

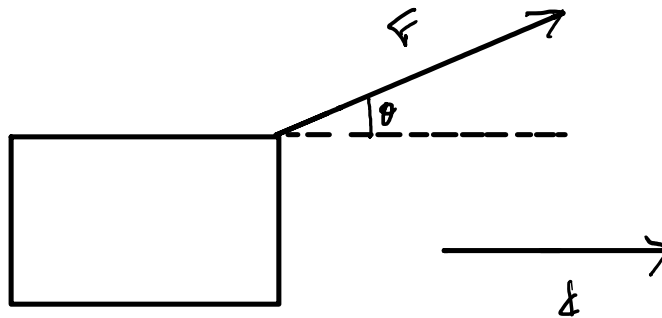
Trabalho

Trabalho é a grandeza que mede quanto uma força "fornece ou rouba" de energia para o corpo em que atua, em outras palavras, trabalho é a energia que foi "depositada" ou "removida" de um corpo.

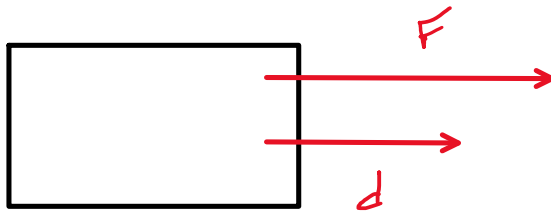
OBS: Trabalho é realizado SEMPRE por forças (ou forças), NUNCA por um corpo !

Para calcular o trabalho, temos a seguinte fórmula:

$$W = F \cdot \Delta s \cdot \cos \theta$$



1) Força no mesmo sentido do deslocamento :



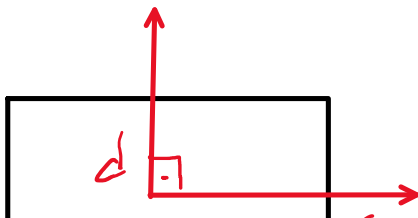
$$\cos(0) = 1$$
$$W = F \cdot d$$

2) Força no sentido contrário do deslocamento:

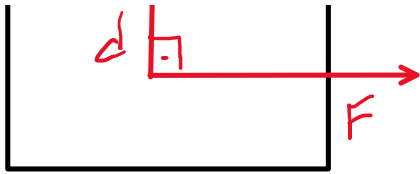


$$\cos(180) = -1$$
$$W = -F \cdot d$$

3) Força perpendicular ao deslocamento:



$$\cos(90) = 0$$
$$W = 0$$

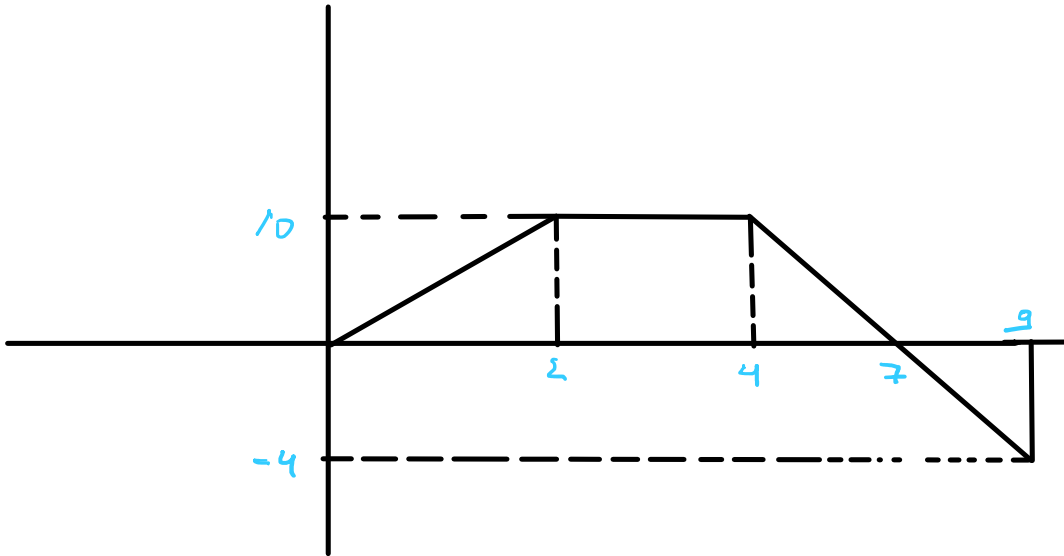


$$W = F \cdot d \cdot \cos(\theta)$$

$$W = 0$$

- O ângulo formado entre a força e deslocamento é o θ ;
- As equações mostradas a cima são válidas para forças constantes, para forças que não são constantes, precisamos ter acesso ao gráfico da força em função da posição para conseguir encontrar o trabalho.

