Revisão – Grandezas - Comprimento

TABLE 1.1 Approximate Values of Some Measured Lengths

	Length (m)
Distance from the Earth to most remote known quasar	1.4×10^{26}
Distance from the Earth to most remote known normal galaxies	9×10^{25}
Distance from the Earth to nearest large galaxy (M 31, the Andromeda galaxy)	2×10^{22}
Distance from the Sun to nearest star (Proxima Centauri)	4×10^{16}
One lightyear	9.46×10^{15}
Mean orbit radius of the Earth about the Sun	1.50×10^{11}
Mean distance from the Earth to the Moon	3.84×10^{8}
Distance from the equator to the North Pole	1.00×10^{7}
Mean radius of the Earth	6.37×10^{6}
Typical altitude (above the surface) of a satellite orbiting the Earth	2×10^{5}
Length of a football field	9.1×10^{1}
Length of a housefly	5×10^{-3}
Size of smallest dust particles	$\sim 10^{-4}$
Size of cells of most living organisms	$\sim 10^{-5}$
Diameter of a hydrogen atom	$\sim 10^{-10}$
Diameter of an atomic nucleus	$\sim 10^{-14}$
Diameter of a proton	$\sim 10^{-15}$

Revisão – Grandezas - Tempo

TABLE 1.3 Approximate Values of Some Time Intervals

	Interval (s)
Age of the Universe	5×10^{17}
Age of the Earth	1.3×10^{17}
Average age of a college student	6.3×10^{8}
One year	3.16×10^{7}
One day (time for one rotation of the Earth about its axis)	8.64×10^{4}
Time between normal heartbeats	8×10^{-1}
Period of audible sound waves	$\sim 10^{-3}$
Period of typical radio waves	$\sim 10^{-6}$
Period of vibration of an atom in a solid	$\sim 10^{-13}$
Period of visible light waves	$\sim 10^{-15}$
Duration of a nuclear collision	$\sim 10^{-22}$
Time for light to cross a proton	$\sim 10^{-24}$

Revisão – Gradezas - Prefixos

TABLE 1.4 Prefixes for SI Units

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

Revisão – Gradezas (densidade)

TABLE 1.5 Densities of Various Substances

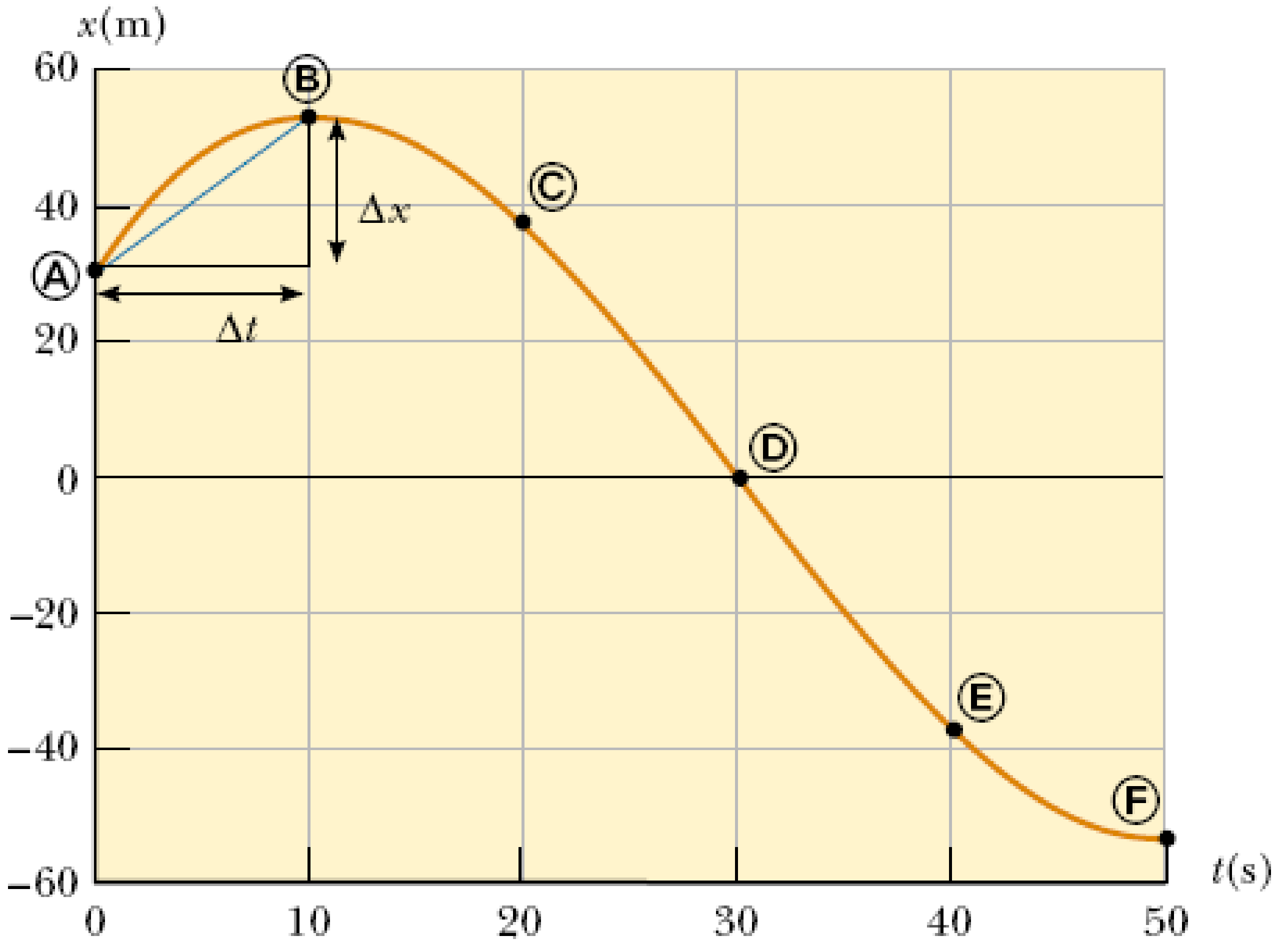
Substance	Density ρ (10^3 kg/m^3)
Gold	19.3
Uranium	18.7
Lead	11.3
Copper	8.92
Iron	7.86
Aluminum	2.70
Magnesium	1.75
Water	1.00
Air	0.0012

