

# Unidade temática 1: "Energia: Conservação, transformação e degradação"

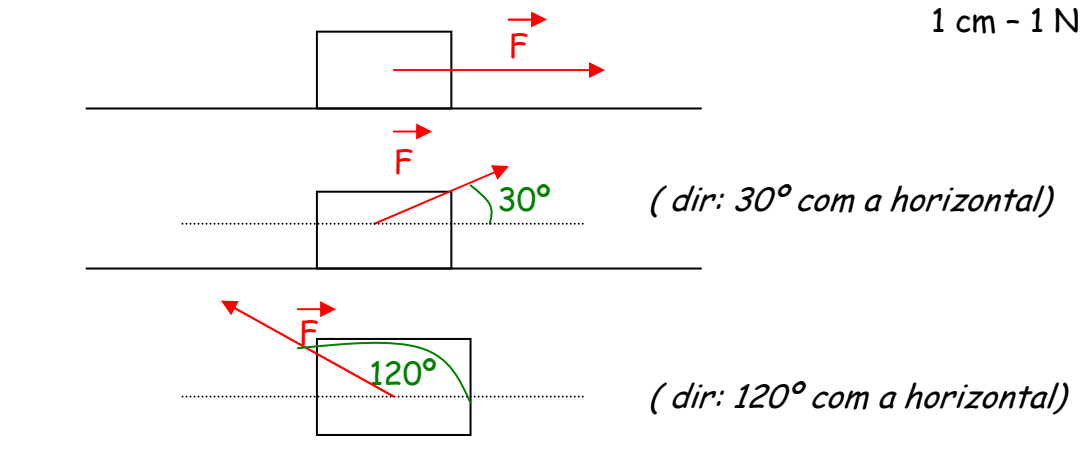
## A- O trabalho.

### 1- Força.

As forças podem deformar os corpos ou provocar a variação da sua velocidade num dado intervalo de tempo. São grandezas caracterizadas por:

- $\vec{F}$  {
- Ponto de aplicação
  - Direcção
  - Sentido
  - Intensidade:  $|\vec{F}|$

A sua unidade SI. É o newton (N)

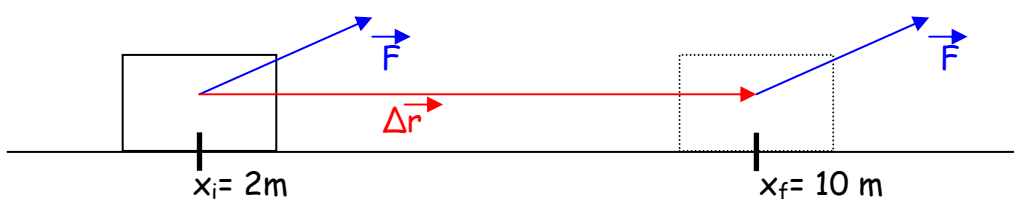


### 2- Deslocamento.

- Quando um corpo muda de posição, efectua um deslocamento.
- É uma grandeza vectorial caracterizada por:

- $\Delta\vec{r}$  {
- Ponto de aplicação.
  - Sentido.
  - Direcção.
  - Intensidade:  $|\Delta\vec{r}| = x_f - x_i$

A sua unidade SI. É o m.



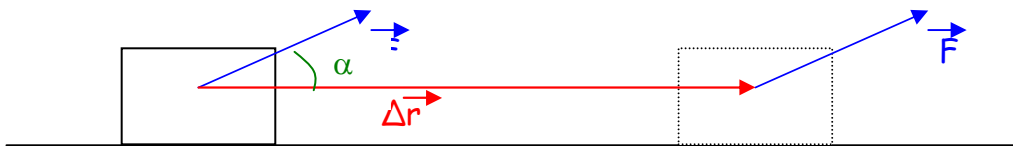
### 3- Peso e massa.

- A massa é uma grandeza escalar característica do corpo (não varia) (kg)
  - O peso é uma grandeza vectorial caracterizada por:
    - Ponto de aplicação: centro do corpo
    - Direcção: vertical
    - Sentido: Cima para baixo
    - Intensidade:  $|\vec{P}| = m|\vec{g}|$       Varia com a altitude e a latitude
- $\vec{P} = m\vec{g}$        $g = 9,8 \text{ m/s}^2$

### 4- Trabalho realizado por uma força.

Há realização de trabalho quando uma força, actuando sobre um corpo, provoca o seu movimento

É uma grandeza escalar e o seu valor é uma medida da energia transferida de um sistema para outro. Representa-se por  $W$  e a sua unidade SI. É o joule (J).

