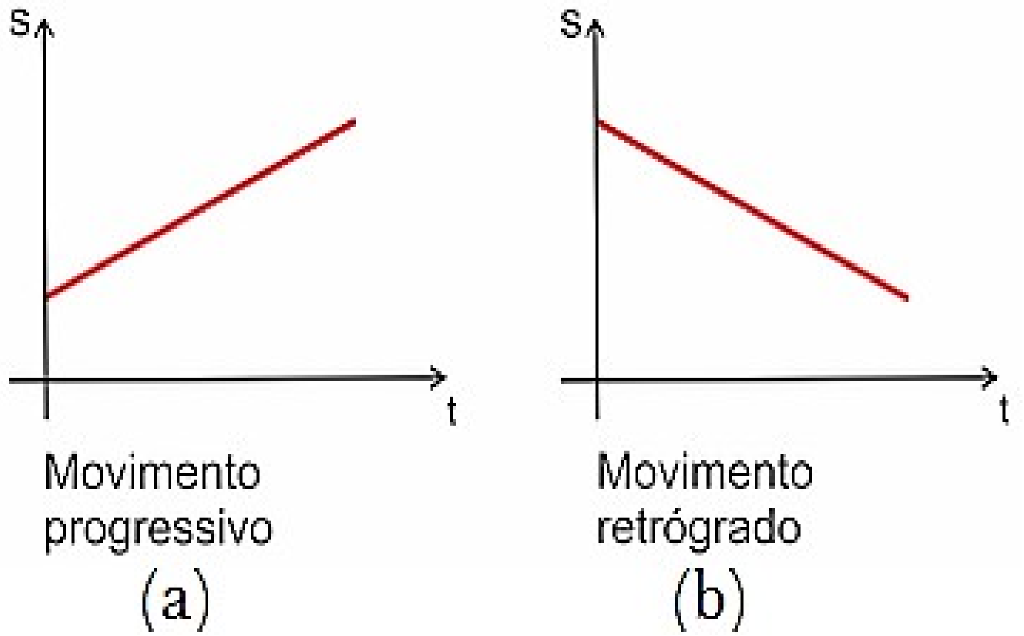
(c) O tipo de movimento;

(d) A posição final no instante $t = 5s$*; e*

(e) O instante em que passa pela origem dos espaços.

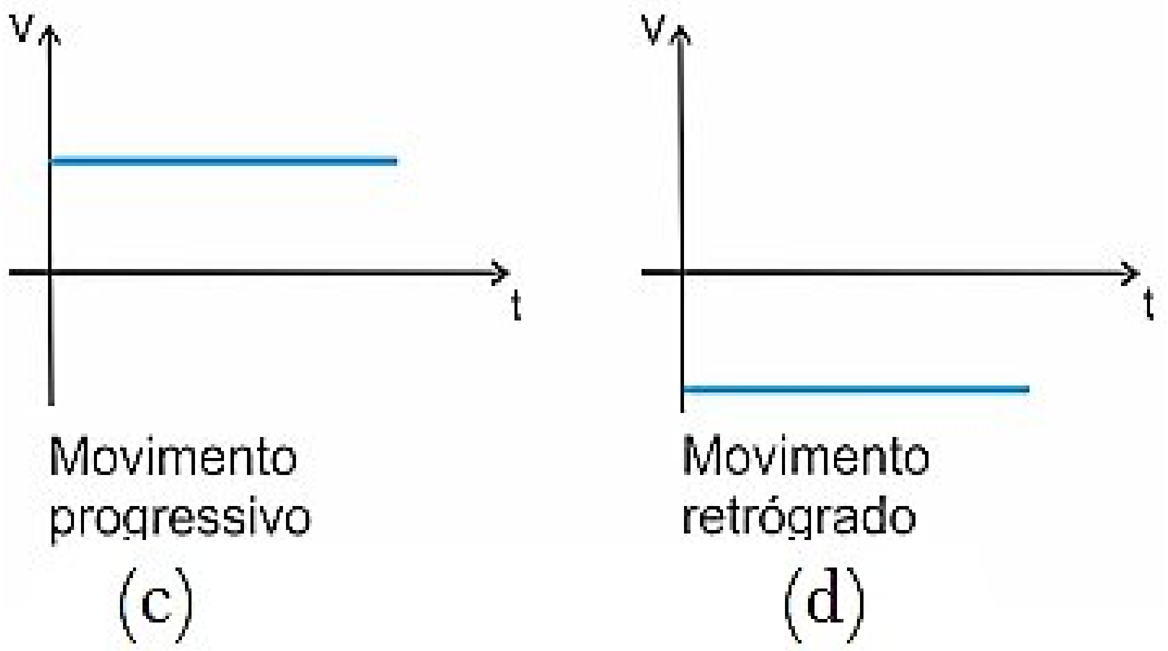
➢ GRÁFICOS DO MOVIMENTO UNIFORME

✓ ***GRÁFICOS s x t (gráfico da posição versus tempo):*** *reta inclinada com relação aos eixos. Em (a), o espaço s cresce com o tempo:* ***velocidade escalar positiva****. Já em (b), o espaço s decresce com o tempo:* ***velocidade escalar negativa****.*



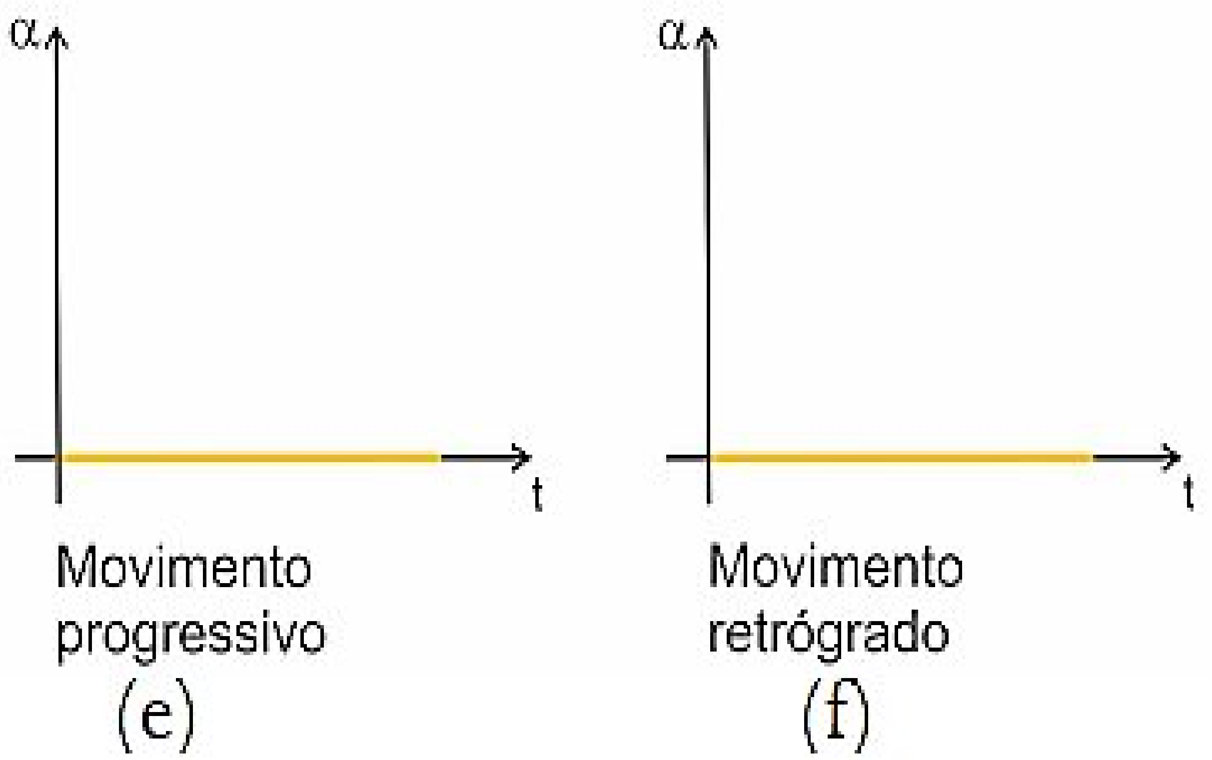
Fonte: Google Imagens

✓ ***GRÁFICOS*** *v x t* ***(gráfico da velocidade versus tempo)***: *Função constante e não nula, logo, o gráfico será uma reta paralela em relação ao eixo dos tempos. Em (c), a velocidade v é* ***positiva e constante****. Já Em (d), a velocidade v é* ***negativa e constante.***



Fonte: Google Imagens

➢ ***GRÁFICOS** a x t **(gráfico da aceleração versus tempo):***
Função constante e nula, logo, o gráfico é uma reta que coincide com o eixo dos tempos.



Fonte: Google Imagens

❖ MOVIMENTO UNIFORMEMENTE VARIADO (*M.U.V.*)

➢ *FUNÇÃO HORÁRIA DO M.U.V.*

É uma equação do 1º grau, que expressa a velocidade de um móvel em função do tempo.

$$v = v_0 + at$$

➢ *FUNÇÃO HORÁRIA DO M.U.V.*

É uma equação do 2º grau, que expressa a posição de um móvel em função do tempo.

$$x = x_0 + v_0 t + (1/2)at^2$$

➢ TIPOS DE MOVIMENTOS

✓ ***MOVIMENTO ACELERADO:*** *Quando velocidade e aceleração estão no mesmo sentido, o módulo da velocidade aumenta com o passar do tempo.*

Propriedade: *v e a têm o mesmo sinal.*

Fonte: Google Imagens

*Quando um objeto é abandonado em **queda livre**, a favor da **aceleração da gravidade**, o **movimento também é classificado como acelerado, pois ocorre aumento no valor da velocidade.***

➢ TIPOS DE MOVIMENTOS

✓ ***MOVIMENTO RETARDADO:*** *Quando velocidade e aceleração apresentam sentidos opostos, o módulo da velocidade diminui com o passar do tempo.*

Propriedade: *v e a têm sinais contrários.*

Fonte: Google Imagens

Quando um motorista aciona os freios de um carro, por exemplo, o movimento executado é do tipo retardado, pois ocorre diminuição de velocidade.