Exemplo 1: Encontre o trabalho realizado pela força F, dado o seguinte gráfico :



$$W = \text{Área Trapézio} + \text{Área Triângulo}$$

$$W = \frac{(B+b) \cdot h}{2} + \frac{b \cdot h}{2}$$

$$W = \frac{(7+2) \cdot 10}{2} + \frac{2 \cdot -4}{2} = 41 \text{ J}$$

CONSIDERAÇÕES:

1. Trabalho cujo sinal é positivo é denominado motor, com sinal negativo é chamado de resistente. Ou seja, quando o sinal é positivo a força adiciona energia, caso contrário ela rouba energia;
2. O trabalho resultante das forças é igual a soma dos trabalhos de todas as forças que atuam no corpo;
3. Forças conservativas são forças cujo trabalho não depende da trajetória das forças. As forças conservativas são: Peso, elástica e elétrica.

TIPOS DE ENERGIA

1. Energia Cinética

Fórmula:



Fórmula:

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

- Alguns problemas podem ser mais facilmente resolvidos com o teorema da energia cinética:

$$W_R = \Delta E_c \rightarrow \text{VARIAÇÃO da Energia Cinética}$$

TRABALHO
da Força
resultante

EXEMPLO 2 : Um carro de massa $m=800\text{kg}$, com velocidade inicial de 200m/s percorre uma distância de 2km , acelerando de forma constante (ou seja a força também é constante), atingindo uma velocidade final de 300m/s .

- Qual o trabalho realizado pelo motor do carro?
- Qual a força realizada por esse motor?

$$a) W_R = E_f - E_i$$

$$W_R = \frac{m \cdot v_f^2}{2} - \frac{m \cdot v_i^2}{2}$$

$$W_R = \frac{m}{2} (v_f^2 - v_i^2) \rightarrow W_R = \frac{800}{2} (300^2 - 200^2) = 20.000.000 \text{ J}$$

$$b) W = F \cdot d$$

$$\frac{W}{d} = F \rightarrow \frac{20.000.000}{2.000} = 10.000 \text{ N}$$

2. Energia Potencial gravitacional :

Fórmula:

$$E_{pg} = m \cdot g \cdot h$$

$m = \text{MASSA}$
 $g = \text{ACELERAÇÃO da gravidade}$
 $h = \text{ALTURA}$

3. Energia Potencial Elástica:

Fórmula:

$$E_{pe} = \frac{kx^2}{2} \quad \left\{ \begin{array}{l} k = \text{constante da mola} \\ x = \text{deformação da mola} \end{array} \right.$$

SISTEMAS CONSERVATIVOS E DISSIPATIVOS

1. Conservativos:

- Não ocorre dissipação de energia mecânica;
- A soma total das energias cinética e potencial é constante;
- Ocorre quando apenas forças conservativas atuam no sistemas;

2. Dissipativos:

- Existem forças não conservativas (por exemplo, atrito);
- A soma das energias cinética e potencial não é constante;

Fórmula:

$$\Delta E_m = \sum F_{nc}$$

Trabalho das forças não conservativas

Variação da Energia Mecânica

Exemplo 3: No filme "Vingadores - Guerra Infinita", em uma das cenas, Thanos dá um chute no Dr. Estranho. Sabendo que a energia do soco do titã é de 3 MJ e a massa do Dr. Estranho é de 80 Kg, calcule a velocidade do Depois do impacto (Considere o sistema conservativo e a velocidade inicial do alvo = 0)