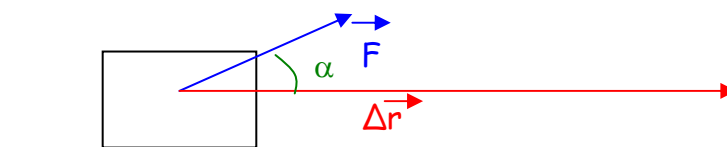


$$W(\vec{F}) = |\vec{F}| \times |\Delta\vec{r}| \cos \alpha$$

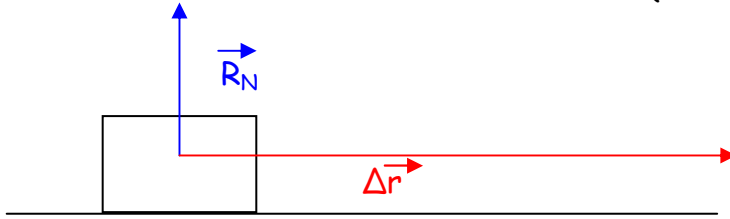
$|\vec{F}|$  - Intensidade da força (N)  
 $|\Delta\vec{r}|$  - Deslocamento (m)  
 $W(\vec{F})$  - Trabalho realizado pela força  $\vec{F}$  (J)  
 $\alpha$  - ângulo entre as direcções de  $\vec{F}$  e  $\Delta\vec{r}$ .

### 5- Trabalho motor, trabalho resistente.

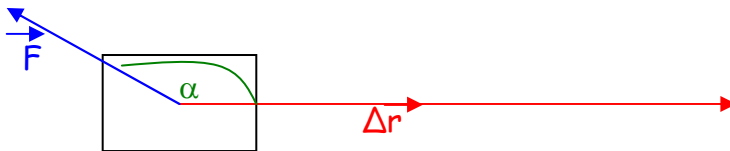
- Se  $0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$        $\Leftrightarrow$        $W > 0$  (trabalho motor)



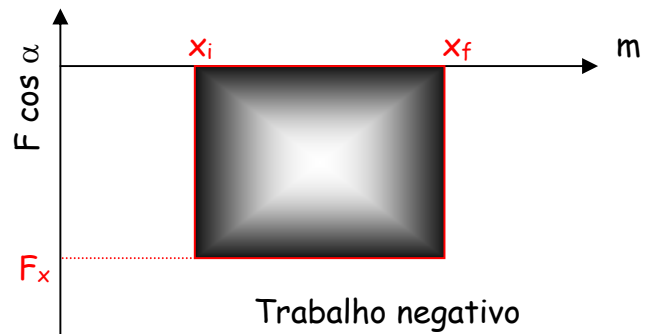
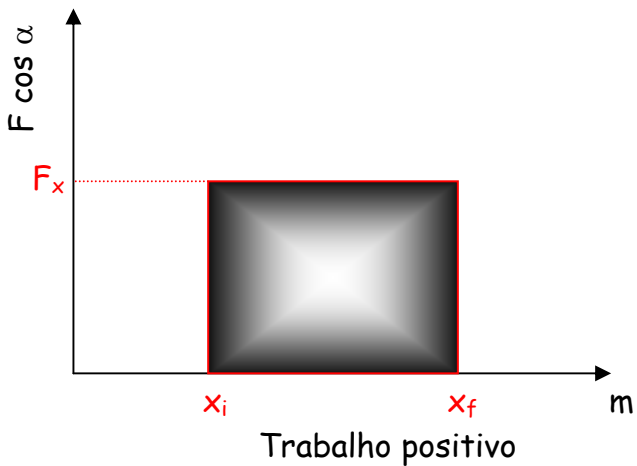
- Se  $\alpha = 90^\circ$   $\Leftrightarrow$   $W = 0$  (trabalho nulo)



- Se  $90^\circ < \alpha \leq 180^\circ$   $\Leftrightarrow$   $W < 0$  (trabalho resistente)

