Cap ③ → Dinâmica (Leis Newton) → Mecânica Newtoniana

Força → Grandeza que mede a interação entre partículas

→ processo → interação entre corpos

→ Gravitação → Força gravitacional

Corpo c/ $\boxed{\text{massa}}$ interação atrativa

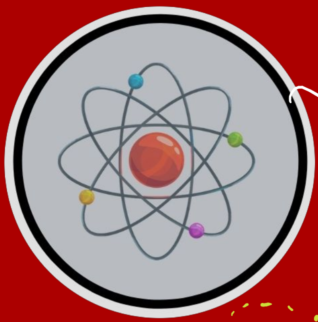
$\vec{F}_g$ $\quad -\vec{F}_g$ $\quad m_2$ $\quad \hat{\imath}$

m_1 $\quad d$

$$\boxed{\vec{F}_g = G\frac{m_1 \cdot m_2}{d^2}\,\hat{\imath}}$$

→ força radial

Longo alcance



→ Interação eletromagnética

$\vec{F}_{e,r}$ $\quad \vec{F}_{e,A}$ $\quad -\vec{F}_{e,A}$ $\quad -\vec{F}_{e,r}$

q_1 $\quad d$ $\quad q_2$

$$\boxed{F_e = K\frac{q_1 \cdot q_2}{d^2}}$$

e^- → carga negativa

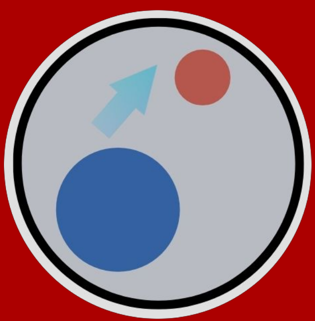
P → " positiva

$\boxed{q = 1{,}602 \times 10^{-19}\ C}$

$q_1 \cdot q_2$ tem mesmo sinal (repulsão)

$q_1 \cdot q_2$ sinal oposto (atração)

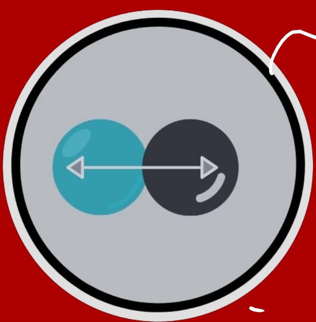
Longo alcance



→ Força fraca (decaimento radioativo)

→ curtas distâncias (núcleos atômicos)

Força forte (eletro forte)



quarks (componentes dos núcleons)

→ prótons, nêutrons

e^- $\quad e^-$ $\quad e^-$ $\quad e^-$

Núcleo (P N P N P N) $\sim 10^{-15}$ m

3 quarks formam os núcleons

P — P curto alcance

P $\quad r_{orb}$ $\quad$ H

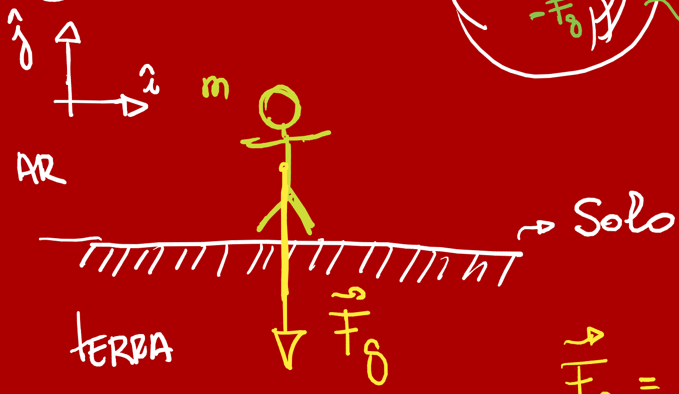
$0{,}5\,Å = 0{,}5 \times 10^{-10}$ m

$0{,}5 \times 0{,}0000000001$ m

Alguns exemplos

Força peso ($\vec{P}$) $\vec{F}_p$, $\vec{F}_g$

→ Esfera (raio = 6400 km)



$$\boxed{\vec{F}_g = G\,\frac{M_T\,m}{(\text{RAIO})^2}(-\hat{j})}$$

$$\vec{F}_g = m \times \underbrace{\left(-\frac{G M_T}{r_T^2}\hat{j}\right)}_{\text{aceleração da gravidade}}$$

