Conservação da Energia

$\vec{R} = \sum_{i=1}^{N} \vec{F}_i \neq 0$, $\vec{a} \neq \vec{0}$ $\boxed{\vec{a} = \frac{1}{m}\vec{R}}$

$\vec{R} = cte \therefore \vec{a} = cte$

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

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

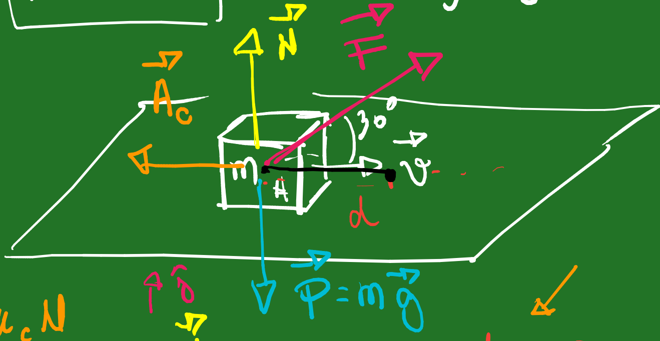
$\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{1}{2}\vec{a}t^2$

Dinâmica ↦ força resultante ↦ altera o movimento.) $\vec{a}$

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

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

↦ $\boxed{\text{Trabalho}}$ de uma força $\vec{F}$ é o produto entre a $\boxed{\text{força}}$ e o deslocamento resultante da ação da força



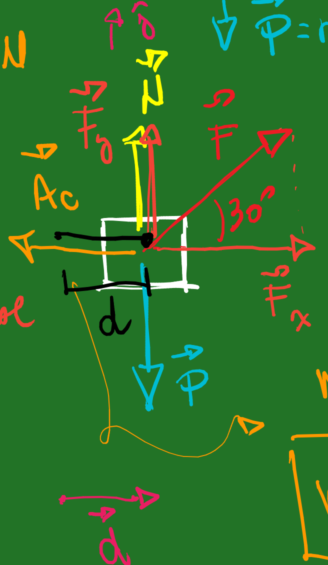
$\boxed{W = F.d}$ (escalar)

$[W] = [\vec{F}].[d] = N.m = kg.\frac{m^2}{s^2} = J$

$[W] = J$ (Joule)

↦ Energia

$A_c = \mu_c N$



$W_{\vec{F}_y} = 0$

$W_{\vec{P}} = 0$

$F\cos 30°$ $\hat{\imath}$

$\boxed{W_{\vec{F}_x} = F_x . d} = \boxed{F\cos 30° . d = W_{\vec{F}_x}}$

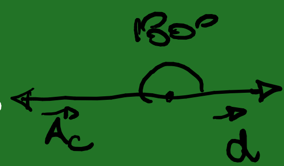
$\boxed{W_{\vec{F}_x} = + F_x . d}$

$W_{\vec{N}} = 0$

$W_{\vec{A}_c} = A_c . d = \mu_c . N . d$

$\boxed{W_{\vec{A}_c} = - A_c . d}$

Qual o trabalho total realizado pelas forças?



$W = \sum_{i=1}^{N} W_i = \cancel{W_{\vec{N}}} + \cancel{W_{\vec{P}}} + W_{\vec{F}_x} + \cancel{W_{\vec{F}_y}} + W_{\vec{A}_c} = + F_x . d - A_c . d = F\cos(30°)\, d - \mu_c N . d$

direção vert. $\vec{R}_y = \vec{0}$, $\vec{N}$? ↦ $\boxed{\vec{N} + \vec{F}_y + \vec{P} = \vec{0}}$

→ trabalho de força $\vec{F}$ é definido como $\boxed{W = \vec{F} . \vec{d}}$

$\vec{d} = d\,\hat{\imath}$

$\vec{F} = F\cos 30°\,\hat{\imath} + F\sin 30°\,\hat{\jmath}$

$\vec{A}_c = - \mu_c . N\,\hat{\imath}$

$\vec{N} = N\,\hat{\jmath}$

$\vec{P} = - m . g\,\hat{\jmath}$ $\boxed{\vec{g} = -g\hat{\jmath}}$

$W_{\vec{F}} = \vec{F} . \vec{d} = |\vec{F}| . |\vec{d}| . \cos 30° = F\cos 30 . d$

$W_{\vec{N}} = \vec{N} . \vec{d} = |\vec{N}| . |\vec{d}| . \cos 90° = 0$

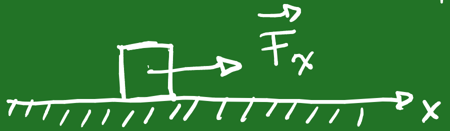
$W_{\vec{P}} = 0$

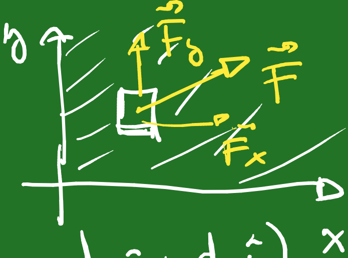
$W_{\vec{A}_c} = \vec{A}_c . \vec{d} = |\vec{A}_c| |\vec{d}| . \cos 180° = A_c . d . (-1)$

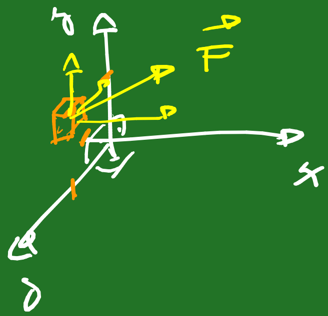
$\boxed{W_{\vec{A}_c} = - \mu_c . N . d}$