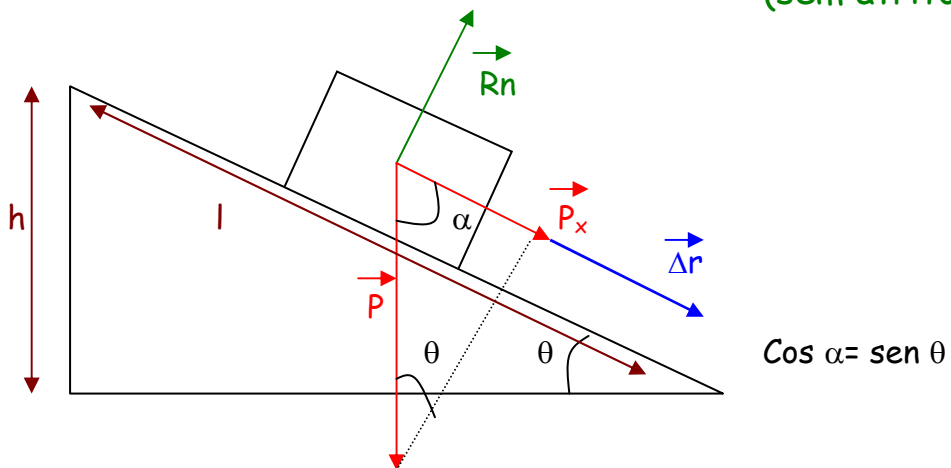


### 6- Cálculo do trabalho a partir de um gráfico.



### 7- Trabalho do Peso.

#### 7.1- Corpo descendo um plano inclinado. (sem atrito)



Trabalho do peso:

$$W(\vec{P}) = |\vec{P}| \times |\Delta\vec{r}| \times \cos \alpha \quad (\alpha = 90 - \theta)$$

$$(1) \quad W(\vec{P}) = |\vec{P}| \times |\Delta\vec{r}| \times \text{sen } \theta$$

Considerando  $|\Delta\vec{r}| = l$  e  $\text{sen } \theta = \frac{h}{l}$

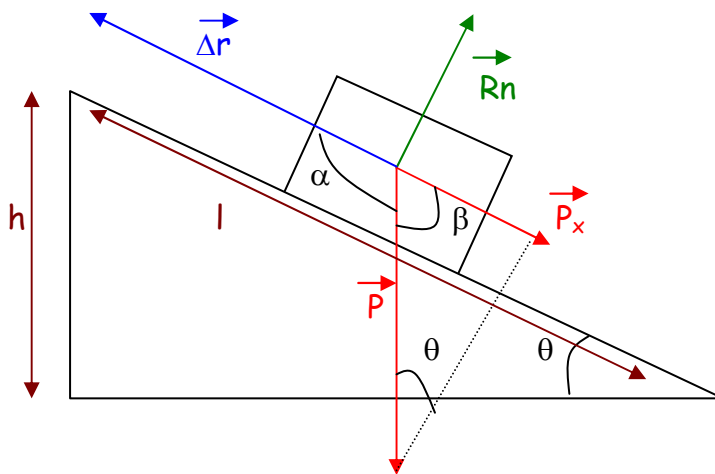
$$W(\vec{P}) = |\vec{P}| \times l \times \frac{h}{l} \quad \text{e} \quad \text{como } |\vec{P}| = mg$$

então:

$$(2) \quad W(\vec{P}) = + mgh \quad (\text{trabalho motor})$$

### 7.2- Corpo subindo um plano inclinado.

(sem atrito)



Trabalho do peso:

$$W(\vec{P}) = |\vec{P}| \times |\Delta\vec{r}| \times \cos \alpha$$

$$\begin{aligned} \alpha &= 180 - \beta \\ &= 180 - (90 - \theta) \\ &= 90 + \theta \end{aligned}$$

ou

$$(1) \quad W(\vec{P}) = -|\vec{P}| \times |\Delta\vec{r}| \times \text{sen } \theta$$

Considerando  $|\Delta\vec{r}| = l$  e  $\text{sen } \theta = \frac{h}{l}$

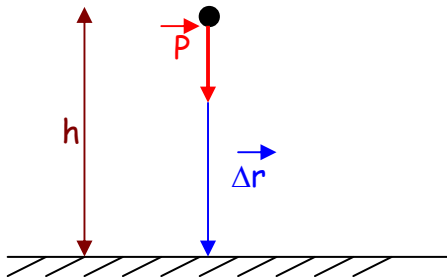
$$W(\vec{P}) = -|\vec{P}| \times l \times \frac{h}{l} \quad \text{e} \quad \text{como } |\vec{P}| = mg$$

então:

$$(2) \quad W(\vec{P}) = - mgh \quad (\text{trabalho resistente})$$

## 7.3- Corpo em movimento vertical. (sem atrito)

a) movimento descendente.



$$W(\vec{P}) = |\vec{P}| \times |\Delta\vec{r}| \times \underbrace{\cos 1}_{1}$$

$$W(\vec{P}) = |\vec{P}| \times |\Delta\vec{r}|$$

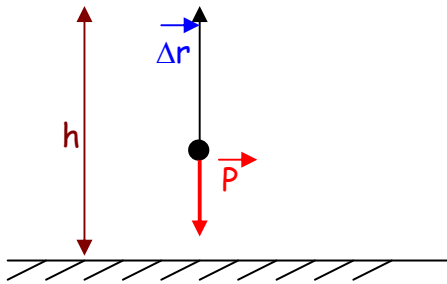
$$\text{como } |\vec{P}| = mg \text{ e } |\Delta\vec{r}| = h$$