$$\Delta E_m = \sum F_{nc}$$

$$\Delta E_m = 0$$

$$E_{mf} - E_{mi} = 0$$

$$E_{mf} = E_{mi}$$

$$3000000 = E_{mf}$$

$$3000000 = \frac{m v^2}{2}$$

$$\frac{3000000 \cdot 2}{m} = v^2$$

$$v = \sqrt{\frac{3000000 \cdot 2}{80}} \rightarrow v = 273,801 \text{ m/s}$$

Exemplo 4: Uma mola ideal com constante elástica $k=200\text{N/m}$ é comprimida por uma distância de $0,1\text{m}$ a partir de sua posição de equilíbrio. Calcule a energia potencial elástica armazenada na mola. Em seguida, se a mola for liberada, calcule a velocidade de um objeto de massa $0,5\text{kg}$ que é impulsionado por esta mola ao atingir a posição de equilíbrio da mola (desconsiderando a resistência do ar e atrito).

$$a) E_{pe} = \frac{Kx^2}{2} = \frac{200 \cdot 0,1^2}{2} = \underline{1\text{J}}$$

$$b) \Delta E_m = W_{Fnc}$$

$$E_{mf} - E_{mi} = 0$$

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{Kx^2}{2} \rightarrow v^2 = \frac{Kx^2}{m} \rightarrow v = \sqrt{\frac{Kx^2}{m}} = \sqrt{\frac{200 \cdot 0,1^2}{0,5}} = \underline{2\text{m/s}}$$

Exemplo 5: No filme Homem Aranha - De volta ao lar, Peter Parker joga uma teia com coeficiente elástico de 100 N M no Abutre. Sabendo que a massa do Abutre junto com o traje é de 180 kg , calcule a deformação da teia quando o Abutre para de se mover (considere que ele estava a 10m/s).

$$\Delta E_m = W_{Fnc}$$

$$\Delta E_m = 0$$

$$E_{mf} - E_{mi} = 0$$

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

$$mv^2 = Kx^2$$

$$x^2 = \frac{mv^2}{K} \rightarrow x = \sqrt{\frac{mv^2}{K}} \rightarrow x = \sqrt{\frac{180 \cdot 10^2}{100}} = \underline{13,41\text{m}}$$

Exemplo 6: Um bloco de massa $m=2\text{kg}$ é empurrado por uma mola comprimida por uma distância de $0,2\text{m}$ a partir de sua posição de equilíbrio. A constante elástica da mola é $k=300\text{N/m}$. Após ser liberado, o bloco desliza por uma superfície horizontal com coeficiente de atrito cinético $\mu=0,1$. Calcule a distância que o bloco percorre até parar completamente.

$$1) E_{pe} = \frac{Kx^2}{2} = \frac{300 \cdot 0,2^2}{2} = 150 \cdot 0,04 = 6\text{J}$$

2) Trabalho Força de Atrito:

$$F_{AT} = \mu \cdot N$$

← normal e peso

$$F_{AT} = 0,1 \times mg = 0,1 \cdot 2 \cdot 9,8 = 1,96 \text{ N}$$

3) $W_{FNC} = F_{AT} \cdot d$

↳ $\Delta E_M = W_{FNC}$ ($E_{mf} = 0$, pois parou no final)

$$E_{mf} - E_{mi} = W_{FNC}$$

$$- E_{mi} = - W_{FNC}$$

$$- 6 = - 1,96 \cdot d$$

$$d = \frac{6}{1,96} \approx 3,06 \text{ m}$$

Exemplo 7: No filme, Vingadores - A era de Ultron, Ultron suspende a cidade de Sokovia à uma altura de 10 Km de altitude. Quando está nesta altitude, os propulsores são desativados e a cidade começa a despencar. Sabendo que a cidade tem 2.000.000 toneladas e a energia dissipada pelo atrito é de $u = 0,02 \cdot 10^{14}$, calcule a energia do impacto

$$\Delta E_M = W_{FNC}$$

$$\Delta E_M = -U : \text{negativo, pois o atrito rouba energia}$$

$$E_{mf} - E_{mi} = -U$$

$$E_{mf} = E_{mi} - U$$

$$E_{mf} = mgA - U$$

$$E_{mf} = 2 \cdot 10^9 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 10^3 - 0,02 \cdot 10^{14}$$

$$E_{mf} = 2 \cdot 10^{14} - 0,02 \cdot 10^{14}$$

$$E_{mf} = 1,98 \cdot 10^{14} \text{ J}$$