



## Relembrar...

### Formas de transferência de energia

A energia pode ser transferida entre sistemas através de:

**Calor** ( $Q$ );

**Radiação** ( $R$ );

**Trabalho** ( $W$ ).

## Trabalho ( $W$ ) realizado por forças constantes

O trabalho é uma das formas de transferir energia de um sistema para outro.

Para que ocorra trabalho é necessário que haja:

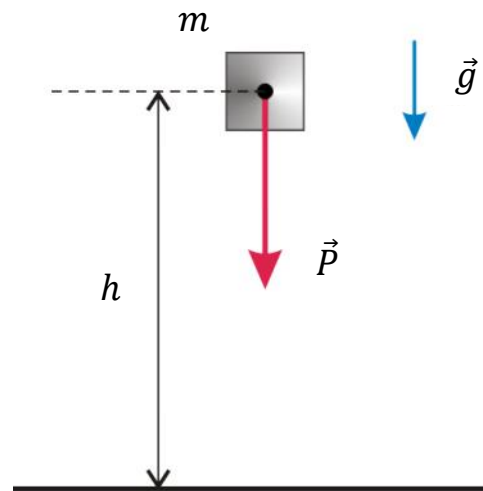
Uma **força aplicada** sobre um corpo;

e

Um **deslocamento**.

Exemplo: transferência de energia quando uma força (peso de um corpo) produz um deslocamento (queda) de um corpo.

**Só há trabalho quando uma força altera o estado de movimento de um corpo.**



## Trabalho ( $W$ ) realizado por forças constantes

Uma **força** é uma grandeza **vetorial**, tendo, por isso:

Ponto de aplicação;

Direção;

Sentido;

Intensidade.

Uma força só é constante se a direção, sentido e intensidade se mantiverem.

O **deslocamento** é uma grandeza **vetorial**.

## Trabalho ( $W$ ) realizado por forças constantes

O **trabalho** ( $W$ ) calcula-se através da expressão:

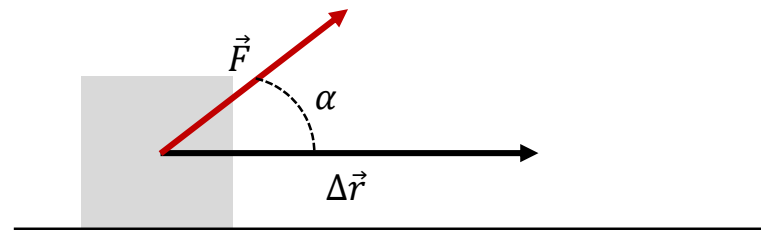
$$W = |\vec{F}| |\Delta\vec{r}| \cos \alpha$$

$\vec{F}$  – Força exercida (newton, N)

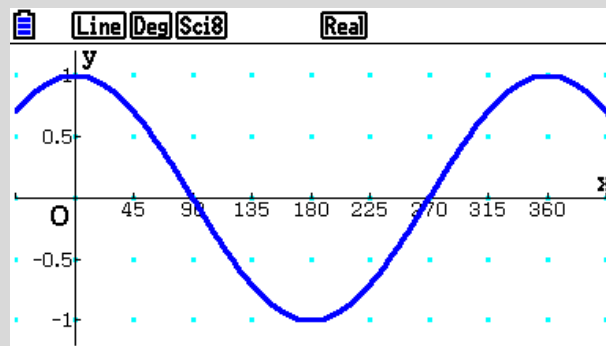
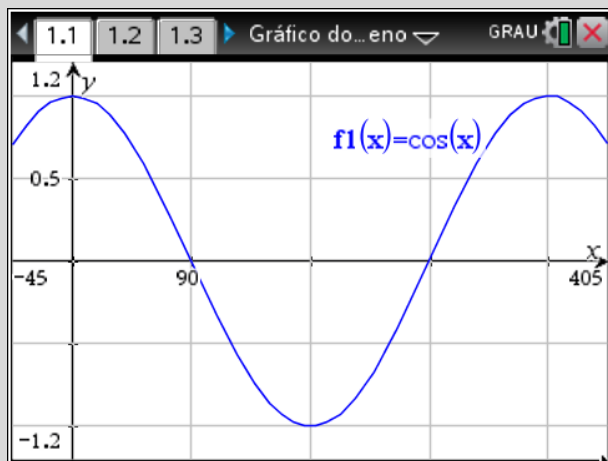
$\Delta\vec{r}$  – Deslocamento realizado (metro, m)

$\alpha$  – Ângulo entre os vetores  $\vec{F}$  e  $\Delta\vec{r}$

A unidade SI do trabalho é o **joule (J)**.