Então:

$$W(\vec{P}) = + mgh$$

(trabalho motor)

b) movimento ascendente.



$$W(\vec{P}) = |\vec{P}| \times |\Delta\vec{r}| \times \underbrace{\cos 180}_{-1}$$

$$W(\vec{P}) = -|\vec{P}| \times |\Delta\vec{r}|$$

$$\text{como } |\vec{P}| = mg \text{ e } |\Delta\vec{r}| = h$$

Então:

$$W(\vec{P}) = - mgh$$

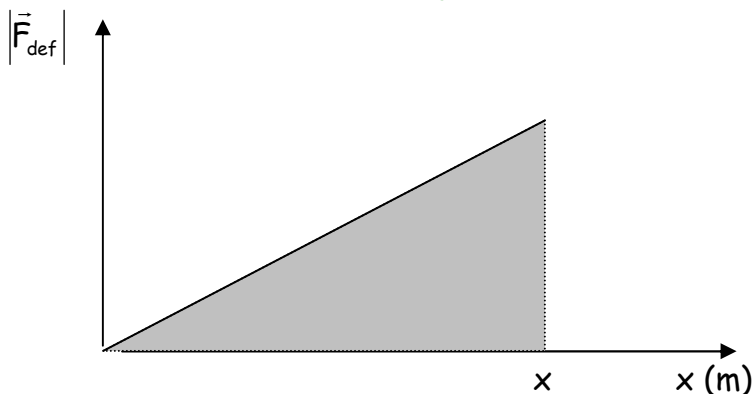
(trabalho resistente)

## 8- A força elástica: Uma força variável

### 8.1- Força elástica e força deformadora.

*Acetato da força elástica*

### 8.2- trabalho realizado pela força elástica e força deformadora.



$$W(\vec{F}_{\text{def}}) = A_{\text{Triang}} = \frac{1}{2} |\vec{F}_{\text{def}}| \times x$$

$$= \frac{1}{2} Kx^2$$

$$W(\vec{F}_{\text{def}}) = \frac{1}{2} Kx^2$$

### Trabalho realizado pela força elástica:

Durante as compressões ou os alongamentos, o trabalho realizado pela força elástica é negativo porque o sentido da força elástica é contrário ao do deslocamento

$$W(\vec{F}_{el}) = -\frac{1}{2}Kx^2$$

## 9- Potência.

Na prática, interessa a rapidez com que o trabalho é realizado, define-se assim a grandeza potência.

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

P - Potência (W) (Watt)  
W- Trabalho realizado (J)  
 $\Delta t$ - Intervalo de tempo considerado (s)

$$1 \text{ W} = \frac{1\text{J}}{1\text{s}}; 1 \text{ cv} = 735 \text{ W}; (1 \text{ kWh} = 6,6 \times 10^6 \text{ J})_{\text{energia}}$$

## 10- Energia cinética de translação.

A energia cinética é a energia que um corpo possui em virtude do seu movimento.

A energia cinética de um corpo de massa m, que se desloca com velocidade v, é:

$$E_c = \frac{1}{2} mv^2$$

$E_c$ - Energia cinética (J)  
m- Massa (kg)  
v- Velocidade (m/s)

### 10.1 Variação da Energia cinética.

$$\Delta E_c = E_{c_f} - E_{c_i} = \frac{1}{2} mv_f^2 - \frac{1}{2} mv_i^2$$

## "Teorema do trabalho energia"

O trabalho realizado pela resultante das forças aplicadas sobre uma partícula, durante um dado intervalo de tempo, é igual à variação da energia cinética da partícula durante esse intervalo de tempo.

$$W(\vec{F}_{res}) = \Delta E_c$$

$$\left\{ \begin{array}{l} W(\vec{F}_{res}) > 0 \Rightarrow \Delta E_c > 0 \Rightarrow E_{c_f} > E_{c_i} \text{ (a } E_c \text{ aumenta)} \\ W(\vec{F}_{res}) < 0 \Rightarrow \Delta E_c < 0 \Rightarrow E_{c_f} < E_{c_i} \text{ (a } E_c \text{ diminui)} \\ W(\vec{F}_{res}) = 0 \Rightarrow \Delta E_c = 0 \Rightarrow E_{c_f} = E_{c_i} \text{ (a } E_c \text{ mantém-se constante)} \end{array} \right.$$