$\boxed{W = \vec{F} . \vec{d}}$

trabalho $W = \vec{F} \cdot \vec{d}_{\parallel}$





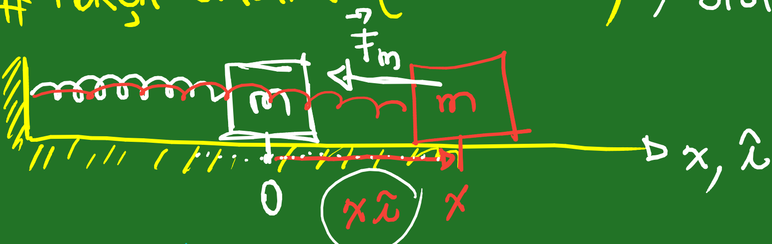


$$W = \left(F_x\hat{\imath} + F_y\hat{\jmath} + F_z\hat{k}\right) \cdot \left(d_x\hat{\imath} + d_y\hat{\jmath} + d_z\hat{k}\right)$$

$$\boxed{W = F_x \cdot d_x + F_y \cdot d_y + F_z \cdot d_z}, \quad [\text{Joule}] = N.m = Kg.\frac{m^2}{s^2} \quad (\text{ESCALAR})$$

$$\vec{F} = m.\vec{a}, \mapsto \vec{R} = m\vec{a}, \mapsto \vec{a} = \frac{1}{m}\vec{R}(t,\vec{r}) = \vec{a}(t,\vec{r})$$

Força Elástica (Lei Hooke), sistema massa-mola, mola ideal $\mapsto m_m = 0$



$$\vec{F}_m = \quad (-\hat{\imath})$$

Lei Hooke

$[K] = N.m^{-1}$

$F_m \propto x$

$F_m = K x$

K ≡ constante elástica da mola

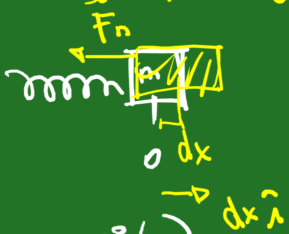
Força da mola é variável $\boxed{F_m(x)}$

trabalho realizado pela força da mola.

$\vec{F} = -Kx\hat{\imath}$

$\vec{F}(x) = -Kx\hat{\imath}$

$\vec{d} = dx\,\hat{\imath}$



$dW = \vec{F}_m \cdot \vec{d}$

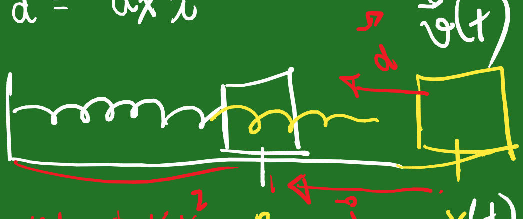
$dW = \vec{F}_m \cdot dx\,\hat{\imath}$

$\boxed{dW = -Kx\,dx}$

$$W = \int_0^x dW = \int_0^x -Kx'.dx'$$

$$W = -K\int_0^x x'.dx' = -K\frac{x'^2}{2}\Big|_0^x$$

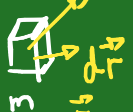
$$\boxed{W = -\frac{Kx^2}{2}}$$



$W = \pm\frac{Kx^2}{2}$

$$W = -\frac{Kx'^2}{2}\Big|_x^0 = \frac{-K(0)^2}{2} + \frac{Kx^2}{2} = 0 + \frac{Kx^2}{2}, \quad \boxed{W = +\frac{Kx^2}{2}}$$

Relação trabalho energia cinética. $\boxed{W \mapsto E_c}$



$dW = \vec{F} \cdot d\vec{r}$

$dW = F_x dx + F_y dy + F_z dz$

$$W = \int_{\vec{r}_0}^{\vec{r}} dW = \int_{x_0}^{x} F_x\,dx + \int_{y_0}^{y} F_y.dy + \int_{z_0}^{z} F_z.dz$$

$F_x = m.a_x$

$F_x = m.\frac{dv_x}{dt}, \quad F_y = m\frac{dv_y}{dt}, \quad F_z = m\frac{dv_z}{dt}$

$$W = \int_{x_0}^{x} m\frac{dv_x}{dt}.dx + W_y + W_z$$

$$x(t) \mapsto t(x) \quad \frac{dv_x}{dt} = \frac{dv_x}{dx}\frac{dx}{dt} = v_x\frac{dv_x}{dx}$$

$$W = m\int v_x\frac{dv_x}{dx}.dx + W_y + W_z$$

$$W = m\int \vartheta_x \frac{d\vartheta_x}{dx}\,.dx + m\int \vartheta_y \frac{d\vartheta_y}{dy}\,.dy + \underline{W_z}$$

$$W = m\int_{\vartheta_{0,x}}^{\vartheta_x} \vartheta_x' d\vartheta_x' + m\int_{\vartheta_{0,y}}^{\vartheta_y} \vartheta_y' d\vartheta_y' + m\int_{\vartheta_{0z}}^{\vartheta_z} \vartheta_z' d\vartheta_z' \qquad \int x\,.dx = \frac{x^2}{2}$$

$$W = m\frac{\vartheta_x'^2}{2}\Bigg|_{\vartheta_{0x}}^{\vartheta_x} + m\frac{\vartheta_y'^2}{2}\Bigg|_{\vartheta_{0y}}^{\vartheta_y} + m\frac{\vartheta_z'^2}{2}\Bigg|_{\vartheta_{0z}}^{\vartheta_z}$$

$$W = \frac{m}{2}\left(\vartheta_x^2 - \vartheta_{0x}^2\right) + \frac{m}{2}\left(\vartheta_y^2 - \vartheta_{0y}^2\right) + \frac{m}{2}\left(\vartheta_z^2 - \vartheta_{0z}^2\right)$$

$$W = \frac{m}{2}\underbrace{\left(\vartheta_x^2 + \vartheta_y^2 + \vartheta_z^2\right)}_{\vartheta_f^2} - \frac{m}{2}\underbrace{\left(\vartheta_{0x}^2 + \vartheta_{0y}^2 + \vartheta_{0z}^2\right)}_{\vartheta_0^2}$$

$$\underset{J}{W} = \underset{J}{\left[\frac{m}{2}\vartheta_f^2\right]} - \underset{J}{\left[\frac{m}{2}\vartheta_0^2\right]} \mapsto W = \underbrace{\frac{1}{2}m\vartheta_f^2}_{\text{ENERGIA cinética final}} - \underbrace{\frac{1}{2}m\vartheta_0^2}_{\text{ENERGIA cinética INICIAL}} = E_c^f - E_c^i$$

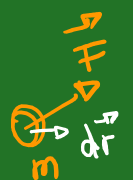
$$\boxed{\begin{aligned} W &= E_c^f - E_c^i \\ W &= \Delta E_c \end{aligned}}$$