Revisão - Dimensões

TABLE 1.6 Dimensions and Common Units of Area, Volume, Speed, and Acceleration

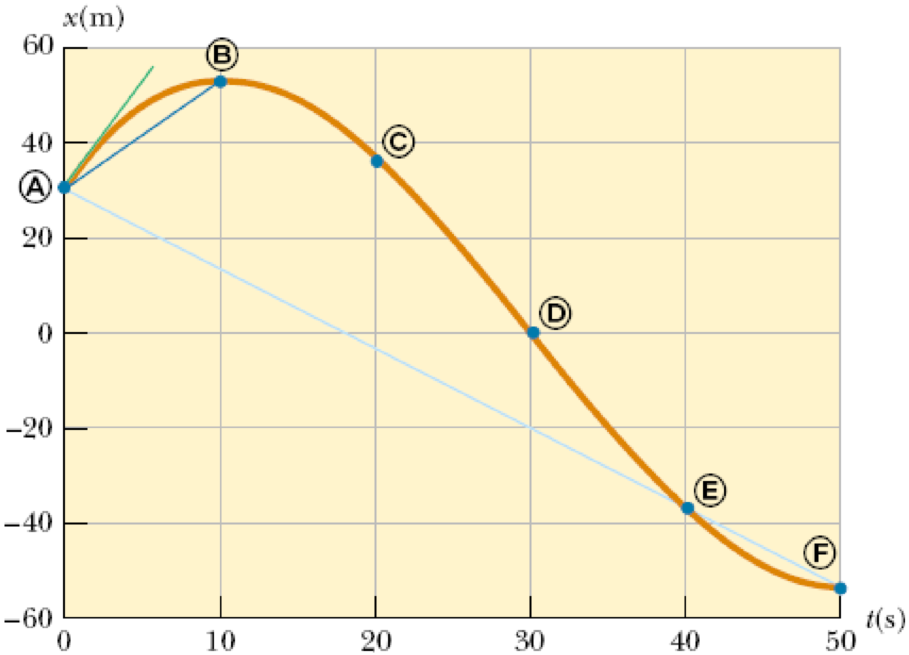
System	Area (L^2)	Volume (L^3)	Speed (L/T)	Acceleration (L/T^2)
SI	m^2	m^3	m/s	m/s^2
British engineering	ft^2	ft^3	ft/s	ft/s^2

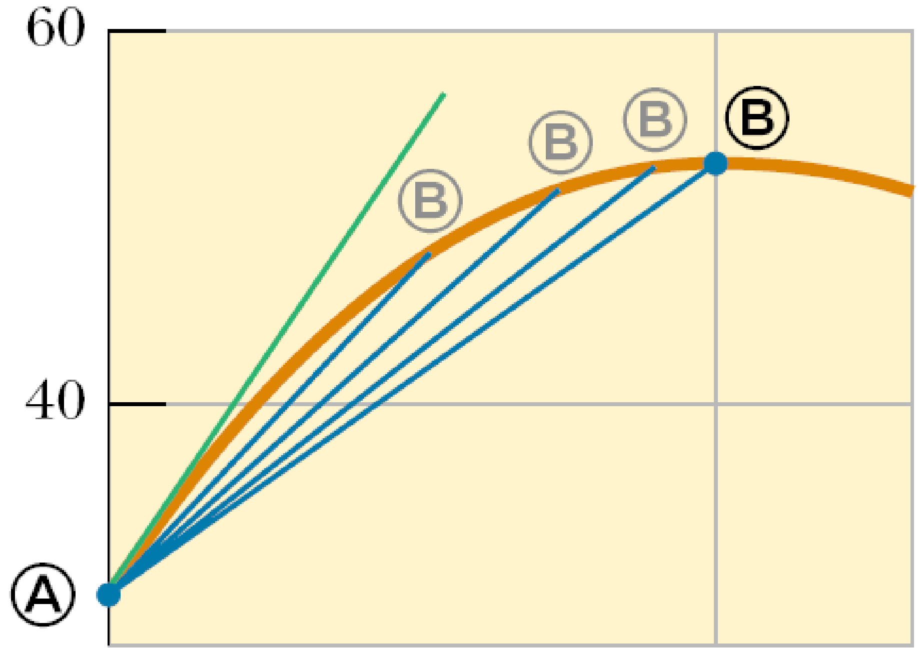
Revisão – Movimento 1D



$$\bar{v}_x = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

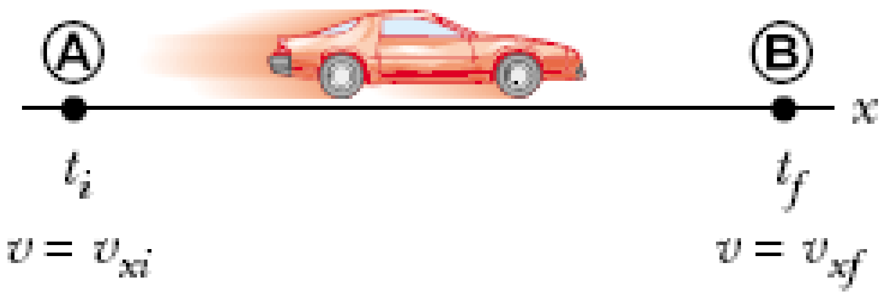
Revisão – Velocidade Instantânea

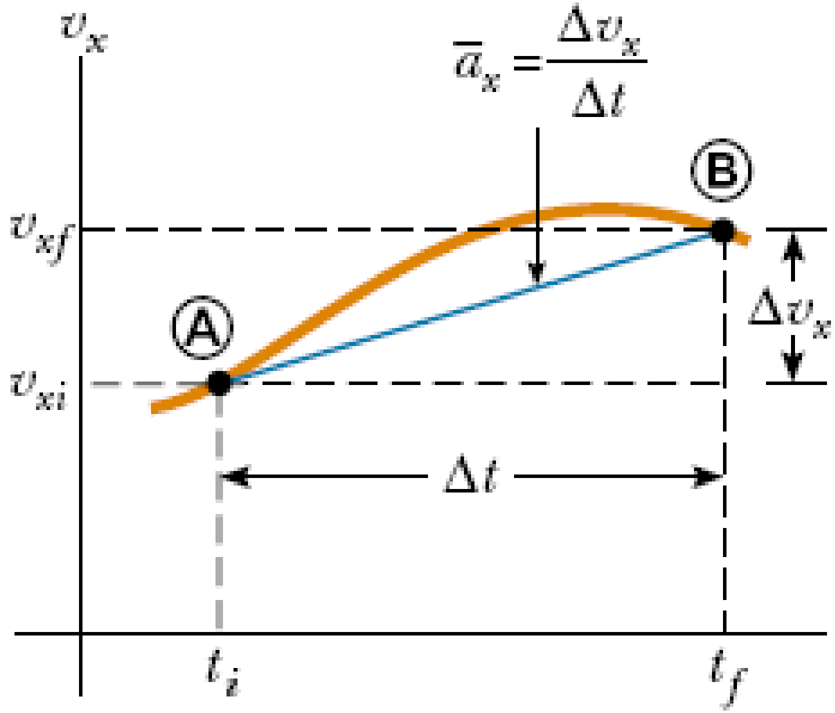




$$v_x \equiv \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt}$$

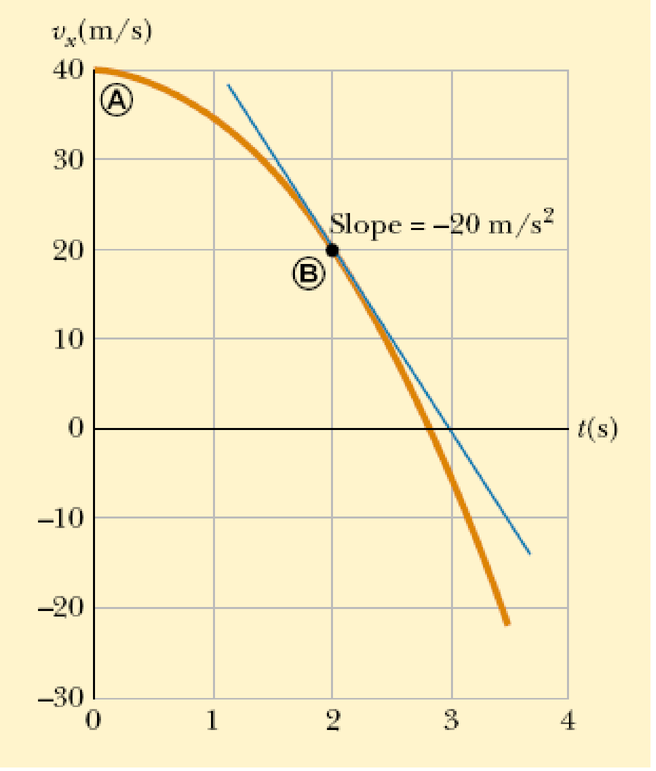
Revisão – Aceleração Média





$$\bar{a}_x = \frac{\Delta v_x}{\Delta t}$$

Revisão – Aceleração Instantânea



$$a_x \equiv \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta v_x}{\Delta t} = \frac{dv_x}{dt} = \frac{d}{dt}\left(\frac{dx}{dt}\right) = \frac{d^2 x}{dt^2}$$

