Física do Movimento

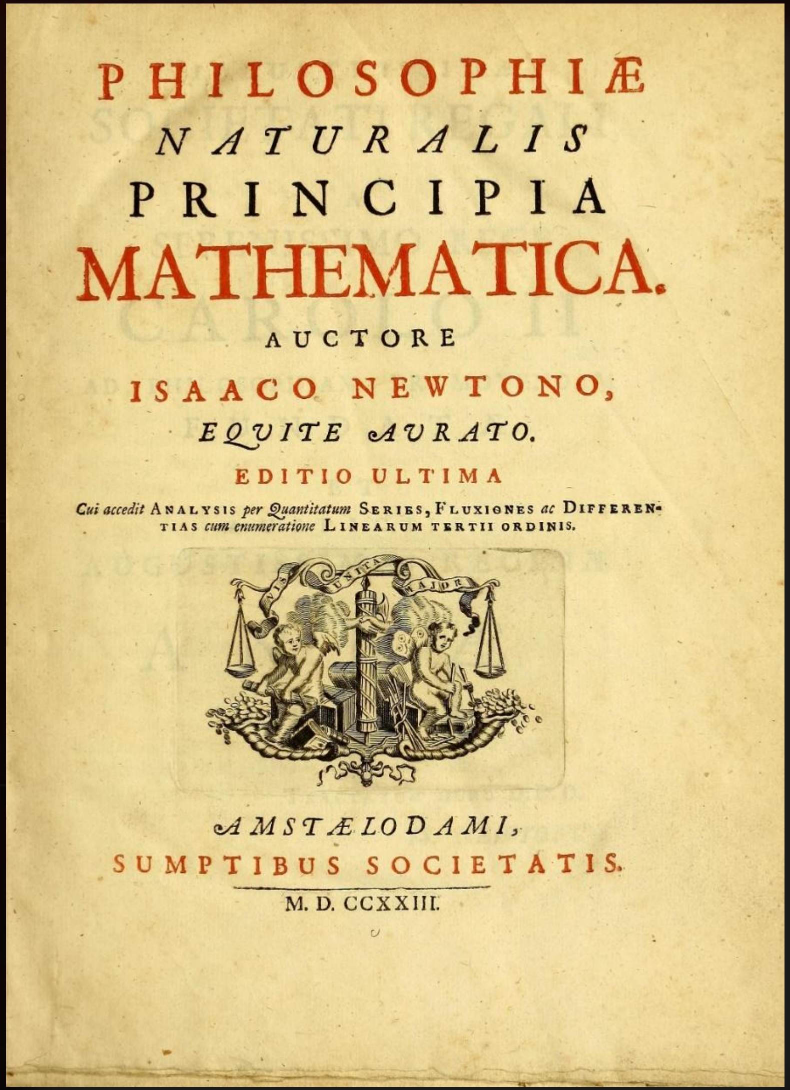
Leis de Newton

Dinâmica Newtoniana

Séc. XVII

três leis de Newton

gravitação universal



PHILOSOPHIÆ
NATURALIS
PRINCIPIA
MATHEMATICA.

AUCTORE
ISAACO NEWTONO,
EQUITE AURATO.

EDITIO ULTIMA

Cui accedit ANALYSIS *per Quantitatum* SERIES, FLUXIONES *ac* DIFFERENTIAS *cum enumeratione* LINEARUM TERTII ORDINIS.

AMSTÆLODAMI,
SUMPTIBUS SOCIETATIS.
M. D. CCXXIII.

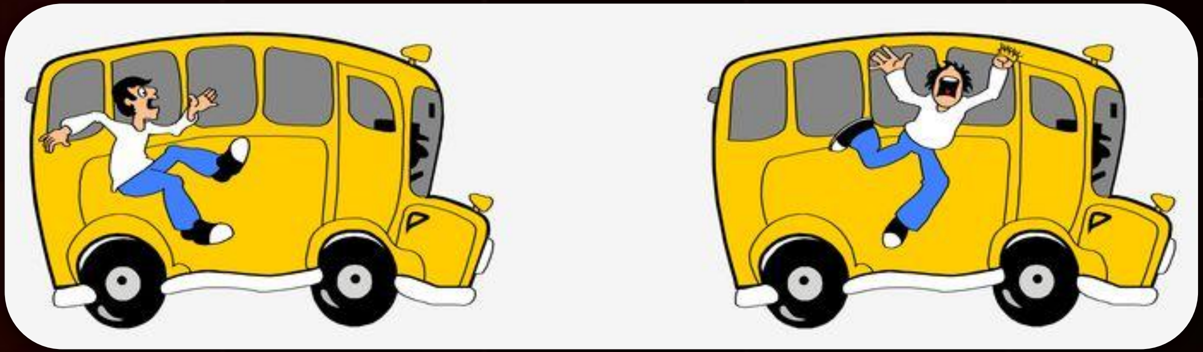
Força

"Uma força impressa é uma ação exercida sobre um corpo a fim de mudar o seu estado, seja de repouso, ou de se mover uniformemente para adiante numa linha reta".

