

UC Análise de
fenômenos físicos da
natureza

Trabalho e potência

Prof. Simões

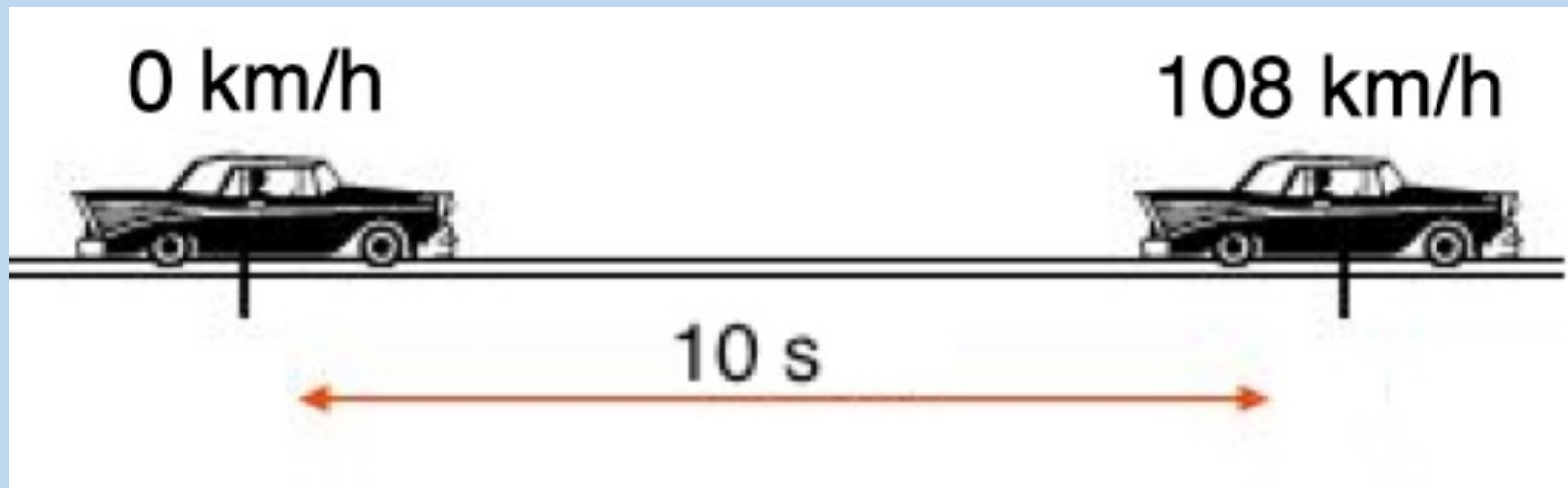


Ao final dessa aula, você será capaz de:

- Explicar o conceito de trabalho na Física
- Entender como se calcula o trabalho mecânico tanto de uma força constante como de uma força variável
- Aplicar o conceito de trabalho na força elástica e na força peso
- Calcular o trabalho mecânico em várias situações diferentes
- Entender o conceito físico de potência, e sua relação com o trabalho
- Calcular a potência de sistemas mecânicos simples

Problema típico

- Um carro com $1,3 \times 10^2$ kg partindo do repouso atinge 108 km/h em 10 s. Qual foi a potência desenvolvida pelo motor em W (watts) e em CV (cavalos)?



Trabalho

- O termo **trabalho** relaciona-se à ideia uma realização que exige **energia**:
 - Carregar um caminhão
 - Bombear água



Trabalho

- Na Física, trabalho é uma grandeza **escalar**, que relaciona a força aplicada e a distância ocorrida. No caso de uma força constante, fazemos:



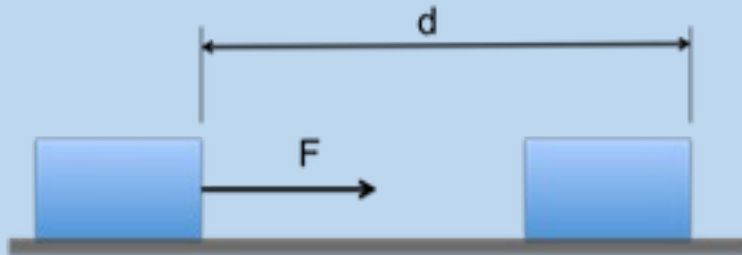
$$\tau = \left| \vec{F} \right| \cdot d$$

