

MECÂNICA VETORIAL

Newton, 1687.

LEI I^{xxi}

Todo o corpo mantém o seu estado de repouso ou de movimento uniforme segundo uma linha recta, se não for compelido a mudar o seu estado por forças nele impressas.

Lei da inércia. Não há forças num corpo $\Rightarrow \vec{v}$ constante

$v=0$
 repouso

$v \neq 0$
 mov. retilíneo
 uniforme

Quantidade de movimento:

$$\vec{p} = m\vec{v} \quad (\text{ou momento linear})$$

LEI II^{xxii}

A mudança no movimento*²⁰ é proporcional à força motora impressa e faz-se na direcção da linha recta segundo a qual a força motora é impressa.²¹

²⁰ Introduzi o símbolo * a recordar que deve entender-se sempre "quantidade de movimento".

²¹ Analiticamente, $d\vec{p} = \vec{F} dt$.

$$d\vec{p} = \vec{F} dt \quad \longrightarrow \quad \int_{\vec{p}_i}^{\vec{p}_f} d\vec{p} = \int_{t_i}^{t_f} \vec{F} dt$$

$$\downarrow$$

$$\vec{p}_f - \vec{p}_i = \int_{t_i}^{t_f} \vec{F} dt = \text{impulso}$$

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} \quad \vec{p} = m\vec{v} \text{ se } m = \text{constante}$$

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

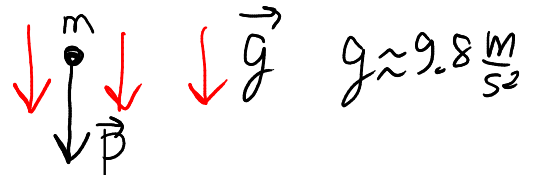
Unidade SI de força:

$$m \rightarrow \text{kg} \quad 1 \text{ newton} = 1 \text{ N} = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$$

$$a \rightarrow \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

PESO. Força da gravidade

$$\vec{P} = m\vec{g}$$

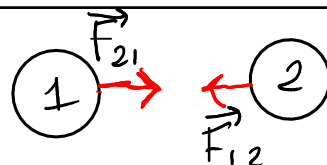


$$m = 60 \text{ kg} \rightarrow P = 60 \times 9.8 \text{ N}$$

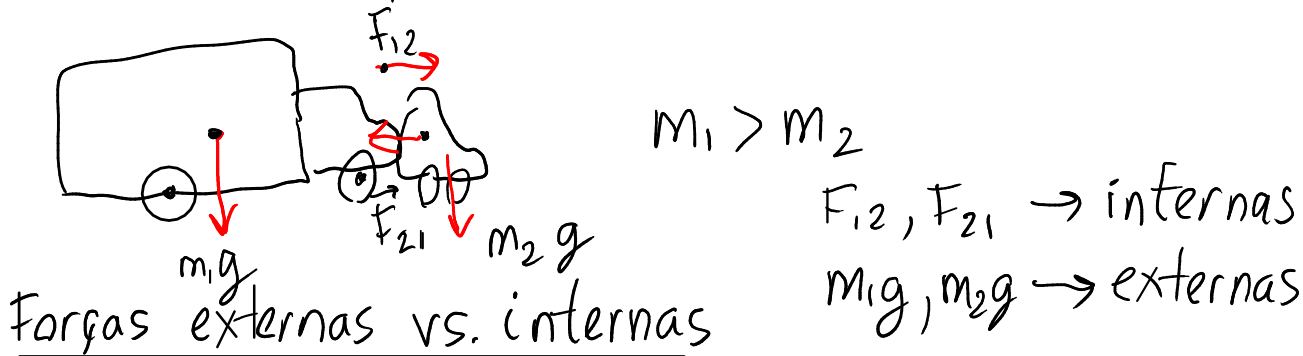
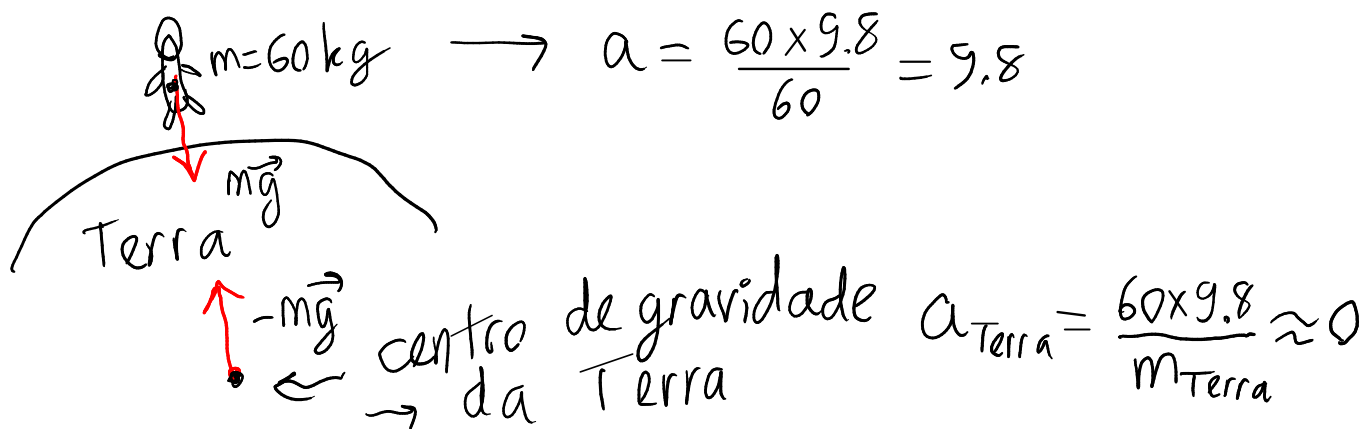
LEI III^{xxiii}