Lei da inércia

"Qualquer corpo em movimento retilíneo e uniforme (ou em repouso) tende a manter-se em movimento retilíneo e uniforme (ou em repouso)".

Exemplos



Segunda Lei de Newton

Existe uma relação muito simples entre força e aceleração, isto é, a força é sempre diretamente proporcional à aceleração que ela provoca.

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

Consequências da Segunda Lei de Newton

$$\vec{F} = m\vec{a} = m\frac{d^2\vec{r}}{dt^2}$$

determinar a posição $\vec{r}(t)$

$$\vec{r}(t) \rightarrow \vec{v}(t) \qquad \vec{r}(t) = \begin{cases} x(t) \\ y(t) \\ z(t) \end{cases}$$

Componentes da Segunda Lei

$$F_x = ma_x$$

$$F_y = ma_y$$

$$F_z = ma_z$$

Condições Iniciais

Soluções dependem das condições iniciais

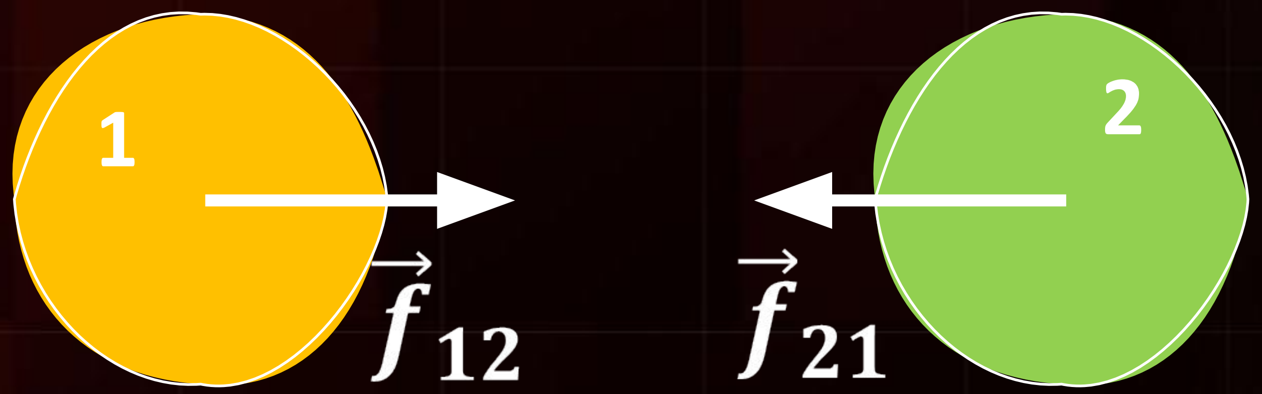
$$\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t$$

$$\left.\frac{d\vec{r}'}{dt}\right|_{t=0} = \vec{v}_0$$

Terceira Lei de Newton

"Para toda força que surgir num corpo como resultado da interação com um segundo corpo, deve surgir nesse segundo uma outra força, chamada de reação, cuja intensidade e direção são as mesmas da primeira, mas cujo sentido é o oposto da primeira."