- A unidade de trabalho no SI é o Joule

$$1 J = 1 N \cdot m$$

Tipos de Trabalho

- **Motor:** a força atua no sentido do movimento



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

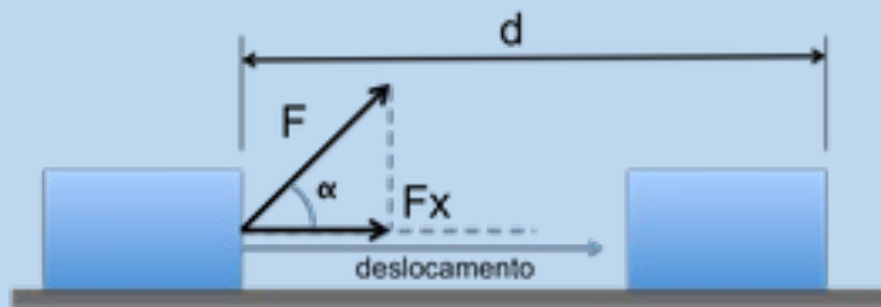
- **Resistente:** a força se opõe ao movimento



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

Força que produz o trabalho

- A força a ser considerada sempre é **paralela** ao movimento

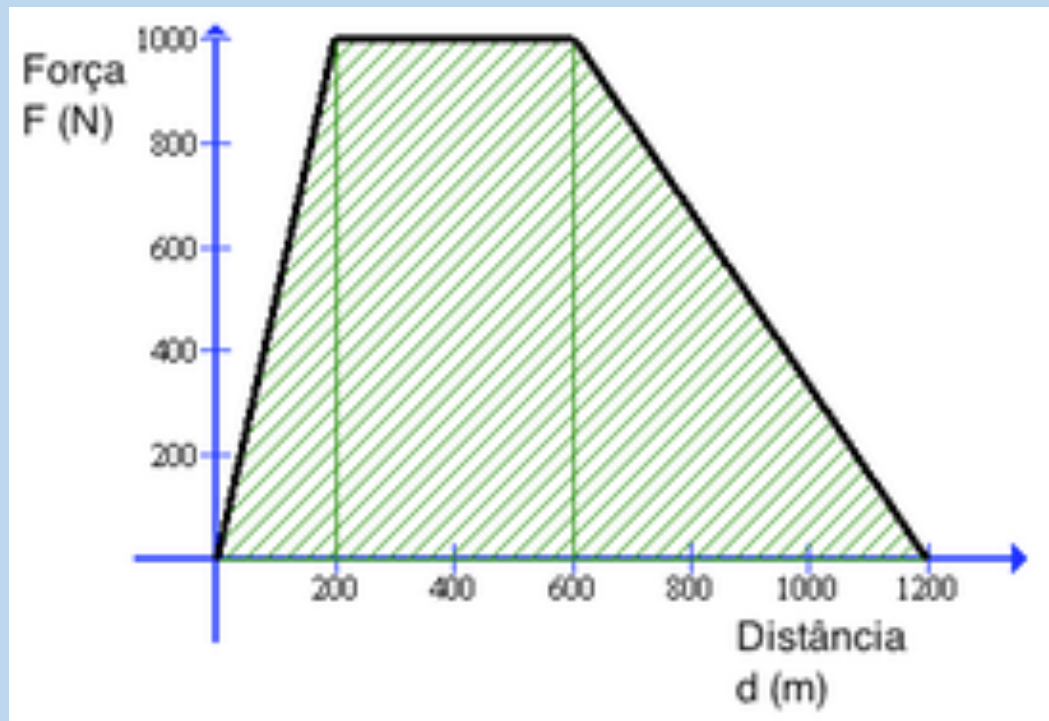


$$\tau = \left| \vec{F} \right| \cdot d \cdot \cos \alpha$$

- Nesse exemplo, apenas a componente F_x produz trabalho
- Num deslocamento horizontal, o trabalho da força **peso** e da **normal** é **nulo**, já que não produzem deslocamento

