Leis de Newton - Aplicações

Newton publicou, em 1687, sua obra em três volumes sobre a mecânica: Princípios Matemáticos da Filosofia Natural, mas conhecido pela palavra de seu título em Latim, "Principia".

<u>1ª lei</u> (Lei da Inércia).

"Todo corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento uniforme em uma linha reta, a menos que seja compelido a mudar aquele estado, pela ação de forças aplicadas sobre ele"

<u>2ª lei</u> (Dinâmica)

"A mudança no momento é proporcional à força resultante imprimida e é produzida na direção em que a força é aplicada"

O momento (linear) de uma partícula é definido como $\vec{p} = m\vec{v}$, de modo que a 2ª lei pode ser expressa, matematicamente, em notação atual:

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F}_{res} \quad \text{ou} \quad \frac{d}{dt}(m\vec{v}) = \vec{F}_{res}.$$

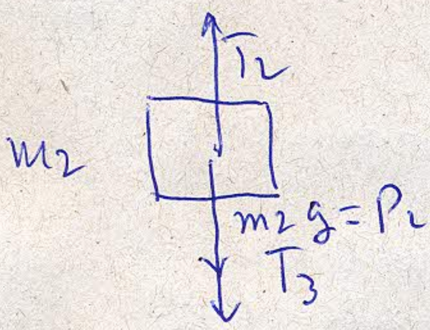
Se m = constante, então $\frac{d\vec{p}}{dt} = m\frac{d\vec{v}}{dt} = \underline{m\vec{a} = \vec{F}_{res}}$.

3ª lei (Ação e Reação)

"A toda ação há sempre uma reação oposta e de igual intensidade: ou as ações mútuas de dois corpos são sempre iguais e dirigidos em direções opostas".

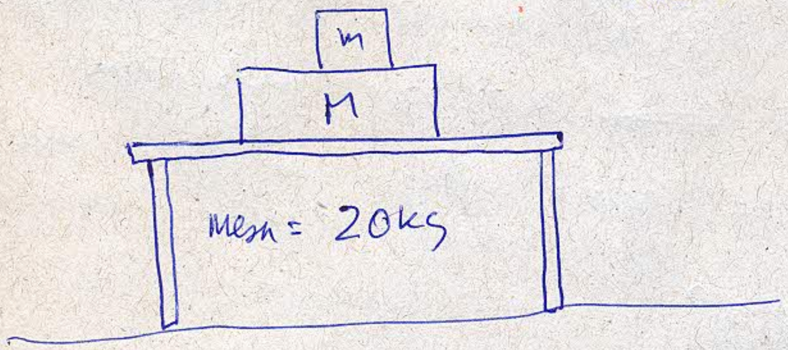
- Lembramos que as leis de Newton são válidas para partículas (pontos forme). ~~em~~ Vamos fazer vários exercícios contendo corpos extensos como caixas, carros etc no enunciado. Demos tratá-los sempre aproximadamente, como partículas. No próximo semestre veremos como extender essas leis para o caso de corpos rígidos.

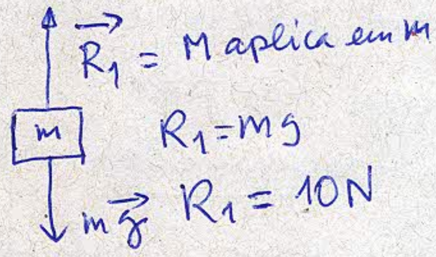
- Como visto, as leis de Newton se referem às forças agindo em um corpo. Ao se aplicar ~~as~~ essas leis na solução de problemas, é muito comum fazer-se confusão com as forças e seus pontos de aplicação. Para evitar essas confusões, é sempre conveniente desenhar o diagrama de corpo livre do ~~obj~~ objeto (partícula) de interesse para o problema.