Exercícios

EXEMPLO: *Um carro obedece a seguinte função horária:*

$v = 20 + 5t$

Determine:

(a) A velocidade inicial do carro;

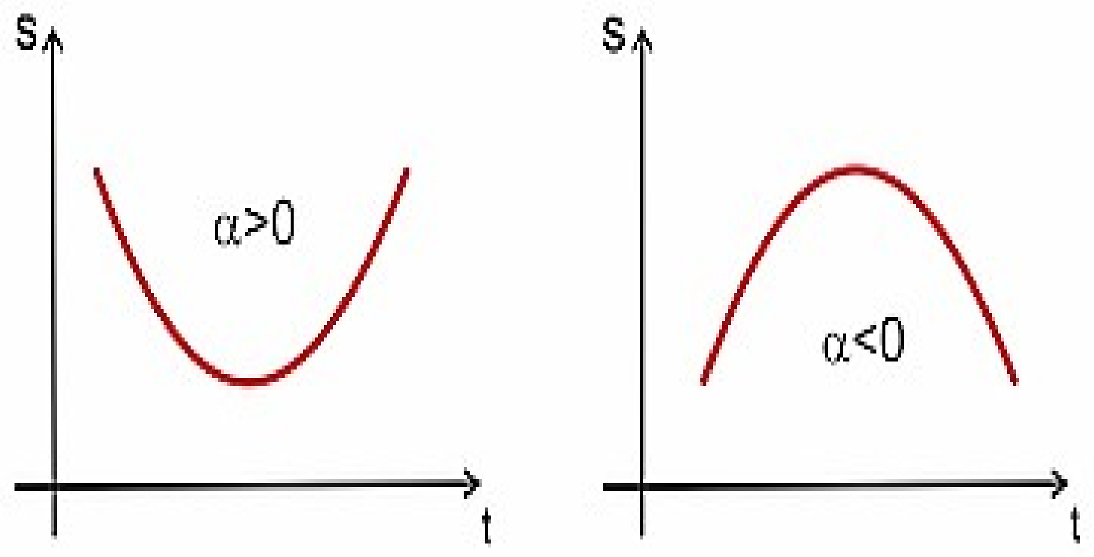
(b) A aceleração do carro;

(c) O tipo de movimento (acelerado ou retardado); e

(d) A velocidade final no instante $t = 4s$.

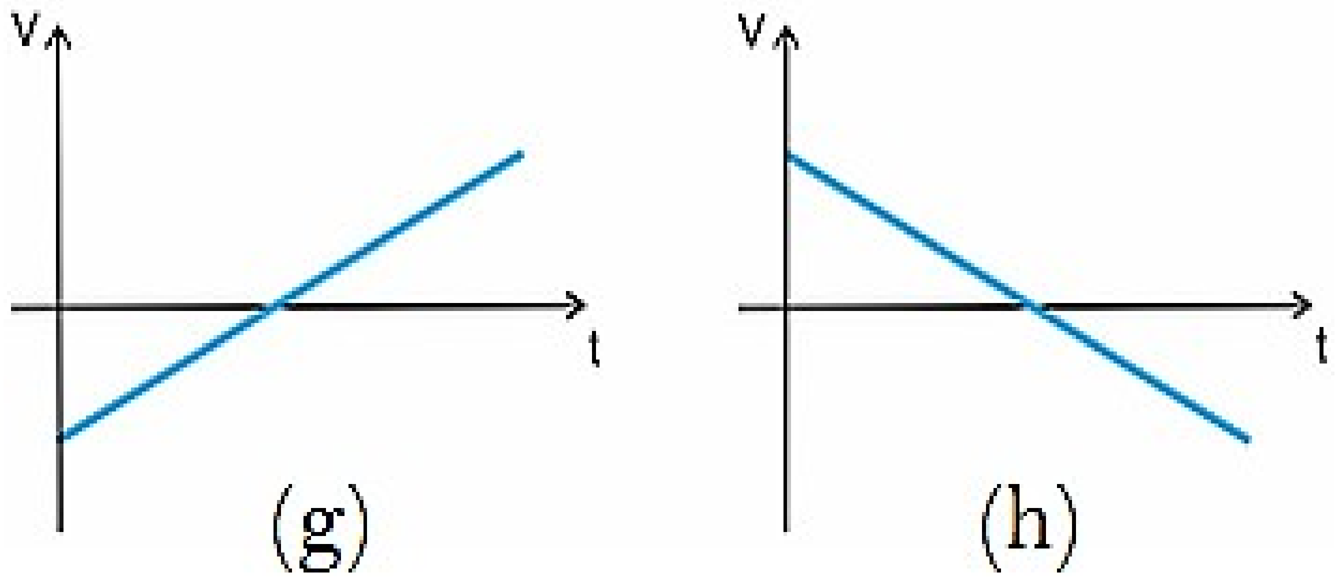
➢ GRÁFICOS DO MOVIMENTO UNIFORMEMENTE VARIADO

✓ ***GRÁFICOS $s \times t$ (gráfico da posição versus tempo):*** *função do segundo grau em t, logo, o gráfico é uma parábola.*



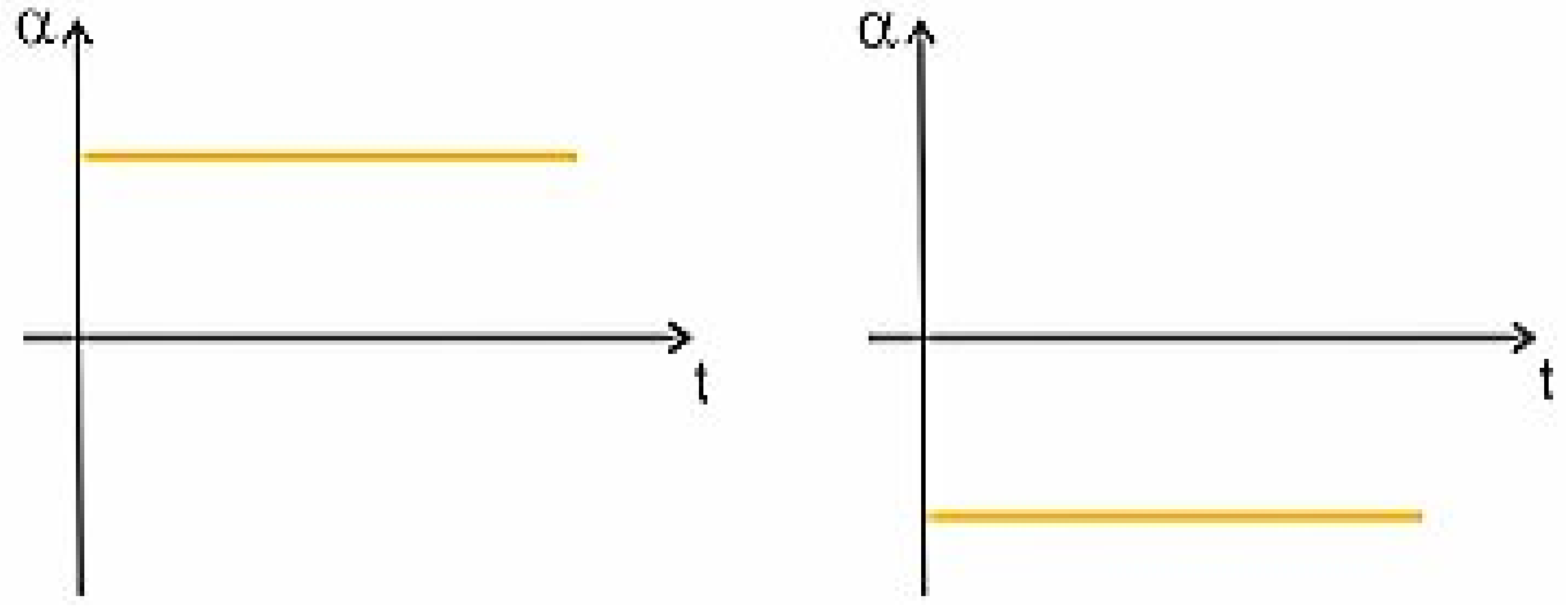
Fonte: Google Imagens

✓ **GRÁFICOS** *v x t* ***(gráfico da velocidade versus tempo):*** *função do primeiro grau em t, logo, o gráfico é uma reta inclinada em relação aos eixos.*



Fonte: Google Imagens

✓ **GRÁFICOS a x t (gráfico da aceleração versus tempo):** *função constante e não nula, logo, o gráfico é uma reta paralela em relação aos eixos dos tempos.*



Fonte: Google Imagens

2.8 Mais sobre aceleração constante

2.8 Mais sobre aceleração constante

Mais sobre aceleração constante

Vamos agora demostrar a equação abaixo utilizando o ***cálculo diferencial e integral****:*

Demonstração:

$$v = v_0 + at$$

$$a = \frac{dv}{dt} \rightarrow dv = adt \rightarrow \int dv = a \int dt \rightarrow v = at + C$$

Para determinar a constante de integração C, fazemos $t = 0$*, instante no qual* $v = v_0$.

$$v_0 = a\,(0) + C \rightarrow v_0 = C$$

$$v = v_0 + at$$

Vamos agora demostrar a equação abaixo utilizando o cálculo diferencial e integral:

Demonstração:

$$x = x_0 + v_0 t + (1/2)at^2$$

$$v = \frac{dx}{dt} \rightarrow dx = v dt \rightarrow \int dx = v \int dt$$

$$\int dx = \int (v_0 + at)dt \rightarrow \int dx = \int v_0 \, dt + a \int t \, dt$$

$$x = v_0 t + (1/2)at^2 + C'$$

Para determinar C', fazemos $t = 0$, instante no qual $x = x_0$.

$$x_0 = v_0(0) + (1/2)a(0)^2 + C' \rightarrow x_0 = C' \quad \Rightarrow \quad x = x_0 + v_0 t + (1/2)at^2$$