A toda a acção opõe-se sempre uma igual reacção. Isto é, as acções mútuas de dois corpos um sobre o outro são sempre iguais e opostas.

lei de acção e reacção

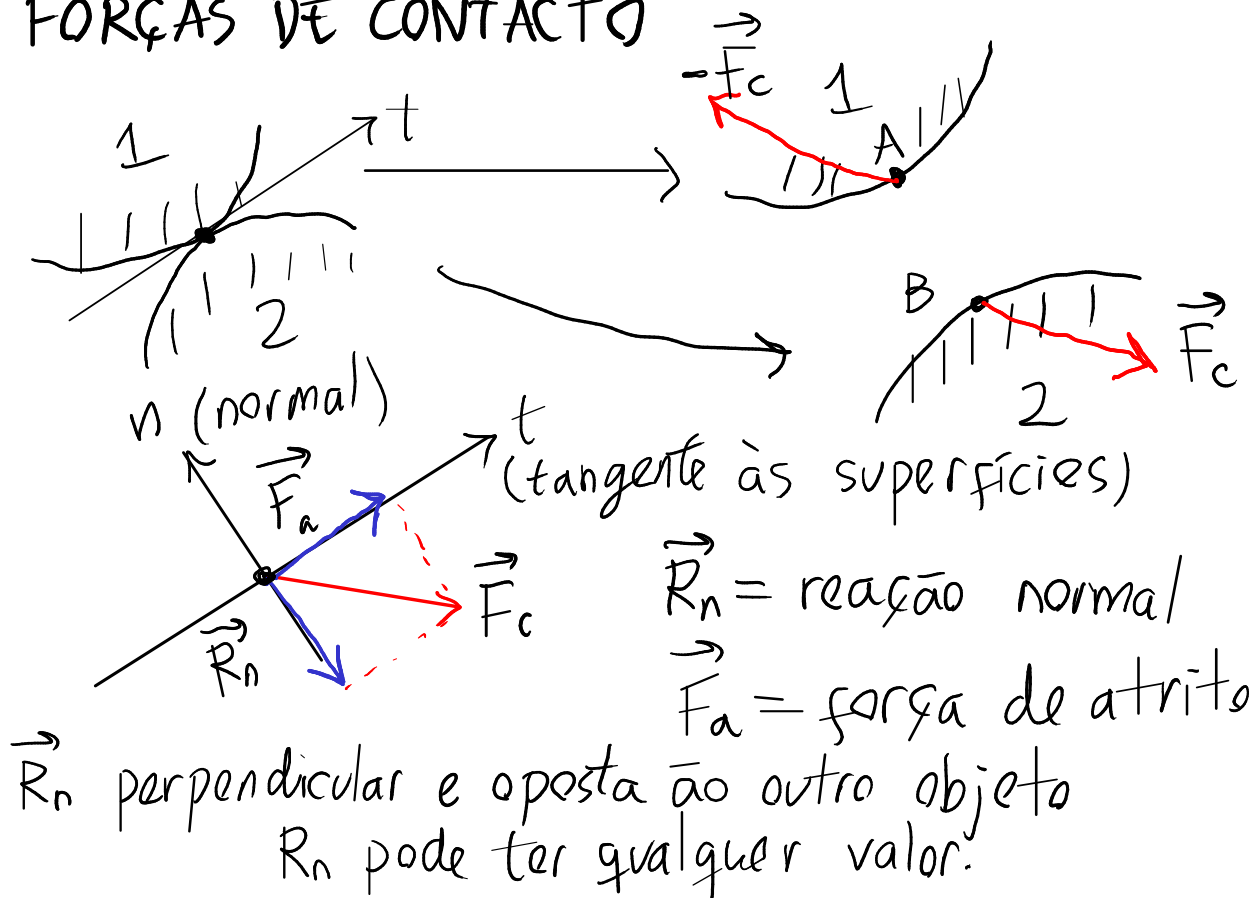


$|\vec{F}_{12}| = |\vec{F}_{21}|$ \vec{F}_{12} e \vec{F}_{21} na mesma direcção mas sentidos opostos



$\vec{a} =$ aceleração dum sistema $\Rightarrow \boxed{\sum_{i \rightarrow \text{externas}} \vec{F}_i = m \vec{a}}$

FORÇAS DE CONTACTO



Forças de atrito.

(a) atrito estático. $v_{A/B} = 0$ (as superfícies não deslizam)

\vec{F}_e pode ter qualquer direção tangente (as superf.) (plano tangente)



