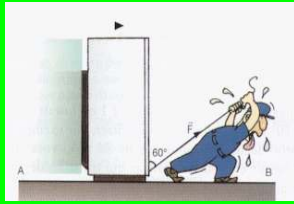


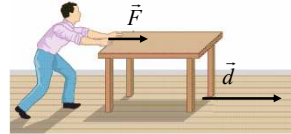
# Trabalho e Energia



Prof. Panosso

## Trabalho ( $\tau$ )

Transformação ou transferência de energia, através da atuação de uma força.



Na prática dizemos que há realização de trabalho, quando uma força provoca um deslocamento em um corpo.

Para uma força constante o trabalho pode ser calculado por:

$$\tau = F \cdot d \cdot \cos \theta$$

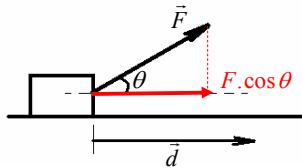
Unidades:

d	F	Trabalho
m	N	J(Joules)
cm	dyn	erg
m	Kgf	Kgm

$$\begin{cases} 1 \text{ J} = 10^7 \text{ erg} \\ 1 \text{ Kgm} = 10 \text{ J} \end{cases}$$

www.professorpanosso.com.br

## Ângulo entre F e d ( $\theta$ )



\* É uma parte da força que provoca o deslocamento do bloco, projeção da força na direção do deslocamento\*.

$0^\circ \leq \theta < 90^\circ \rightarrow$  Trabalho motor ( $\tau = +$ ): a força ajuda no deslocamento.

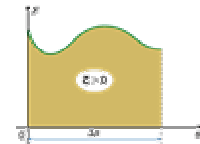
$\theta = 90^\circ \rightarrow$  Trabalho é nulo ( $\tau = 0$ ): força  $\perp$  ao deslocamento não realiza trabalho.

$90^\circ < \theta \leq 180^\circ \rightarrow$  Trabalho resistente ( $\tau = -$ ): a força atrapalha o deslocamento.

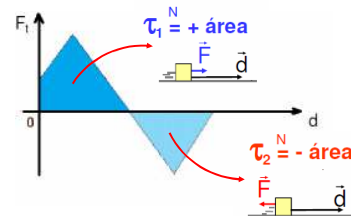
www.professorpanosso.com.br

Propriedade do gráfico  $F \times d$ : quando a força é variável o trabalho será calculado a partir da área do gráfico da força pelo deslocamento.

$$\tau_{\text{tr}} = \overset{\text{N}}{\text{Área}}$$



Força tangencial ao deslocamento



$$\tau_{\text{TOTAL}} = \sum \tau$$

www.professorpanosso.com.br

### Trabalho do Peso

O trabalho é calculado por:

$$\tau_P = P \cdot d \cdot \cos \theta$$

$\cos \theta = \frac{h}{d}$   
 $h = d \cos \theta$

$$\tau_P = mgh$$

www.professorpanosso.com.br

**Importante:**

Descida: "o peso ajuda"  $\tau_P = +mgh$

Subida: "o peso atrapalha"  $\tau_P = -mgh$

O trabalho do peso não depende do caminho (força conservativa).  $\tau_I = \tau_{II} = \tau_{III}$

www.professorpanosso.com.br

### Trabalho da força elástica

A força elástica ( $F_{EL} = kx$ ) não constante, o trabalho é calculado pela área do gráfico de **Fel** versus **x**.

Módulo do trabalho da Fel

$$\text{Área} = z \Rightarrow z = \frac{kx^2}{2}$$

www.professorpanosso.com.br

Quando a mola está sendo distendida ou comprimida o trabalho resistente ( $\tau = -$ ), fel se opõe ao deslocamento.

$$\tau = -\frac{kx^2}{2}$$


Quando a mola é liberada e está voltando para a posição natural, é trabalho motor ( $\tau = +$ ), a fel ajuda o deslocamento.

$$\tau = +\frac{kx^2}{2}$$

www.professorpanosso.com.br

### Potência mecânica (P)

É a relação entre o trabalho realizado num certo intervalo de tempo, podemos pensar também em energia consumida em um certo intervalo de tempo.



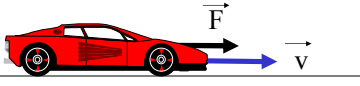
O homem ergue o balde em um certo intervalo de tempo, ele realiza trabalho.

$$P = \frac{\tau}{\Delta t}$$

É medida em Watts (W)  $\left\{ \begin{array}{l} \tau \text{ em Joules (J)} \\ \Delta t \text{ em segundos (s)} \end{array} \right.$

Na mecânica usa cavalo vapor (cv) : 1 cv = 736W

www.professorpanosso.com.br



Considere um carro se deslocando a uma certa velocidade.


$$P = \frac{\tau}{\Delta t} \rightarrow P = \frac{F \cdot d}{\Delta t} \rightarrow P = F \cdot v$$

Potência média  $P_M = F \cdot v_M$       Potência instantânea  $P_I = F \cdot v_I$

www.professorpanosso.com.br

### Rendimento ( $\eta$ )

Rendimento é a relação entre a potência total recebida e a potência realmente utilizada para realizar trabalho (potência útil).