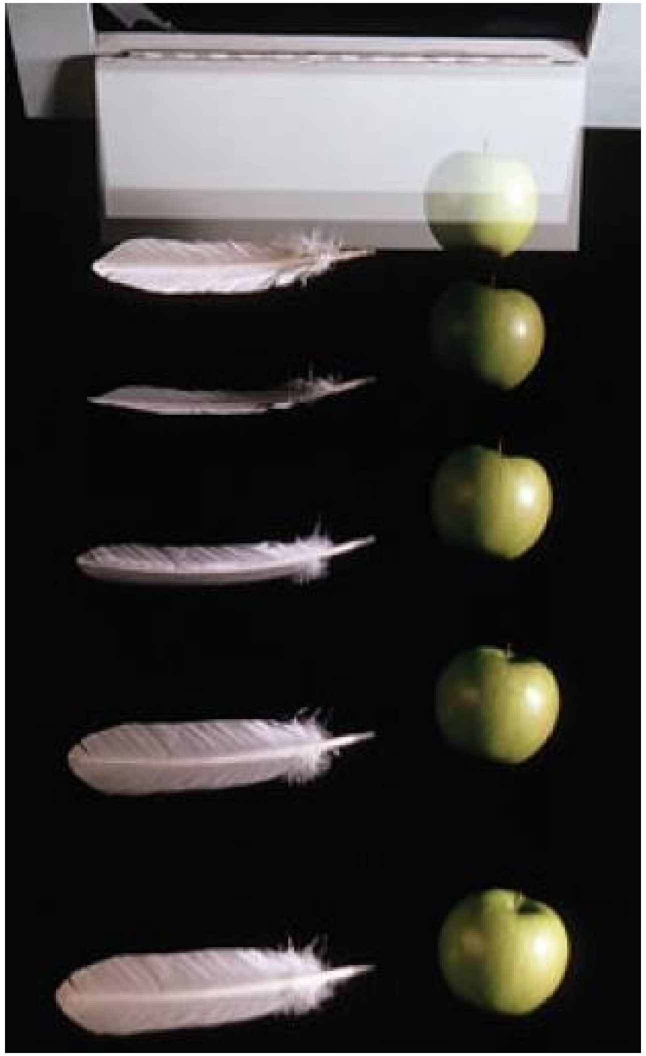
2.9 Aceleração em Queda Livre

2.9 Aceleração em Queda Livre

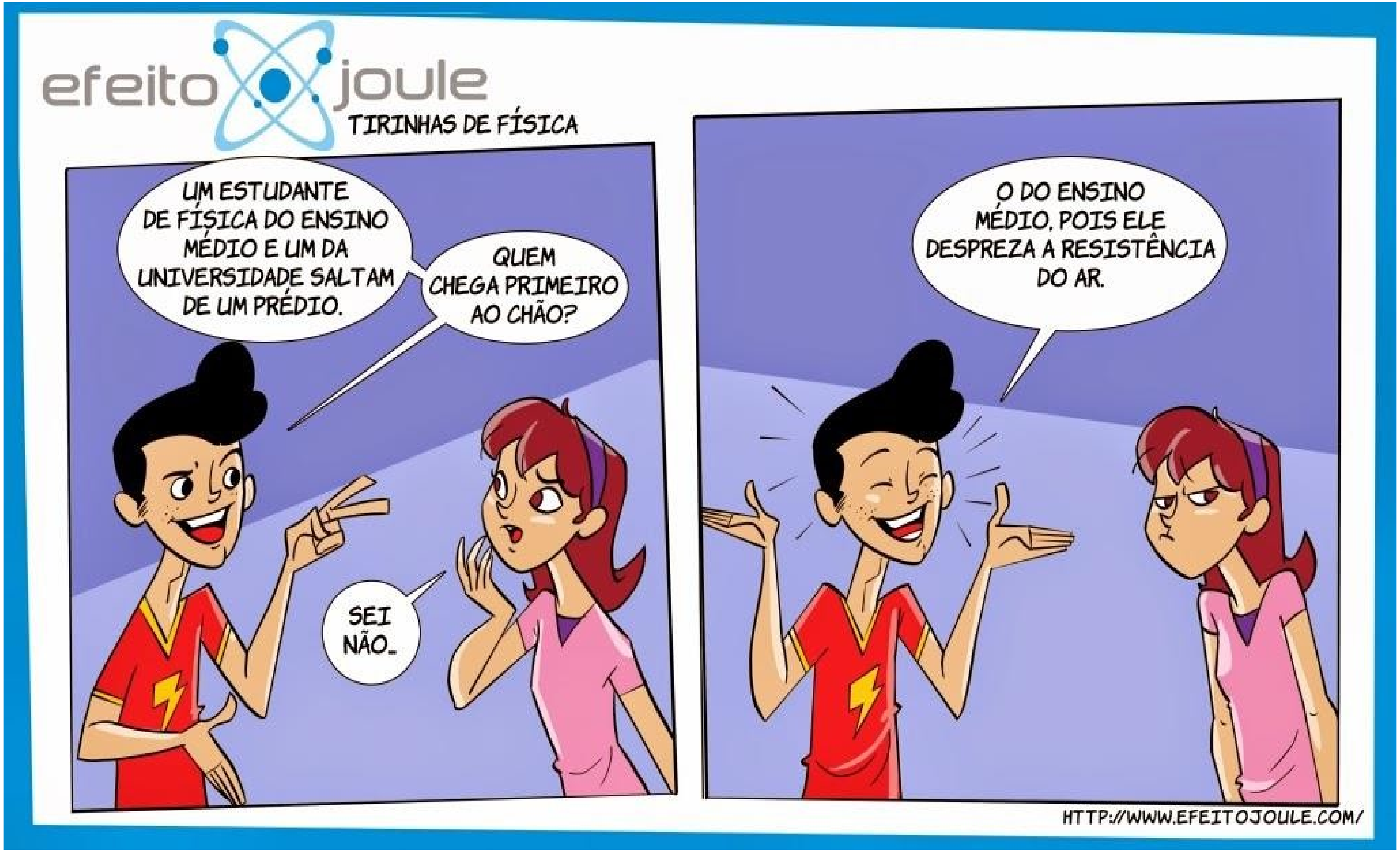
- *Objetos em queda livre são aqueles que caem sem estarem submetidos a nenhuma força, a não ser o próprio peso.*

- *Para esses objetos é usado o modelo de aceleração constante, com "a" substituído por "-g", onde $g = 9{,}81\ m/s^2$ no caso de objetos próximos da superfície da Terra.*

- *Uma pena e uma maçã em queda livre sofrem a mesma aceleração.*



Fonte: Livro Fundamentos de Física – Halliday, 9ª ed.



***Fonte:** efeitojoule.com*

#bbc #HumanUniverse

Brian Cox visits the world's biggest vacuum | Human Universe - BBC

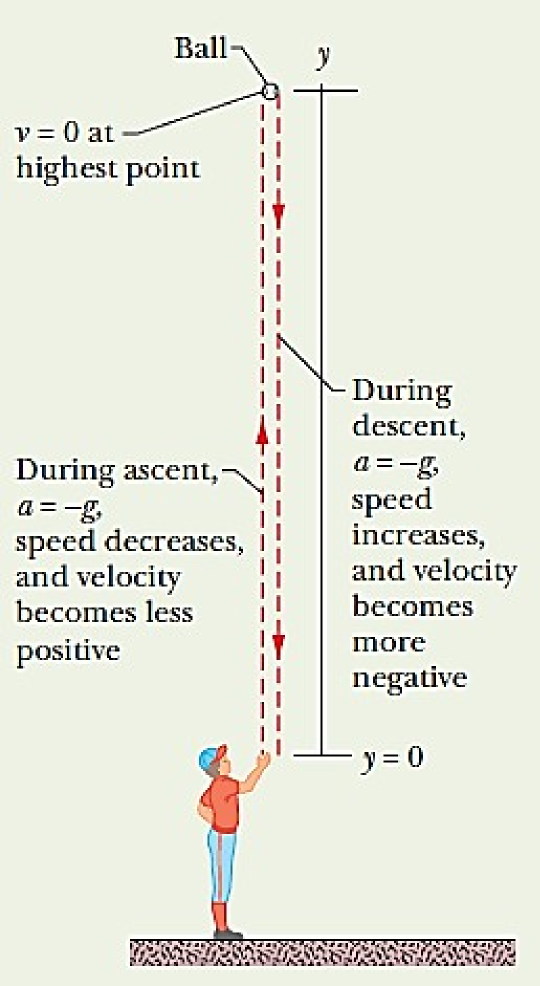
Exercícios

Um lançador arremessa uma bola de beisebol para cima ao longo do eixo y, com uma velocidade inicial de 12 m/s.

(a) Quanto tempo a bola leva para atingir a altura máxima?

(b) Qual é a altura máxima alcançada pela bola em relação ao ponto de lançamento?

(c) Quanto tempo a bola leva para atingir um ponto 5m acima do ponto inicial?

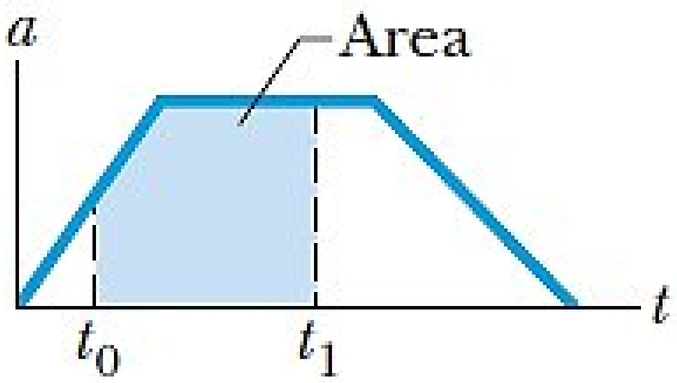


Fonte: *Livro Fundamentos de Física – Halliday, 9ª ed.*

2.10 Integração de Gráficos em Análise de Movimento

Integração de Gráficos em Analise de Movimento

- ✓ *Quando temos um gráfico da aceleração de um objeto em função do tempo, podemos integrar o gráfico para obter a velocidade do objeto em qualquer instante dado.*



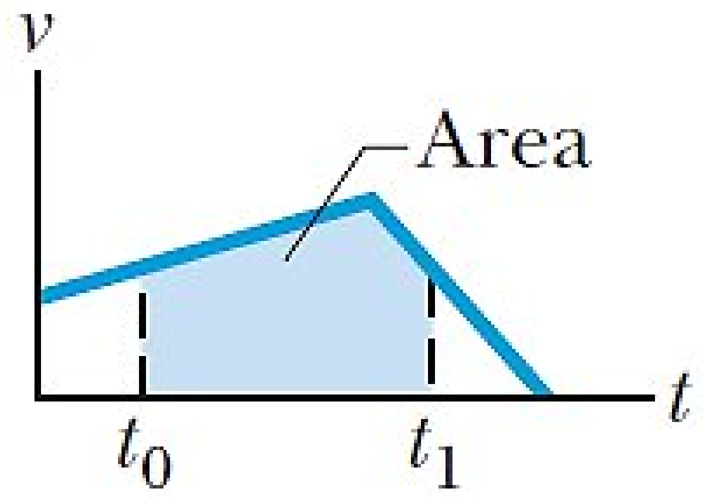
$$a(t) = \frac{dv}{dt} \rightarrow dv = a(t)\,dt \rightarrow \int_{v_0}^{v_1} dv = \int_{t_0}^{t_1} a(t)\,dt$$

$$\boxed{v_1 - v_0 = \int_{t_0}^{t_1} a(t)\,dt}$$

Esta área é igual a variação da velocidade.

- ✓ *Quando temos um gráfico da velocidade de um objeto em função do tempo, podemos integrar o gráfico para obter a posição do objeto em qualquer instante dado.*

$$v(t) = \frac{dx}{dt} \rightarrow dx = v(t)\, dt \rightarrow \int_{x_0}^{x_1} dx = \int_{t_0}^{t_1} v(t)\, dt$$



Esta área é igual a variação da posição.

$$\boxed{x_1 - x_0 = \int_{t_0}^{t_1} v(t)\, dt}$$

Obrigado!!!