Revisão – aceleração constante

$$v_{xf} = v_{xi} + a_x t$$

Velocidade em função do tempo.

$$x_f - x_i = \frac{1}{2}\left(v_{xf} + v_{xi}\right) t$$

Deslocamento em função da velocidade e do tempo.

$$x_f - x_i = v_{xi} t + \frac{1}{2} a_x t$$

Deslocamento em função do tempo.

$$v_{xf}^2 = v_{xi}^2 + 2\mathrm{a}_x \left(x_f - x_i\right) t$$

Velocidade como função do deslocamento.

Revisão - Integrais

$$a_x = \frac{dv_x}{dt}$$

$$v_x = \int a_x \, dt + C1 = a_x \int dt + C1 = a_x t + C1$$

Tomando $v_x = v_{xi}$ em $t=0$, no dá $C1 = v_{xi}$

$$v_{xi} = a_x (0) + C1$$

$$v_x = v_{xi} + a_x t$$

$$v_x = \frac{dx}{dt}$$

$$x = \int v_x \, dt + C2 = \int (v_{xi} + a_x t) \, dt + C2$$

$$x = \int v_{xi} \, dt + a_x \int t \, dt + C2 = v_{xi} t + \frac{1}{2} a_x t^2 + C2$$

Tomando $x = x_i$ em $t=0$, no dá $C2 = x_i$

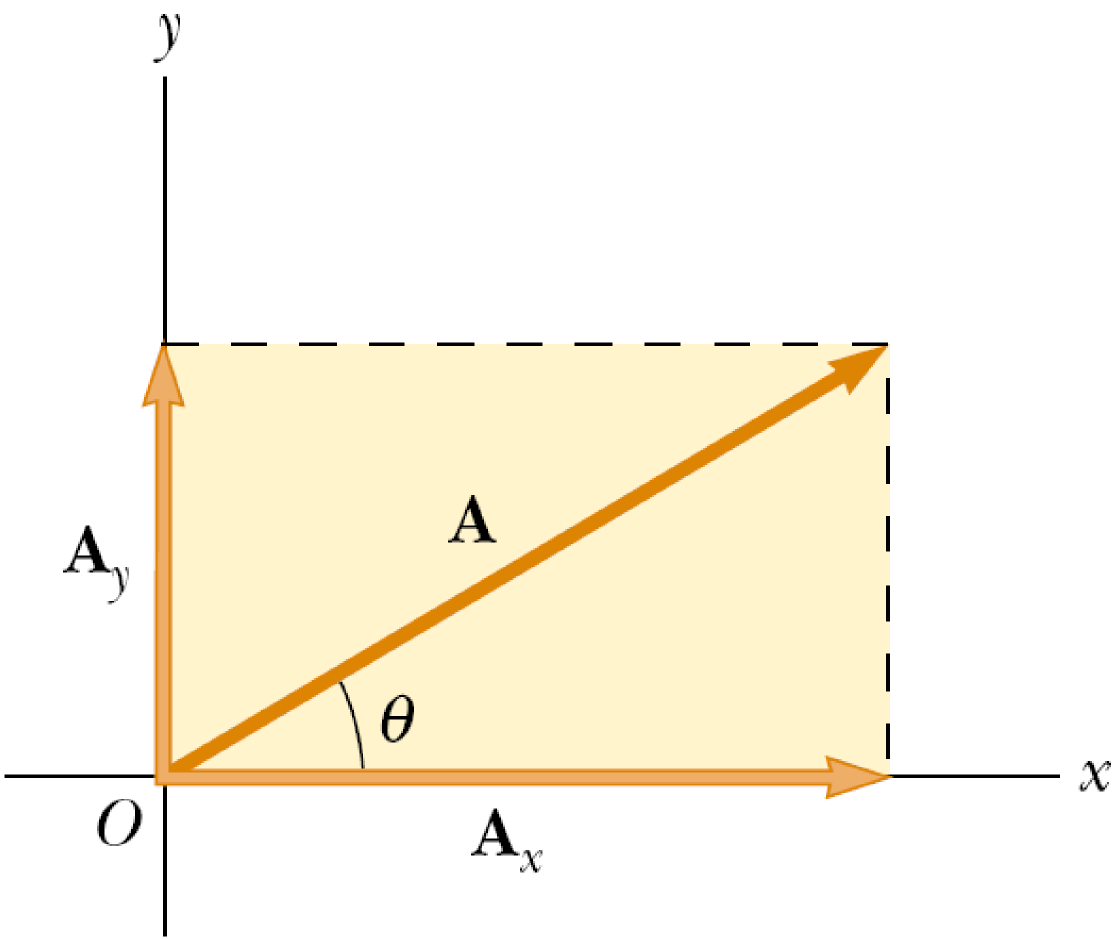
$$x = x_i + v_{xi} t + \frac{1}{2} a_x t^2$$

Revisão - Vetores

Escalar – uma quantidade escalar é especificada por um valor simples em uma unidade apropriada e não tem direção

Vetor – uma quantidade vetorial é especificada por um sentido (sinal positivo ou negativo, a omissão do sinal significa que é positivo), uma quantidade (magnitude) e uma direção (geralmente referenciado por uma base ortonormal, i, j e k, quando utilizado os eixos cartezianos x, y e z).

Revisão - Vetores



Componentes de um vetor:

$$\vec{A} = A_x \hat{i} + A_y \hat{j}$$

Onde $\hat{i}$ é o vetor unitário na direção de x positivo e $\hat{j}$ é o vetor unitário na direção de y positivo. E as componentes, módulo e ângulo dados por:

$$A_x = |\vec{A}| \cos\theta$$

$$A_y = |\vec{A}|\, sen\,\theta$$

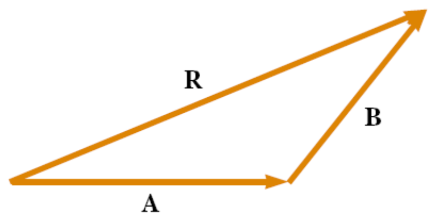
$$|\vec{A}| = \sqrt{(A_x)^2 + (A_y)^2}$$

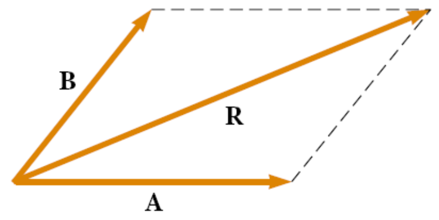
$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{A_y}{A_x}\right)$$

Revisão - Vetores

Soma de vetores:

$$\vec{A} = A_x \hat{i} + A_y \hat{j}$$
$$\vec{B} = B_x \hat{i} + B_y \hat{j}$$





$$\vec{R} = \vec{A} + \vec{B} = A_x \hat{i} + A_y \hat{j} + B_x \hat{i} + B_y \hat{j}$$
$$\vec{R} = (A_x + B_x)\hat{i} + (A_y + B_y)\hat{j}$$

Os vetores satisfazem:

$$\vec{A} + \vec{B} = \vec{B} + \vec{A}$$
$$\vec{A} + (\vec{B} + \vec{C}) = (\vec{A} + \vec{B}) + \vec{C}$$

$$\vec{A} + \vec{0} = \vec{A}$$
$$\vec{A} + (-\vec{A}) = \vec{0}$$
$$\lambda(\vec{A} + \vec{B}) = \lambda \vec{A} + \lambda \vec{B}$$
$$(\lambda + \gamma)\vec{A} = \lambda \vec{A} + \gamma \vec{A}$$

0 é um vetor nulo, alpha e gamma são escalares.

