



# Conservação da Energia Mecânica

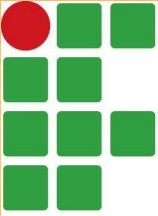
## • *Trabalho de força*

- Para uma força constante em deslocamento retilíneo:

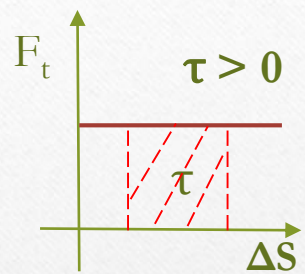
$$\tau_{\vec{F}} = F \cdot \Delta S \cdot \cos \theta$$



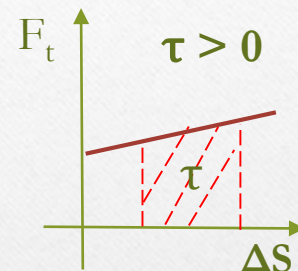
- Para um sistema de forças  $\rightarrow \tau_{\vec{R}} = \tau_{\vec{F}_1} + \tau_{\vec{F}_2} + \dots + \tau_{\vec{F}_n}$
- Trabalho de força é grandeza escalar. Mede a quantidade de energia transformada ou transferida em um processo pela ação da força.
- Unidade:  $[\tau] = N \cdot m = \text{joule (J)} (SI)$



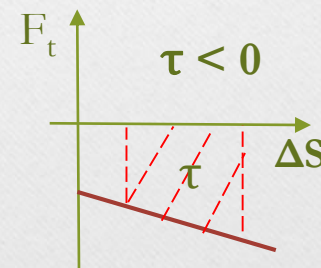
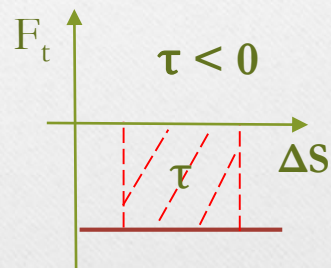
• *Gráficos*



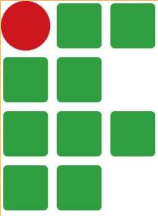
$$F_t = F \cdot \cos\theta$$



$$F_t = F \cdot \cos\theta$$



O trabalho da força é numericamente igual à área sob a curva.



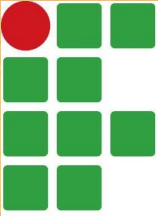
- *Teorema da Energia Cinética*

- $\tau_{\vec{R}} = \Delta E_c$

Aplicável para a resultante de um sistema de forças.

- $E_c = \frac{m.v^2}{2}$

- Unidade:  $[E_c] = \frac{kg.m^2}{s^2} = N.m = \text{joule (J)}(SI)$



- *Teorema da Energia Potencial*

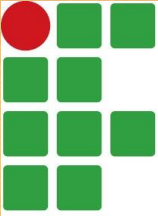
- $\tau_{\vec{F}_{cons}} = -\Delta E_p$

Força Conservativa: o trabalho independe da trajetória. Ex.: força peso e força elástica.

- $E_{pgrav} = m \cdot g \cdot h$

- $E_{pelast} = \frac{K \cdot x^2}{2}$

- Unidade:  $[E_p] = \frac{kg \cdot m^2}{s^2} = N \cdot m = \text{joule (J)} (SI)$



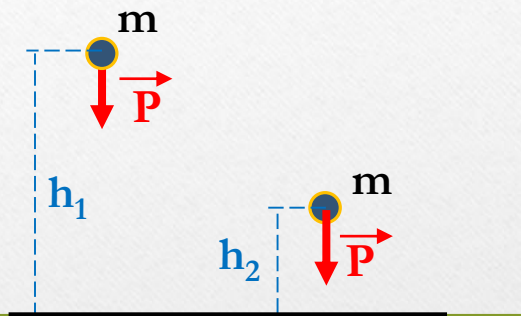
- *Conservação da Energia Mecânica*

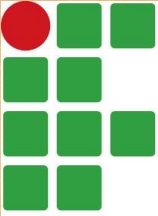
- $E_{Mec\_inicial} = E_{Mec\_final}$

- $E_{c\_in} + E_{p\_in} = E_{c\_fi} + E_{p\_fi}$

- $\frac{m.v_1^2}{2} + m.g.h_1 = \frac{m.v_2^2}{2} + m.g.h_2$

Sistema Conservativo: somente as forças conservativas realizam trabalho.



