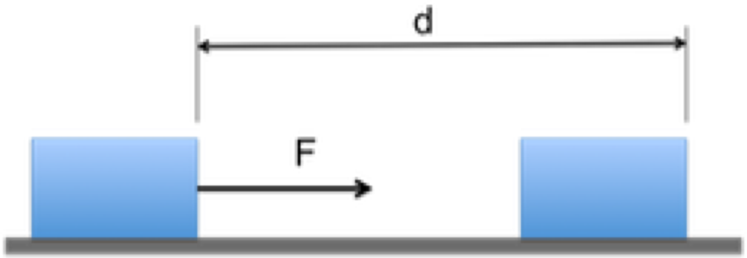
Trabalho e potência

Prof. Marco Simões

Trabalho

- O termo relaciona-se à ideia de algo que exige energia:
  - Carregar um caminhão
  - Bombear água
  - Fazer um TCC...
- Na Física, trabalho é uma grandeza escalar, que relaciona a força aplicada e a distância ocorrida. No caso de uma força constante, fazemos:

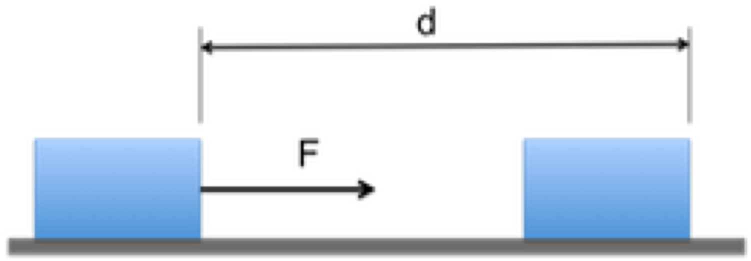


$$\tau = \left|\vec{F}\right| \cdot d$$

- A unidade de trabalho no SI é $N \cdot m = J \quad (Joule)$
- Outra unidade importante é o $kWh = 3{,}6 \times 10^6 \ J$

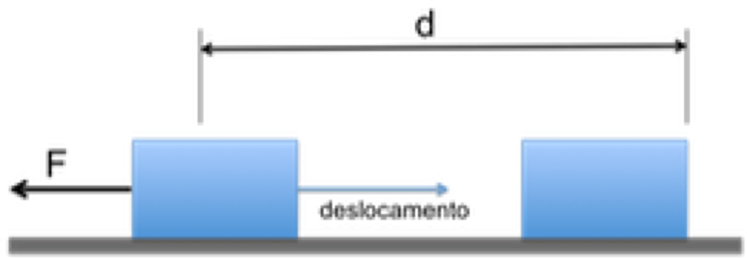
Tipos de Trabalho

- Motor: a força atua no sentido do movimento



$$\tau = \left|\vec{F}\right| \cdot d$$

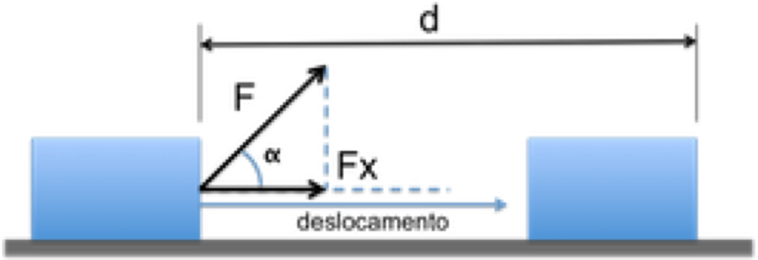
- Resistente: a força se opõe ao movimento