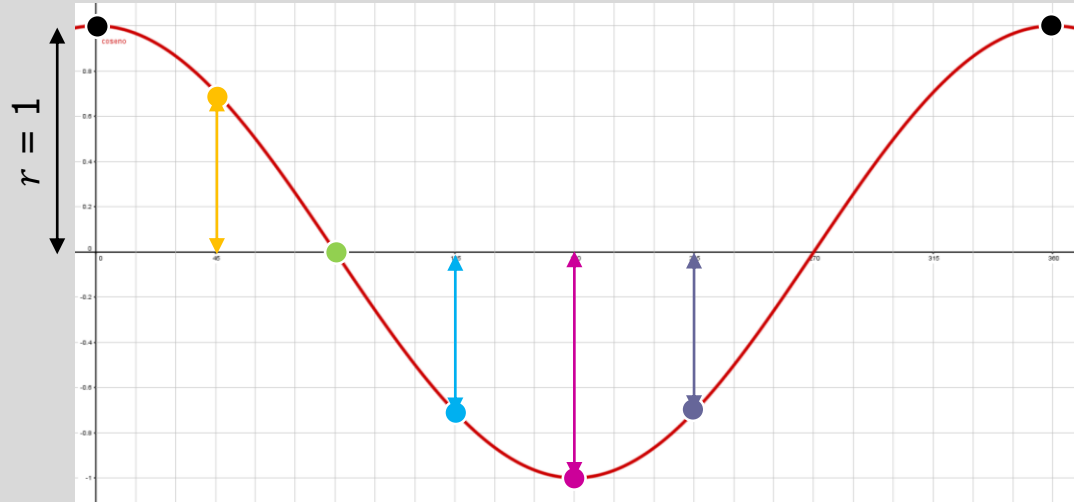
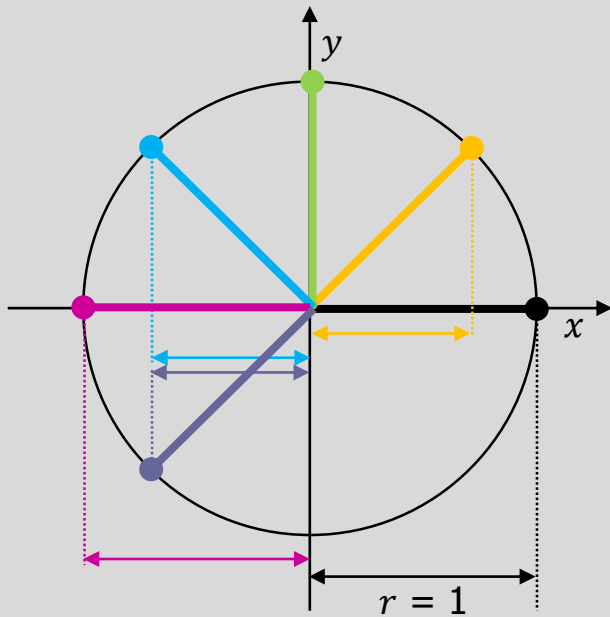