Revisão - Vetores

Produto Escalar (o resultado é um número)

$$\vec{A} = A_x\hat{i} + A_y\hat{j} + A_z\hat{k}$$

$$\vec{B} = B_x\hat{i} + B_y\hat{j} + B_k\hat{k}$$

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

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z$$

$$\cos\theta = \frac{\vec{A} \cdot \vec{B}}{|\vec{A}| \cdot |\vec{B}|} = \frac{A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z}{|\vec{A}| \cdot |\vec{B}|}$$

Em que θ é o ângulo entre os vetores **A** e **B**.

Revisão - Vetores

Produto Vetorial (o resultado é um vetor)

$$\vec{A} = A_x \hat{i} + A_y \hat{j} + A_z \hat{k} \qquad \vec{B} = B_x \hat{i} + B_y \hat{j} + B_k \hat{k}$$

$$\left|\vec{A} \times \vec{B}\right| = \left|\vec{A}\right| \cdot \left|\vec{B}\right| sen\,\theta$$

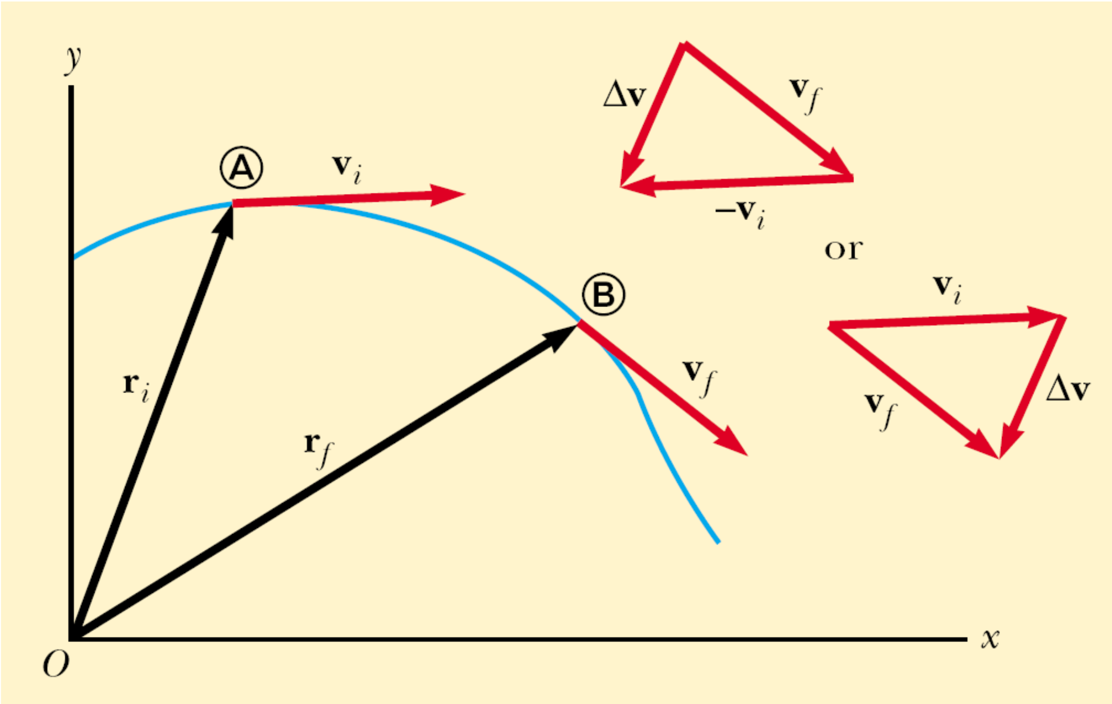
$$\vec{A} \times \vec{B} = det \begin{bmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ A_x & A_y & A_z \\ B_x & B_y & B_z \end{bmatrix}$$

$$\vec{A} \times \vec{B} = (A_y B_z - A_z B_y)\hat{i} + (A_z B_x - A_x B_z)\hat{j} + (A_x B_y - A_y B_x)\hat{k}$$

$$\vec{A} \times \vec{B} = [A_y B_z - A_z B_y,\ A_z B_x - A_x B_z,\ A_x B_y - A_y B_x]$$

Em que θ é o ângulo entre os vetores **A** e **B**. Lembrar que a direção e o sentido do vetor resultante do produto vetorial entre **A** e **B** pode ser dado pela regra da mão direita.

Revisão – Movimento em 2D e 3D



Vetor Posição:

$$\vec{r} = r_x \hat{i} + r_y \hat{j} + r_z \hat{k}$$

Vetor Deslocamento:

$$\Delta \vec{r} = \vec{r}_f - \vec{r}_i$$

Vetor velocidade:

$$\vec{v} = v_x \hat{i} + v_y \hat{j} + v_z \hat{k}$$

Vetor aceleração:

$$\vec{a} = a_x \hat{i} + a_y \hat{j} + a_z \hat{k}$$

Velocidade média:

$$\bar{\vec{v}} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$$

Velocidade Instantânea:

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt}$$

Aceleração média:

$$\bar{\vec{a}} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

Aceleração Instantânea:

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt}$$

Revisão – Movimento em 2D e 3D

$$\vec{r} = r_x \hat{i} + r_y \hat{j} + r_z \hat{k} \qquad \vec{v} = v_x \hat{i} + v_y \hat{j} + v_z \hat{k} \qquad \vec{a} = a_x \hat{i} + a_y \hat{j} + a_z \hat{k}$$