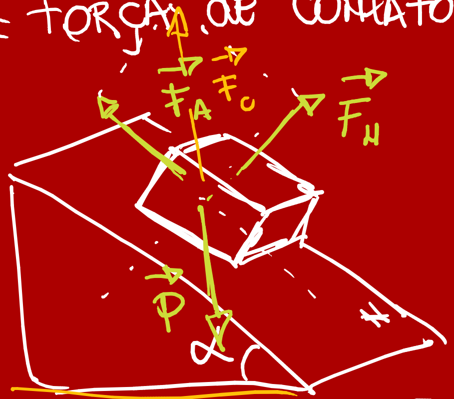
M_T

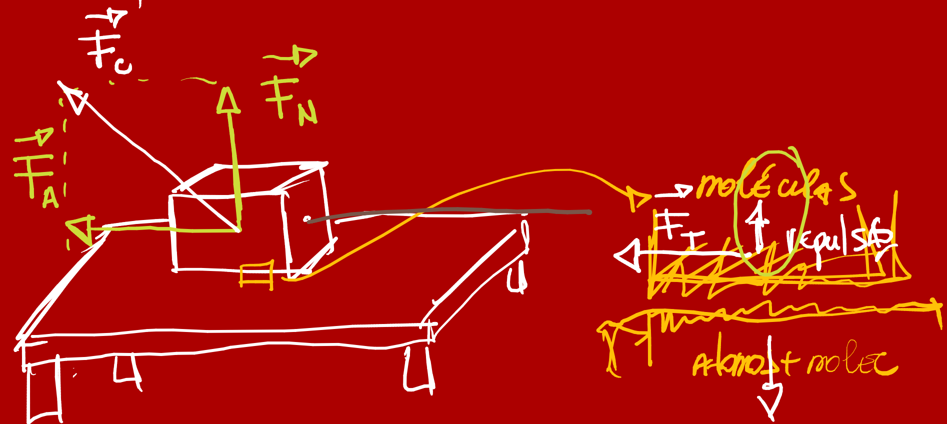
$\vec{F}_g = m\vec{g} \mapsto$ $\boxed{\vec{P} = m.\vec{g}}$ ↳ força peso

$$\boxed{|g| = 9{,}81\ m.s^{-2}}$$

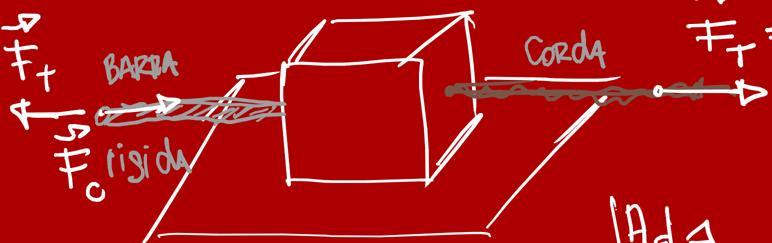
$$\boxed{\vec{g} = -\frac{G M_T}{r_T^2}\hat{j}}$$

Força de contato.





$$\boxed{\vec{F}_c = \vec{F}_N + \vec{F}_A}$$



$\vec{F}_T$ = força de tração.

$\vec{P}$ = força peso, $\boxed{\vec{P} = m.\vec{g}}$

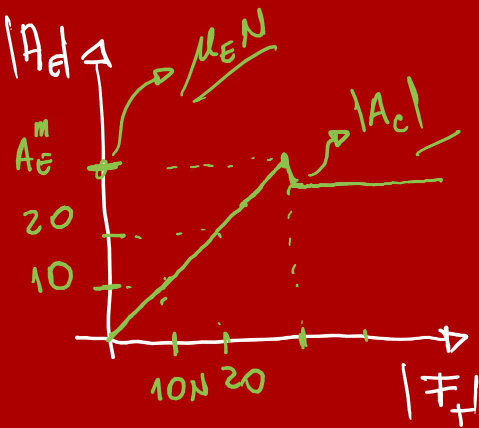
$\vec{F}_c = \vec{F}_N + \vec{F}_A$

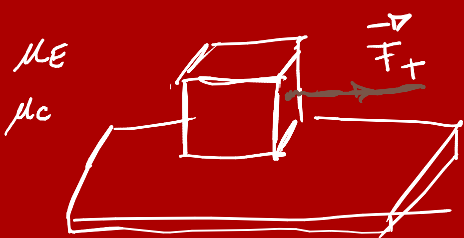
$\vec{F}_A = \begin{cases} \vec{A}_c \text{ (há deslizamento)} \\ \vec{A}_E \text{ (s/ movimento)} \end{cases}$

↳ $\vec{F}_c = \vec{N} + \vec{A}$

$$\boxed{A_E^{max} = \mu_E . N}$$

$$\boxed{A_c = \mu_c . N}$$





FORÇA $\vec{F} \mapsto \vec{P} = m\vec{g}$, $\vec{A}_c$, $\vec{A}_E$, $\vec{N}$, $\vec{F}_c = \vec{N} + \vec{A}$, $\vec{F}_T$, $\vec{T}$, $\vec{F}_c$

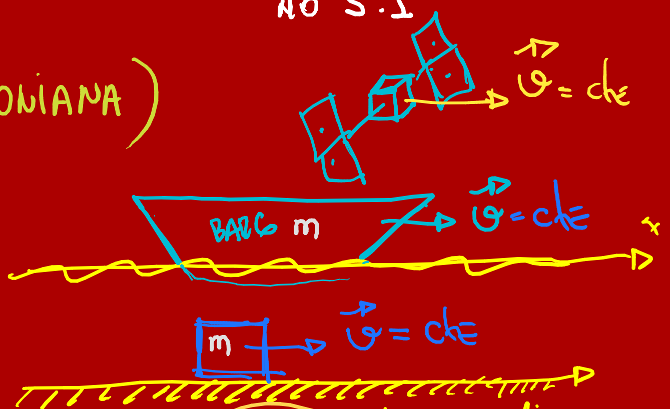
DINÂMICA ↦ VER, calcular, etc o que ocorre quando forças ñ balanceadas agem sob partículas.