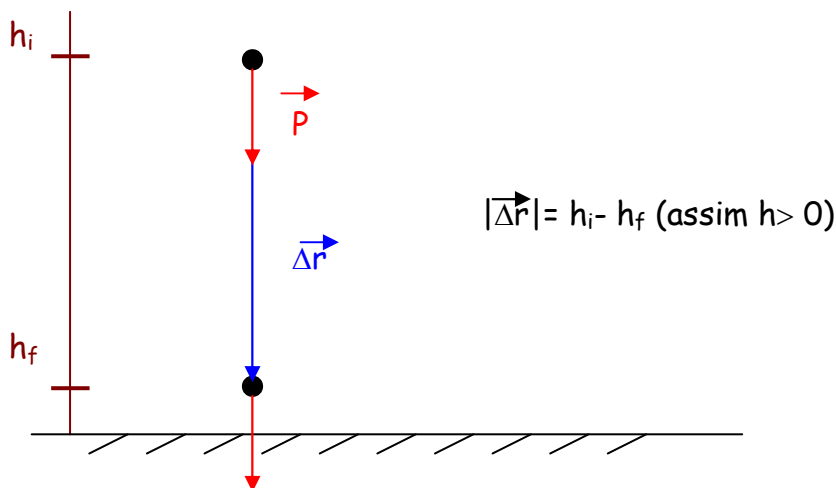
Ex: calcula o trabalho da resultante das forças que é necessário realizar para aumentar a velocidade de um corpo com massa de 40 kg desde 25 m/s a 50 m/s. (37 500J)

## 11- Energia potencial gravítica.

A energia potencial gravítica do sistema corpo-Terra está associada com a altura a que um corpo se encontra acima do nível da superfície da Terra.

$$E_{p_g} = mgh$$

Energia potencial gravítica de um corpo que se encontra a uma altura h.



$$\begin{aligned} W(\vec{P}) &= |\vec{P}| \times |\Delta \vec{r}| \times \cos 0 = mg(h_i - h_f) \\ &= mgh_i - mgh_f \\ &= E_{p_g_i} - E_{p_g_f} = -(E_{p_g_f} - E_{p_g_i}) \end{aligned}$$

$$W(\vec{P}) = -\Delta E_{p_g}$$

$$W(\vec{P}) > 0 \Rightarrow \text{Movimento descendente} \quad h_i > h_f \quad \Rightarrow \quad E_{p_g} \text{ diminui}$$

## 12- Energia potencial elástica.

Uma mola em hélice armazena energia potencial elástica quando é comprimida ou distendida.

$$W(\vec{F}_{el}) = -\Delta E_{p_{el}}$$

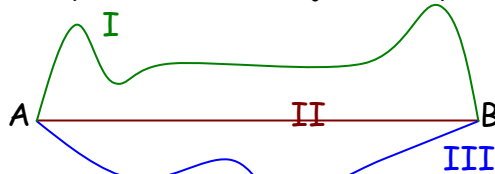
$$-\frac{1}{2} K \Delta l^2 = -\Delta E_{p_{el}}$$

$$\Delta E_{p_{el}} = \frac{1}{2} K \Delta l^2$$

## 13- Forças conservativas.

Forças

Conservativas: O trabalho realizado pela força é independente da trajectória percorrida:



Ex: - Força elástica,  
- Peso

- Não conservativas: O trabalho realizado pela força depende da trajectória e da velocidade com que se desloca o corpo. Ex: atritos, resistência do ar

## 14- Princípio da conservação da energia mecânica.

Durante um movimento em que só actuam forças conservativas, há transformação de energia potencial gravítica em energia cinética e vice versa.

$$\Delta E_m = E_{m_f} - E_{m_i} = 0$$

$$\Leftrightarrow E_{m_f} = E_{m_i}$$

$$\Leftrightarrow E_{c_f} + E_{p_f} = E_{c_i} + E_{p_i}$$

$$\Leftrightarrow \Delta E_c = -\Delta E_p$$

## 15- Trabalho realizado pelas forças não conservativas.

As forças não conservativas fazem variar a energia mecânica do sistema.

$$W(\vec{F}_{\text{não conservativas}}) = \Delta E_m$$

$W(\vec{F}_{\text{não conservativas}}) > 0 \Leftrightarrow$  A energia mecânica aumenta.

$W(\vec{F}_{\text{não conservativas}}) = 0 \Leftrightarrow$  A energia mecânica mantém-se constante.

$W(\vec{F}_{\text{não conservativas}}) < 0 \Leftrightarrow$  A energia mecânica diminui.