Trabalho como área do gráfico

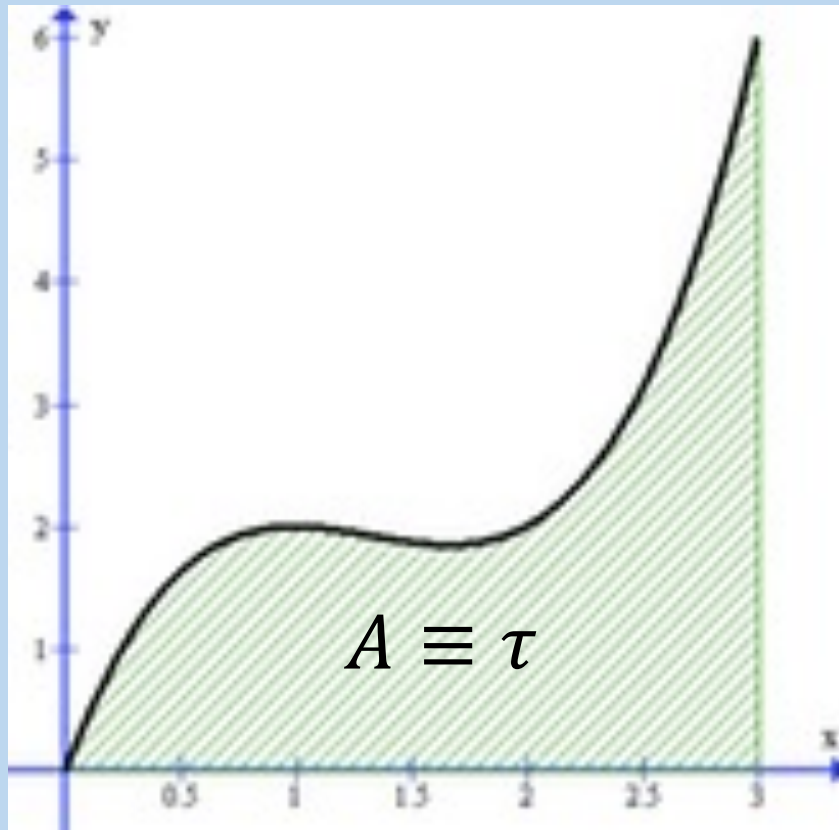
- O trabalho de uma força, constante ou não, é numericamente igual à área sob a curva no gráfico força x distância. Por exemplo:



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

Trabalho como área do gráfico

- Se a força varia de acordo com uma função $F(x)$ em relação à distância em x , o trabalho produzido será dado por:



$$\tau = \int_{x_0}^x F(x) dx$$

Relembrando, a integral definida representa a área sob a curva entre os limites de integração.

Trabalho da força peso

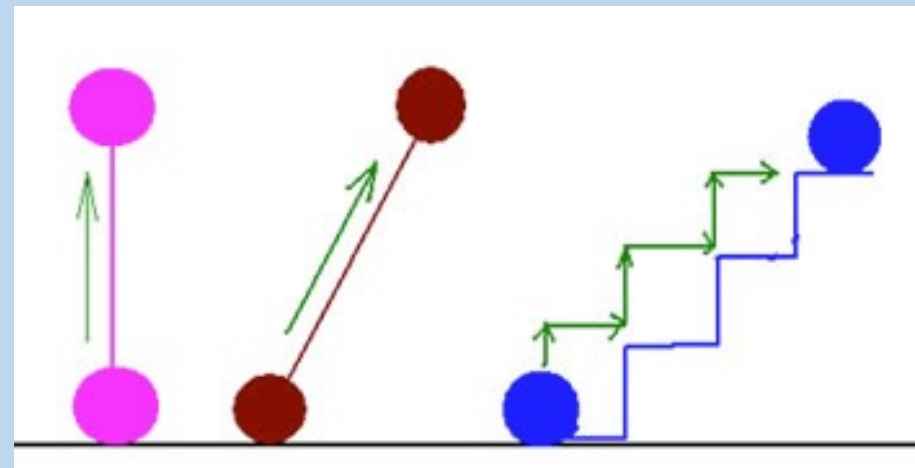
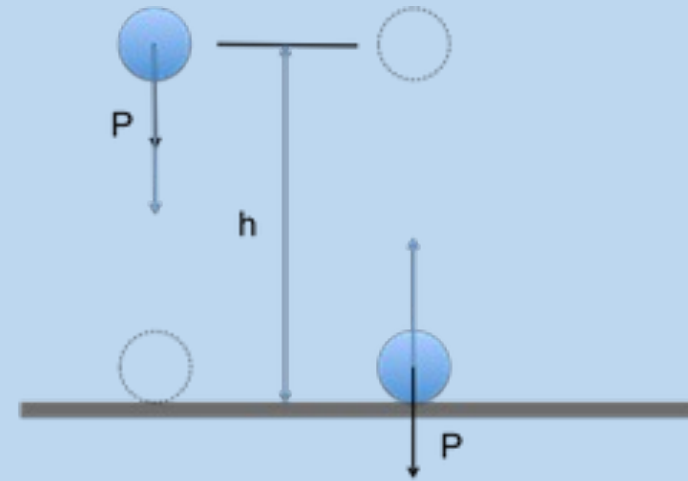
- Corpo caindo