$|\vec{P}| = |m\cdot\vec{g}| = m|\vec{g}| \mapsto [\vec{P}] = [m][\vec{g}] = Kg\,\frac{m}{s^2} = Kg\cdot m\cdot s^{-2} = N$ (NEWTON)

↳ unidade de força no S.I

$\boxed{[\vec{F}] = N, \text{ Newton}}$

3 Leis de Newton (MECÂNICA NEWTONIANA)



1ª Lei de ~~Newton (Lei da INÉRCIA)~~

REPOUSO

$\boxed{\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \vec{0}}$

M.R.U //

ausência de movimento

↳ medida da INÉRCIA do corpo

↳ mesa lisa

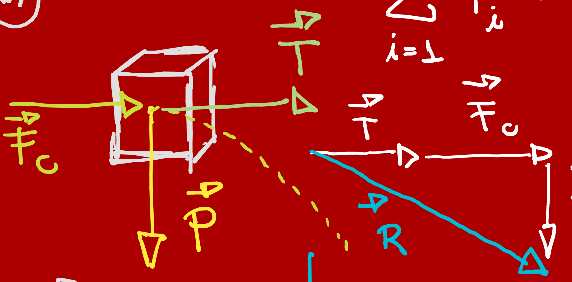
Corpo em Repouso, $\vec{v} = \vec{0}$
" " M.R.U, $\vec{v} = cte$ } REFERENCIAL INERCIAL //

massa = medida da INÉRCIA.

2ª Lei de NEWTON

MASSA (m)

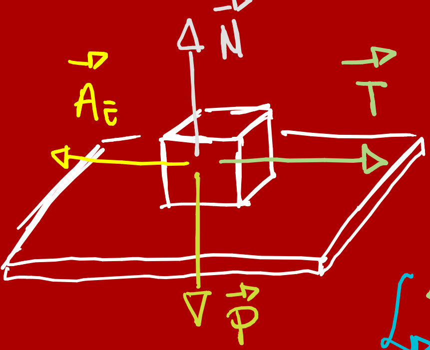
$$\sum_{i=1}^{N} \vec{F}_i = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots \vec{F}_N = \vec{R}$$



$$\boxed{\vec{R} = \sum_{i=1}^{N} \vec{F}_i}$$

↳ resultante das forças que agem sobre um corpo.

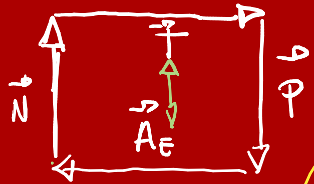
↳ ñ é balanceada $\boxed{\vec{R} \neq \vec{0}}$



$\vec{R} = \vec{N} + \vec{T} + \vec{A}_E + \vec{P}$

$\boxed{\vec{R} = \vec{0}}$

↳ forças balanceadas em equilíbrio.

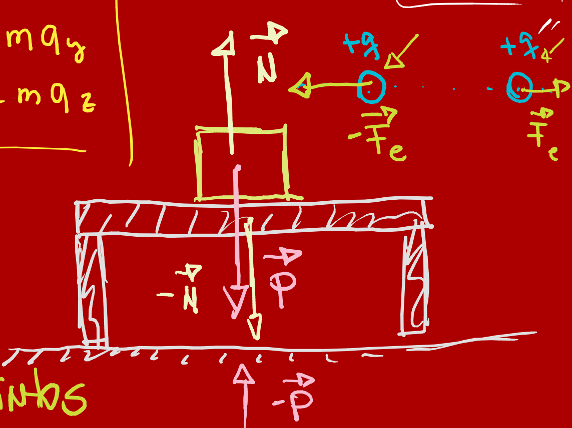


2ª lei de Newton

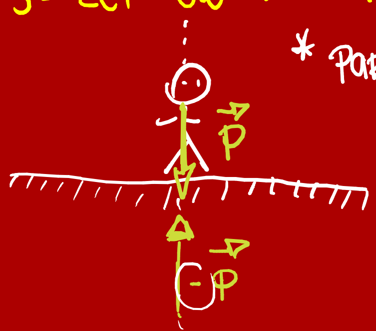
$\boxed{\vec{R} = m\vec{a}}$

$\boxed{\vec{R} = m\vec{a}}$, $\boxed{\vec{a} = \frac{1}{m}\vec{R}}$

$R_x = ma_x$
$R_y = ma_y$
$R_z = ma_z$



3ª Lei de NEWTON (AÇÃO E REAÇÃO)



* Par ação e reação

- mesma intensidade $|\vec{P}|$
- " direção
- sentido opostos $-\vec{P}, \vec{P}$
- AGE SEMPRE EM CORPOS distintos