$|\vec{F}_e|$ pode ter qualquer valor, menor que um valor máximo:

$$0 \leq |\vec{F}_e| \leq \mu_e R_n$$

μ_e = coeficiente de atrito estático (próprio das 2 superfícies)

(b) atrito cinético. $v_{A/B} \neq 0$

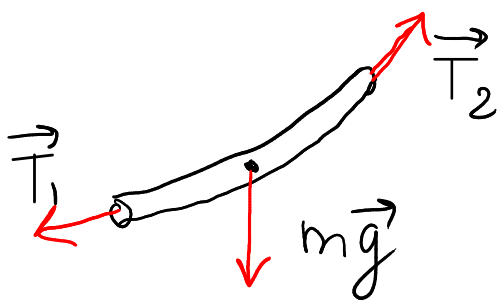
$$\Rightarrow \boxed{\vec{F}_c = -\mu_c R_n \hat{e}}$$

(em A)

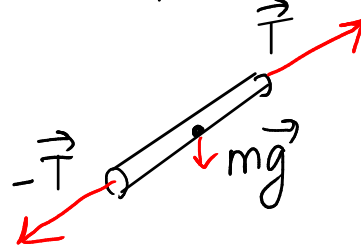
onde \hat{e} é na direção de $\vec{v}_{A/B}$ ($\vec{v}_{A/B} = v_{A/B} \hat{e}$)

μ_c = coeficiente de atrito cinético

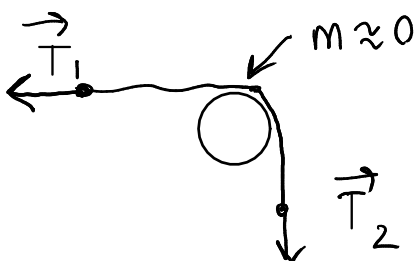
FORÇAS EM CORDAS (CABOS)