Terceira Lei de Newton



$$\vec{f}_{12} = -\vec{f}_{21}$$

Diagrama de corpo livre

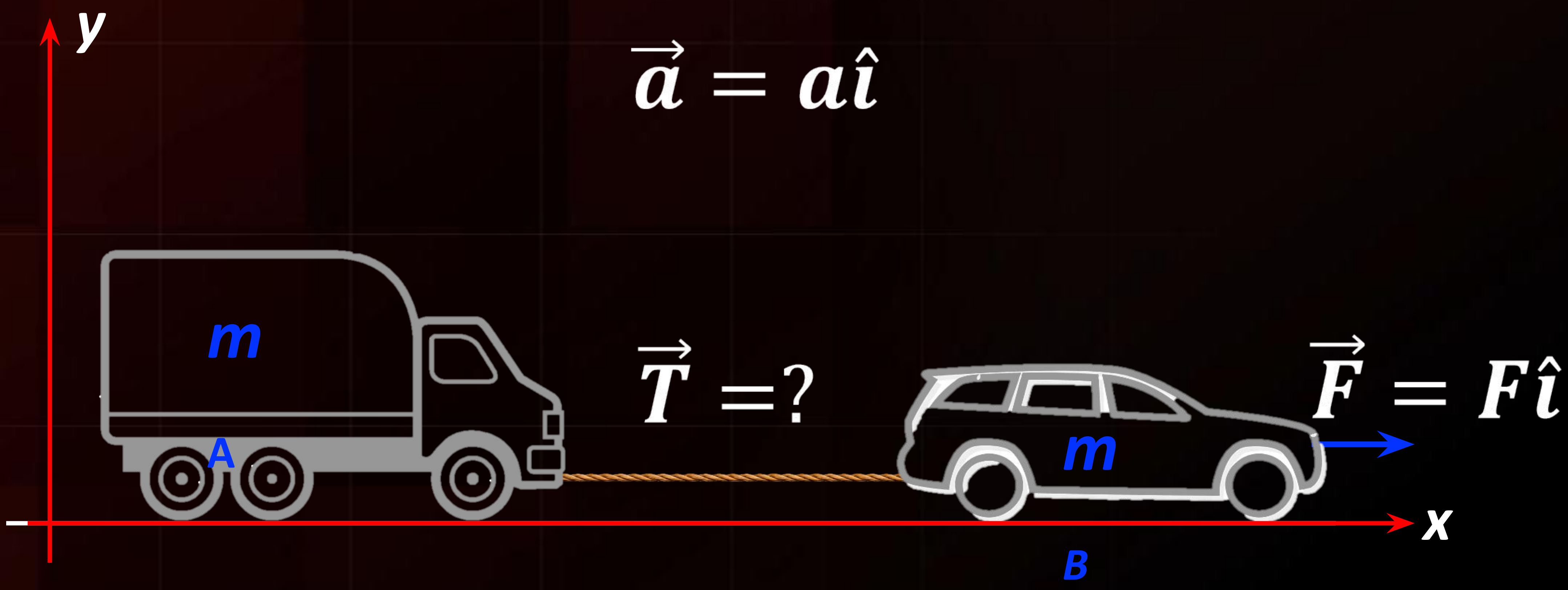
$$\vec{R} = \sum \vec{F}_i$$

$$R_x = ma_x$$

$$R_y = ma_y$$

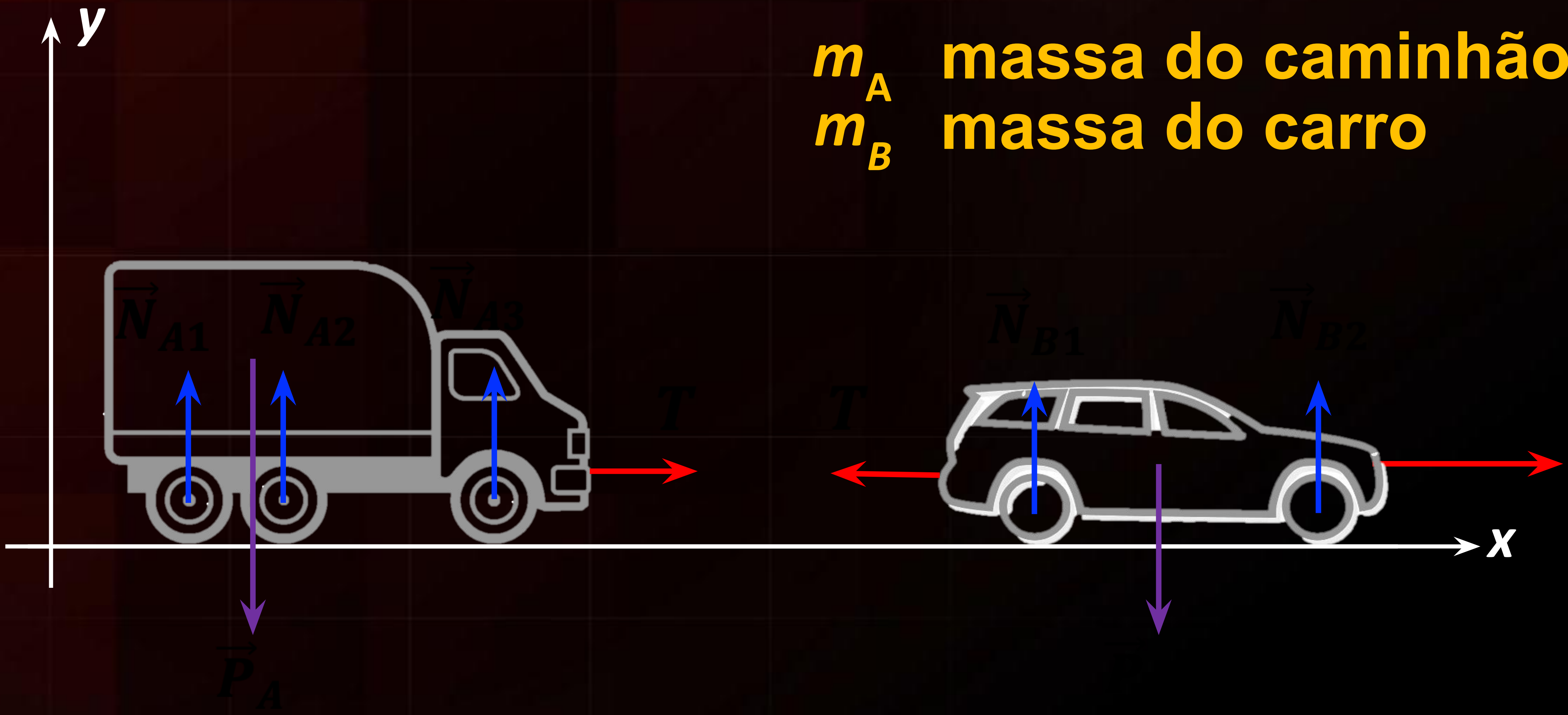
$$R_z = ma_z$$

Exemplo-1



Exemplo – Diagrama de corpo livre

m_A massa do caminhão
m_B massa do carro



Exemplo-2

$$\vec{F} = 0$$

$$m\frac{dv_x}{dt} = ma_x = 0 \Longrightarrow v_x = v_{0x}$$

$$m\frac{dv_y}{dt} = ma_y = 0 \Longrightarrow v_y = v_{0y}$$

$$m\frac{dv_z}{dt} = ma_z = 0 \Longrightarrow v_z = v_{0z}$$

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

integrando esta expressão

$$\frac{dx}{dt} = v_{0x}$$

$$\int_{x_0}^{x(t)} dx = v_{0x} \int_{t_0=0}^{t} dt$$

$$x(t) = x_0 + v_{0x}t$$

$$y(t) = y_0 + v_{0y}t$$

$$z(t) = z_0 + v_0$$

$$\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t$$

Exemplo-3 – Força constante $\vec{F} = \vec{F}_0$

$$\vec{F} = \vec{F}_0 \qquad m\frac{d^2x}{dt^2} = F_{0x} \qquad \frac{dv_x}{dt} = \frac{F_{0x}}{m}$$

$$\int_{v_{0x}}^{v(t)} dv = \frac{F_{0x}}{m}\int_{t_0=0}^{t} dt \quad \Rightarrow \quad v_x(t) = v_{0x} + \frac{F_{0x}}{m}t$$

$$v_x(t) = v_{0x} + a_{0x}t$$

$$\vec{v}(t) = \vec{v}_0 + \frac{\vec{F}}{m}t$$

qual a posição *x*(t) da partícula?

$$\frac{dx(t)}{dt} = v_{0x} + \frac{F_{0x}}{m}t$$

$$\int_{x_0}^{x(t)} dx = \int_{t_0=0}^{t} v_{0x}\,dt + \int_{t_0=0}^{t} \frac{F_{0x}}{m}t\,dt$$