↳ trabalho ENERGIA cinética

$$\boxed{E_c = \frac{1}{2}m\vartheta^2}$$ //

Potência (P)

$$P = \frac{\text{ENERGIA utilizada}}{\text{Intervalo de tempo}} = \frac{E}{\Delta t}, \quad \frac{[J]}{[s]} = W \text{ (Watt)}$$



$$dW = \vec{F}\cdot d\vec{r}$$

$$\frac{dW}{dt} = P_{INST}$$

$$P = \frac{dW}{dt} = \frac{\vec{F}\cdot d\vec{r}}{dt} = \vec{F}\cdot\frac{d\vec{r}}{dt} = \vec{F}\cdot\vec{\vartheta}, \quad \vec{\vartheta} = \frac{d\vec{r}}{dt}$$

$$\boxed{P = \vec{F}\cdot\vec{\vartheta}}$$ ↳ potência

1) O bloco mostrado na Figura 4.4 tem massa igual a 10 kg e desce a rampa por uma distância de 4 m. O coeficiente de atrito cinético entre o bloco e a rampa é 0,5. Desprezando a resistência do ar, calcule os trabalhos realizados pelas forças que atuam no bloco nesse deslocamento, supondo que todas são constantes.

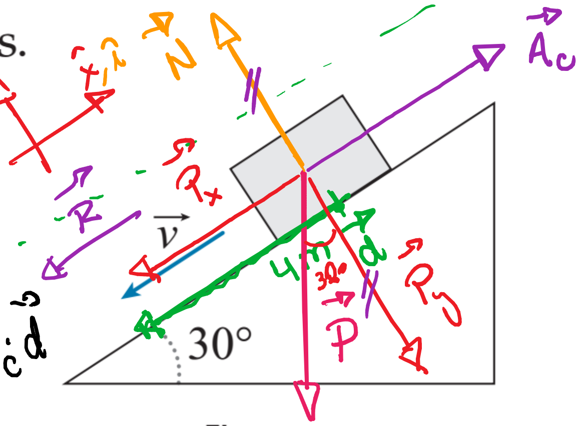


Figura 4.4

$\mu_c = 0{,}5 \qquad \vec{P} = m\vec{g} \qquad \downarrow \vec{g}$

$W_R = \vec{R}\cdot\vec{d}$

$W_R = (\vec{P}+\vec{N}+\vec{A}_c)\cdot\vec{d}$

$W_R = \vec{P}\cdot\vec{d}+\vec{N}\cdot\vec{d}+\vec{A}_c\cdot\vec{d}$

$W_R = W_{\vec{P}} + W_{\vec{N}} + W_{\vec{A}_c}$

$P_x = m.g.\mathrm{Sen}30°$

$P_y = m.g.\mathrm{Cos}30°$

$g = 10.m.s^{-2}$

$\rightarrow W_{\vec{N}} = \vec{N}\cdot\vec{d} = N\hat{j}\cdot d(-\hat{i}) = 0$

$\rightarrow W_{\vec{P}_y} = \vec{P}_y\cdot\vec{d} = 0$

$\rightarrow W_{\vec{P}_x} = \vec{P}_x\cdot\vec{d} = P_x(-\hat{i})\cdot d(-\hat{i}) = P_x.d = m.g.\mathrm{Sen}30°.4$

$= 10\times10\times\frac{1}{2}.4 = 200\,J$

$W_{\vec{A}_c} = \vec{A}_c\cdot\vec{d} = A_c(\hat{i})\cdot d(-\hat{i}) = -A_c.d = -\mu_c.N.d = -\mu_c mg\mathrm{Cos}30°.d$

$\rightarrow W_{\vec{A}_c} = -0{,}5\times10\times10\times\frac{\sqrt{3}}{2}.4 \simeq -173{,}2\,J$

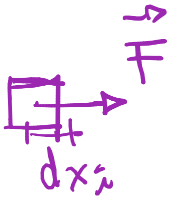
$W_T = W_{\vec{A}_c} + W_{\vec{P}} = 200 - 173{,}2$

$\boxed{W_T = +26{,}8\,J}$

3) Uma força $\vec{F} = (2t)\vec{i}$ atua sobre um objeto cuja posição varia com o tempo de acordo com a equação $x = t$. Determine o valor do trabalho realizado por essa força no intervalo $t_0 = 0\,\text{s}$ até $t = 2\,\text{s}$, através das equações 4.3 e 4.4. (Todas as grandezas estão em unidades do SI).

$\vec{F} = 2t\,(\hat{\imath})$, $\boxed{x = t}$ $\boxed{\begin{array}{l} t_0 = 0 \\ t = 2\,\text{s} \end{array}}$

mov. unid. direção (x)