Cap. 3: Vetores

Cap. 3: Vetores

Seções de estudo

- 3.1 Contextualizando a Física
- 3.2 Vetores e Escalares
- 3.3 Soma Geométrica de Vetores
- 3.4 Componentes de Vetores
- 3.5 Vetores Unitários
- 3.6 Soma de Vetores a partir das componentes
- 3.7 Vetores e as Leis da Física
- 3.8 Multiplicação de Vetores

Fonte: *Livro da Moderna Plus - Física*

3.1 Contextualizando a Física

3.1 Contextualizando a Física

Contextualizando a Física

- ✓ *Revisaremos a linguagem básica dos vetores.*
- ✓ *Qualquer tipo de navegação se baseia em vetores.*
- ✓ *O GPS é um sistema de radio navegação baseado em satélites que permite ao usuário saber a sua localização em qualquer ponto do globo terrestre através de sua posição relativa a um determinado grupo desses satélites.*
- ✓ *A física e a engenharia também usam vetores para descrever fenômenos que envolvem rotações e forças em geral.*

Fonte: Livro da Moderna Plus - Física

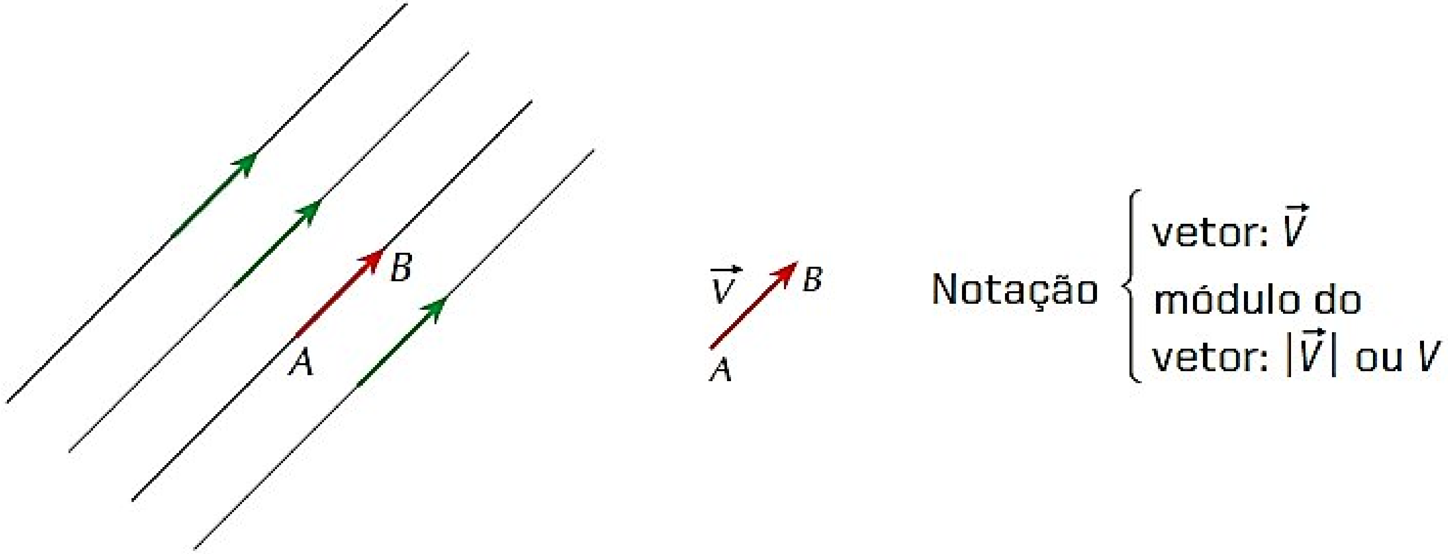
3.2 Vetores e Escalares

3.2 Vetores e Escalares

Vetores e Escalares

Uma grandeza física é tudo aquilo que pode ser medido.

- ✓ ***Grandeza Escalar:*** ***Ex:*** *Massa, tempo, temperatura, comprimento, volume, etc.*
- ✓ ***GrandezaVetorial:*** ***Ex:*** *Deslocamento, velocidade, aceleração, força, etc.*



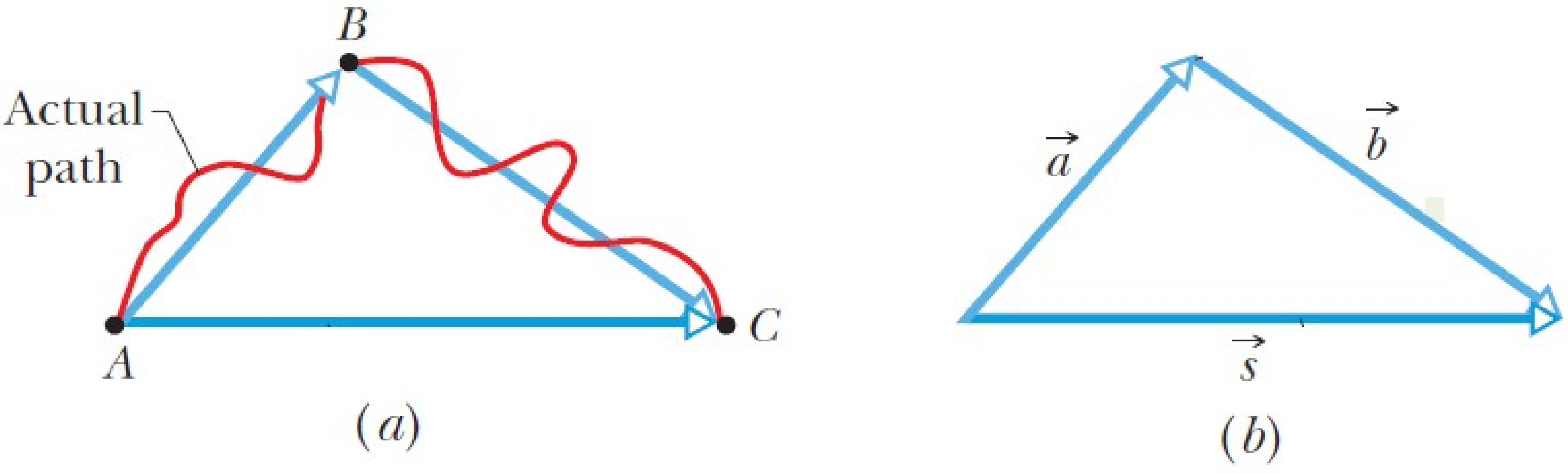
Fonte: *Livro da Moderna Plus - Física*

3.3 Soma Geométrica de Vetores

3.3 Soma Geométrica de Vetores

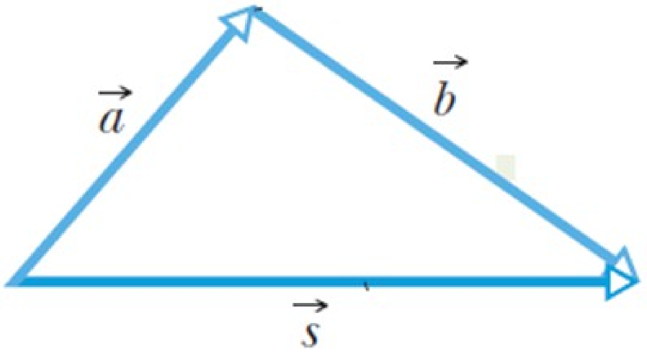
Soma Geométrica de Vetores

Suponha que uma partícula se desloque de A para B e, depois, de B para C. Podemos representar o deslocamento total através de dois vetores deslocamentos sucessivos, AB e BC. O ***deslocamento total*** *é um único deslocamento de A para C.*



Fonte: *Livro Fundamentos de Física – Halliday, 9ª ed.*

*Chamamos AC de vetor soma (ou **vetor resultante**) dos vetores AB e BC. Este tipo de soma não é uma soma algébrica comum.*



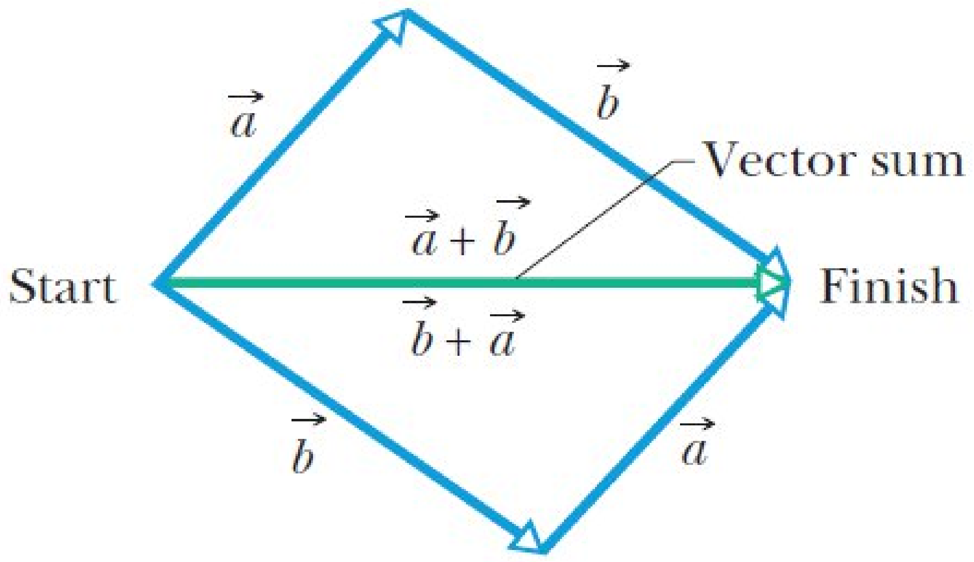
- ✓ *Para somar $\vec{a}$ e $\vec{b}$, faça a origem de $\vec{b}$ coincidir com a extremidade de $\vec{a}$.*
- ✓ *Para obter o vetor resultante, ligue a origem de $\vec{a}$ à extremidade de $\vec{b}$.*