$$T_2 = T_3 + m_2 g = (m_2 + m_3)\, g$$

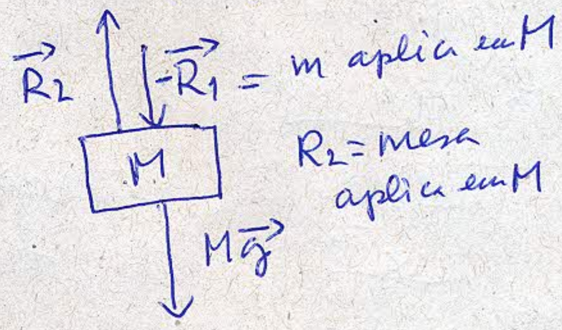
$m = 1$ kg $M = 3$ kg





$R_1 = mg$

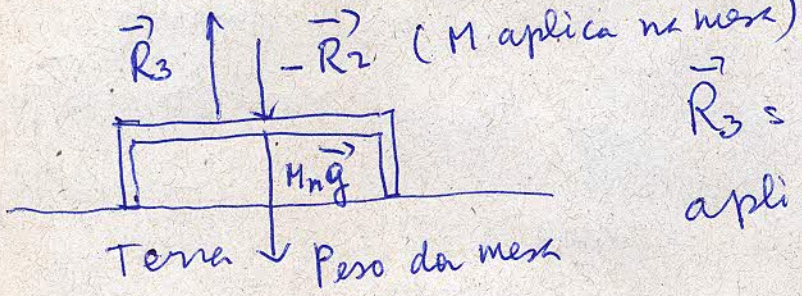
$R_1 = 10$N



R_2 = Mesa aplica em M

$R_2 = R_1 + Mg = 10 + 30 = \underline{40\,N}$

(note que R_2 = peso dos blocos (m+M)



$\vec{R}_3$ = força que o piso aplica ~~em R~~ na mesa.

$R_3 = R_2 + 200 = \underline{240\,N}$

Note: Peso da mesa = força de longa distância entre o centro do Planeta Terra e a mesa.

$\vec{R}_3$ = força de contato entre os pés da mesa e a superfície da Terra.

Vimos no último exemplo, dois tipos diferentes de forças: forças de contato (é preciso contato entre a mesa e a Terra, para que esse tipo de força possa agir entre a mesa e a Terra) e a força peso, de longa distância (não é preciso contato entre os corpos).

As forças fundamentais na natureza são quatro:

- a interação gravitacional
- a interação eletro-magnética
- as duas outras só são observadas no mundo microscópico: a interação forte e a interação fraca (ambas no núcleo ~~dos átomos~~ atômico).
- Todos os outros tipos de forças (interações) são manifestações de uma ou mais dessas quatro fundamentais. Assim, as forças de contato entre dois corpos, são na verdade forças eletromagnéticas entre as superfícies de contato (originadas na repulsão elétrica entre os elétrons atômicos das superfícies de cada um dos corpos.

Massa e Peso

A massa é a medida da "quantidade de inércia" de um corpo. Quanto maior a massa, mais difícil é alterar o movimento de um corpo. O efeito da aplicação de uma força (ou da resultante das forças), a aceleração, é inversamente proporcional à inércia do corpo.

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

Já o peso de um corpo, resultado da atração gravitacional mútua entre o corpo e a Terra, é diretamente proporcional à "carga gravitacional" do corpo. Acontece que a <u>carga gravitacional</u> de um corpo é <u>exatamente igual</u> à <u>sua inércia</u>!! (a massa corresponde tanto à inércia quanto à carga gravitacional). Sabemos, pela lei de Gravitação de Newton (publicada no último volume do Principia) que duas massas puntiformes, m e M, separadas por uma distância <u>r</u> exercem atração mútua, (ação e reação) de módulo dado por:

$$F_G = G\frac{mM}{r^2}$$ G a constante universal de atração gravitacional

Considerando a Terra como uma partícula, com toda a sua massa M localizada ~~na~~ no centro da Terra, a força de atração é dada por:

m M

$|\leftarrow R_T \rightarrow|$

$$P = m.\frac{GM_T}{R_T^2}$$ ($r = R_T$ neste caso)

O valor de ~~a constante~~ $\frac{GM_T}{R_T^2}$ é chamado <u>g</u>, a constante de aceleração da gravidade Terrestre. Substituindo os valores de G, M_T, R_T, obtém-se $g \simeq 9{,}8\,m/s^2$