$$\tau = P \cdot h$$

- Corpo sendo elevado

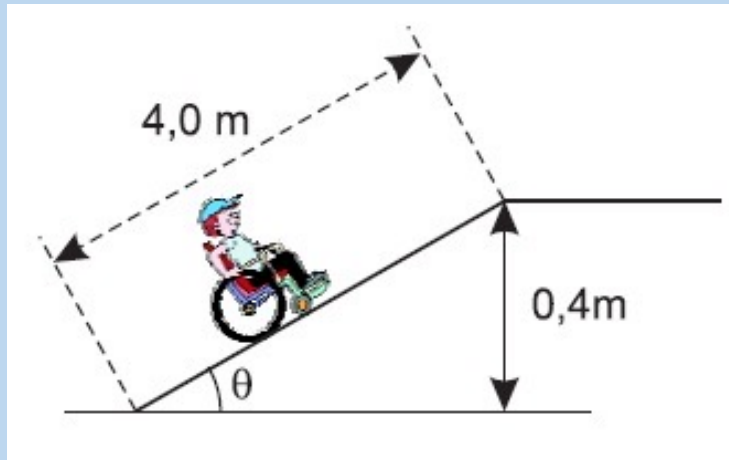
$$\tau = -P \cdot h$$

- Nos dois casos, **o trabalho não depende da trajetória**



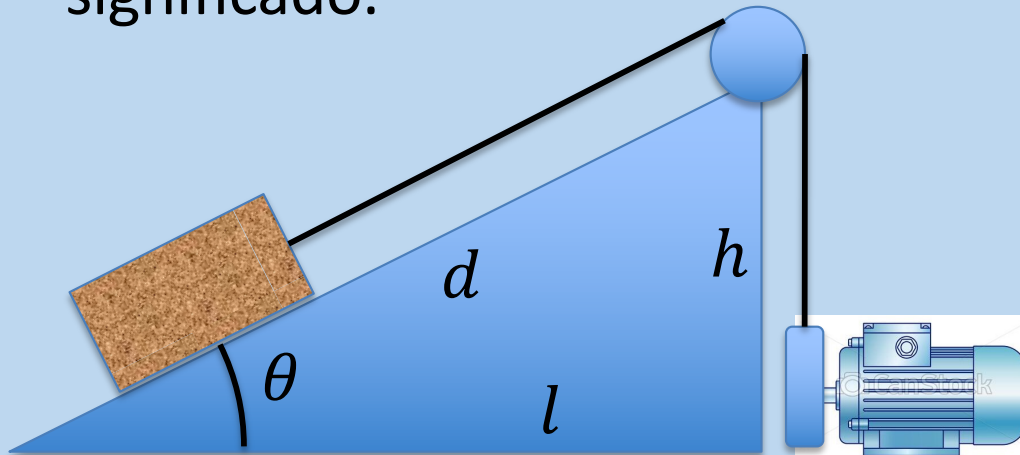
Exemplo

- Calcule o trabalho realizado pelo cadeirante na trajetória abaixo, supondo uma massa total de 50 kg.