Podemos representar a relação entre os três vetores por meio da equação vetorial:

$$\vec{s} = \vec{a} + \vec{b}$$

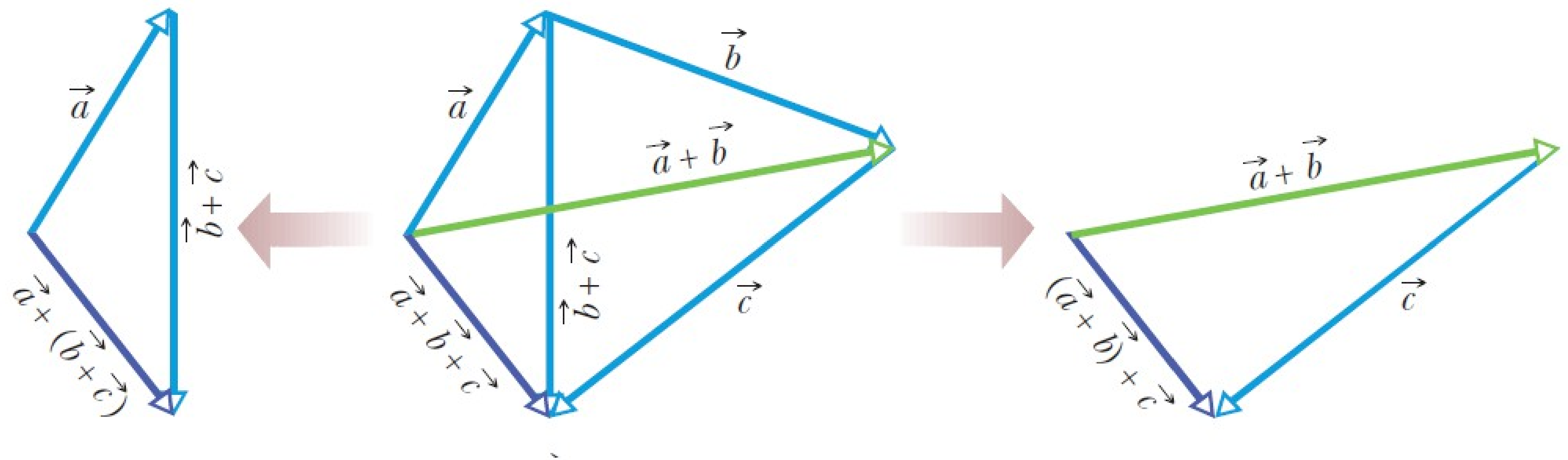
Propriedades da soma Geométrica de Vetores

- ✓ ***Lei Comutativa***:*A ordem em que o vetores são somados é irrelevante.*



$$\vec{a} + \vec{b} = \vec{b} + \vec{a}$$

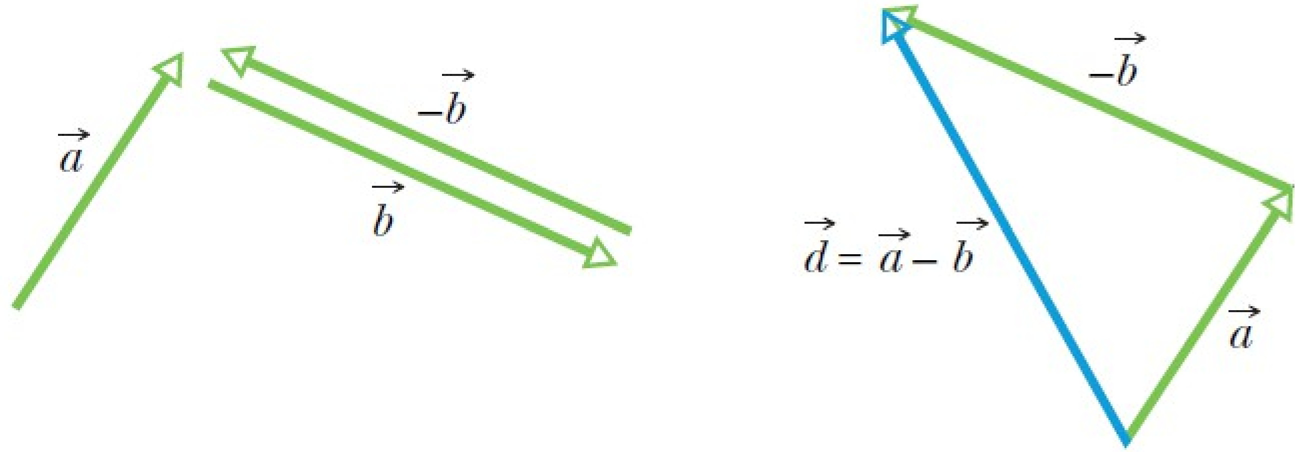
✓ ***Lei Associativa**: Quando existe mais de dois vetores, podemos agrupá-los em qualquer ordem para somá-los.*



***Fonte:** Livro Fundamentos de Física – Halliday, 9ª ed.*

$$\left(\vec{a}+\vec{b}\right)+\vec{c}=\vec{a}+\left(\vec{b}+\vec{c}\right)$$

O vetor $-\vec{b}$ *é um vetor com mesmo módulo e direção de* $\vec{b}$*, mas sentido oposto. A soma dos dois vetores é:*



$$\vec{b} + \left(-\vec{b}\right) = 0$$

Assim, somar $-\vec{b}$ *é o mesmo que subtrair* $\vec{b}$*. Usamos essa propriedade para definir a diferença entre dois vetores:*

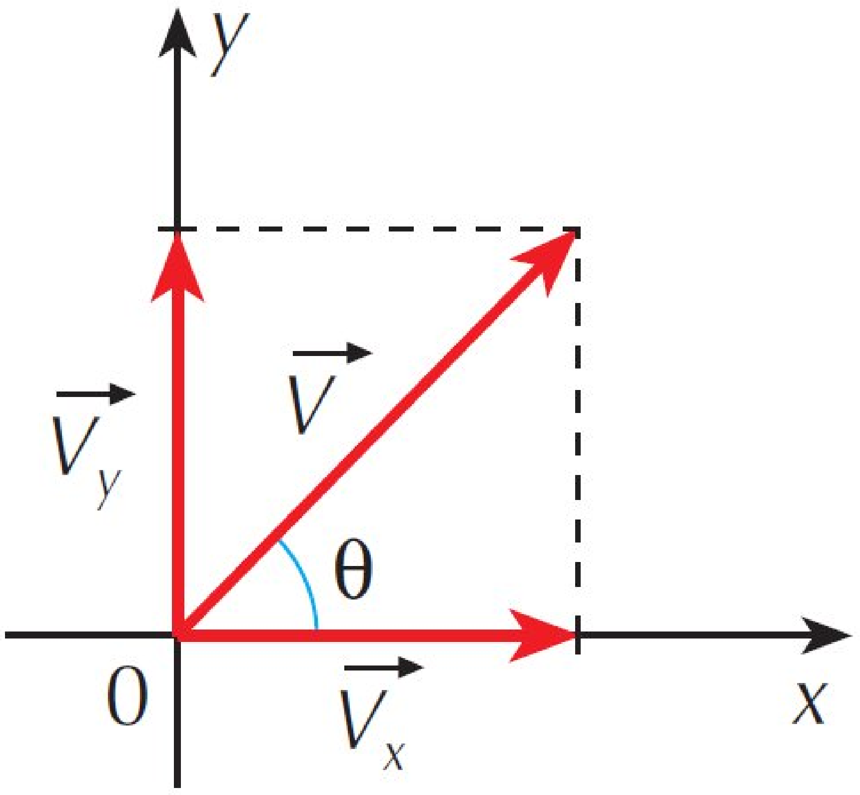
$$\vec{d} = \vec{a} - \vec{b} = \vec{a} + \left(-\vec{b}\right)$$

3.4 Componentes de Vetores

3.4 Componentes de Vetores

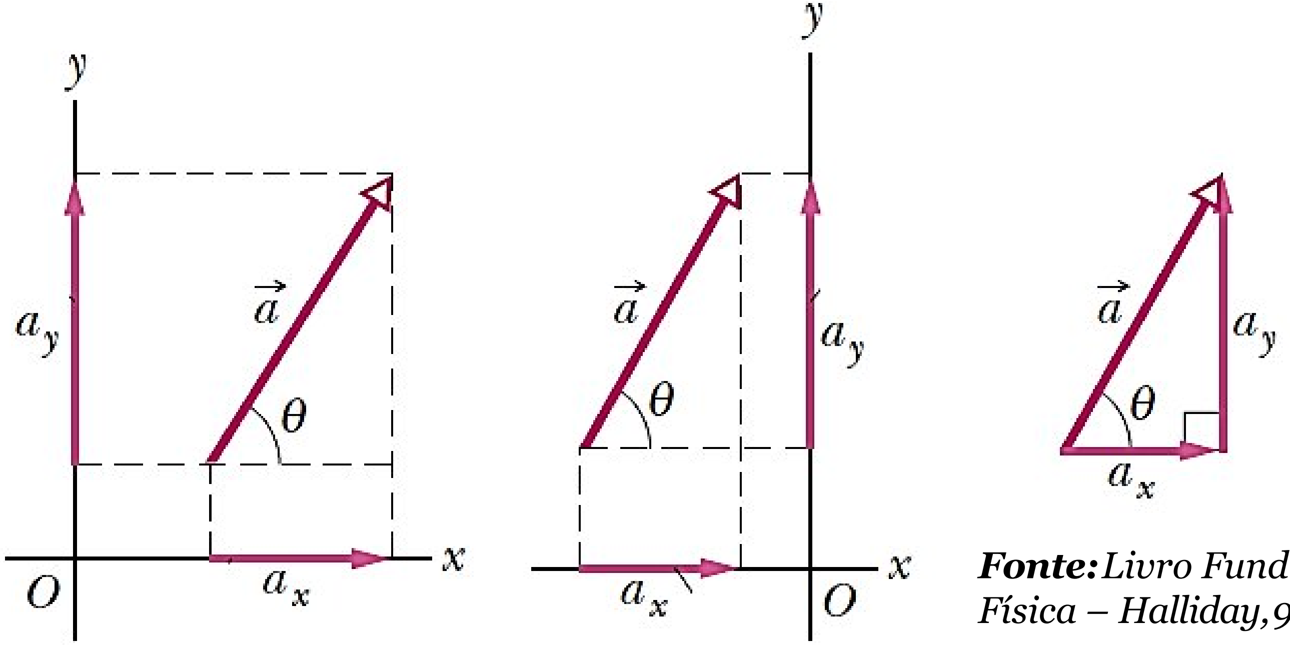
Componentes de Vetores

- *Somar vetores algebricamente pode ser uma tarefa tediosa.*
- *Uma técnica mais elegante e mais simples envolve o uso da álgebra.*
- *Os vetores precisam ser representados em um sistema de coordenadas retangulares.*