Dados os vetores posição, velocidade e aceleração, as equações da cinemática tomam as formas:

$$\vec{v}_f = \vec{v}_i + \vec{a}\, t$$

$$\vec{v}_f = (v_{xi} \hat{i} + v_{yi} \hat{j}) + (a_x \hat{i} + a_y \hat{j})\, t$$

$$v_{xf} = v_{xi} + a_x t$$

$$v_{yf} = v_{yi} + a_y t$$

$$\vec{r}_f = \vec{r}_i + \vec{v}_i t + \frac{1}{2} \vec{a}\, t^2$$

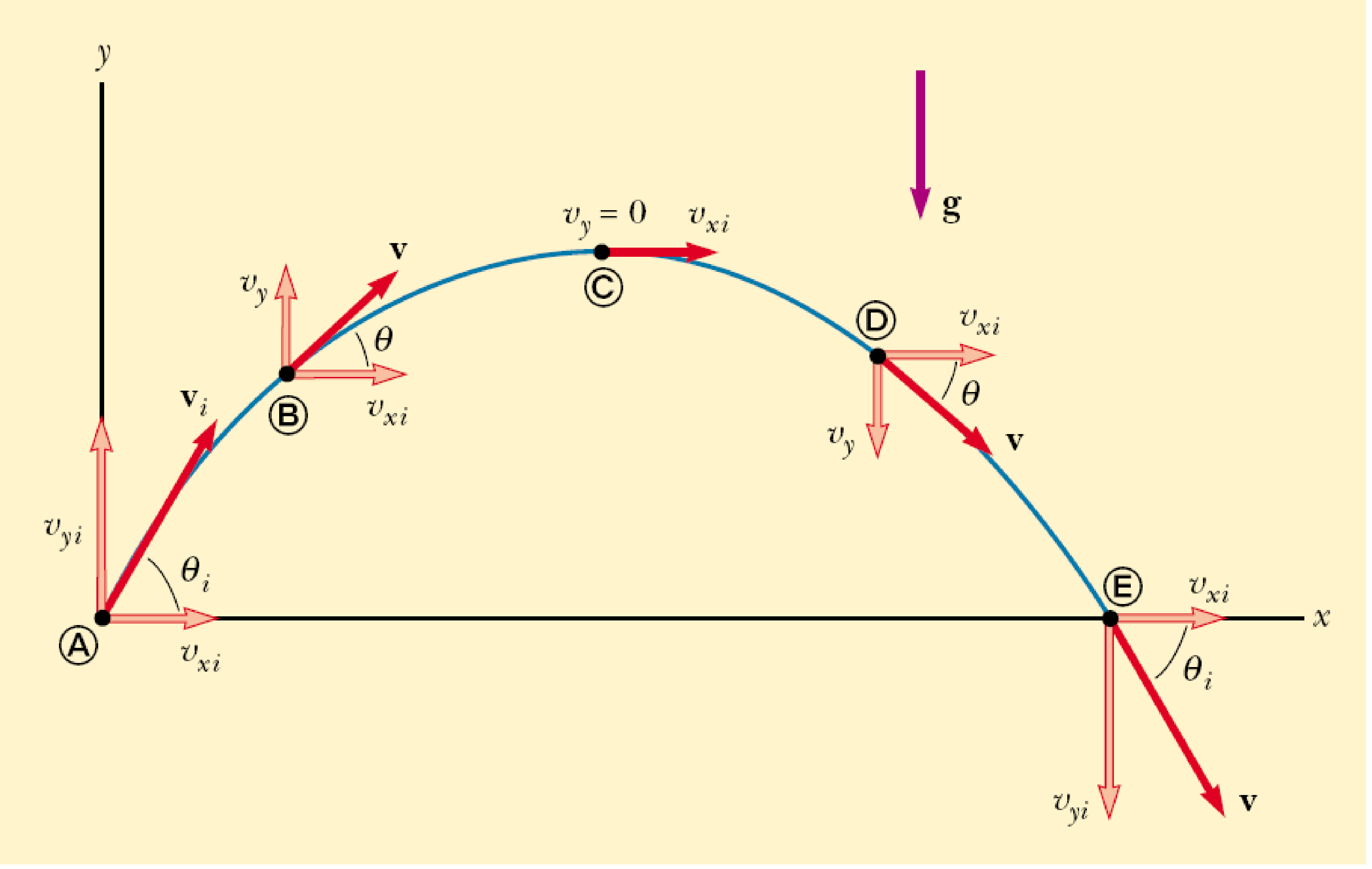
$$\vec{r}_f = (x_i \hat{i} + y_i \hat{j}) + (v_{xi} \hat{i} + v_{yi} \hat{j})\, t + \frac{1}{2} (a_x \hat{i} + a_y \hat{j})\, t^2$$

$$x_f = x_i + v_{xi} t + \frac{1}{2} a_x t^2$$

$$y_f = y_i + v_{yi} t + \frac{1}{2} a_y t^2$$

Revisão – Movimento em 2D e 3D

Movimento de Projéteis



Revisão – Movimento em 2D e 3D

Movimento de Projéteis

Velocidade Inicial e suas componentes:

$$\vec{v} = v_{0x}\,\hat{i} + v_{0y}\,\hat{j}$$

$$v_{0x} = |\vec{v}|\cos\theta \qquad\qquad v_{0y} = |\vec{v}|\,sen\,\theta$$

No ponto mais alto da trajetória a velocidade tem componentes:

$$v_x = v_{0x} = |\vec{v}|\cos\theta \qquad\qquad v_y = v_{0y} = 0$$

Quando se trata de movimento de projéteis podemos desmembrar o movimento em duas componentes, x e y, onde na horizontal (x) temos um movimento retilíneo uniforme e na vertical (y) um movimento uniformemente acelerado pela ação do potencial gravitacional.

Revisão – Movimento em 2D e 3D

Movimento de Projéteis

As equações de movimento para este caso ficam:

$$x(t) = x_0 + v_{0x}\, t \qquad\qquad y(t) = y_0 + v_{0y}\, t - \frac{1}{2} g\, t^2$$

Lembremos que o sinal negativo (-g) significa que os objeto sobre a superfície da Terra são atraídos para o centro do globo terreste. Na equação de x(t) ao isolarmos o tempo (t) e depois substituir o no tempo da equação em y(t), considerando também $x_0=y_0=0$, teremos:

$$y(x) = \tan\theta_0\, x - \frac{g}{2 v_0^2 \cos^2\theta_0} x^2$$

Esta equação nos dá a posição y uma vez dada a posição x.

Revisão – Movimento em 2D e 3D

Movimento de Projéteis

Na equação ao fazemos y_0=0 e y=0, temos

$$0 = v_{0y}t - \frac{1}{2}g\,t^2$$

Resolvendo para t, teremos:

$$t = 0 \qquad\qquad t = \frac{2\mathrm{v}_{0y}}{g}$$

O tempo diferente de zero é o tempo total de vôo do prejétil, ao substituir na equação para x, teremos:

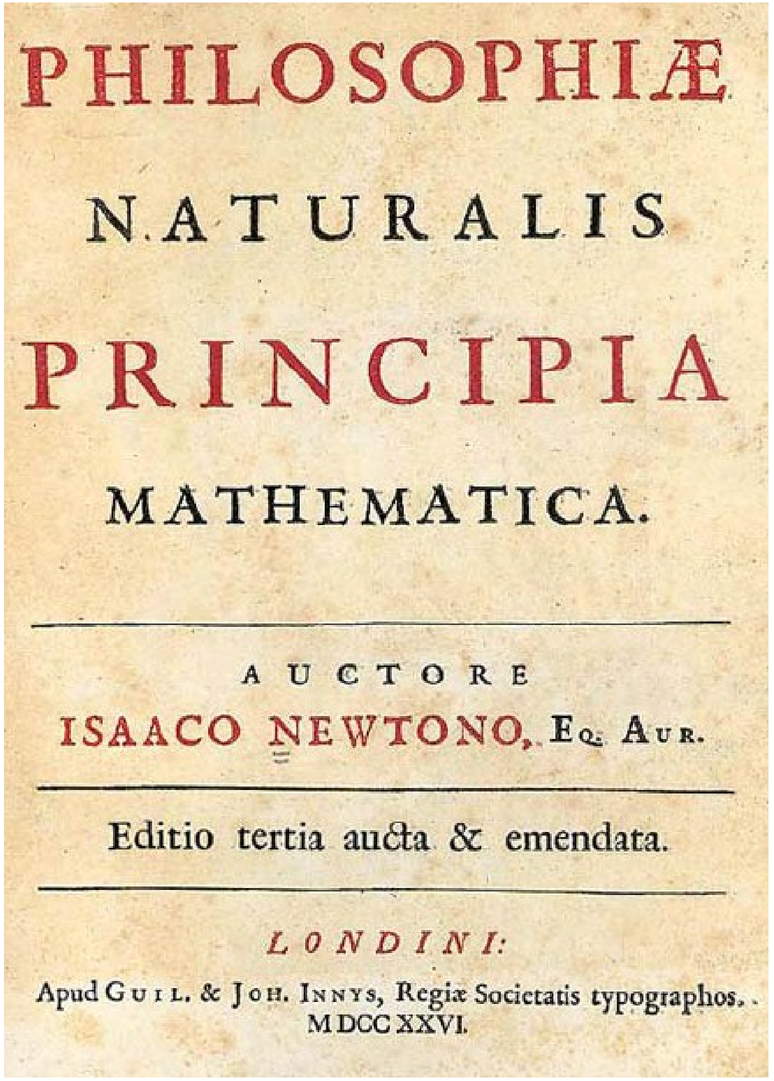
$$x - x_0 = \frac{2\mathrm{v}_0^2 sen\,\theta_0 \cos\theta_0}{g} = \frac{v_0^2 sen 2\theta_0}{g}$$