\vec{T} = tensão na corda

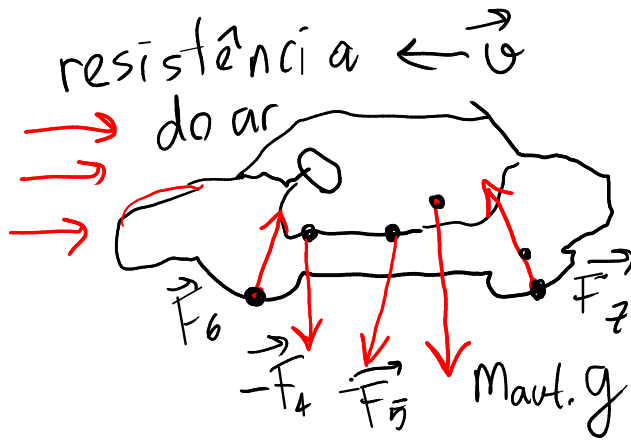
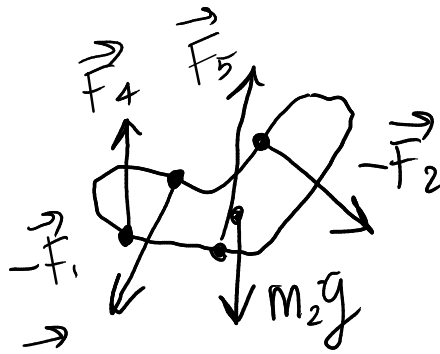
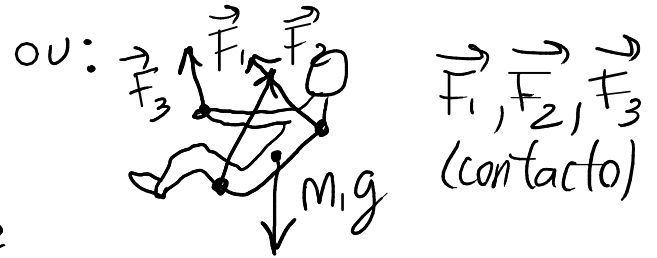
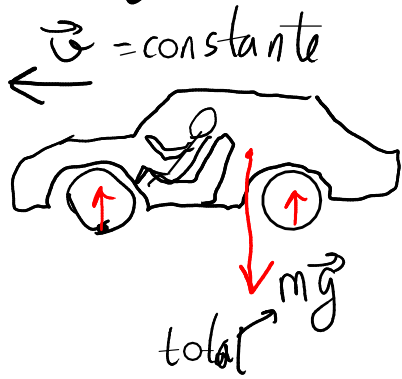


$m \approx 0$
T constante na corda



$$|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2|$$

Diagrama de corpo livre (forças externas)

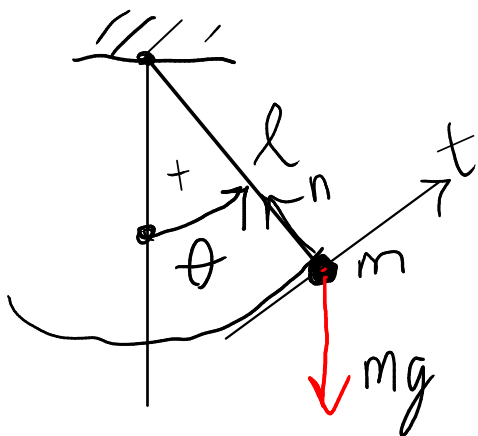


F_6, F_7 reações normais + atrito estático

F_{a7} → força de tração

F_{a6} → oposta ao mov.

Exemplo. Pêndulo simples. Pequena esfera de massa m , pendurada dum fio de comprimento l



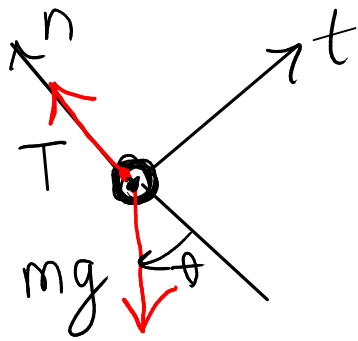
1 grau de liberdade: $\theta(t)$

$\omega = \dot{\theta}$, $\alpha = \dot{\omega}$

movimento circular (raio l)

$$\begin{cases} a_t = l\alpha \\ a_n = l\omega^2 \end{cases}$$

corpo livre (esfera)



$$\sum (\vec{T} + m\vec{g}) = m\vec{a}$$

$$\begin{cases} \sum \text{forças}_t = ma_t \\ \sum \text{forças}_n = ma_n \end{cases}$$

$$\begin{cases} -mg \sin\theta = ml\alpha \\ T - mg \cos\theta = ml\omega^2 \end{cases}$$

$$\rightarrow \boxed{\alpha = -\frac{g}{l} \sin\theta}$$

equação de movimento

$$\alpha = \omega \frac{d\alpha}{d\theta}$$