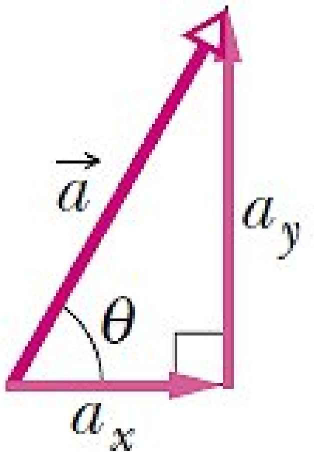
Fonte: *Livro da Moderna Plus - Física*

- ✓ *Uma componente de um vetor é a projeção de um vetor em um eixo.*
- ✓ *A projeção de um vetor no eixo x é chamada de componente x do vetor;*
- ✓ *A projeção no eixo y recebe o nome de componente y.*
- ✓ *O processo de obter as componentes de um vetor é chamado de* ***decomposição do vetor****.*
- ✓ *Na figura,* a_x *e* a_y *são positivos porque* $\vec{a}$ *aponta no sentido positivo dos dois eixos.*



Fonte: *Livro Fundamentos de Física – Halliday, 9ª ed.*

- Podemos determinar geometricamente as componentes de $\vec{a}$ a partir do triângulo retângulo mostrado na figura abaixo:

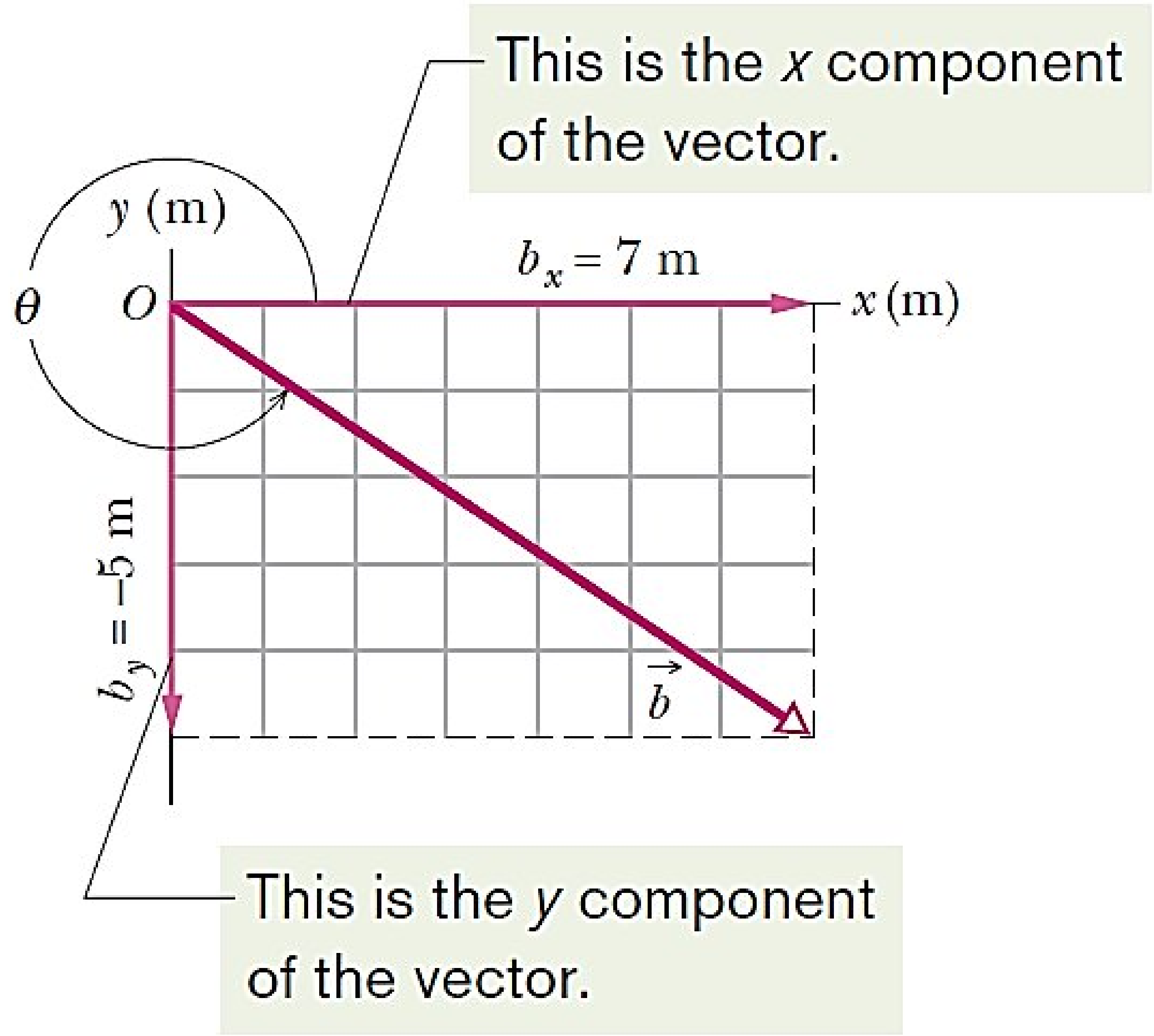


$$a_x = a \cos \theta$$

$$a_y = a \operatorname{sen} \theta$$

- onde θ é o ângulo que o vetor $\vec{a}$ faz com o semieixo x positivo e a é o módulo de $\vec{a}$.

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} \quad \text{and} \quad \tan \theta = \frac{a_y}{a_x}$$



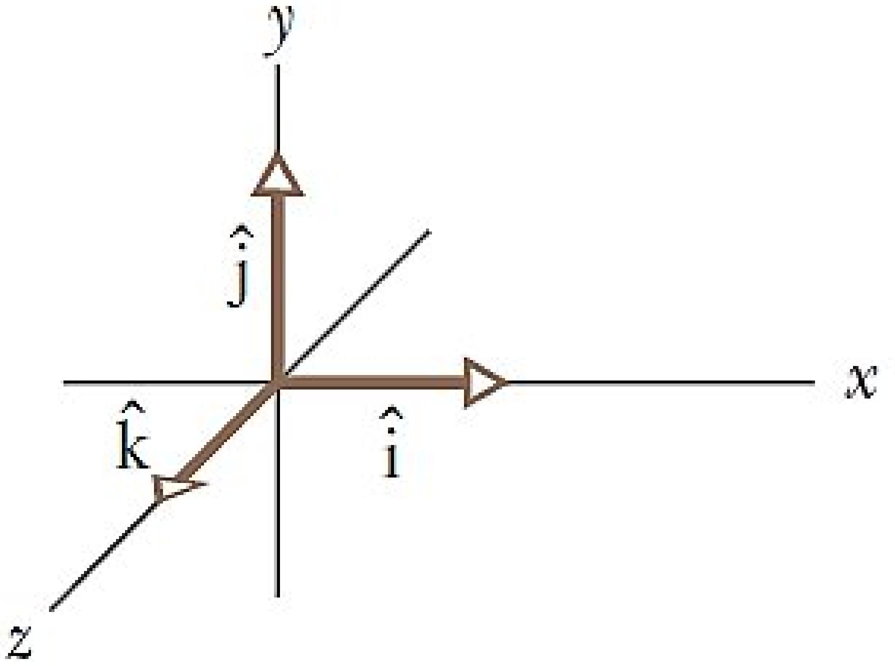
Fonte: *Livro Fundamentos de Física – Halliday, 9ª ed.*

3.5 Vetores Unitários

3.5 Vetores Unitários

Vetores Unitários

- ✓ *Um vetor unitário é um vetor cujo módulo é 1 e que aponta em uma certa direção.*
- ✓ *Sua única função é especificar uma orientação.*
- ✓ *Os vetores unitários que indicam os sentidos positivos dos eixos x, y e z, são representados como* $\hat{\imath}$, $\hat{\jmath}$ e $\hat{k}$.
- ✓ *O sistema de eixo ao lado é chamado de sistema de coordenadas dextrogiro.*



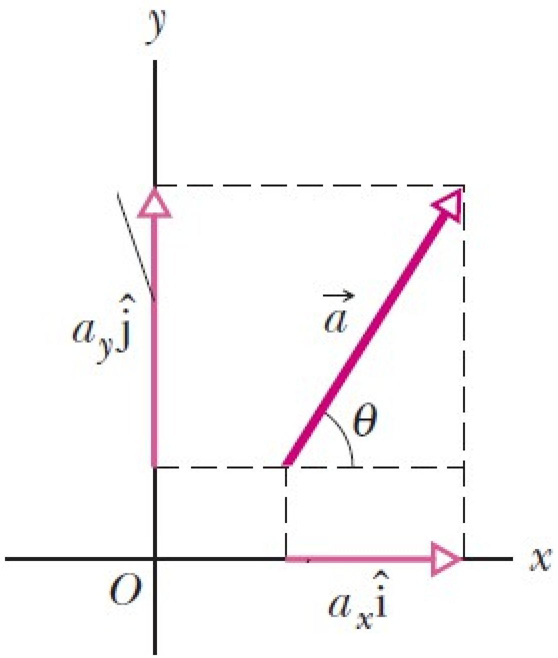
***Fonte:** Livro Fundamentos de Física – Halliday, 9ª ed.*

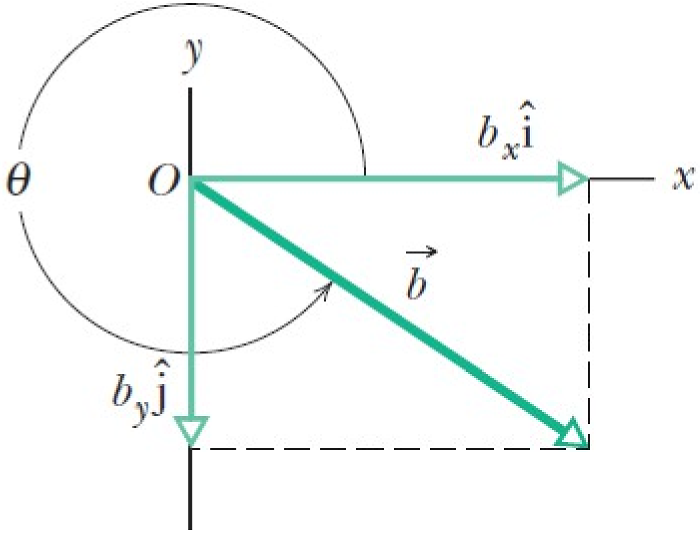
✓ *Os vetores unitários são muito úteis para especificar outros vetores. Exemplo:*

$$\vec{a} = a_x\hat{\mathrm{i}} + a_y\hat{\mathrm{j}}$$
$$\vec{b} = b_x\hat{\mathrm{i}} + b_y\hat{\mathrm{j}}.$$

a_x e a_y são as **componentes escalares**.

$a_x\hat{\imath}$ e $a_y\hat{\jmath}$ são as **componentes vetoriais**.