→ FORÇA ATRITO, $\vec{F}_c = \vec{N} + \vec{A}$ $\mu_E > \mu_c$

① $\vec{v} = cte$, $\vec{a} = \vec{0}$, $\vec{R} = \vec{0}$

② $\vec{v} \neq cte$, $\vec{a} \neq \vec{0}$, $\vec{R} \neq \vec{0}$

$|\vec{f}_c| = \mu_c . N$

PLANO INCLINADO

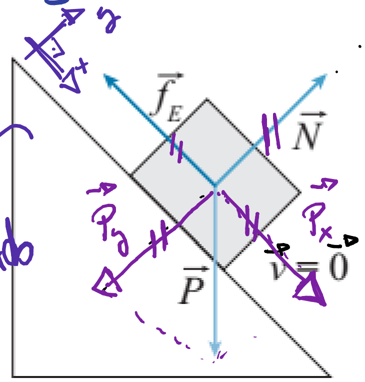


Figura 3.1a

$\vec{P} = m.\vec{g}$, $\downarrow \vec{g}$

$\vec{a} = \vec{0}$, $a_x = 0$

$\vec{R} = m.\vec{a} = 0$

$\vec{R} = \sum_{i=1} \vec{F}_i = \vec{0}$

$\boxed{\vec{f}_E = -\vec{P}_x}$

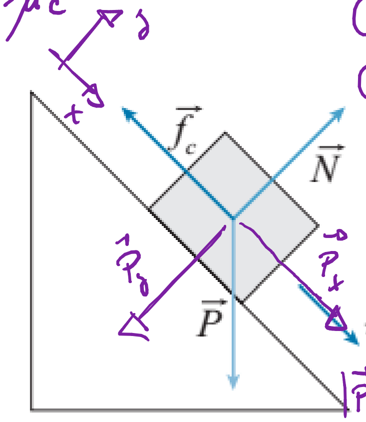
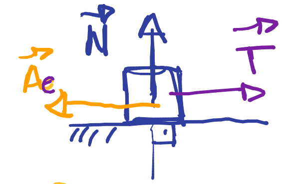


Figura 3.1b



$|\vec{P}_x| > |\vec{f}_c|$ $\vec{A}_c$ = oposta ao sentido do deslocamento

μ_E, μ_c

$\boxed{|\vec{P}_x| > |\vec{f}_E^{max}|}$ $\boxed{f_E^{máx} = \mu_E . N}$

$|f_E^{máx}| \geq |f_c|$

$\vec{A}_e$ ≡ oposto a tendência de deslocam.

1) Uma pessoa puxa um bloco sobre uma superfície horizontal por meio de uma corda ideal que faz um ângulo de 30° com a horizontal, como mostra a Figura 3.3. Desprezando a resistência do ar, represente as forças que atuam no bloco.

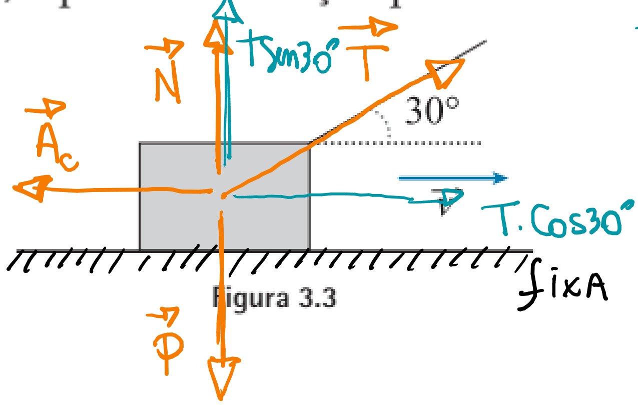
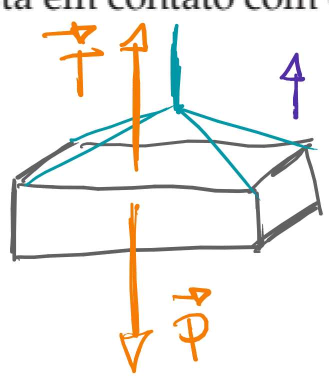


Figura 3.3

$\vec{T} = T\cos 30° \hat{x} + T \operatorname{sen} 30 \hat{y}$
$(\hat{i})$ $(\hat{j})$

planeta terra $\vec{P} = m.\vec{g}$ $\begin{cases} g \cong 9{,}81 m.s^{-2} \\ g \cong 10 m.s^{-2} \end{cases}$

2) Um guindaste está puxando um contêiner verticalmente para cima no cais do porto. Desprezando a resistência do ar, represente as forças que atuam no contêiner, sabendo que ele não está em contato com o solo.



$\vec{v}$ = cte, ou nulo $\vec{v} = \vec{0}$

$\vec{a} = \vec{0}$, $\vec{R} = \vec{0}$

$\vec{T} + \vec{P} = \vec{0}$

$\boxed{\vec{T} = -\vec{P}}$

$\vec{v} \neq cte$, $\vec{v}(t)$, $\vec{a} \neq \vec{0}$

$\vec{R} \neq \vec{0}$

$\vec{T} > \vec{P}$ $\uparrow \vec{v}(t)$

$\vec{P} < \vec{T}$ $\downarrow \vec{a}(t), \vec{v}(t)$

5) A Figura 3.12 mostra um bloco de 5 kg subindo por uma rampa. Sabendo que o coeficiente de atrito cinético entre a rampa e o bloco é 0,4, calcule:

a) o módulo da força normal;

b) a aceleração do bloco.