$$dW = \vec{F} \cdot d\vec{r} \qquad W = \int_{t_0}^{t} dW$$

$$dW = F\,dx$$

$$dW = 2t\,.\,dx \qquad x = t$$

$$\int dW = \int 2t\,.\,dx \qquad \frac{dx}{dt} = 1 \qquad dx = dt$$

$$W = \int_{t_0}^{t} 2t'\,dt' = 2\int_{t_0}^{t} t'\,dt'$$

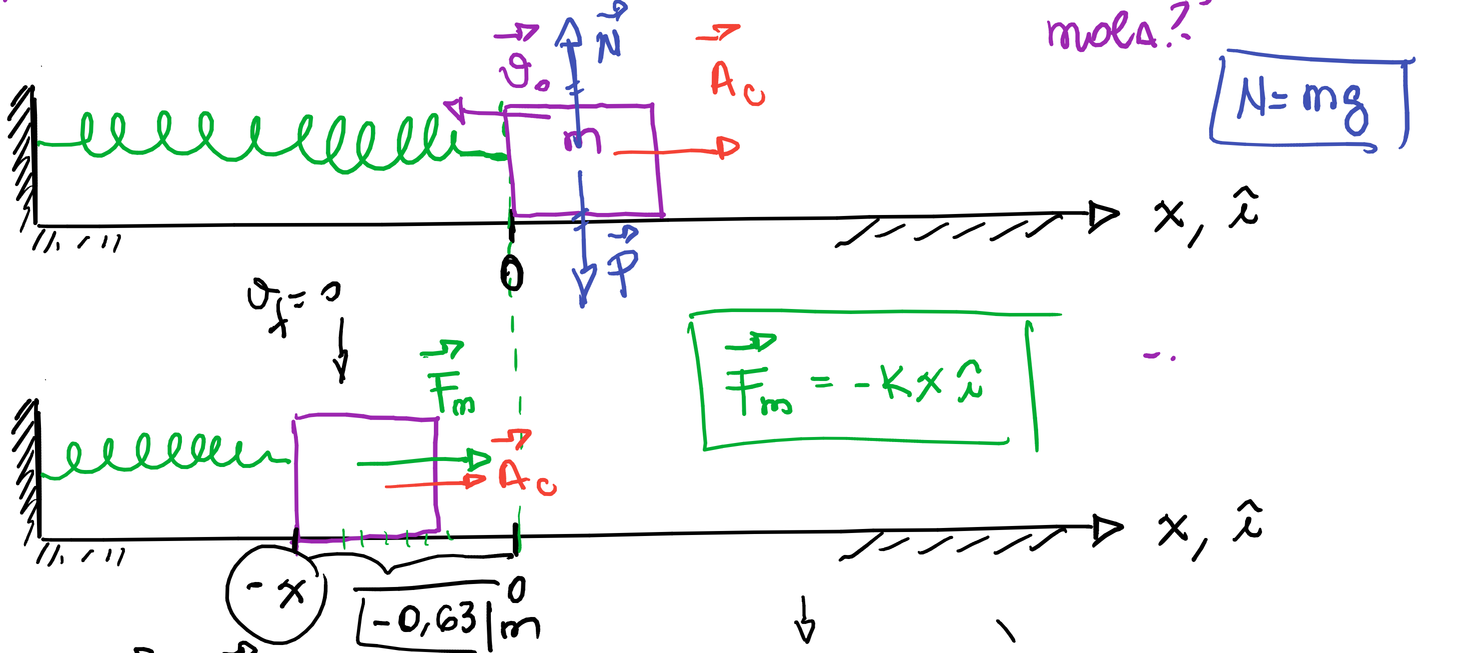
$$\boxed{W = 2\frac{t'^2}{2}\Big|_{t_0}^{t}} \qquad t_0 = 0,\; t = 2$$

$$W = \frac{2t^2}{2} - \frac{2t_0^2}{2} = t^2 - t_0^2 = 2^2 - 0$$

$$\boxed{W = 4\,\text{J}}$$ //

6) Um bloco de massa 2 kg desloca-se sobre uma superfície horizontal. O coeficiente de atrito cinético entre o bloco e a superfície é 0,6. No instante em que o módulo de sua velocidade é igual a 5 m/s, o bloco encosta numa mola de constante elástica igual a 100 N/m, em equilíbrio. O bloco comprime a mola e então para. Calcule a deformação da mola.

$\mu_c = 0,6$, $m = 2\,kg$, $\vartheta_0 = 5\,m.s^{-1}$, $K = 100\,N.m^{-1}$. Qual a deformação da mola?



$$\vec R = \vec F_m + \vec A_c = -Kx\,\hat\imath + \mu_c N\,\hat\imath = -Kx\,\hat\imath + \mu_c \quad \hat\imath$$

$$\vec R = (-Kx + \mu_c . m . g)\,\hat\imath \quad , \quad W_R = \Delta E_c = \frac{1}{2} m\vartheta_f^2 - \frac{1}{2} m\vartheta_0^2$$

$$dW = \vec R \cdot \vec d = R\,dx$$

$$dW = (-Kx + \mu_c m g)\,dx = -Kx\,dx + \mu_c m g\,dx$$

$$W = \int_0^{-x} dW = \int_0^{-x} -Kx\,dx + \int_0^{-x} \mu_c m g\,dx = -\frac{Kx^2}{2}\Big|_0^{-x} + \mu_c m g x\Big|_0^{-x}$$

$$W = -\frac{Kx^2}{2} - \mu_c m g x = \cancel{\frac{1}{2} m\vartheta_f^2} - \frac{1}{2} m\vartheta_0^2$$

$$x^2 + 0,24x - 0,5 = 0$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2.a}$$

$$-\frac{Kx^2}{2} - \mu_c m g x + \frac{1}{2} m\vartheta_0^2 = 0$$

$$\boxed{x^2 + \frac{2\mu_c m g x}{K} - \frac{m\vartheta_0^2}{K} = 0}$$

$$\Delta = b^2 - 4.a.c = 0,24^2 + 4.1.0,5$$

$$x = \frac{-0,24 \pm 1,5}{2}$$

$$\boxed{x' = -0,63}$$

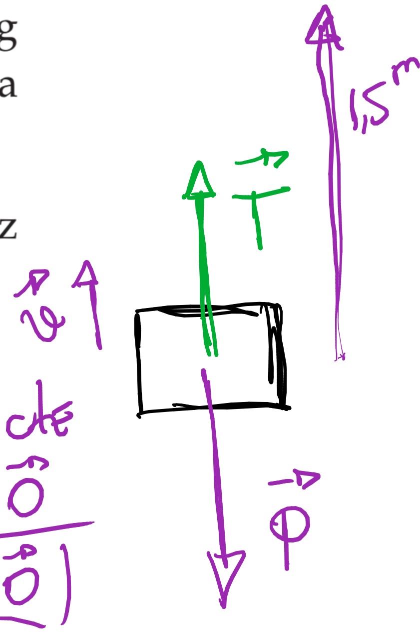
$$x'' = 0,63$$

7) O funcionário de uma companhia de mudanças levanta com velocidade constante uma poltrona de massa igual a 40 kg do chão para a carroceria do caminhão, em 4 s. A carroceria do caminhão está a 1,5 m do solo. Calcule:

a) O módulo da força, suposta constante, que o funcionário faz sobre a poltrona;

b) O trabalho por ele realizado;

c) A potência média desenvolvida pelo funcionário.