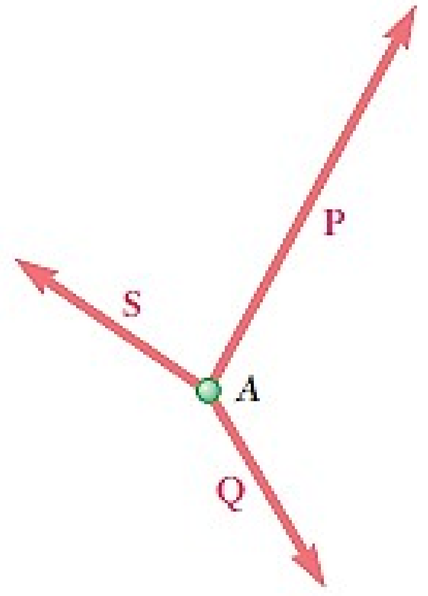
Fonte: *Livro Fundamentos de Física – Halliday, 9ª ed.*

3.6 Soma de Vetores a partir das componentes

3.6 Soma de Vetores a partir das componentes

Soma de vetores a partir das componentes

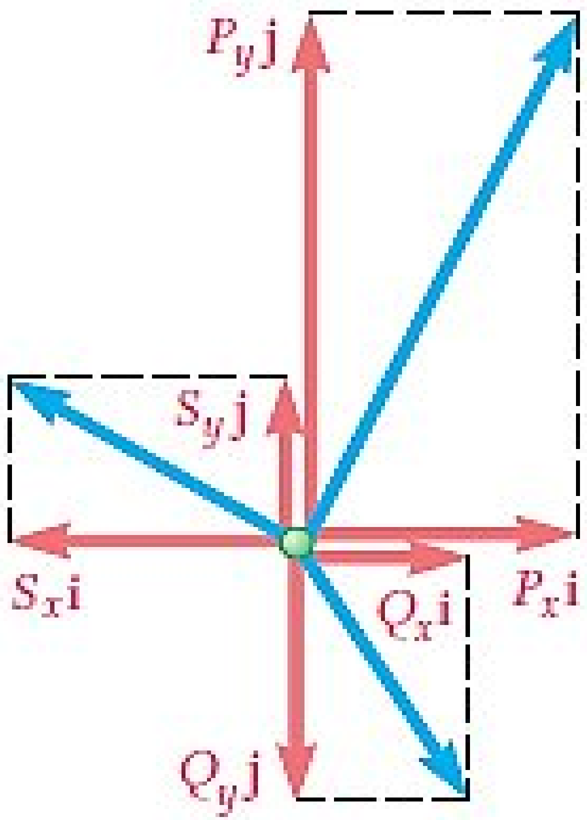
Considere três forças **P**, **Q** *e* **S** *atuando sobre uma partícula A. A resultante* **R** *delas é definida pela relação:*



$$\vec{R} = \vec{P} + \vec{Q} + \vec{S}$$

Fonte: *Livro MecânicaVetorial para Engenheiros*

Decompondo cada força em seus componentes retangulares escrevemos:



$$\begin{aligned} R_x\mathbf{i} + R_y\mathbf{j} &= P_x\mathbf{i} + P_y\mathbf{j} + Q_x\mathbf{i} + Q_y\mathbf{j} + S_x\mathbf{i} + S_y\mathbf{j} \\ &= (P_x + Q_x + S_x)\mathbf{i} + (P_y + Q_y + S_y)\mathbf{j} \end{aligned}$$

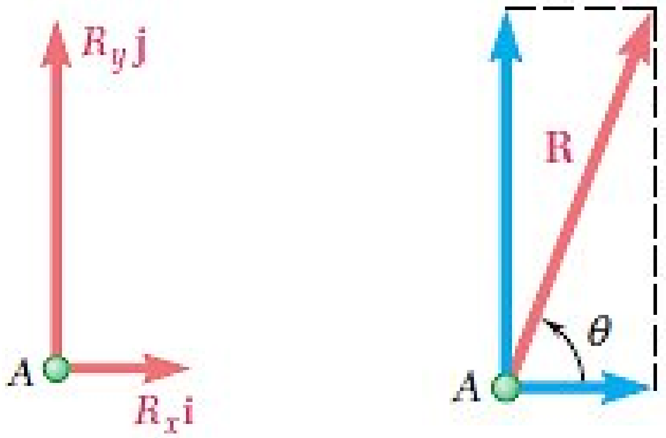
Fonte: *Livro MecânicaVetorial para Engenheiros*

de onde temos que

$$R_x = P_x + Q_x + S_x \qquad R_y = P_y + Q_y + S_y$$

ou, em notação reduzida

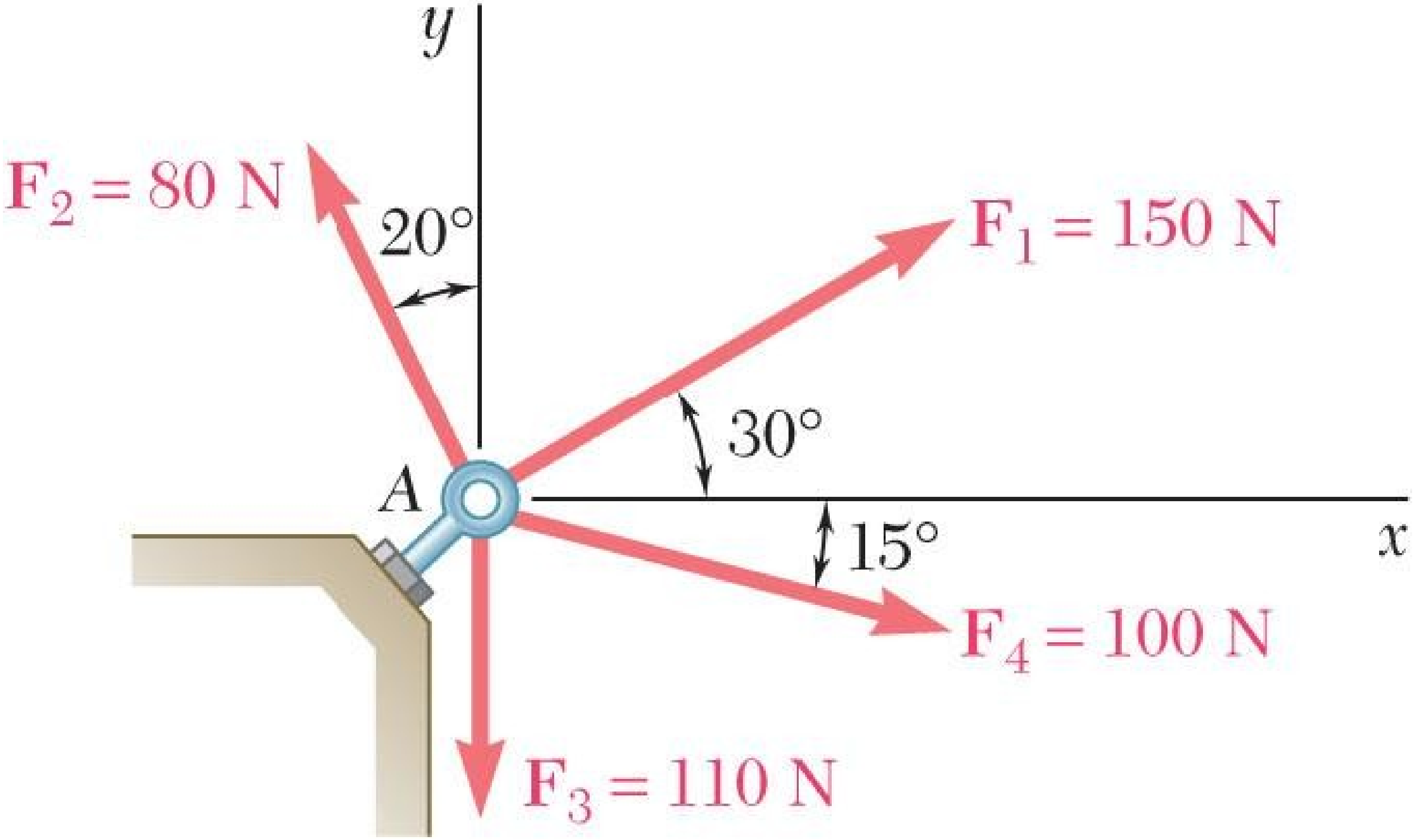
$$R_x = \Sigma F_x \qquad R_y = \Sigma F_y$$



Fonte: *Livro MecânicaVetorial para Engenheiros.*

CONCLUSÃO: *Os componentes escalares R_x e R_y da resultante* $\mathbf{R}$ *de várias forças que atuem sobre uma partícula são obtidos adicionando-se algebricamente os correspondentes componentes escalares das forças dadas.*

EXEMPLO: *Quatro forças atuam no parafuso A. Determine a resultante das forças no parafuso.*



Fonte: *Livro MecânicaVetorial para Engenheiros*

3.7 Vetores e as Leis da Física

3.7 Vetores e as Leis da Física

Vetores e as Leis da Física

- ✓ *Temos uma grande liberdade para escolher o sistema de coordenadas, já que as relações entre vetores não dependem da localização da origem nem da orientação dos eixos.*

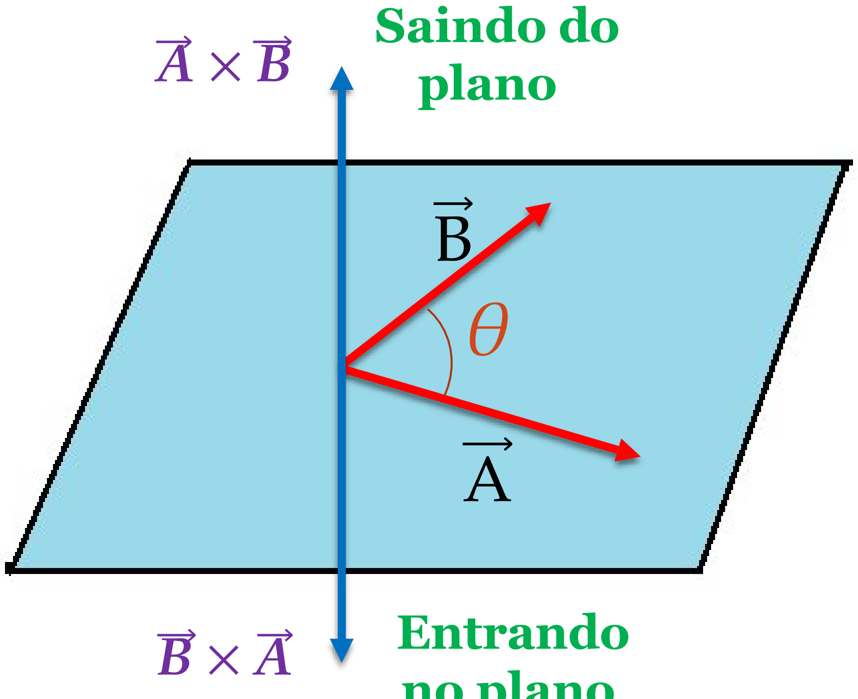
- ✓ *Isso também se aplica as leis da física. São todas independentes da escolha do sistema de coordenadas.*