$m = 5\,kg\ ,\ \mu_c = 0.4$

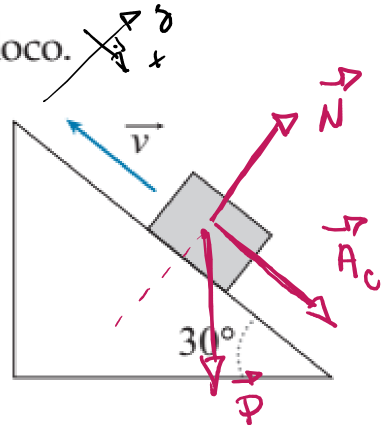
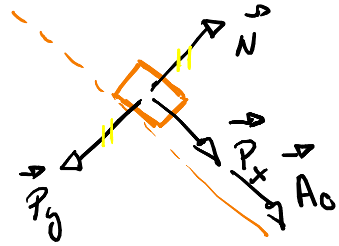


Figura 3.12



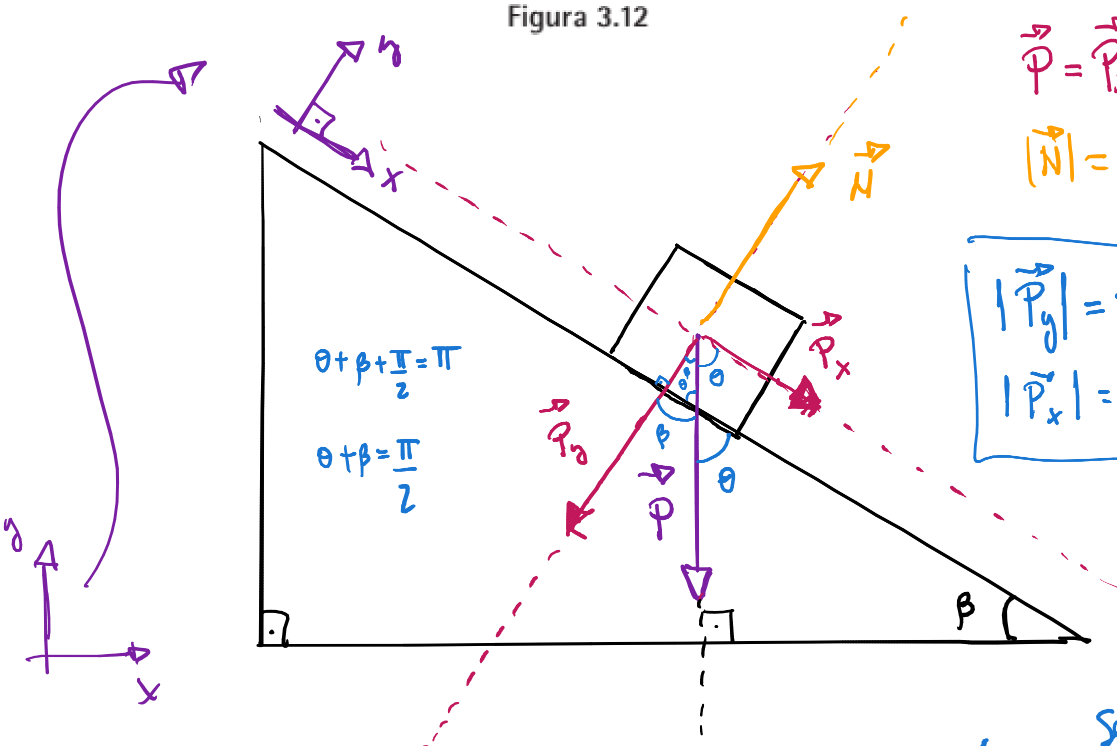
$\vec{N} = -\vec{P}_y$

$|\vec{N}| = |\vec{P}_y|$

$= P.\cos 30°$

$N = P\cos 30°$

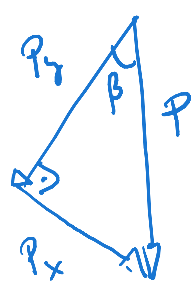
$$\boxed{N = m.g.\cos 30°}$$



$\vec{P} = \vec{P}_x + \vec{P}_y$

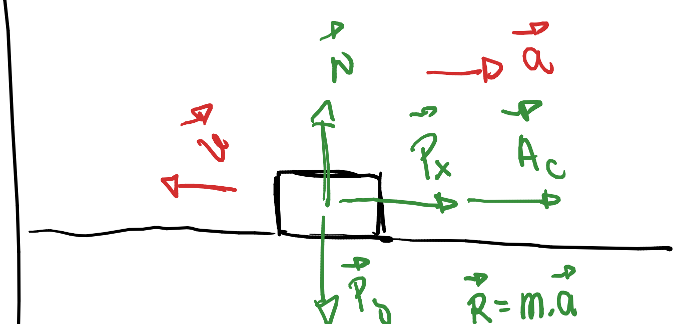
$|\vec{N}| = |\vec{P}_y|$ $\quad \vec{N} + \vec{P}_y = \vec{0}$

$$\boxed{\begin{array}{l} |\vec{P}_y| = P\cos(\beta) \\ |\vec{P}_x| = P\,\mathrm{sen}(\beta) \end{array}}$$



$\mathrm{sen}\,\beta = \frac{P_x}{P} \mapsto P_x = P\,\mathrm{sen}\,\beta$

$\cos\beta = \frac{P_y}{P} \mapsto P_y = P\cos\beta$



$\vec{R} = m.\vec{a}$

2ª lei $\quad \vec{a} = \frac{1}{m}.\vec{R} = \frac{1}{m}(\cancel{\vec{N}} + \cancel{\vec{P}_y} + \vec{P}_x + \vec{A}_c)$