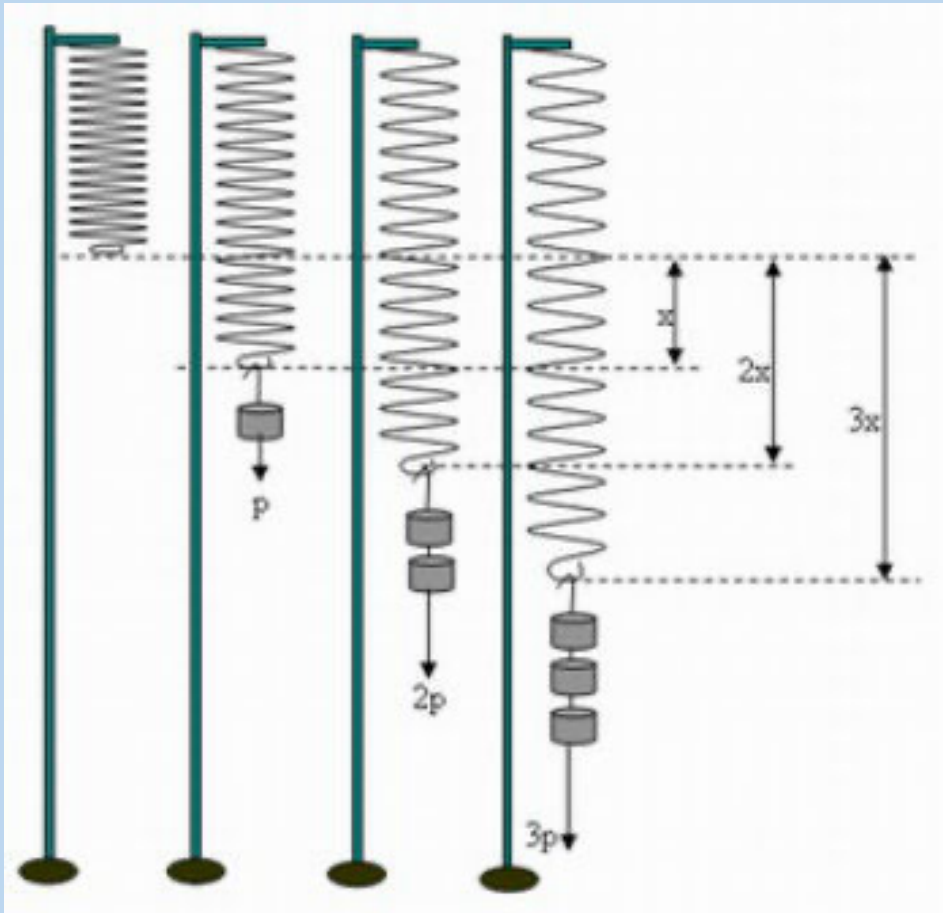
Exemplo

- Um motor traciona uma carga de massa m em uma rampa de altura h por uma distância d em velocidade constante. O coeficiente de atrito da massa com a rampa é μ . Desenvolva a fórmula que determina a potência do motor e analise seu significado.



Trabalho da força elástica

- A lei de Hooke afirma a relação entre a força aplicada sobre um objeto elástico e sua deformação temporária é constante.



$$\frac{p}{x} = \frac{2p}{2x} = \frac{3p}{3x} = k$$

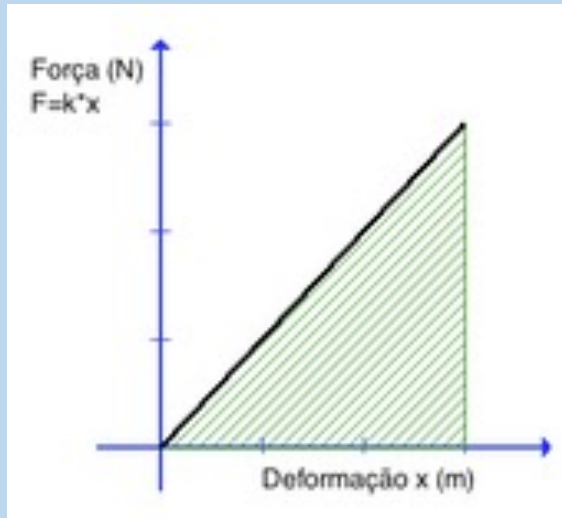
k é a constante elástica da mola

Generalizando, a força de uma mola é dada por:

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

Trabalho da força elástica

- De acordo com essa fórmula, a força varia linearmente, de acordo com a deformação:



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

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

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

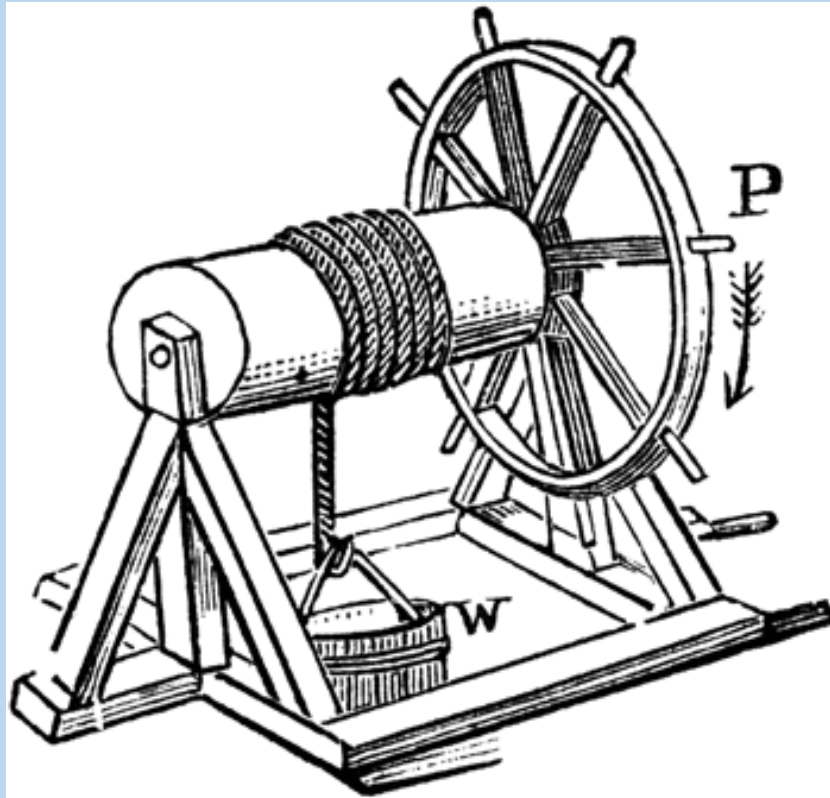
Exemplo

- Uma estudante, cuja massa é 50 kg, pratica o esporte radical *bungee jumping*. Em um treino, ela se solta da plataforma, com velocidade inicial nula, presa a uma faixa elástica de comprimento natural $L_0 = 15$ m e constante elástica $k = 250$ N/m. Quando a faixa está esticada 10 m além de seu comprimento natural, a queda cessa e a estudante começa a ser puxada para cima. Qual o trabalho realizado pela faixa elástica?



Potência

- A potência expressa com que rapidez um trabalho é realizado:



- Se imaginarmos um balde com um volume fixo de água, percorrendo sempre a mesma altura, o trabalho de içamento será sempre igual.
- Porém, para realizá-lo mais rapidamente, precisamos mais potência.

Potência

- Matematicamente, traduzimos isso por:

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

- E, como vimos que $\tau = F \cdot \Delta x$, podemos fazer

$$P = \frac{F \cdot \Delta x}{\Delta t}$$

- E, lembrando que $v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t}$, vem

$$P = F \cdot v_m$$

Unidades

- Da definição da potência, temos que:

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

$$[P] = \frac{J}{s} = W \text{ (watt)}$$

- Outras unidades importantes são:
 - kW
 - HP
 - CV

Unidades de potência

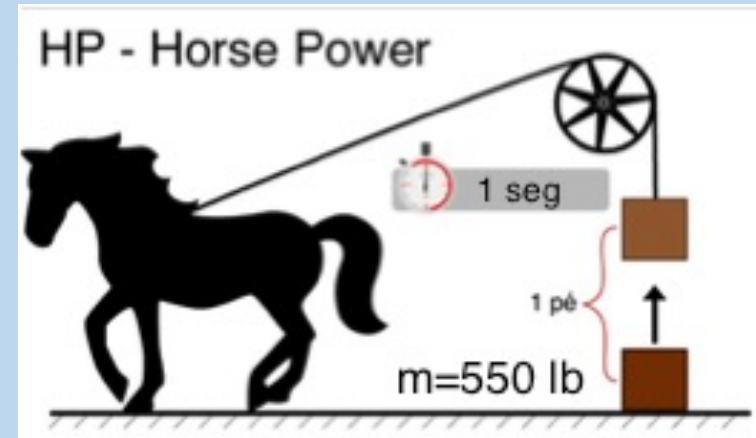
- O **HP** (Horsepower) é uma medida inglesa, estabelecida por James Watt em 1783. Segundo ele verificou, um cavalo poderia elevar uma massa de 550 lb à altura de 1 pé em 1 segundo.