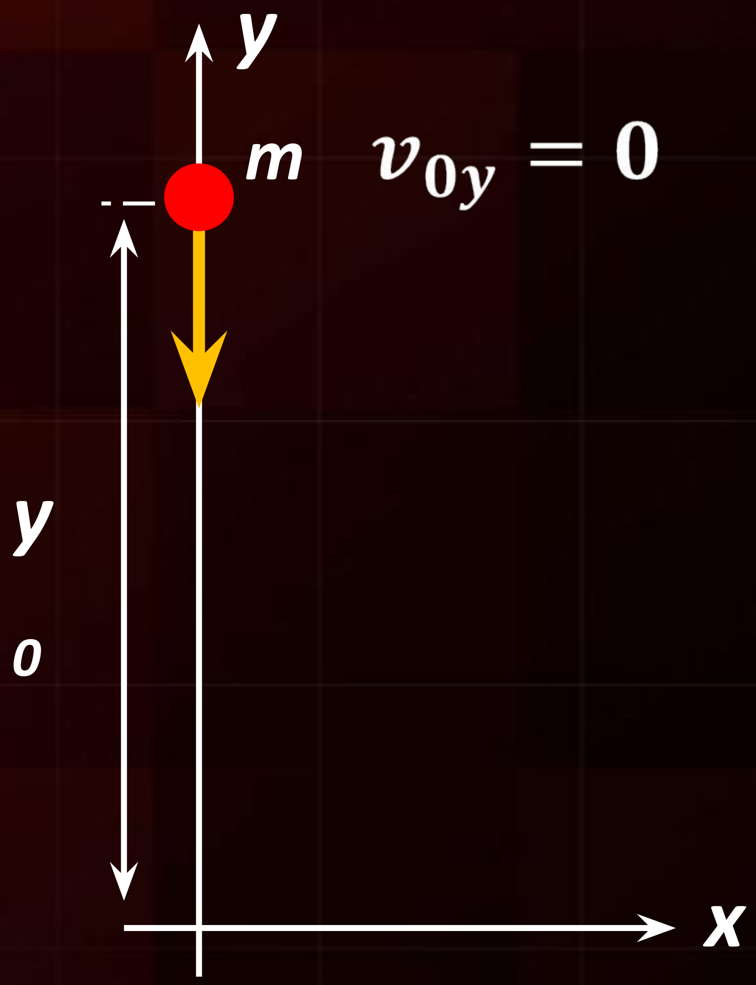
$$x(t) = x_0 + v_{0x}t + \frac{1}{2}\frac{F_{0x}}{m}t^2$$

$$y(t) = y_0 + v_{0y}t + \frac{1}{2}\frac{F_{0y}}{m}t^2$$

$$z(t) = z_0 + v_{0z}t + \frac{1}{2}\frac{F_{0z}}{m}t^2$$

$$\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{1}{2}\frac{\vec{F}}{m}t^2$$

Exemplo-4 – Queda Livre



$$y = y(t)$$

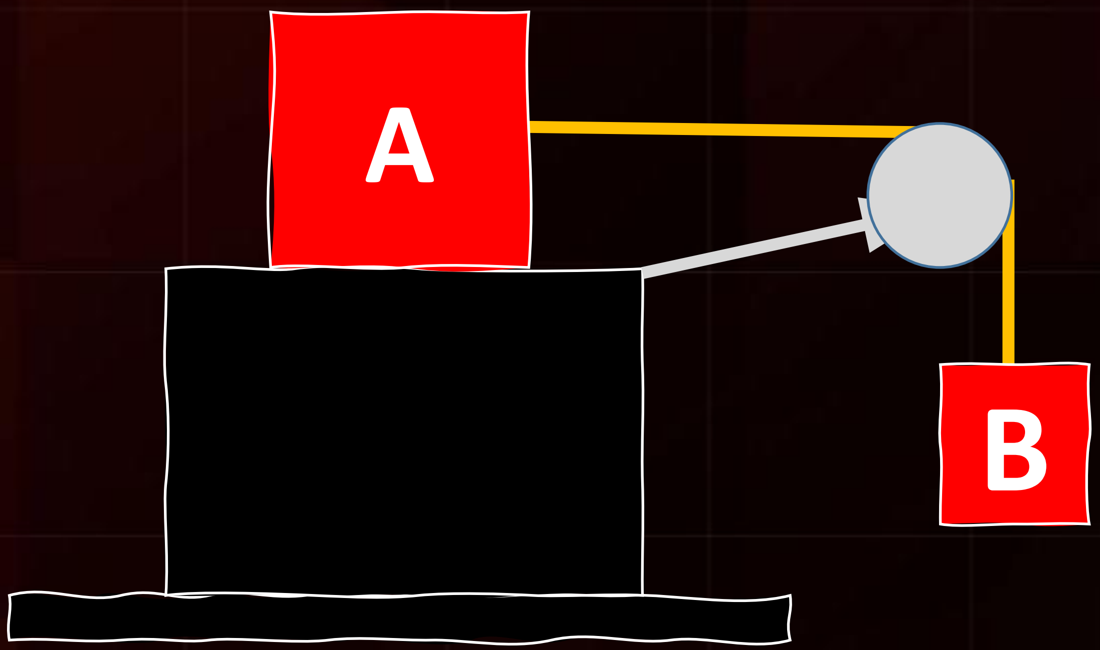
$$F_y = -ma_y$$

$$m\frac{dv_y}{dt} = -mg$$

$$v_y(t) = v_{0y} - gt = -gt$$

$$y(t) = y_0 + v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2 = y_0 - \frac{1}{2}gt^2$$

Exemplo



$\vec{F}$

$m_A = 6{,}0\ Kg$

$m_B = 1{,}5\ Kg$

Física do Movimento

Leis de Newton