$$\tau = -\left|\vec{F}\right| \cdot d$$

Força que produz o trabalho

- A força a ser considerada sempre é paralela ao movimento

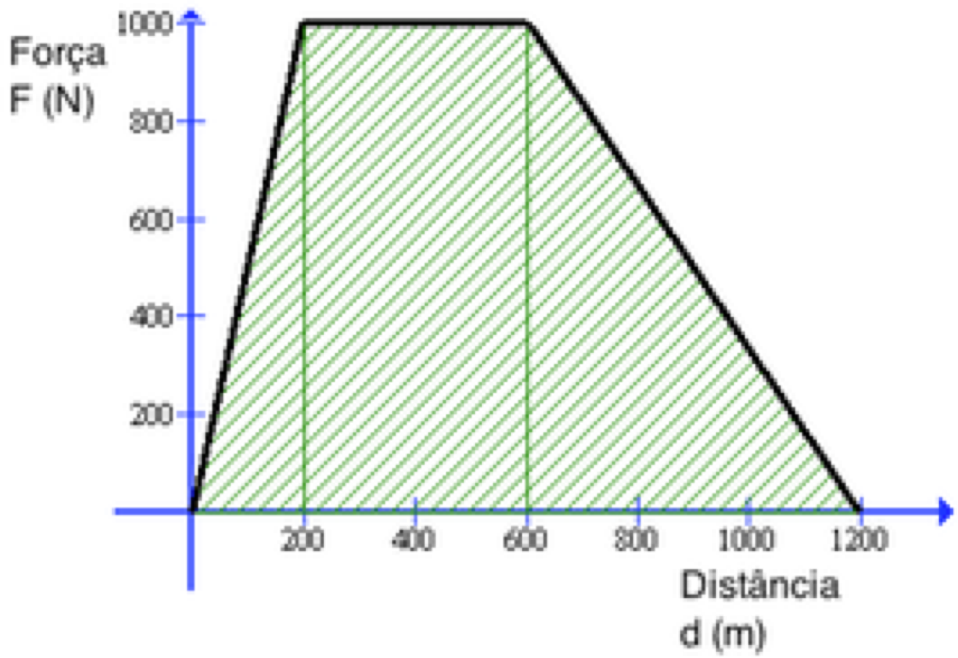


$$\tau = \left|\vec{F}\right| \cdot d \cdot \cos\alpha$$

- Num deslocamento horizontal, o trabalho da força peso e da normal é nulo
- No movimento circular, o trabalho da força centrípela é nulo

Trabalho como área do gráfico

- O trabalho de uma força, constante ou não, é numericamente igual à área sob a curva no gráfico força x distância. Por exemplo:

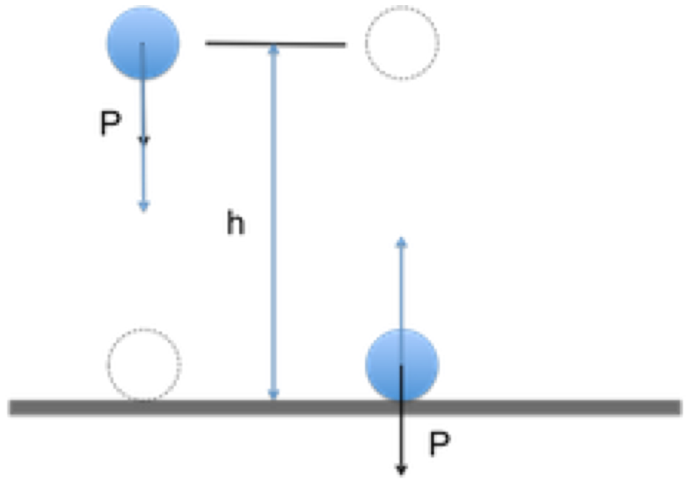


$$\tau = \frac{1200 + 400}{2} \times 1000 = 8,0 \times 10^5 J$$

Trabalho da força peso

- Corpo caindo

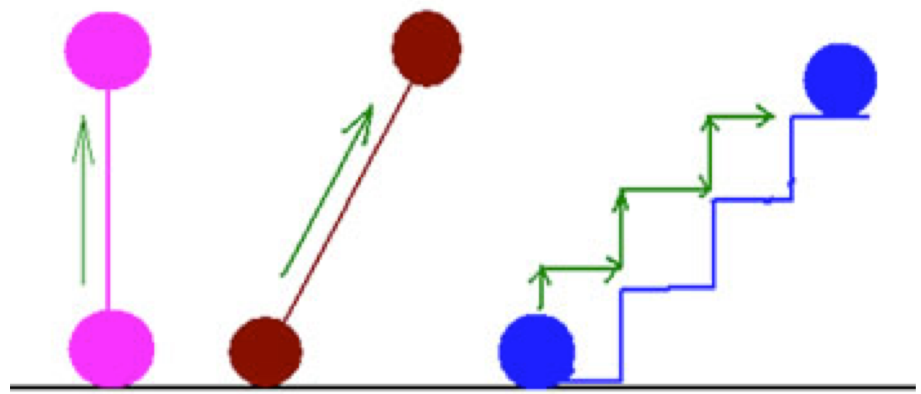
$$\tau = P \cdot h$$



- Corpo sendo elevado

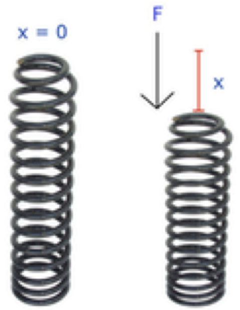
$$\tau = -P \cdot h$$

- Nos dois casos, o trabalho não depende da trajetória



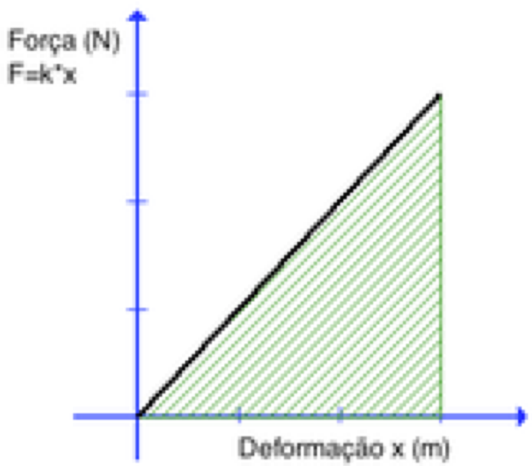
Trabalho da força elástica

- A força de uma mola é dada pela Lei de Hooke:



$$F_{el} = k \cdot x$$

- O trabalho produzido pela força elástica será a área sob a curva força versus deformação (=deslocamento):



$$\tau = \frac{F_{el} \cdot x}{2} = \frac{k \cdot x \cdot x}{2} \Rightarrow \tau = \frac{k \cdot x^2}{2}$$

Potência

- A potência expressa com que 'velocidade' um trabalho é realizado:

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

A unidade da potência é o J/s, ou Watt

Vimos que:

$$\tau = F \cdot d$$

Então:

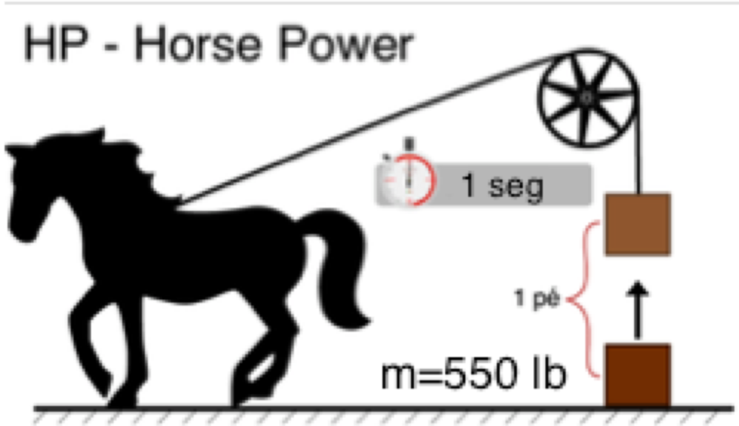
$$P = \frac{\tau}{\Delta t} = \frac{F \cdot d}{\Delta t}$$

$Como$:

$$v_{média} = \frac{d}{\Delta t} \Rightarrow P = F \cdot v_{média}$$

Unidades de potência

- O HP (Horsepower) é uma medida inglesa, estabelecida por James Watt em 1783. Segundo ele verificou, um cavalo poderia elevar uma massa de 550 lb à altura de 1 pé em 1 segundo.



$$1\,lb = 0{,}4536\,kg \Rightarrow 550\,lb = 249{,}5\,kg$$

$$1\,ft = 0{,}3048\,m$$

$$P = \frac{\tau}{\Delta t} = \frac{P \cdot h}{\Delta t} = \frac{m \cdot g \cdot h}{\Delta t}$$