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

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

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

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

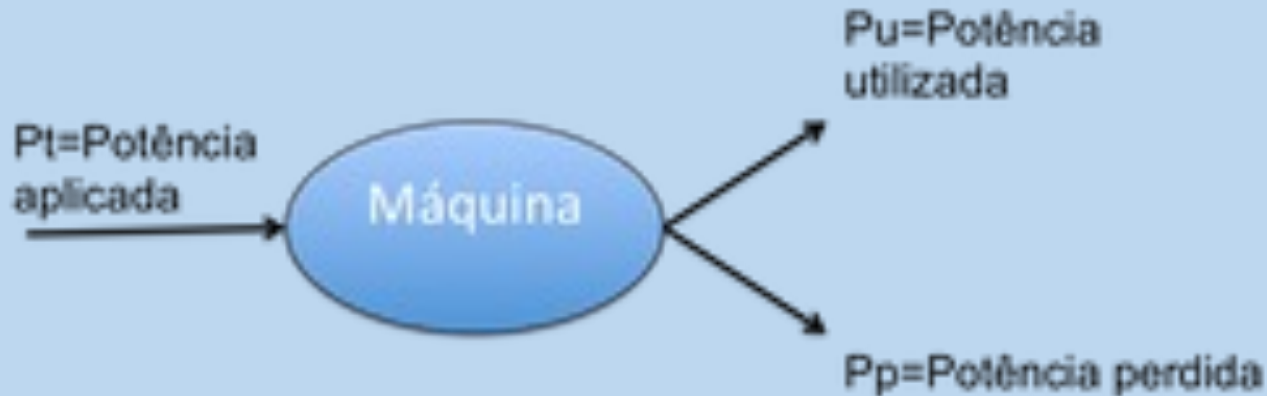


- O Cavalo Vapor foi proposto pelo Instituto Alemão de Normatização (DIN), e definiu o CV como a potência necessária para elevar uma massa de 75 kg a uma velocidade de 1 metro por segundo.

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

Rendimento

- Nem toda potência aplicada é efetivamente utilizada:

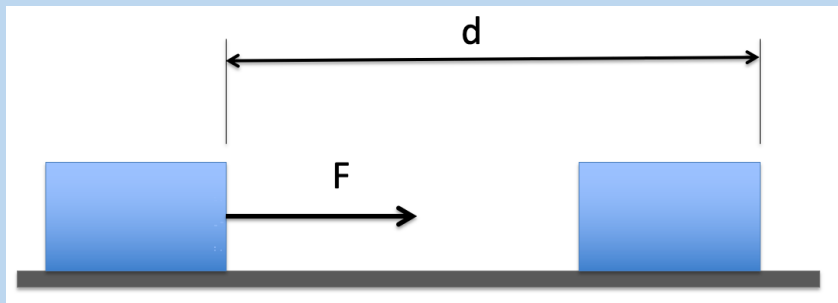


- O rendimento expressa a relação entre o que foi usado e o total aplicado:

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

Exemplo

- Calcular o trabalho realizado para mover um bloco de 100 kg sobre uma superfície plana em velocidade constante numa distância de 15 metros. O coeficiente de atrito cinético é de 0,8. Calcular também a potência considerando que o percurso é feito em 20 s.



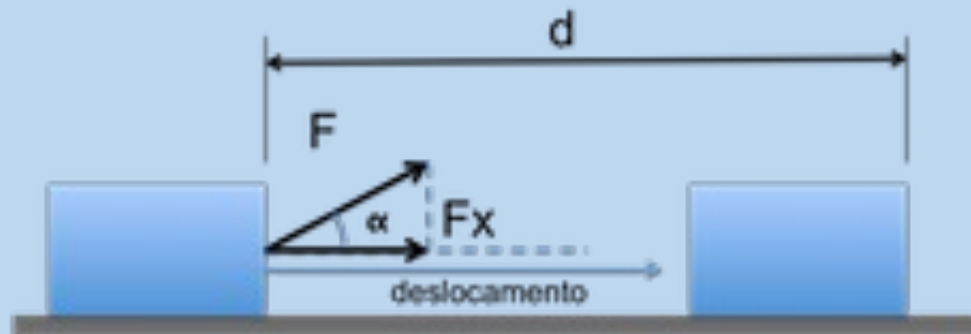
Exemplo

- Para manter um carro a uma velocidade constante de 86 km/h, um motor realiza uma força de 2000 N. Qual a potência do motor em CV?