$\vec{a} = \frac{1}{m}(\vec{P}_x + \vec{A}_c)$

$\vec{a} = \frac{1}{m}(P\,\mathrm{sen}30°\,\hat{\imath} + A_c.\hat{\imath})$

$\vec{a} = \frac{1}{m}(m.g\,\mathrm{sen}30°\,\hat{\imath} + \mu_c.mg\cos 30°\,\hat{\imath})$

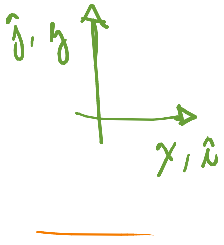
$$\boxed{\vec{a} = (g\,\mathrm{sen}30° + \mu_c\, g\cos 30°)\,\hat{\imath}}$$

8) A Figura 3.15 mostra uma força $\vec{F}$ de módulo igual a 200 N que atua sobre um bloco de massa igual a 20 kg que está se movimentando verticalmente para baixo ao longo da parede. O coeficiente de atrito cinético entre o bloco e a parede vertical é 0,4. Calcule:

$|\vec{F}| = 200N$ | $m = 20kg$ | $\mu_c = 0{,}4$

a) o módulo da força normal;

b) o módulo da aceleração do bloco.



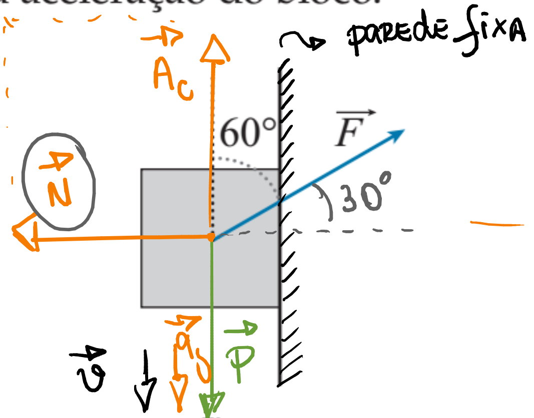
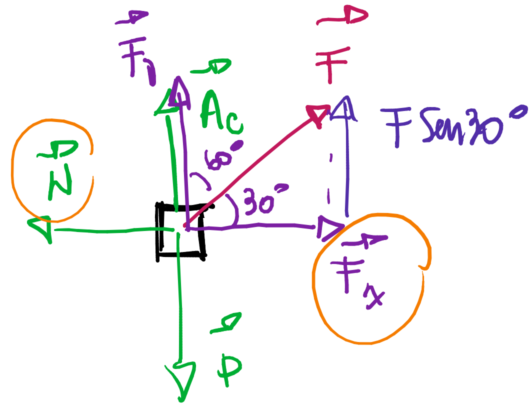


Figura 3.15



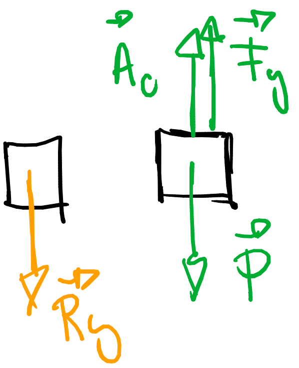
* Direção $\vec{N}$ há mov. $v_x = 0$, $a_x = 0$, $R_x = 0$ $\boxed{\vec{N} + \vec{F}_x = 0}$

$\vec{N} = -\vec{F}_x$, mesmo módulo intensidade

$|\vec{N}| = |\vec{F}_x| = F\cos 30°$

$|\vec{N}| = 200.\cos 30° \approx 173{,}2$ N (Newton)

Diagrama de forças na vertical



$\uparrow \hat{y}, \hat{j}$ $g = 10\,m.s^{-2}$

$\vec{R}_y = \vec{P} + \vec{A}_c + \vec{F}_y$

$\vec{R}_y = m\vec{g} + \mu_c.N\,\hat{j} + F\,Sen30°\,\hat{j}$

$\vec{R}_y = -mg\,\hat{j} + \mu_c F\cos 30°\,\hat{j} + F\,Sen30°\,\hat{j}$

$\vec{R}_y = (-mg + \mu_c F\cos 30° + F\,sen30°)\,\hat{j}$

$\vec{R}_y = (-20 \times 10 + 0{,}4 \times 200 \times \frac{\sqrt{3}}{2} + 200.\frac{1}{2}).\hat{j}$

$\boxed{\vec{R}_y \cong -30{,}72\,\hat{j}\ (N)}$

$R_y = m.a_y$

$|a_y| = \frac{1}{m}|R_y|$

$|a_y| = \frac{30{,}72}{20} \approx 1{,}536$

$\boxed{\vec{a}_y \cong 1{,}5\ m.s^{-2}(-\hat{j})}$

10) A Figura 3.16 mostra os blocos A, de massa igual a 6 kg e B, de massa igual 4 kg, unidos por uma corda ideal que passa por uma polia de massa desprezível. Não há atrito entre a corda e a polia. Sabendo que o bloco A tem uma aceleração de módulo igual a 2 m/s², calcule o valor do coeficiente de atrito cinético entre esse bloco e a superfície horizontal.