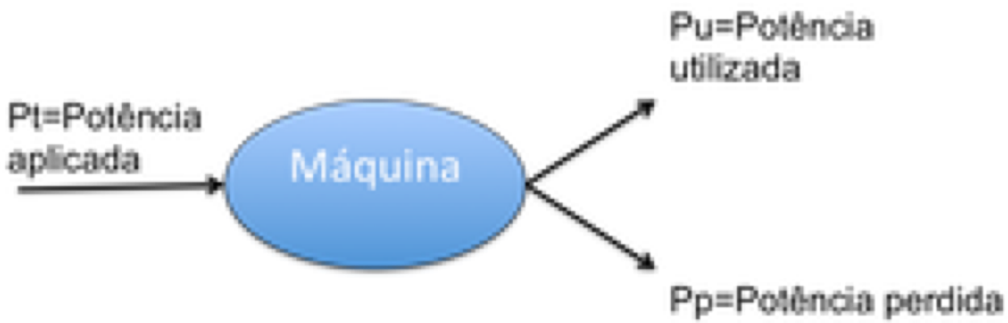
$$P = \frac{249{,}5 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}3048}{1} = 746\,W \quad \therefore\ 1\,HP = 746\,W$$

- O Cavalo Vapor foi proposto pelo Instituto Alemão de Normatização (DIN), e definiu o CV como a potência necessária para elevar uma massa de 75 kg a uma velocidade de 1 metro por segundo.

$$P = \frac{\tau}{\Delta t} = \frac{P \cdot h}{\Delta t} = \frac{m \cdot g \cdot h}{\Delta t} = \frac{75 \cdot 9,81 \cdot 1}{1} \cong 735\ W$$

Rendimento

- Nem toda potência aplicada é efetivamente utilizada:

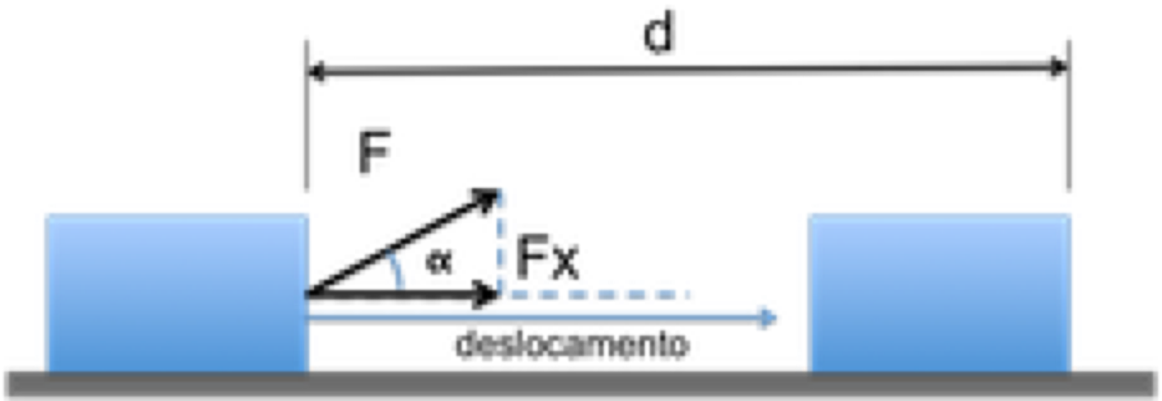


- O rendimento expressa a relação entre o que foi usado e o total aplicado:

$$\eta = \frac{P_{útil}}{P_{total}}$$

Exemplo

- Calcular o trabalho realizado por uma força F de 50 N que move um bloco de 10 kg sobre uma superfíce plana sem atrito numa distância de 15 metros. A força é aplicada num ângulo de 30° em relação à superfície. Calcular também a potência considerando que o percurso é feito em 20 s.