Parte da potência total recebida por um liquidificador é dissipada na forma de calor.

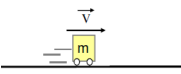
$$\eta = \frac{P_{\text{útil}}}{P_t}$$

www.professorpanosso.com.br

### Energia Mecânica

Pode ser pensada como a capacidade de realizar trabalho. Existem 2 formas de energia mecânica: associada a velocidade e a posição.

Energia Cinética ( $E_C$ ) É a energia associada a velocidade de um corpo, depende também da massa.



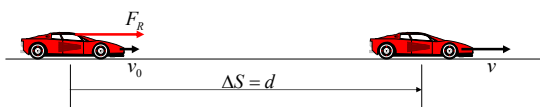
$$E_C = \frac{mv^2}{2}$$

Unidades:

$E_C$  em Joules (J)  $\left\{ \begin{array}{l} m \text{ em kg} \\ v \text{ em m/s} \end{array} \right.$

www.professorpanosso.com.br

### T.E.C (teorema da energia cinética)



O trabalho da  $F_R$  é dado por:

$$\tau = Fd \longrightarrow \tau = mad \quad \left. \begin{array}{l} \tau = m\left(\frac{v^2}{2} - \frac{v_0^2}{2}\right) \longrightarrow \tau = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} \\ \text{Mas a velocidade foi alterada.} \end{array} \right\}$$

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta S$$

$$v^2 - v_0^2 = 2ad$$

$$\frac{v^2}{2} - \frac{v_0^2}{2} = ad$$

$$\tau_{F_R} = Ec_{FINAL} - Ec_{INICIAL}$$

O trabalho da  $F_R$  é igual a variação da energia cinética do corpo.

www.professorpanosso.com.br

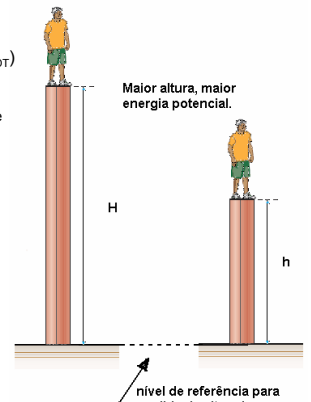
### Energia Potencial gravitacional ( $E_{POT}$ )

É a energia associada a posição de um corpo num campo gravitacional. Depende da altura desse corpo, logo precisa de um nível de referência.

$E_{POT} = mgh$

Unidades:

$E_{POT}$  em Joules (J)  $\left\{ \begin{array}{l} m \text{ em kg} \\ h \text{ em metros} \end{array} \right.$



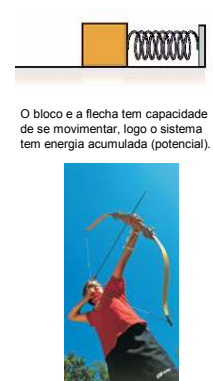
Maior altura, maior energia potencial.

nível de referência para medida da altura h

www.professorpanosso.com.br

### Energia potencial elástica ( $E_{POT}$ )

É a energia associada a deformação de um sistema elástico. Quando esse sistema retorna a posição natural libera energia. Quanto maior a deformação maior será a energia armazenada (guardada) pelo sistema.



O bloco e a flecha tem capacidade de se movimentar, logo o sistema tem energia acumulada (potencial).

$$E_{POT} = \frac{kx^2}{2}$$


Unidades:

$E_{POT}$  em Joules (J)  $\left\{ \begin{array}{l} k \text{ em N/m} \\ x \text{ em metros} \end{array} \right.$

www.professorpanosso.com.br

### Energia mecânica ( $E_M$ )

É a soma das energias potencial gravitacional, potencial elástica e cinética de um sistema.

$$E_M = E_C + E_{P_G} + E_{P_E}$$


Ao pular do bang jump, a energia potencial gravitacional vai se transformando em energia cinética e depois em energia potencial elástica, logo pode haver durante o movimento mudança do tipo de energia do sistema.

**Sistema mecânico**

Conservativo (livre de forças dissipativas): o valor da energia mecânica vai se conservar

$$E_M = cte$$

Dissipativo (vai haver forças dissipativas): o valor da energia mecânica vai diminuir

$$E_{M_I} > E_{M_F}$$

www.professorpanosso.com.br



Se não houvesse perda de energia mecânica a montanha russa funcionaria indefinidamente.