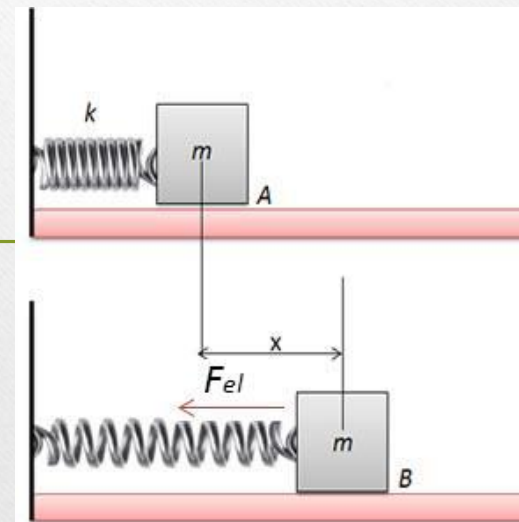


- *Conservação da Energia Mecânica*

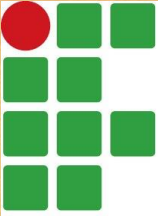
- $E_{Mec\_inicial} = E_{Mec\_final}$

- $E_{c\_in} + E_{p\_in} = E_{c\_fi} + E_{p\_fi}$

- $\frac{m.v_A^2}{2} + \frac{K.x_A^2}{2} = \frac{m.v_B^2}{2} + \frac{K.x_B^2}{2}$

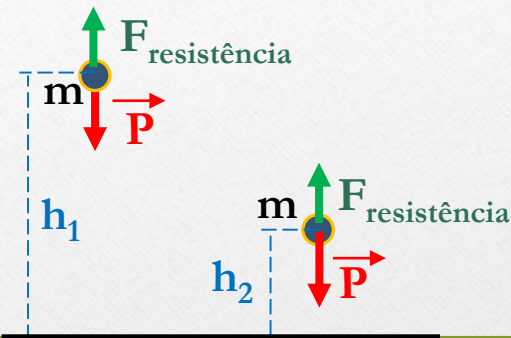


Sistema Conservativo: somente as forças conservativas realizam trabalho.



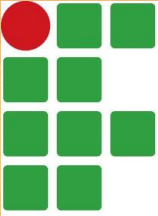
- *Dissipação da Energia Mecânica*

- $E_{Mec\_inic} = E_{Mec\_fin} + \Delta E_{dissip}$



- $\frac{m.v_1^2}{2} + m.g.h_1 = \frac{m.v_2^2}{2} + m.g.h_2 + \Delta E_{dissip}$

Sistema Dissipativo: quando há forças dissipativas (atrito, resistência do ar, etc.) que realizam trabalho.

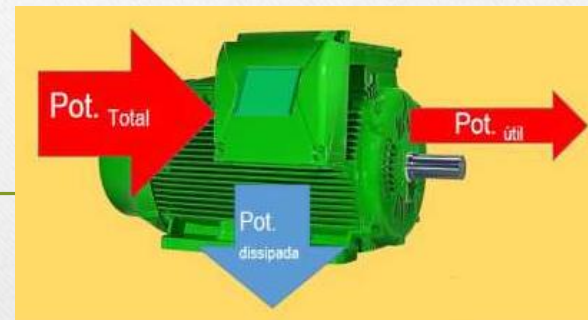


## • Potência

- $P = \frac{\Delta\tau}{\Delta t} = \frac{\Delta E}{\Delta t} = F \cdot v \cdot \cos \theta$