## Cosseno



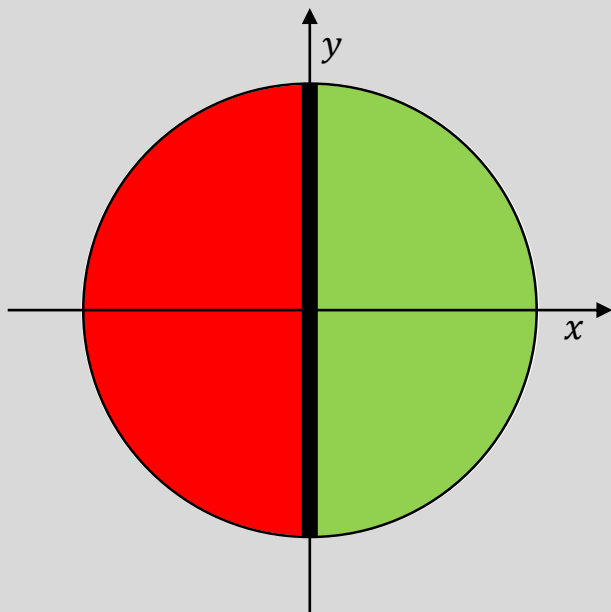
## Cosseno

O cos está relacionado com a projeção no eixo  $x$ !



## Cosseno

O cos está relacionado com a projeção no eixo  $x$ !



O  $\cos x$  é:

**Positivo** para  $270^\circ < x < 90^\circ$

**Nulo** para  $x = 90^\circ$  e  $x = 270^\circ$

**Negativo** para  $90^\circ < x < 270^\circ$

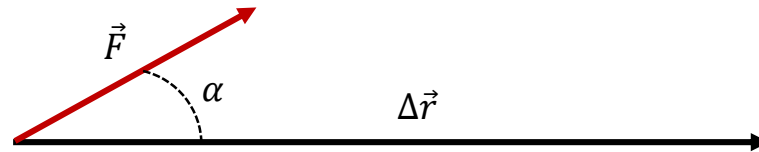
Tem o valor máximo para  $x = 0^\circ$  ( $\cos 0^\circ = 1$ )

Tem o valor mínimo para  $x = 180^\circ$  ( $\cos 180^\circ = -1$ )



## Trabalho ( $W$ ) realizado por forças constantes

**Força** exercida no **sentido do movimento**



$$(0^\circ \leq \alpha < 90^\circ)$$

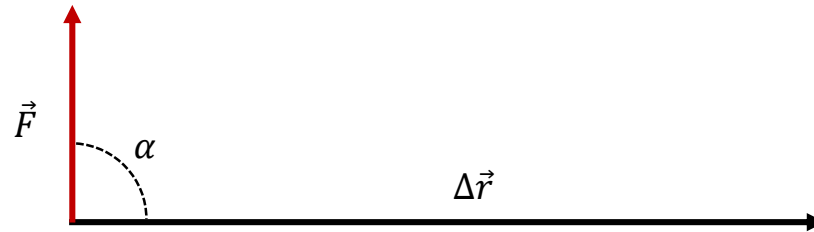


**Trabalho motor ( $W > 0$ )**

Exemplo: Trabalho realizado pelo motor de um carro em aceleração.

## Trabalho ( $W$ ) realizado por forças constantes

**Força exercida perpendicular ao movimento**



$$(\alpha = 90^\circ)$$



**Trabalho nulo ( $W = 0$ )**

Exemplo: Trabalho realizado pelo peso de um carro em movimento horizontal.

## Trabalho ( $W$ ) realizado por forças constantes

**Força** exercida no **sentido contrário do movimento**



$$(90^\circ < \alpha \leq 180^\circ)$$



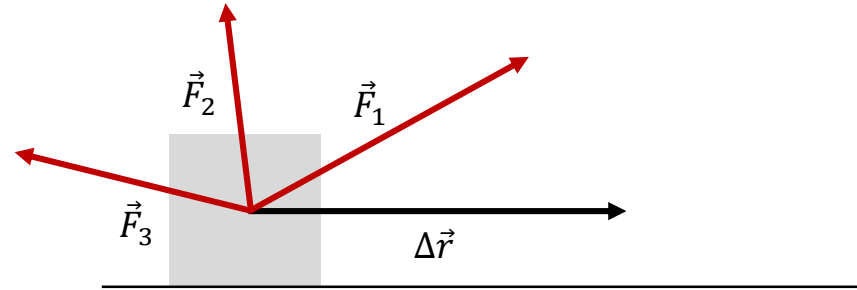
**Trabalho resistente ( $W < 0$ )**

Exemplo: Trabalho realizado pelos travões de um carro em travagem.