Como o tempo utilizado foi o tempo total esta distância x é o alcance do projétil. O alcance máximo do projétil será para o ângulo de 45 graus, o que não difícil de provar.

Leis de Newton

<u>Antes:</u>
- Utilização apenas da cinemática;
- Aceleração constante ou zero.

<u>A partir de agora:</u>
- Descrição do movimento na presença de forças;
- As forças causam modificações no movimento;
- O estudo das causas do movimento é a dinâmica.



Leis de Newton

As leis de Newton foram baseadas em cuidadosas e extensivas observações dos movimentos e suas modificações.

Essas leis permitem uma descrição (e previsão) extremamente precisa do movimento de todos os corpos grandes ou pequenos, simples ou complexos.

Apenas em dois limites as leis de Newton deixam de ser válidas: dinâmica de sistemas muito pequenos (física quântica) ou com velocidades muito grandes(relatividade)

1ª de Newton

Um corpo isolado permanece em velocidade constante:

$$\vec{v} = \vec{v}_0 = constante$$

Para o caso da particula em repouso:

$$\vec{v} = \vec{v}_0 = 0$$

Como foi visto anteriormente, para esse corpo isolado:

$$\vec{a} = \frac{d\,\vec{v}}{dt} = 0$$

1ª de Newton

A primeira lei de Newton também é conhecida como a lei da inércia,

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

Isso significa que um corpo movendo-se com velocidade constante ou parado não tem força resultante agindo sobre ela.

A primeira lei de Newton é enunciada da seguinte forma: um corpo permanece em repouso ou em movimento retilíneo uniforme a não ser que seja forçado a modificar seu estado pela ação de forças agindo sobre ele.

Esta afirmação é válida somente quando levamos em conta que o referencial no qual o corpo está sendo observado é inercial. Um referencial inercial é um referencial não acelerado. Quando trabalhamos com refenciais inerciais, mesmo que diferentes, as leis físicas são as mesmas.

1ª de Newton

Uma idéia muito clara da primeira lei de Newton é no caso de um acidente de automóvel, e por imprudência, alguns dos passageiros que não estão utilizando o cinto de segurança podem sofrer mais danos do que aqueles que estão utilizando o cinto de segunraça. Quando ocorre uma colisão de um automóvel contra uma parede maciça e impenetrável, o passageiro que estiver sem o cinto de segurança permanecerá em velocidade constante (velocidade do carro antes da colisão) e irá se chocar contra o parabrisa.

Forças

atrito

Força Peso

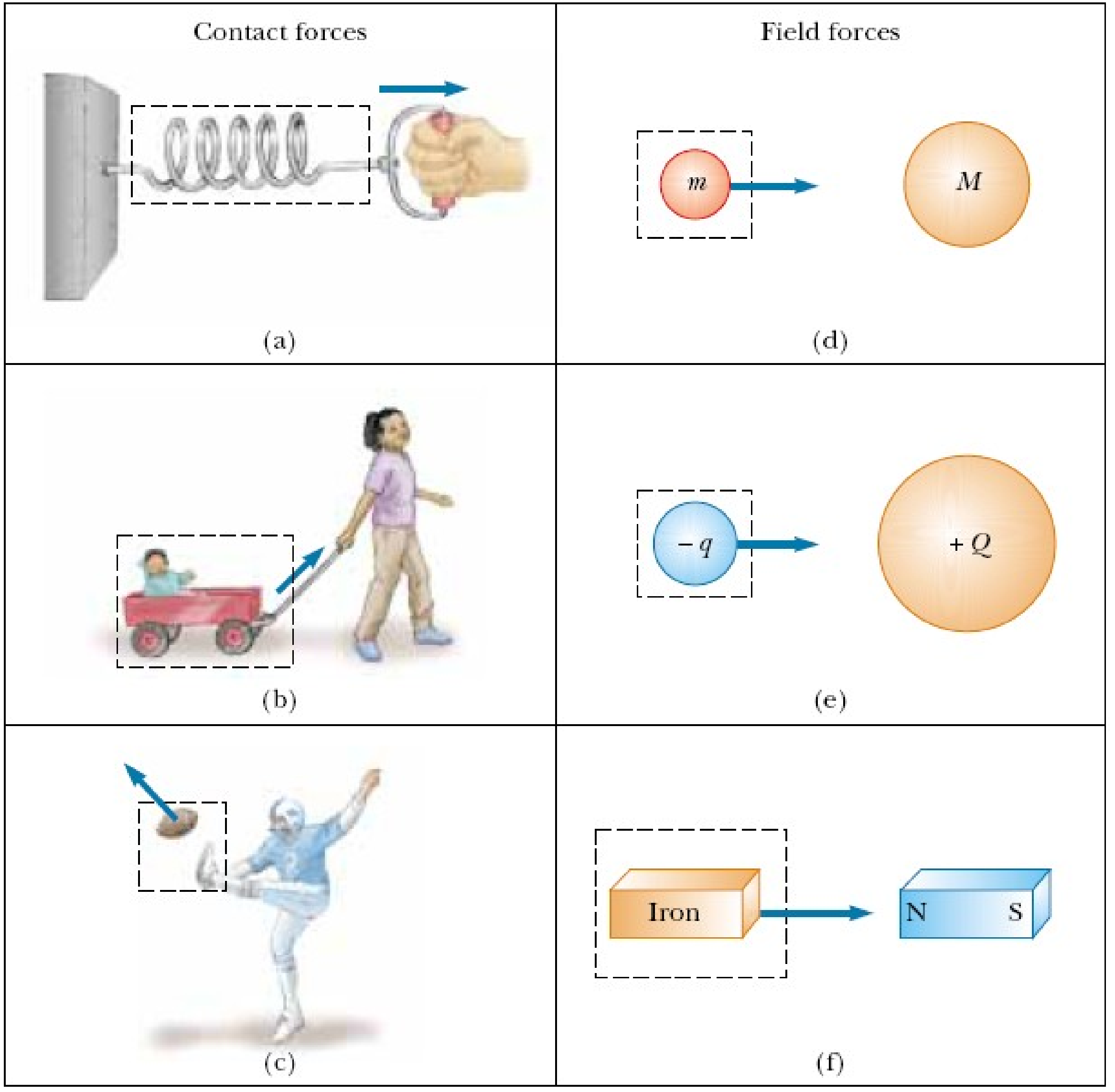
Minimização da Força de atrito

Forças: contato e a distância

Contato físico não é sempre necessário para que uma força atue sobre um corpo. No exemplo do skatista, a força peso (atração gravitacional) não é uma força de contato como a força de atrito.