$\vec{v} = cte$

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

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

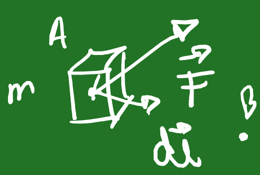
a) $\boxed{T = P}$ $\quad T = m.g$

$$\boxed{T = 40 \times 10 = 400\ N}$$

b) $W_T = \vec{T} \cdot \vec{d} = T . d = 400 . 1,5 = 600\ J$

c) $P = \dfrac{EN.}{\Delta t}$, $P = \dfrac{600}{4} \dfrac{J}{s} = 150\ W$

→ trabalho / energia cinética



$$dW = \vec{F} \cdot d\vec{l}$$

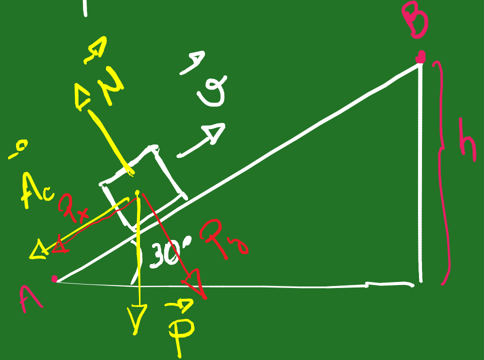
$$\boxed{W = \int_A^B \vec{F} \cdot d\vec{l}}$$

$$W_R = \Delta E_c = E_c^f - E_c^i$$

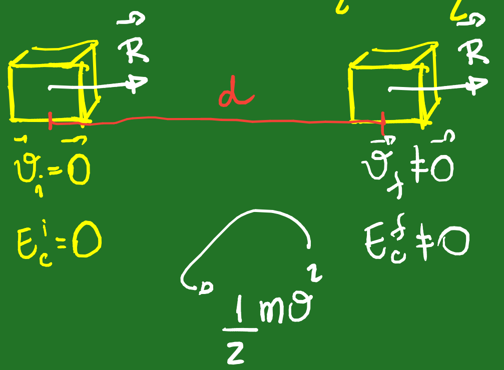
$$E_c^i = \frac{1}{2} m v_0^2 \quad , \quad E_c^f = \frac{1}{2} m v_f^2$$

$$W_R = \int_A^B \vec{R} \cdot d\vec{l} \quad , \quad \vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_N$$

Exemplo: $\mu_c \neq 0$



$$W_{\vec{R}} = W_{\vec{N}} + W_{\vec{P}} + W_{\vec{A_c}} = \Delta E_c = \frac{1}{2} m v_f^2 + \frac{1}{2} m v_i^2 \quad , \quad \vec{R} = m\vec{a}$$



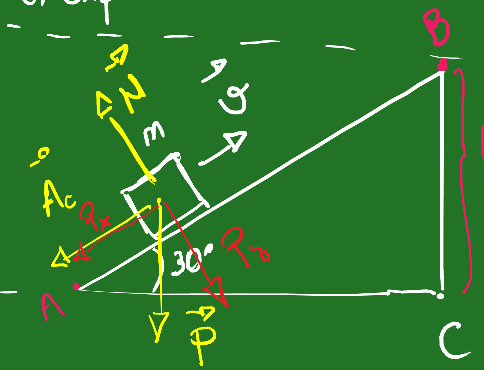
$$W_{\vec{R}} = \Delta E_c$$

$$E_c^f - \cancel{E_c^i}$$

$$\boxed{E_c^f = W_{\vec{R}}}$$

Força conservativa (trabalho de força conservativa)

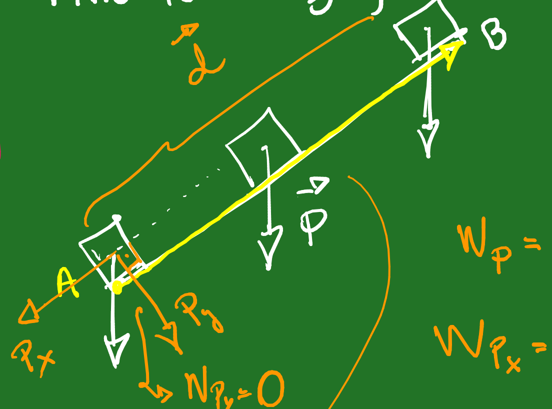
Exemp:



$$\sin 30° = \frac{h}{d}$$

$$d \sin 30° = h$$

Trabalho da força peso. $\vec{P} = m\vec{g}$



$$P_x = P . \sin 30$$

$$P_x = m . g . \sin 30°$$

$$W_P = \cancel{W_{P_y}} + W_{P_x}$$

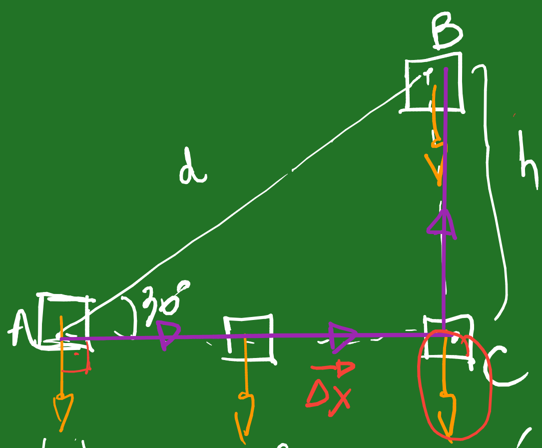
$$W_{P_x} = \vec{P}_x \cdot \vec{d} = P_x \, d . \cos(180°)$$

$$W_{P_x} = d m g . \sin 30° (-1)$$

$$\boxed{W_P = -mg \, d \sin(30°)} \; J$$

$$\boxed{W_P^{A \to B} = -mgh}$$

Caminho da rampa entre o ponto A e B.



$$W_P^{A \to C} = \vec{P} \cdot \vec{\Delta x} = P . \Delta x \cos 90° = 0$$

$$W_P^{A \to C} = 0$$

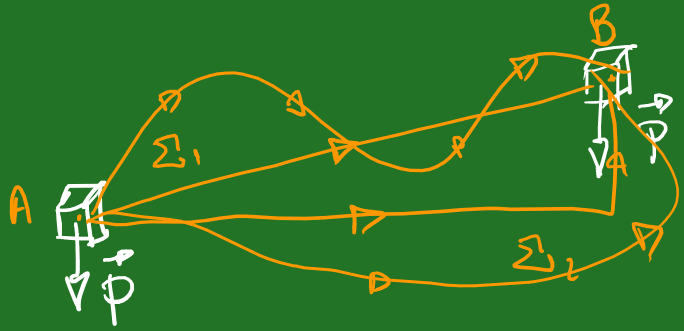
$$W_P^{C \to B} = \vec{P} \cdot \vec{h} = P . h . \cos(180°) = P . h (-1)$$

$$\boxed{W_P^{C \to B} = -mgh}$$

$$W_{\vec{P}}^{A \to B} = W_{\vec{P}}^{A \to C} + W_{\vec{P}}^{C \to B}$$

$$\boxed{W_P^{A \to B} = -mgh}$$

* O trabalho da força peso é "sempre" o mesmo entre 2 pontos q.q. que seja o caminho.