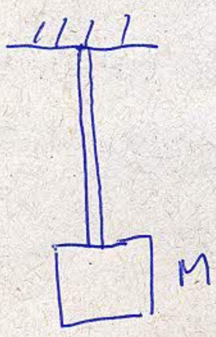
deste modo, temos a força peso $P = mg$, <u>proporcional</u> à massa do corpo. ~~localizado~~

Então, para corpos localizados na superfície da Terra,

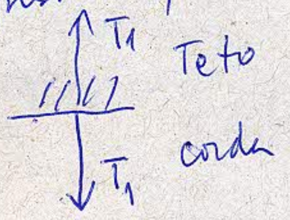
$$m\vec{a} = \vec{F} = m\vec{g} \Rightarrow \boxed{\vec{a} = \vec{g}}$$

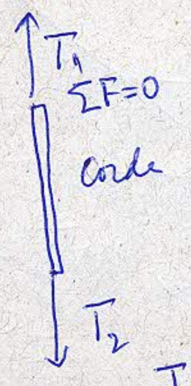
(isso se não tiver nenhuma outra força agindo na massa m).

<u>Exemplo</u>: Corda com massa

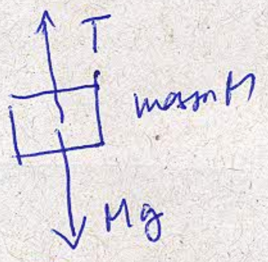


No exemplo, similar ao dos elefantes, se considerarmos a corda com massa desprezível, temos:





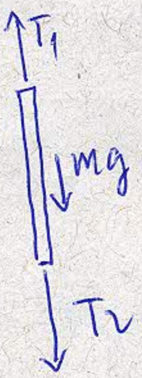
$T_1 = T_2 = T$



$T = Mg$

Agora, vamos considerar a corda com massa <u>m</u>.

$T_2 = Mg$



$T_1 = T_2 + mg$

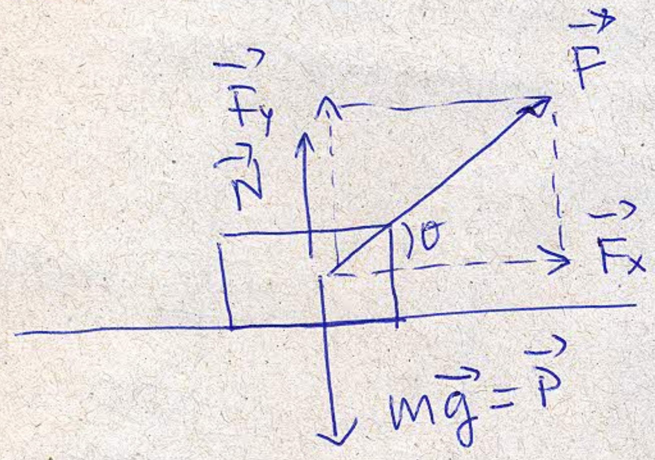
$$\boxed{T_1 = (M+m)g}$$

$(T_1 > T_2)$

Centro de Massa

O conceito de centro de massa será visto no próximo semestre, quando estudarmos a mecânica dos corpos rígidos. Para o momento, podemos apenas afirmar que o peso de um corpo pode ser considerado como como força aplicada num ponto chamado <u>centro de Massa</u> do corpo (tb conhecido como centro de Gravidade).

Puxando a Caixa



Decompondo $\vec{F}$: $\parallel$ e $\perp$ à direção do movimento

$\vec{N}$ = reação à força que o bloco aplica sobre o piso.

$$m\vec{a}_x = \sum \vec{F}_{xi} = \vec{F}_x \qquad m\vec{a}_y = 0 = \sum \vec{F}_{yi} = \vec{N} + \vec{F}_y + \vec{P}$$

em módulo:

$$ma_x = F\cos\theta \Rightarrow \boxed{a_x = \frac{F\cos\theta}{m}}$$

$$a_y = 0 \Rightarrow N + F_y - mg = 0 \Rightarrow \boxed{N = mg - F\,\text{sen}\,\theta}$$

Note que se $F\,\text{sen}\,\theta = mg$, $N = 0$, ou seja, começamos a levantar a caixa...