Corda = transmite tração

$m_A = 6\,kg$

$m_B = 4\,kg$ $\quad g = 10\,m.s^{-2}$

$\vec{P}_B = m_B.\vec{g}$

$P_B = m_B.g = 40\,N$

$\boxed{P_B = 40\,N}$

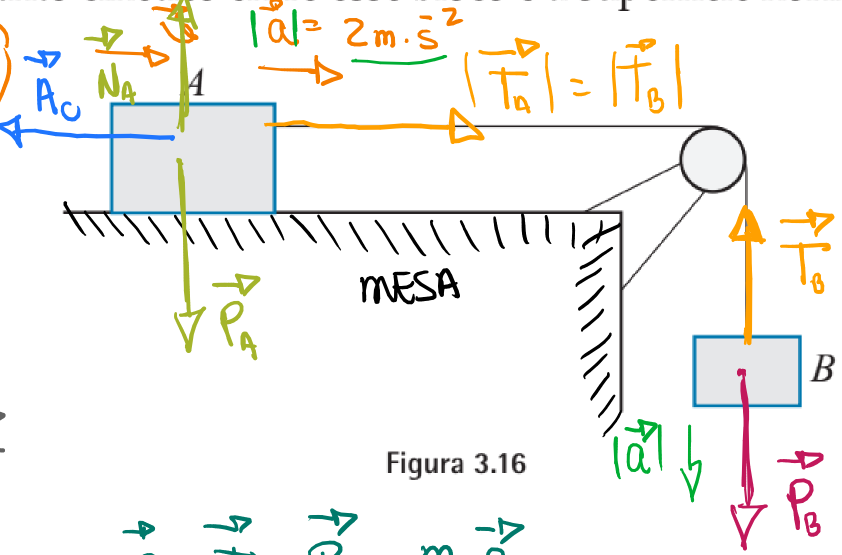
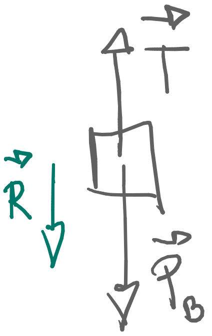