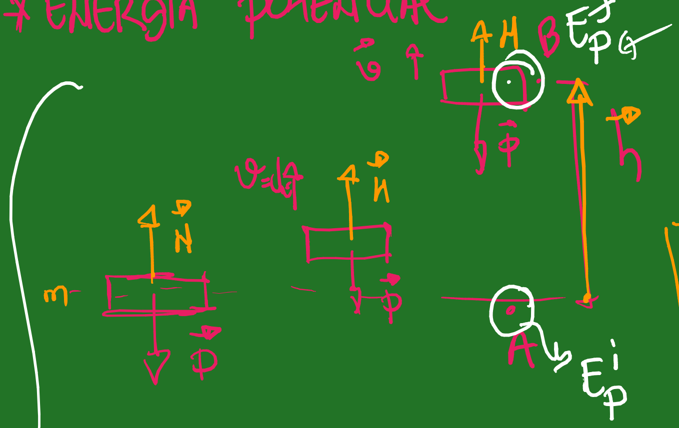


$W_{\vec P}^{\Sigma_1} = \int_A^B \vec P \cdot d\vec l = W_{\vec P}^{\Sigma_2}$

↳ Depende "apenas" da posição final e inicial

Força conservativa $\vec F_c$ ($\vec P$, $\vec F_E$, $\vec F_{el}$), $\boxed{W_{\vec F_c} = \int_A^B \vec F_c \cdot d\vec l}$ (Independe do caminho)

* Energia potencial



↳ configuração espacial

$W_{\vec N} = \vec N \cdot \vec h$ $\quad |\vec N| = |\vec P| = mg$

$W_{\vec N} = N.h.\cos 0° = N.h.$

$\boxed{W_{\vec N} = m.g.h} = E_p^f - E_p^i = mgh = \Delta E_p$

$W_{\vec N} = \Delta E_p$, $\quad W_{\vec P} = -mgh$ $\quad \boxed{W_{\vec N} = -W_{\vec P}}$

$-W_{\vec P} = \Delta E_p$

$\boxed{W_{\vec P} = -\Delta E_p}$

$\Delta E_p = E_p^f - E_p^i$

$-\Delta E_p = E_p^i - E_p^f$

Sempre válido

$\boxed{W_{\vec F_c} = -\Delta E_p}$

$\boxed{W_{\vec F_c} = -\Delta E_p \; *}$

1º Energia cinética (movimento $v \neq 0$)

2º " potencial (Configuração do sistema)

Resumão , $\vec R = \vec F_c + \vec F_{NC}$, $\vec F_{NC} = \vec A_c, \vec A_E, \vec T, \vec N$

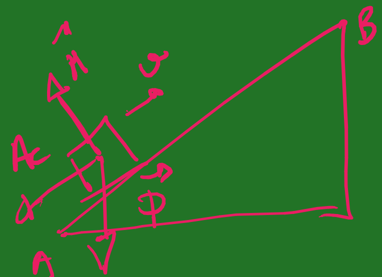
$\vec F_c = \vec P, \vec F_S, \vec F_E, \vec F_{el}$

$W_{\vec R} = W_{\vec F_c} + W_{\vec F_{NC}} = \Delta E_c$

$-\Delta E_p + W_{\vec F_{NC}} = \Delta E_c$

$\boxed{\Delta E_c + \Delta E_p + W_{\vec F_{NC}} = 0}$

↳ Relação de conservação de energia.



* sistema s/ forças $\vec F_{NC}$

$W_{\vec F_{NC}} = 0$

$\Delta E_c + \Delta E_p = 0$ → Conservação da energia

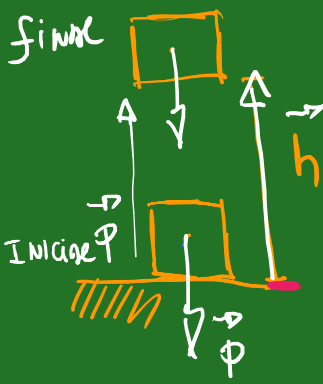
↳ sistema conservativo.

$\left.\begin{array}{l}\Delta E_c = E_c^f - E_c^i \\ \Delta E_p = E_p^f - E_p^i\end{array}\right\}$ $\Delta E_c + \Delta E_p = 0$ → $\boxed{E_c^i + E_p^i = E_c^f + E_p^f}$ → $E_m^i = E_m^f$ //