Na verdade as forças de contato são também forças que agem a distâncias equivalentes a distâncias interatômicas.

As forças satisfazem as condições vetoriais !!!



Massa

A massa é uma quantidade de matéria, atualmente padronizada pela massa padrão dado em kilograma (kg), essa massa padrão é um tarugo de Irídio e Platina mantido no Escritório Internacional de Pesos e Medidas na proximade de Paris – França.

Na mecânica Newtoniana essa massa padrão é referida como massa inercial, no qual é uma quantidade inerente ao objeto de estudo, ela também é um escalar no entanto obedece as regras da aritmética ordinária.

Não confundir massa (escalar) com o peso (força peso).

2ª de Newton

A primeira lei de Newton *explica o que acontece quando nenhuma força atua em um objeto, ela permanece em repouso ou em velocidade constante.*

A segunda lei de Newton *responde à questão de quando temos uma resultante de força diferente de zero atuanto em um corpo.*

2ª de Newton

Um corpo sob a ação de uma força resultante acelera

Conceito de inércia

A massa que aparece na 2ª lei de Newton é muitas vezes chamada de massa inercial.

Essa aceleração também depende de uma propriedade intrínseca decada corpo a massa!

2ª de Newton

Um corpo sob a ação de uma força acelera.

$$\sum \vec{F} = m\,\vec{a} = m\frac{d\,\vec{v}}{dt} = \frac{d\left(m\,\vec{v}\right)}{dt} = \frac{d\,\vec{p}}{dt}$$

A aceleração de um corpo é diretamente proporcional à força resultante agindo sobre ele e inversamente proporcional a sua massa, ou proporcional à variação do momento linear.

Experiências permitem inferir assim a 2ª lei de Newton.

2ª de Newton

Em termos de componentes temos:

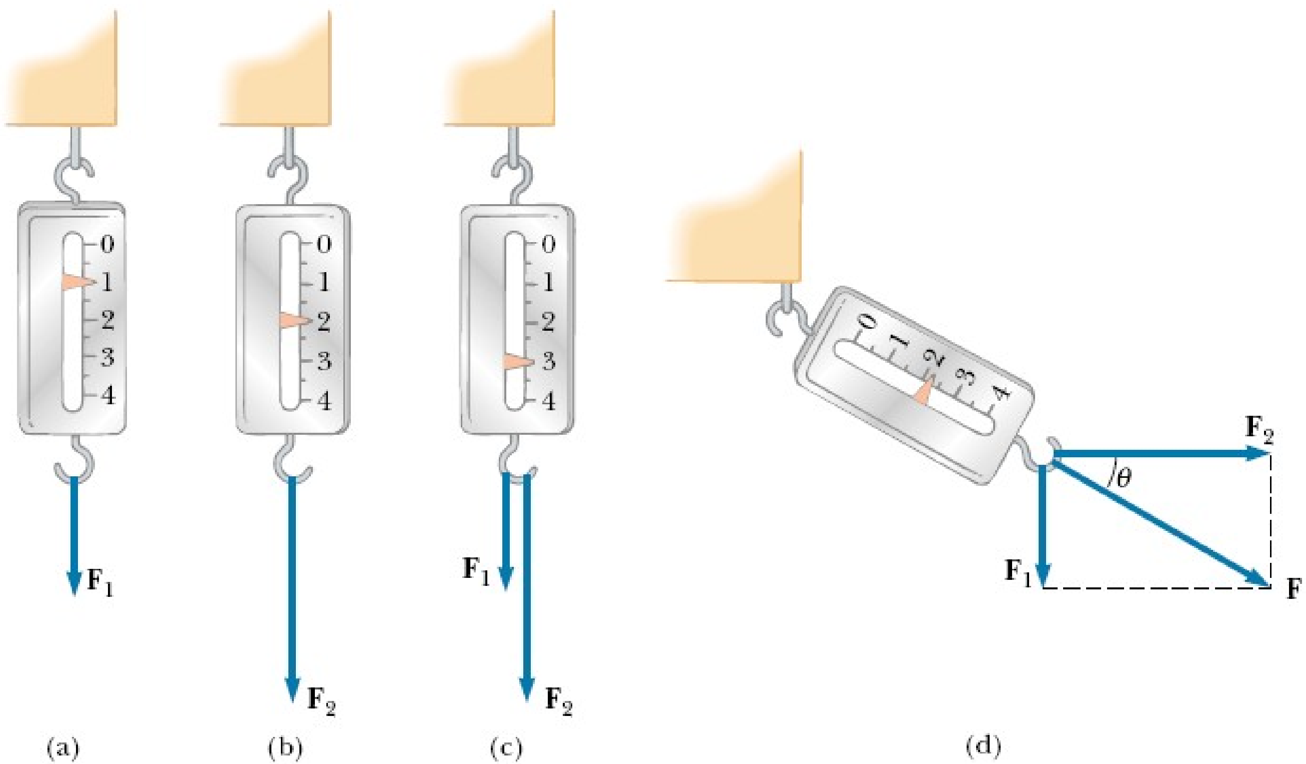
$$\sum F_x = m a_x \qquad \sum F_y = m a_y \qquad \sum F_z = m a_z$$

As unidades:

$$1\mathrm{N} = 1\mathrm{kg}.\frac{m}{s^2}$$

2ª de Newton

Medida da Força:



Dinamômetro
Corpos elásticos se deformam sob ação de forças de contato.
Exemplo: Mola

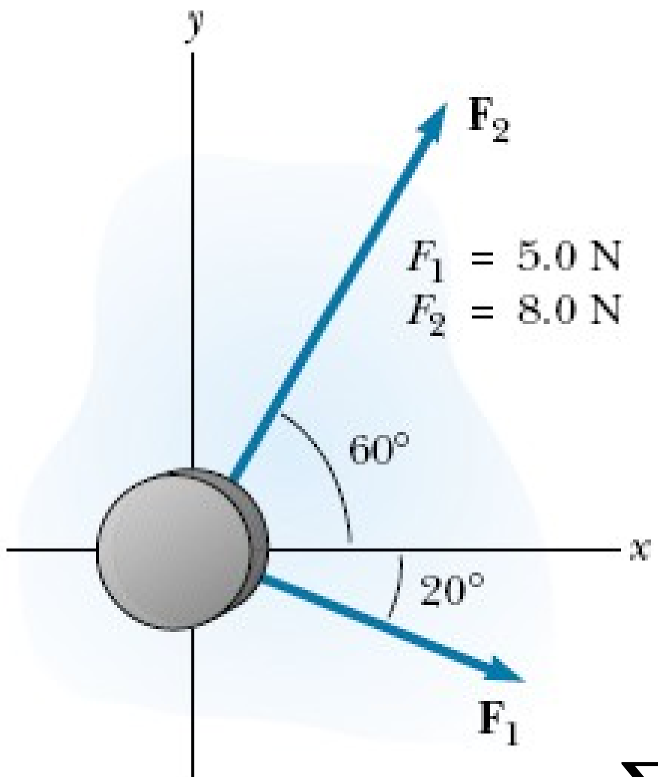
Força de mola
$F = k\Delta L$

Lei de Hooke,
(homenagem a R. Hooke, (1635-1703) o primeiro a formular a lei)

2ª de Newton

Problema 1:

Uma pastilha de Hockey de 0,3 kg desliza sobre uma superfície plana de gelo. Duas forças atuam nesta pastilha como na figura ao lado. A força F_1 tem magnitude 5,0 N e a força F_2 tem magnitude de 8,0 N. Determine a direção e a magnitude da aceleração da pastilha de Hockey.