Figura 3.16



$$\vec{R} = \vec{T} + \vec{P}_B = m.\vec{a}$$

$$T\hat{j} - m_B g\hat{j} = -m_B.a.\hat{j}$$

$$T - m_B g = -m_B.a$$

$$T = m_B.g - m_B.a$$

$$T = 4\times10 - 4\times2 = 40 - 8 = 32$$

$$\boxed{T = 32\,N}$$

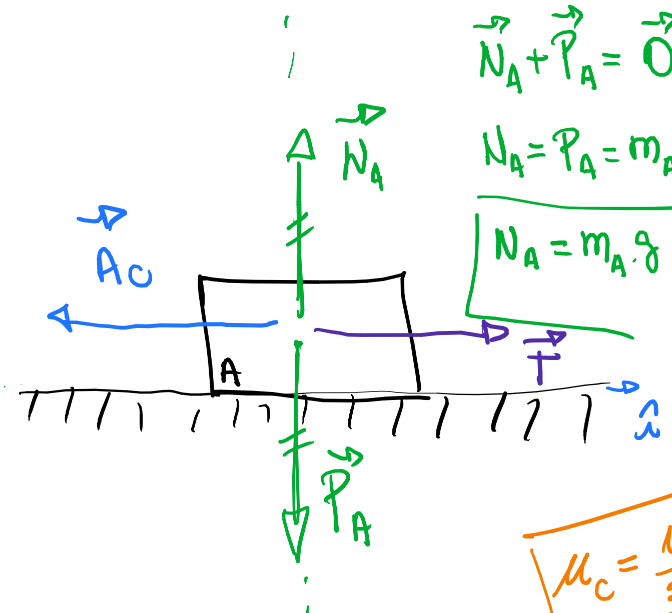
$$\boxed{\vec{T} = 32\,(N)\,\hat{j}}$$

$$\vec{N}_A + \vec{P}_A = \vec{0}$$

$$N_A = P_A = m_A.g$$

$$\boxed{N_A = m_A.g}$$

$$|\vec{T}_A| = 32\,N$$



$$\vec{R} = \vec{T} + \vec{A}_c = m_A.\vec{a}$$

$$32\,\hat{i} - \mu_c.N_A\,\hat{i} = m_A.a.\hat{i}$$

$$32 - \mu_c N_A = m_A.a$$

$$32 - \mu_c m_A.g = m_A.a$$

$$\mu_c m_A g = 32 - m_A.a$$

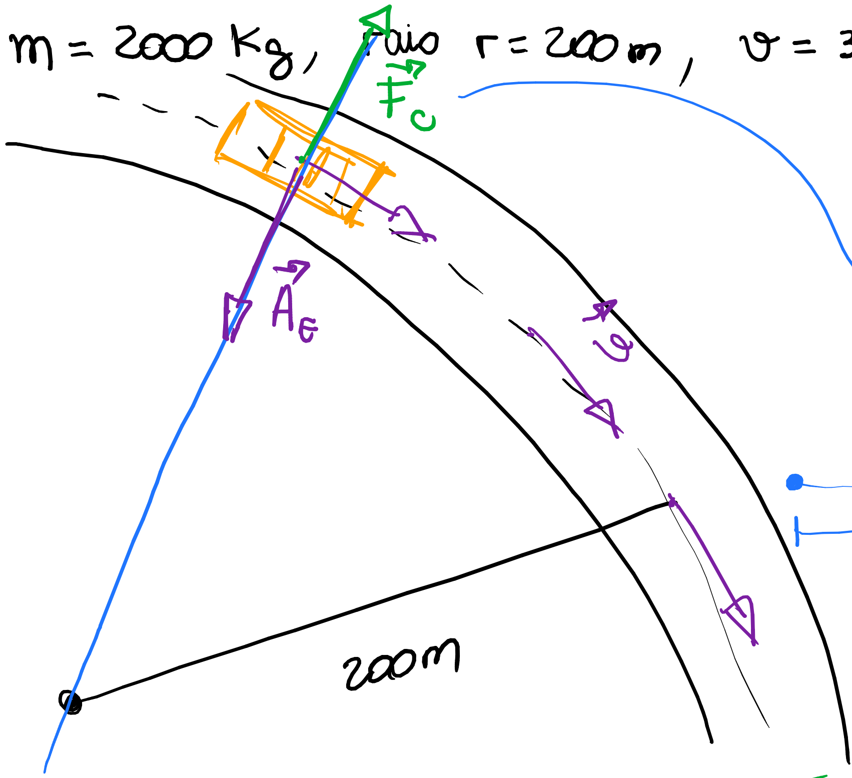
$$\boxed{\mu_c = \frac{32 - m_A.a}{m_A.g}}$$

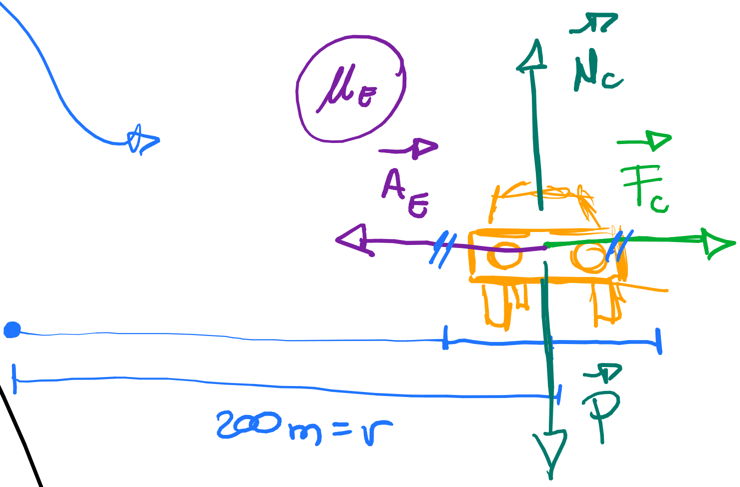
$$\mu_c = \frac{32 - 6\times2}{6\times10} = \frac{2\cancel{0}}{6\cancel{0}} = \frac{1}{3}$$

$$\boxed{\mu_c = \frac{1}{3}}$$

11) Um carro de massa igual a 2000 kg ainda consegue fazer, sem derrapar, uma curva de 200 m de raio estando a uma velocidade de módulo constante e igual a 30 m/s. Sabendo que a curva é horizontal, plana, calcule o valor do coeficiente de atrito estático entre a estrada e o carro.

$m = 2000\,Kg$, raio $r = 200\,m$, $\vartheta = 30\,m.s^{-1}$, $\vec{\vartheta} \neq$ cte





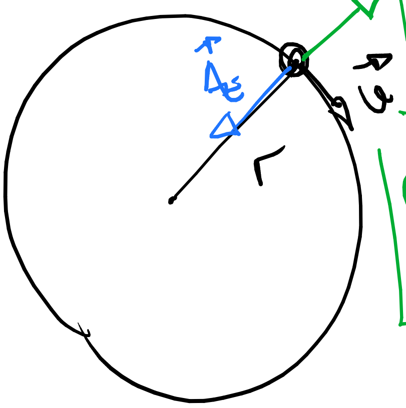
$|\vec{N}_c| = |\vec{P}|$

$N_c = m.g = 2000.10$

$\boxed{N_c = 20000N}$

m.c.u

$\boxed{\vec{F}_c = m.\vec{a}_c}$



$\boxed{a_c = \frac{\vartheta^2}{r}}$

$|\vec{A}_E| = \mu_E.N_c = \mu_E m.g$

$|\vec{F}_c| = m.a_c = m.\frac{\vartheta^2}{r}$

$\frac{[\vartheta]^2}{[r][g]} = \frac{\frac{\cancel{m^2}}{\cancel{s^2}}}{\cancel{m}.\frac{\cancel{m}}{\cancel{s^2}}} = 1$

$\mu_E \cancel{m} g = \cancel{m}\frac{\vartheta^2}{r}$

$\mu_E = \frac{\vartheta^2}{r.g} = \frac{30^2}{200\times10} = \frac{9\cancel{00}}{20\cancel{00}} = \frac{9}{20}$

$\boxed{\mu_E = 0,45}$ → Adimensional.