Energia potencial ↦ $\boxed{W_{\vec{F}_c} = -\Delta E_p}$

$W_{\vec{D}}$ $\quad$ ΔE_p

Energia potencial gravitacional



$W_{\vec{P}} = \vec{P} \cdot \vec{h}$ $\quad$ -1

$W_{\vec{P}} = P.h.\cos 180°$

$$\boxed{W_{\vec{P}} = -mgh}$$

$W_{\vec{F}_c} = -\Delta E_p = -mgh$

$\Delta E_p = mgh$

$E_p^f - E_p^i = mgh$

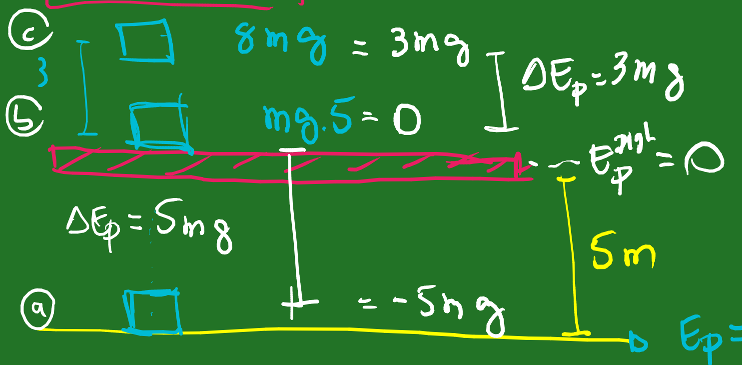
$$\boxed{E_p^f = mgh + E_p^i}$$ //

$E_p^f = mgh + E_p^i$ $\quad$ $\boxed{E_p^i = 0}$

0 Ref. $E_p^i \equiv$ chão

Altura 0 //

$\boxed{E_p = mgh}$ ↦ energia potencial gravitacional



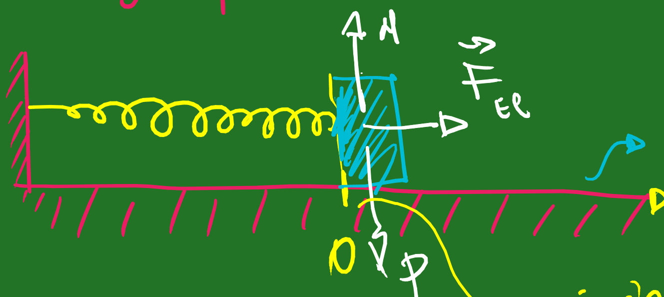
$\Delta E_p = \text{cte}$

$\Delta E_p = E_p^f - E_p^i$

$$\boxed{E_p = mgh}$$ //

Energia potencial elástica

$\boxed{\vec{F}_{el} = -kx\hat{i}}$, x = deform.

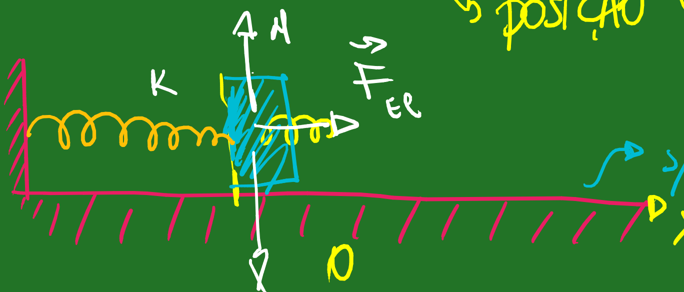


posição de equilíbrio

$\boxed{E_p^{el} = 0}$

$W = -W_{\vec{F}_{el}} = \Delta E_p$

$$\boxed{E_p^i + E_c^i = E_p^f + E_c^f}$$
$E_m^i = E_m^f$
$\bar{N}$ houver forças $\bar{N}$ conservat.



$W_{\vec{F}_{el}} = -\Delta E_p$

$W_{\vec{F}_{el}} = -\int_0^x kx\,dx = -\dfrac{kx^2}{2}$

$\Delta E_p^{el} = -W_{\vec{F}_{el}} = -\left(-\dfrac{kx^2}{2}\right) = \dfrac{kx^2}{2}$ $\quad$ $\boxed{x = 0}$

$E_p^f - E_p^i = \dfrac{kx^2}{2}$ ↦ $\boxed{E_p^f = E_p^i + \dfrac{kx^2}{2}}$

$$\boxed{E_p^m = \frac{kx^2}{2}}$$ //

9) Um objeto de massa igual a 10 kg está no piso da cobertura de um edifício, a 20 m do solo. Determine:

a) sua energia potencial gravitacional em relação ao solo;

b) sua energia potencial gravitacional em relação a um ponto situado 5 m acima do solo;

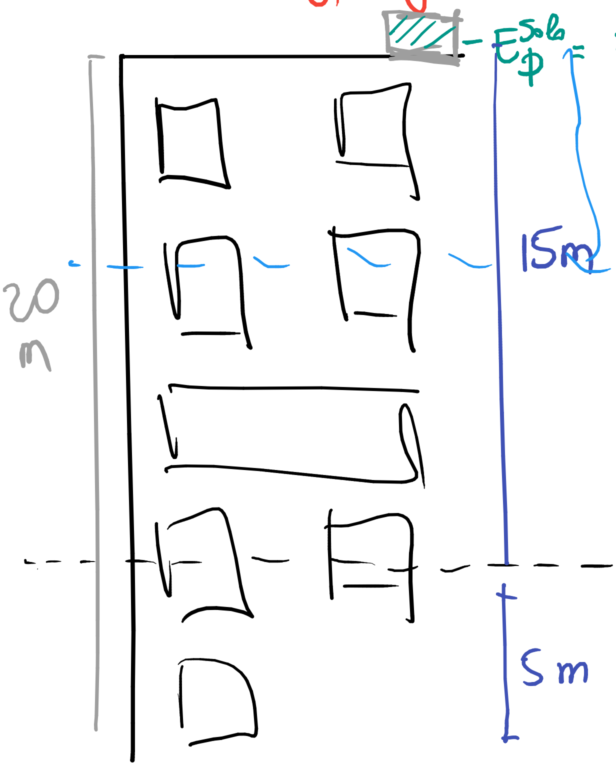
c) sua energia potencial gravitacional em relação a um ponto situado 5 m abaixo do piso da cobertura.

□ MASSA 10 kg, $g = 10\,m.s^{-2}$, $H = 20\,m$

$E_p^{solo} = m.g.20 = 20\times10\times10 = 2000\,J$ (a)

$E_p^{(b)} = m.g.15 = 1500\,J$

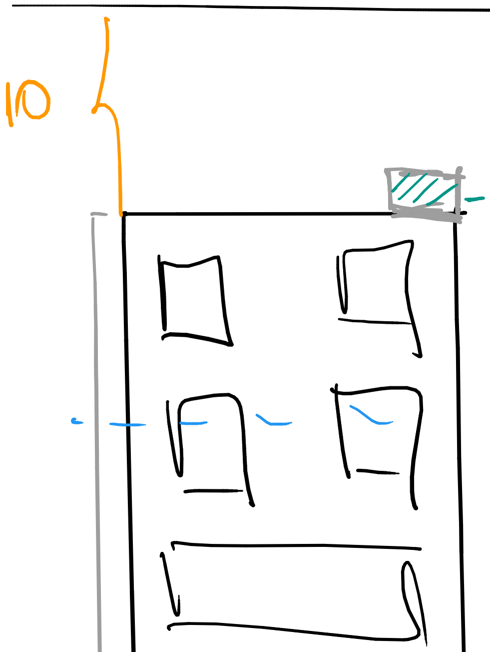
$E_p^{(c)} = 10\times10\times5 = 500\,J$