- Unidade:  $[P] = \frac{J}{s} = \text{watt (w)} (SI)$

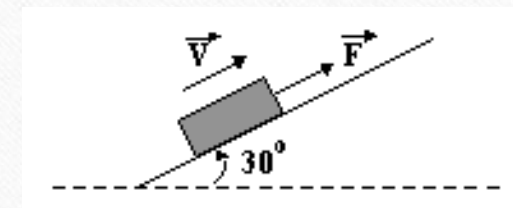
- $\eta = \frac{P_{\text{útil}}}{P_{\text{total}}}$  (rendimento)





## Exercícios

01) Sob a ação da força de 2,0 N, constante, paralela ao plano, o bloco percorre 0,80 m com velocidade constante. Admite-se  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e despreza-se o atrito. Determine: a) a massa do bloco; b) o trabalho realizado pelo peso do bloco.

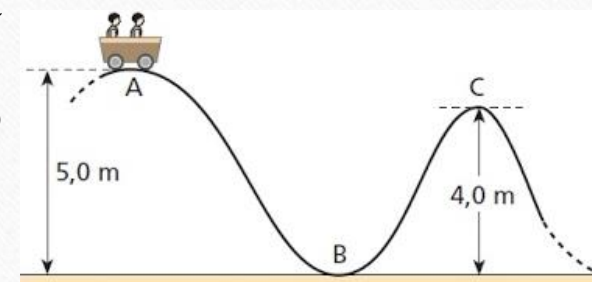


**Resp.: a) 0,40 kg; b) 1,6 J**

02) Um projétil de 20 g atinge normalmente um obstáculo com velocidade igual a 800 m/s e penetra 40 cm no mesmo, na direção do movimento. Determine a intensidade da força média de resistência oposta, pela parede, à penetração.

**Resp.:  $1,6 \cdot 10^4 \text{ N}$**

03) Numa montanha russa um carrinho com dois passageiros, de 300 kg de massa total, é abandonado do repouso de um ponto A, que está a 5,0 m de altura. Supondo-se que o atrito seja desprezível, determine: a) a velocidade do conjunto no ponto B; b) a energia cinética do conjunto no ponto C, que está a 4,0 m de altura. Considere  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .



**Resp.: a) 10 m/s; b)  $3,0 \cdot 10^3 \text{ J}$**

04) Um carrinho de massa  $m = 4,0 \text{ kg}$  e velocidade de  $6,0 \text{ m/s}$  choca-se com uma mola de constante elástica  $k = 100 \text{ N/m}$ . Desprezando-se o atrito e a resistência do ar, qual a máxima compressão da mola ao ser comprimida pelo carrinho?

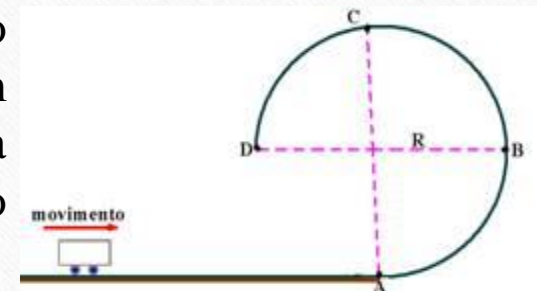
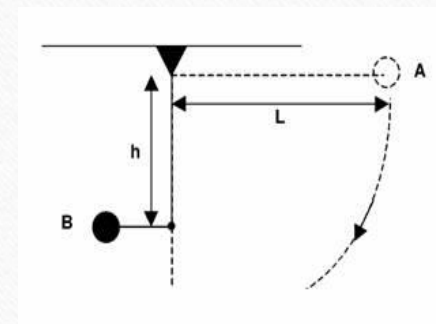
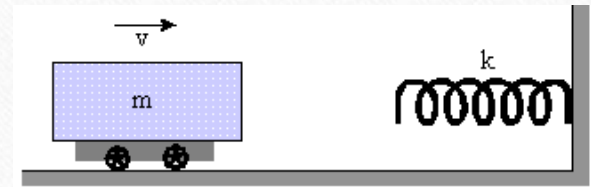
**Resp.: 1,2 m**