3.8 Multiplicação de Vetores

3.8 Multiplicação de Vetores

Produto Vetorial

O ***produto vetorial*** *de dois vetores* $\vec{A}$ *e* $\vec{B}$ *é definido como sendo o vetor* $\vec{C}$*, que satisfaz as seguintes condições:*



$$\vec{A} \times \vec{B} = \vec{C}$$

Módulo:

$$\left|\vec{C}\right| = \left|\vec{A} \times \vec{B}\right| = \left|\vec{A}\right| \left|\vec{B}\right| \sin\theta$$

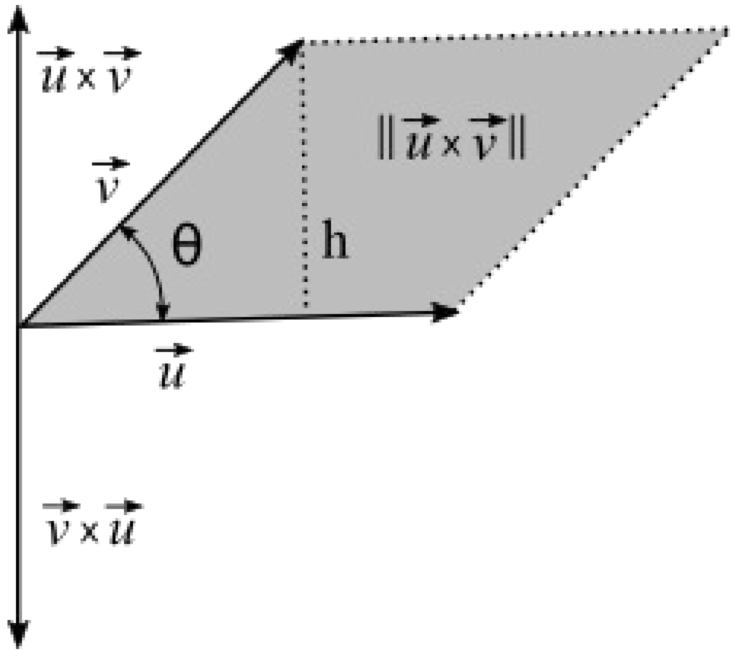
Direção:

$\vec{C} \perp \vec{A}$ *e* $\vec{B}$*, simultaneamente.*

Sentido:

Regra da mão direita.

Interpretação Geométrica: *O módulo do produto vetorial mede a* ***área do paralelogramo***.



Fonte: *Google Imagens*

$$|\vec{u} \times \vec{v}| = |\vec{v} \times \vec{u}| = \textit{Área do paralelogramo}$$

Propriedades

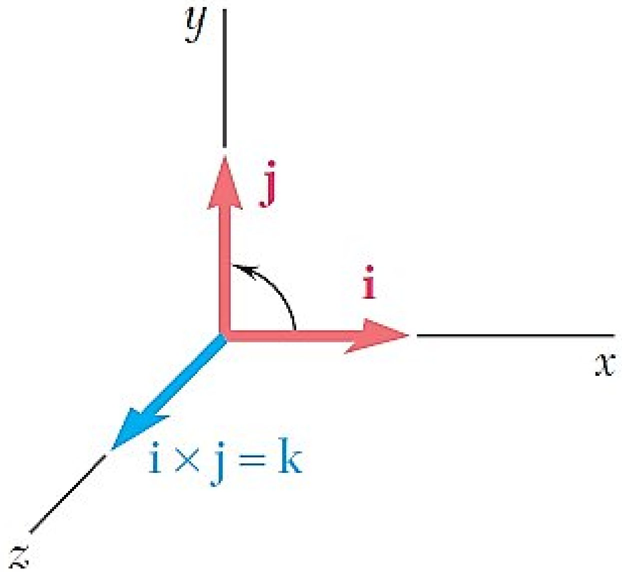
Não é Comutativo

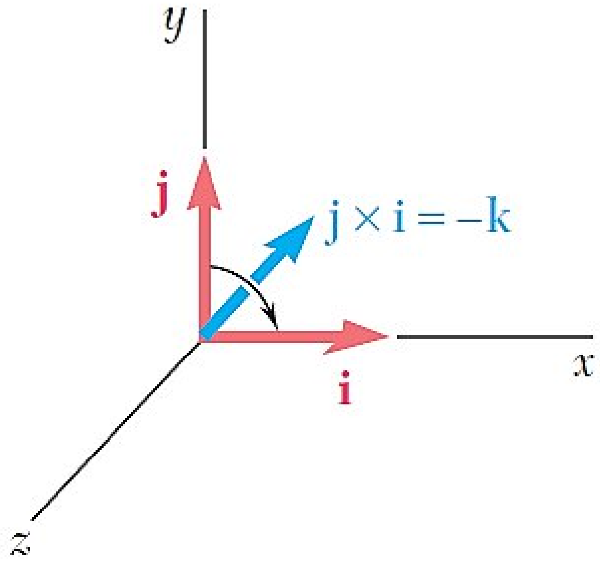
$$\mathbf{Q} \times \mathbf{P} = -(\mathbf{P} \times \mathbf{Q})$$

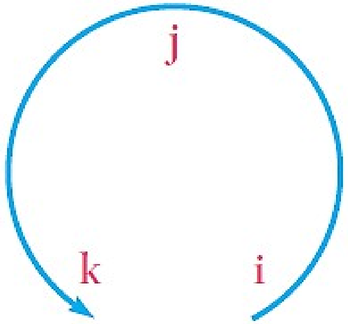
É Distributivo

$$\mathbf{P} \times (\mathbf{Q}_1 + \mathbf{Q}_2) = \mathbf{P} \times \mathbf{Q}_1 + \mathbf{P} \times \mathbf{Q}_2$$

➢ ProdutoVetorial expresso em termos das componentes Cartesianas







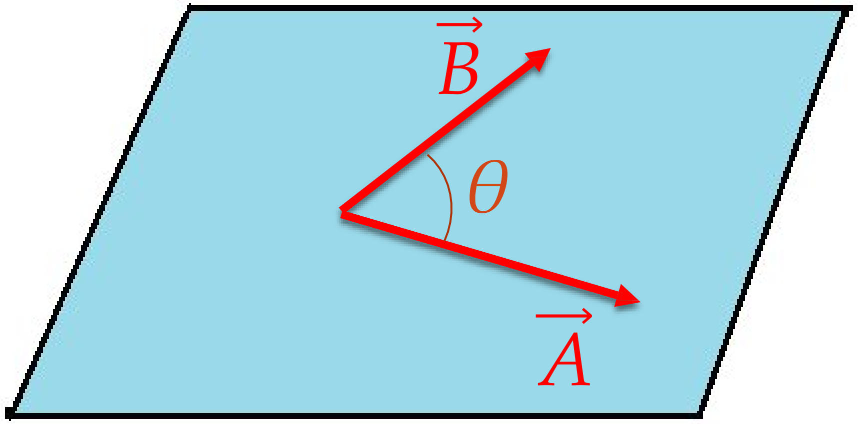
$$\mathbf{i} \times \mathbf{i} = 0 \qquad \mathbf{j} \times \mathbf{i} = -\mathbf{k} \qquad \mathbf{k} \times \mathbf{i} = \mathbf{j}$$
$$\mathbf{i} \times \mathbf{j} = \mathbf{k} \qquad \mathbf{j} \times \mathbf{j} = 0 \qquad \mathbf{k} \times \mathbf{j} = -\mathbf{i}$$
$$\mathbf{i} \times \mathbf{k} = -\mathbf{j} \qquad \mathbf{j} \times \mathbf{k} = \mathbf{i} \qquad \mathbf{k} \times \mathbf{k} = 0$$

Fonte: *Livro Mecânica Vetorial para Engenheiros.*

Produto Escalar

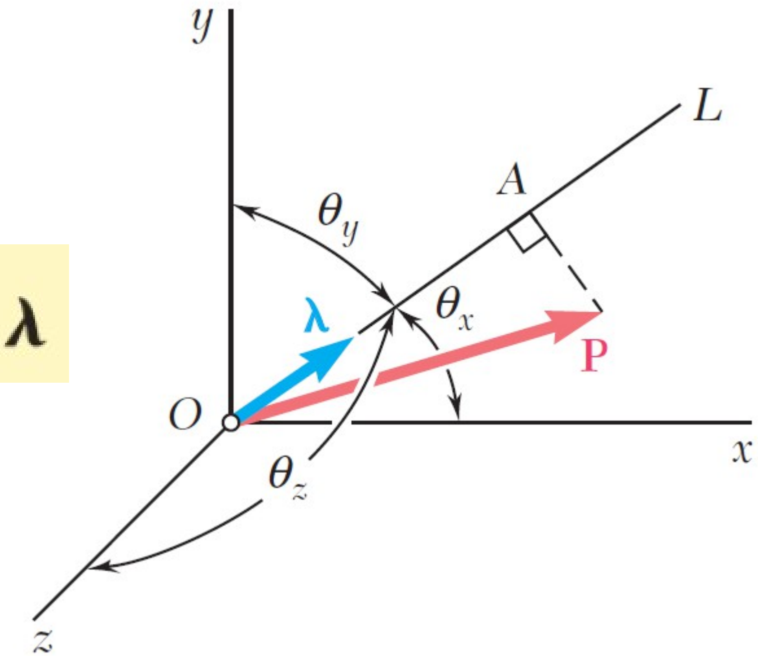
O ***produto escalar*** *de dois vetores* $\overrightarrow{\mathrm{A}}$ *e* $\overrightarrow{\mathrm{B}}$ *é definido como:*

$$\vec{A}\cdot\vec{B} = \left|\vec{A}\right| \left|\vec{B}\right| \cos\theta$$



Interpretação geométrica

$$P_{OL} = \mathbf{P}\cdot\boldsymbol{\lambda}$$



Fonte: *Livro MecânicaVetorial para Engenheiros.*

Exercícios: *Sejam três vetores dados por*

$$\vec{A} = 4\hat{\imath} - 3\hat{\jmath} + 2\hat{k}$$

$$\vec{B} = -2\hat{\imath} - 5\hat{\jmath} + \hat{k}$$

$$\vec{C} = 7\hat{\imath} + \hat{\jmath} - \hat{k}$$

Determine:

(a) $\vec{A} \times \vec{B}$

(b) $\vec{A} \cdot \vec{B}$

(c) $\vec{C} \cdot (\vec{A} \times \vec{B})$

(d) O ângulo θ_{AB}

Obrigado!!!