$E_p > 0$

$E_p = 0$

$E_p < 0$

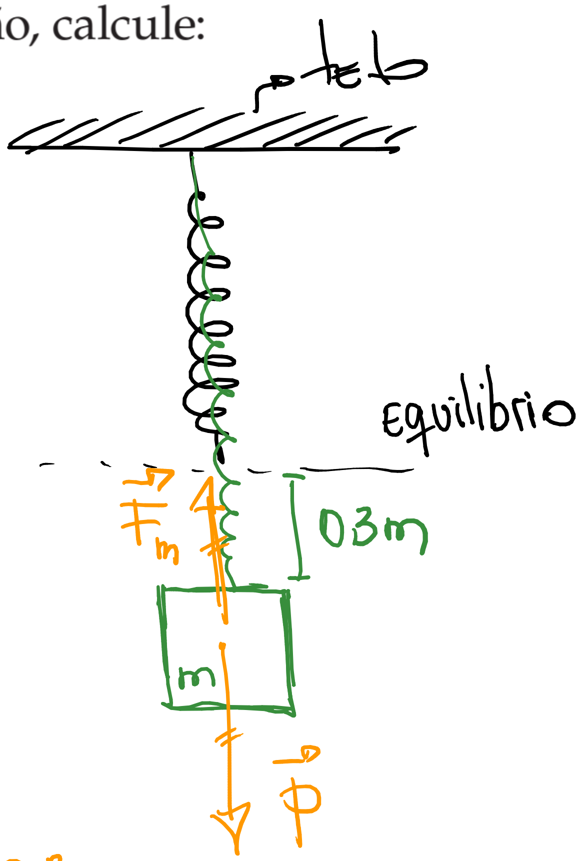


$E_p = -10\times10\times10 = -1000\,J$

10) Uma mola de constante elástica igual a 200 N/m é mantida na vertical, presa ao teto da sala. Um objeto é preso à outra extremidade da mola, ficando pendurado, em repouso, após esticar a mola por 0,3 m. Para essa situação, calcule:

a) a energia potencial elástica da mola;

b) a massa do objeto.



$K = 200\ N.m^{-1}$

$$E_p^m = \frac{Kx^2}{2} = \frac{200 \times (0,3)^2}{2} = 100 \times 0,09$$

$$\boxed{E_p^m = 9\ J}$$ //

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

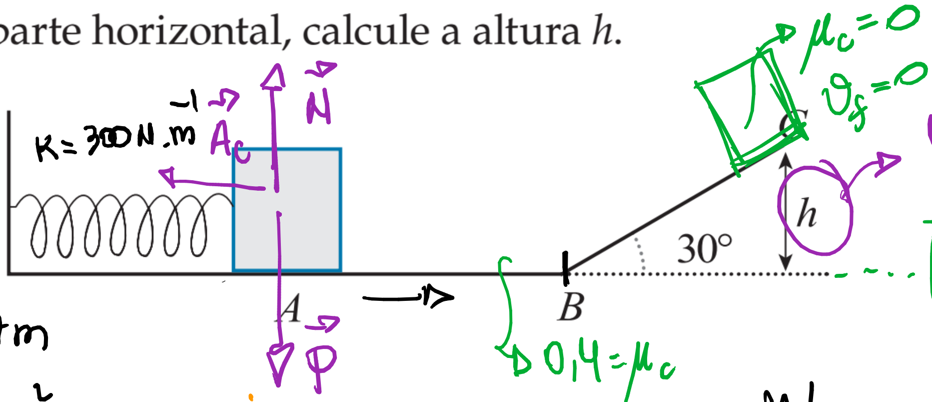
$F_m = P$

$Kx = m.g$

$$m = \frac{K.x}{g} = \frac{20\cancel{0} \times 0,3}{1\cancel{0}}$$

$$\boxed{m = 6\ Kg}$$ //

11) Um bloco de massa igual a 5 kg está em repouso, comprimindo uma mola de constante elástica igual a 300 N/m por 0,7 m. O bloco, após ser solto e acelerado pela mola, percorre a parte horizontal AB do trilho, de 2 m de comprimento, e sobe uma rampa, parando momentaneamente no ponto C, como mostra a Figura 4.19. Sabendo que o coeficiente de atrito cinético entre o bloco e o trilho é zero na rampa e 0,4 na parte horizontal, calcule a altura h.



QUAL É A ALTURA.

$\boxed{E_p = 0}$ chão

$x = 0{,}7\,m$

$E_p^m = \frac{1}{2} K x^2$

$= \frac{1 \times 300 \times 0{,}7^2}{2}$

$\boxed{E_p^m = 73{,}5\ J}$

$E_c^i = 0$ A $v \neq 0$ B

2m

33,5 J

40 J

$W_{\vec{A_c}} = -A_c . d$

$W_{\vec{A_c}} = -\mu_c . N . d$

$-\mu_c . m . g . d$

$W_{\vec{A_c}} = -0{,}4 \times 5 \times 10 \times 2$

$\boxed{W_{\vec{A_c}} = -40\ J}$

$\boxed{E_c^B = 33{,}5\ J}$

B → C (sist. conservativo)

$E_m^B = E_m^C$

$\cancel{E_p^B} + E_c^B = E_p^C + \cancel{E_c^C}$

0   0

$E_c^B = E_p^C = mg.h$

$h = \frac{E_c^B}{mg} = \frac{33{,}5}{5 \times 10}$

$\boxed{h = 0{,}67\,m}$

Sist. Conservativo

$E_m^i = E_m^f$

$E_p^i + E_c^i = E_p^f + E_c^f$

$E_c = \frac{1}{2} m v^2$

$E_p^g = mgh$, $E_p^{el} = \frac{1}{2} k x^2$

Sist. ñ conservativo

$E_m^f - E_m^i = W_{F\bar{N}}$