05) Uma bolinha presa a um fio de comprimento  $L = 1,60 \text{ m}$  que está fixado no teto é liberada na posição indicada no ponto A da figura. Ao passar pela posição vertical, o fio encontra um pino horizontal fixado a uma distância  $h = 1,25 \text{ m}$ . Calcule o módulo da velocidade da bolinha no instante em que a bolinha passa na altura do pino (em B). Considere  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

**Resp.: 5,0 m/s**

06) Um carrinho de massa  $m = 2,0 \text{ kg}$ , apresentado na figura, desliza sobre um plano horizontal com velocidade de  $10 \text{ m/s}$ . No ponto A, a superfície passa a ser curva, com raio de curvatura de  $2,0 \text{ m}$ . Suponha que o atrito seja desprezível ao longo da trajetória e que  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Determine: a) o valor da aceleração centrípeta no ponto B; b) o valor da reação da superfície curva sobre o bloco no ponto C.

**Resp.: a) 10 m/s; b) nula**



07) Numa montanha russa, na qual os atritos não são desprezíveis, um carrinho de massa 400 kg parte, sem velocidade inicial, de um ponto A situado a 20,0 m acima do solo. Ao passar por um ponto B, sua velocidade é 8,0 m/s e sua altura em relação ao solo é de 10,0 m. Considerando  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , calcule a quantidade de energia dissipada entre os pontos A e B da trajetória.

**Resp.:  $2,72 \cdot 10^4 \text{ J}$**

08) Um garoto de massa 30 kg sobre um trenó de 5,0 kg, com velocidade inicial de 8,0 m/s, inicia a descida de uma montanha de 60 m de comprimento e 12 m de altura, atingindo a parte mais baixa da montanha com velocidade igual a 12 m/s. Calcule a quantidade de energia mecânica transformada em calor. Considere  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

**Resp.:  $2,8 \cdot 10^3 \text{ J}$**

09) Um veículo de massa  $1,5 \cdot 10^3 \text{ kg}$  gasta uma quantidade de combustível equivalente a  $7,5 \cdot 10^6 \text{ J}$  para subir um morro de 100 m e chegar até o topo. O rendimento do motor do veículo para essa subida será de:

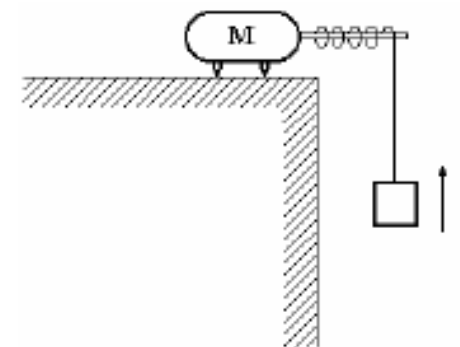
- a) 75%                      b) 40%                      c) 60%                      d) 50%                      e) 20%

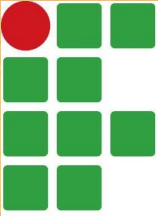
**Resp.: e**

10) A figura a seguir representa um motor elétrico M que eleva um bloco de massa 20 kg com velocidade constante de 2,0 m/s. A resistência do ar é desprezível e o fio que sustenta o bloco é ideal. Nessa operação, o motor apresenta um rendimento de 80%. Considerando a aceleração da gravidade  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , a potência dissipada por este motor tem valor:

- a) 500 W    b) 400 W    c) 300 W    d) 200 W    e) 100 W

**Resp.: e**





## Desafio!

Numa montanha-russa um carrinho com seus ocupantes é solto, a partir do repouso, de uma posição A situada a uma altura  $h$ , ganhando velocidade e percorrendo um círculo vertical de raio  $R = 6,4$  m. A massa do conjunto é 300 kg e despreza-se a ação de forças dissipativas. Para que o carrinho complete a trajetória e não caia em B, determine: a) a velocidade mínima na posição B, ponto mais alto; b) a energia mecânica mínima do conjunto; c) a altura mínima da posição A, de onde o carrinho é solto; d) a velocidade mínima na posição C, ponto mais baixo da montanha-russa. Considere  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>.

**Resp.: a) 8,0 m/s; b)  $4,8 \cdot 10^3$  J; c) 16 m; d) 57 m/s**