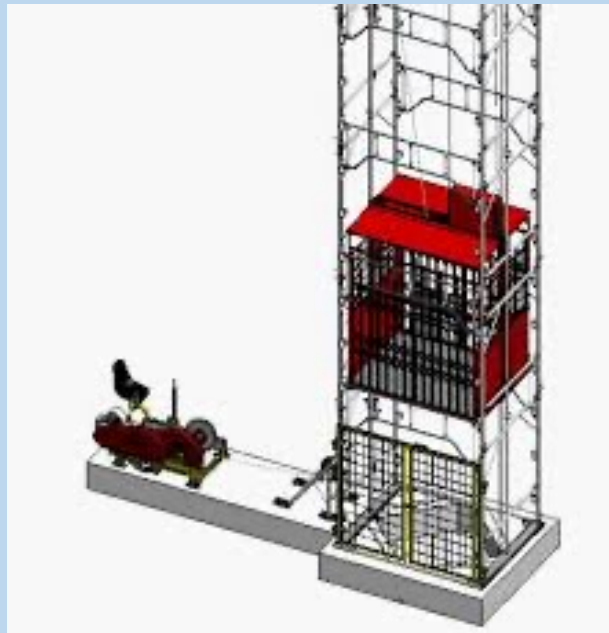
Exemplo

- Um motor de 368 W, aplicando uma força de tração num ângulo de 30° em relação à superfície, desloca um bloco de 90 kg por 20 metros em 10 s, em velocidade constante. Calcule o coeficiente de atrito entre o bloco e a superfície.



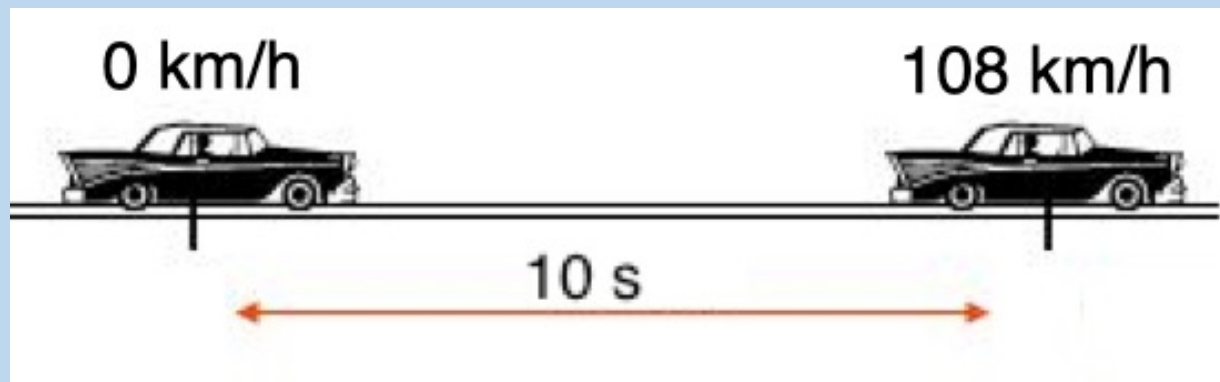
Exemplo

- Em um elevador, um motor de 200 HP nominais, com rendimento de 85% eleva 10 pessoas do solo até o alto de um edifício de 50 metros em 5 segundos. Determine a massa da cabine do elevador sabendo que cada pessoa tem massa de 60 Kg em média.



Exemplo

- Um carro com aproximadamente 1300 kg partindo do repouso atinge 108 km/h em 10 s. Qual foi a potência desenvolvida pelo motor em CV?



Exercícios propostos

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° e o deslocamento é realizado em 5 segundos. Calcule a potência desenvolvida pela força. R.: 20 W
3. Uma pessoa levanta um saco de 60 Kg a uma altura de 1,5 metros em 3,0 segundos. Calcule a potência desenvolvida. R.: $P=294$ W

Ao final dessa aula, você deve ser capaz de:

- Explicar o conceito de trabalho na Física
- Entender como se calcula o trabalho mecânico tanto de uma força constante como de uma força variável
- Aplicar o conceito de trabalho na força elástica e na força peso
- Calcular o trabalho mecânico em várias situações diferentes
- Entender o conceito físico de potência, e sua relação com o trabalho
- Calcular a potência de sistemas mecânicos simples