Resultante das forças em x:

$$\sum F_x = F_{1x} + F_{2x} = F_1 \cos(-20^o) + F_2 \cos(60^o)$$

$$\sum F_x = (5{,}0\,N)(0{,}940) + (8{,}0\,N)(0{,}500) = 8{,}7\,N$$

Resultante das forças em y:

$$\sum F_y = F_{1y} + F_{2y} = F_1\, sen(-20^o) + F_2\, sen(60^o)$$

$$\sum F_y = (5{,}0\,N)(-0{,}342) + (8{,}0\,N)(0{,}866) = 5{,}2\,N$$

2^a de Newton

Problema 1:

Utilizando a segunda lei de Newton para encontrar as componentes da aceleração:

Aceleração em x:

$$a_x = \frac{\sum F_x}{m} = \frac{8{,}7\,N}{0{,}3\,kg} = 29\,m/s^2$$

Aceleração em y:

$$a_y = \frac{\sum F_y}{m} = \frac{5{,}2\,N}{0{,}3\,kg} = 17\,m/s^2$$

Em notação de vetores unitários:

$$\vec{a} = a_x\,\hat{i} + a_y\,\hat{j} = 29\,m/s^2\,\hat{i} + 17\,m/s^2\,\hat{j}$$

2^a de Newton

Problema 1:

A aceleração tem magnitude:

$$a = \sqrt{(a_x)^2 + (a_y)^2}\, m/s^2$$

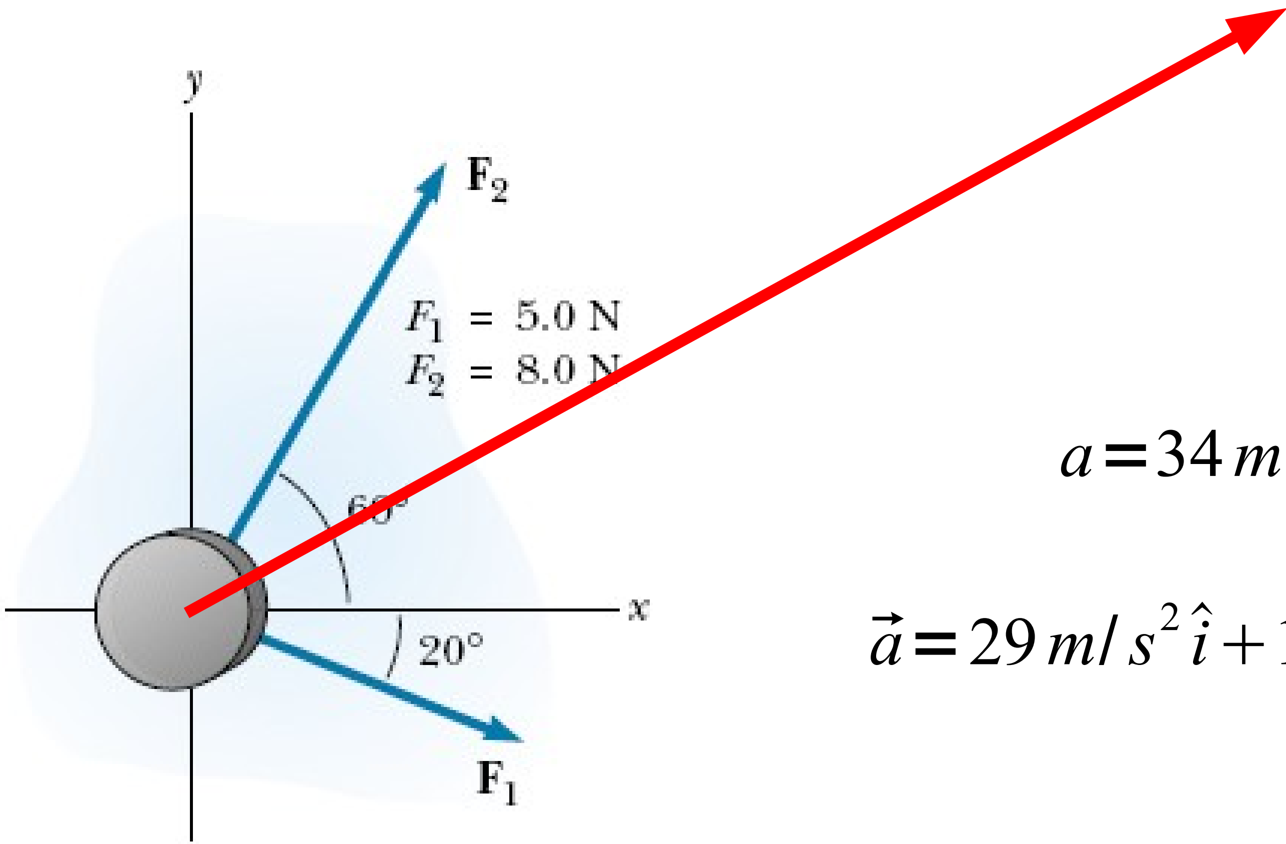
$$a = \sqrt{(29)^2 + (17)^2}\, m/s^2 = 34\, m/s^2$$

A direção relativa ao eixo x será:

$$\theta = \tan^{-1}\left\{\frac{a_y}{a_x}\right\} = \tan^{-1}\left\{\frac{17}{29}\right\} = 30^o$$

2^a de Newton

Problema 1:



$$a = 34\, m/s^2$$

$$\vec{a} = 29\, m/s^2\, \hat{i} + 17\, m/s^2\, \hat{j}$$

2^a de Newton

Problema 2:

Um homem empurra um trenó, carregado com massa m=240 kg, por uma distância d=2,3 m, sobre um superfície sem atrito de um lago congelado. Ele exerce sobre o trenó uma força horizontal constante **F**, com módulo F=130 N. Se o veículo parte do repouso, qual a sua velocidade final.

Resposta: A parte importante do enunciado nos diz que "uma força horizontal constante **F**" é aplicada ao trenó que está sobre uma superfície congelada (supõe-se que não tem atrito entre o trenó e a superfície congelada).

$$\sum F_x = m\,a_x \rightarrow a_x = \frac{\sum F_x}{m} = \frac{130\text{N}}{240\text{kg}} \rightarrow a_x = 0{,}542\, m/s^2$$

Pelo enunciado foi dado a velocidade inicial (parte do repouso v_0=0), a distância percorrida d e por último calculamos a aceleração no trenó.

$$v^2 = v_0^2 + 2\text{a}\,(x - x_0) \rightarrow v = \sqrt{2\text{ad}} = \sqrt{2.0{,}542.2{,}3} \rightarrow v = 1{,}6\, m/s$$