Resolução

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

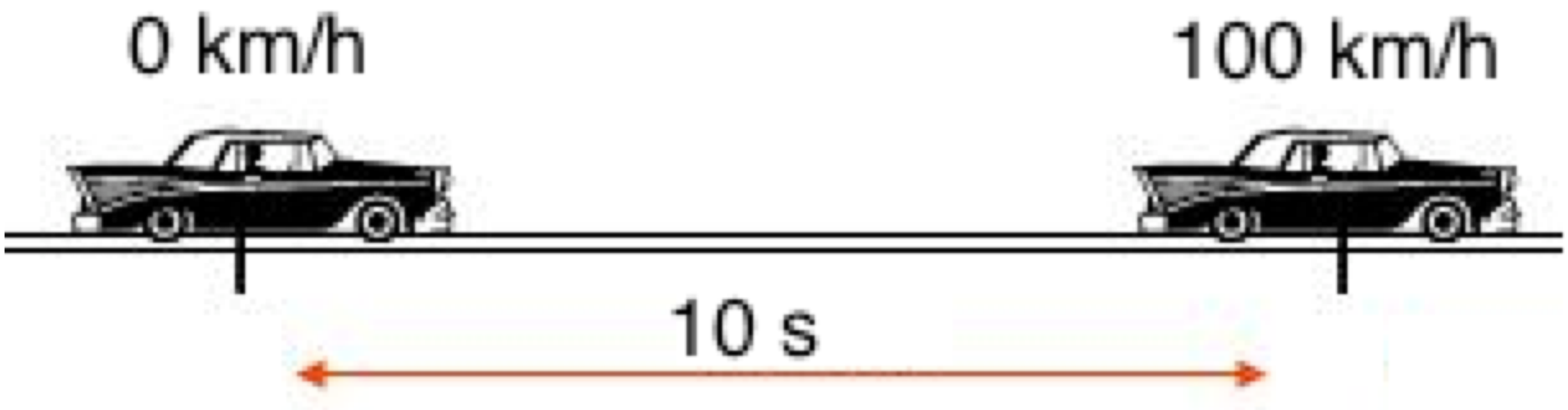
$$\tau = 50 \cdot 15 \cdot \cos 30$$

$$\tau = 650\ J$$

$$P = \frac{\tau}{\Delta t} \Rightarrow P = \frac{650}{20} \Rightarrow P = 32{,}5\,W$$

Exemplo

- Um carro com aproximadamente 1300 kg partindo do repouso atinge 108 km/h em 10 s. Supondo uma pista plana e ausência de atrito, que potência deve ter o motor?



Resolução

$$P = \frac{\tau}{\Delta t} \qquad \tau = F \cdot \Delta x \qquad F = m \cdot a \qquad v_2^2 = v_1^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta x \qquad a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$\Delta v = 100 - 0 = 108 \frac{km}{h} = \frac{108}{3{,}6} = 30\ m/s$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow a = \frac{30}{10} \Rightarrow a = 3{,}0\ \frac{m}{s^2}$$

$$F = m \cdot a \Rightarrow F = 1300 \cdot 3{,}0 \Rightarrow F = 3900\ N$$

$$v_2^2 = v_1^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta x \Rightarrow 30^2 = 0^2 + 2 \cdot 3{,}0 \cdot \Delta x \Rightarrow \Delta x = 150\ m$$

$$\tau = F \cdot \Delta x \Rightarrow \tau = 3900 \cdot 150 \Rightarrow \tau = 5{,}85 \cdot 10^5\ J$$

$$P = \frac{\tau}{\Delta t} \Rightarrow P = \frac{5{,}85 \cdot 10^5}{10} \Rightarrow P = 5{,}85 \cdot 10^4 W \Rightarrow P = \frac{5{,}85 \cdot 10^4}{735} \Rightarrow P = 80\ CV$$

Exercícios

1. Uma força de 10 N age sobre um corpo fazendo com que ele realize um deslocamento de 5 metros em 20 segundos. Determine a potência desenvolvida supondo que a força seja paralela ao deslocamento. R.: 2,5 W

2. Uma força de 40 N age sobre um corpo em um deslocamento de 5 metros. A força forma com o deslocamento um ângulo de 60^o e o deslocamento é realizado em 5 segundos. Calcule a potência desenvolvida pela força. R.: 20,0 W

3. Uma pessoa levanta um saco de 60 Kg a uma altura de 1,5 metros em 3 segundos. Calcule a potência desenvolvida, supondo $g = 10\ m/s^2$. R.: T=900 J, P=300 W

4. A potência desenvolvida pelo motor de um elevador é de 150.000 W e ele leva 10 pessoas do solo até o alto de um edifício de 50 metros em 5 segundos. Determine a massa do elevador sabendo que cada pessoa tem massa de 60 Kg. Supor $g=10\ m/s^2$. R.: m=900 kg