## Trabalho ( $W$ ) resultante de várias forças

O **trabalho resultante de várias forças** aplicadas num corpo é igual à soma dos trabalhos realizados por cada uma das forças:

$$W_{\vec{F}_{total}} = W_{\vec{F}_1} + W_{\vec{F}_2} + W_{\vec{F}_3} + \dots$$



## Decomposição de forças

Uma força pode ser decomposta em outros vetores!

A força  $\vec{F}$  faz um ângulo  $\alpha$  com o eixo  $x$ !

O módulo da **componente segundo o eixo  $x$** ,  $F_x$ :

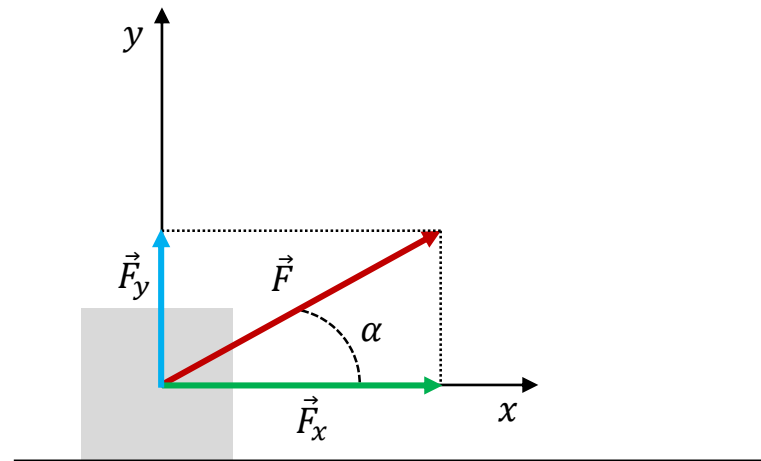
$$|\vec{F}_x| = |\vec{F}| \cos \alpha$$

ou

$$F_x = F \cos \alpha$$

De mesma forma, o módulo da **componente segundo o eixo  $y$** ,  $F_y$ :

$$F_y = F \sin \alpha$$



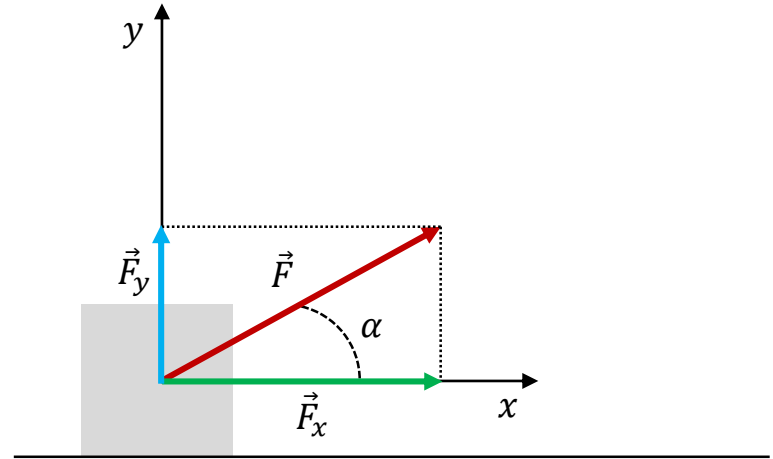
## Decomposição de forças

As forças decompostas, somadas, dão a força original:

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

No deslocamento deste corpo (esquerda → direita) apenas a componente  $\vec{F}_x$  realiza trabalho (**Força Eficaz**).

A componente  $\vec{F}_y$  realiza trabalho nulo ( $\alpha = 0^\circ$ ).



## Bibliografia

C. Rodrigues, C. Santos, L. Miguelote, P. Santos, *Física 10*, Areal Editores, Porto, 2015.  
M. Alonso, E. J. Finn, *Física*, Escolar Editora, 2012, Lisboa.