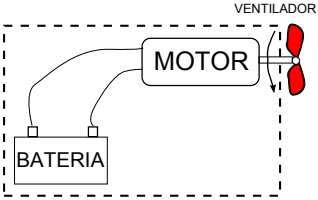
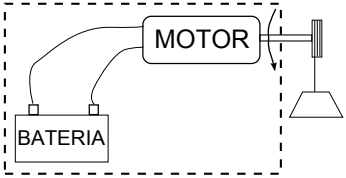
Trabalho e Calor

Formas de transferência de energia. Acontecem na fronteira do sistema.

1 Trabalho (W)

Um sistema realiza trabalho se o único efeito sobre o meio puder ser o levantamento de um peso.





1.1 Convenção de Sinais

- O trabalho é <u>positivo</u> se realizado <u>pelo</u> sistema.
- O trabalho é <u>negativo</u> se realizado <u>sobre</u> o sistema.

A unidade de trabalho (S.I.) é o Joule

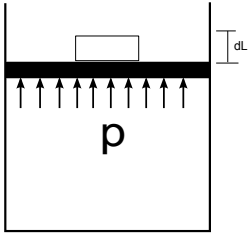
$$1\,\mathrm{J} = 1\,\mathrm{N} \cdot \mathrm{m}$$

Potência ($\dot{W}$)é trabalho realizado por unidade de tempo.

$$\dot{W} = \frac{\delta W}{\mathrm{d}t}$$

A unidade de potência (S.I.) é o Watt $\left[\mathrm{W} = \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{s}}\right]$

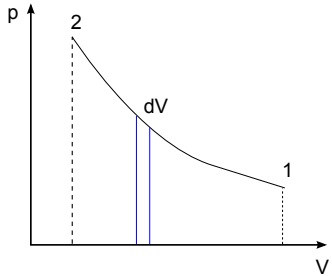
1.2 Trabalho realizado num sistema compressível simples devido ao movimento de fronteira



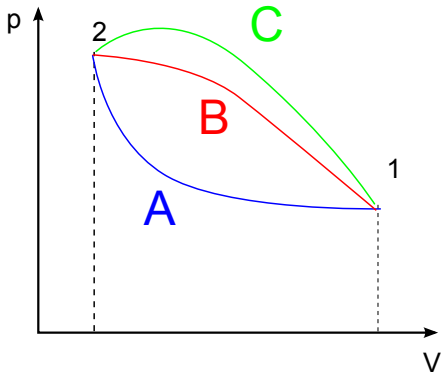
$$\delta W = F\,\mathrm{d}L$$
$$\delta W = p\,A\,\mathrm{d}L$$
$$\delta W = p\,\mathrm{d}\forall$$

Para processo quase estático:

$$_1W_2 = \int_1^2 p\,\mathrm{d}\forall$$



O trabalho ${}_1W_2$ depende do caminho percorrido pelo sistema durante o processo, é uma <u>função de linha</u>. Por essa razão, δW é uma diferencial <u>inexata</u> (daí o símbolo δ).



1.3 Processo politrópico

É aquele para o qual $p\cancel{V}^n = C$ (constante). Neste caso,

$$
{}_1W_2 = \int_1^2 p\,\mathrm{d}\cancel{V} = \int_1^2 \frac{C}{\cancel{V}^n}\,\mathrm{d}\cancel{V} = \begin{cases} C\ln\left(\dfrac{\cancel{V}_2}{\cancel{V}_1}\right) & \text{se } n = 1 \\[2ex] C\left[\dfrac{\cancel{V}^{(1-n)}}{1-n}\right]_1^2 = \dfrac{p_2\cancel{V}_2 - p_1\cancel{V}_1}{1-n} & \text{se } n \neq 1 \end{cases}
$$

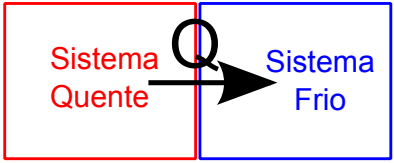
Exercício 1

Um conjunto cilindro–pistão sem atrito contém 5 kg de vapor de refrigerante R-134a a 1000 kPa e 140 °C. O sistema é resfriado a pressão constante, até que o refrigerante apresente título igual a 25%. Calcule ${}_1W_2$.

Exercício 2

Um conjunto cilindro-pistão contém, inicialmente, 0,1 m^3 de um gás a 1 MPa e 500 °C. O gás é expandido isotermicamente até a pressão atingir 100 kPa. Determine o trabalho envolvido neste processo, considerando modelo de gás perfeito.

2 Calor (Q)



Forma de transferência de energia através da fronteira de um sistema, numa dada temperatura, a um outro sistema (ou meio) que apresente uma temperatura inferior, em virtude da diferença entre as temperaturas.

2.1 Convenção de Sinais

- O calor é positivo se transferido ao sistema
- O calor é negativo se transferido do sistema

A unidade (S.I.) de calor é o Joule (J).

Processos que não apresentam transferência de calor são denominados adiabáticos

O calor assim como o trabalho é uma função de linha e sua diferencial é inexata:

$$ {}_1Q_2 = \int_1^2 \delta Q $$

2.2 Modos de Transferência de Calor

Condução, convecção e radiação

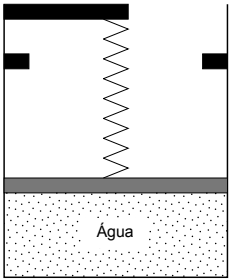
2.3 Semelhanças entre calor e trabalho

(1) Formas de transferência de energia

(2) Interações de fronteira

(3) Funções de linha (dependem do processo) $\Rightarrow$ diferenciais inexatas

Exercício 3



O conjunto cilindro–pistão da figura contém 2 kg de água. O pistão está submetido à ação de uma mola linear e de pressão atmosférica e apresenta massa desprezível. No estado inicial, o volume da câmara é 200 L, a mola toca levemente o pistão de modo que a pressão é igual à atmosférica ($P_0 = 100\,\mathrm{kPa}$). Quando o êmbolo encontra o batente, $V_{\mathrm{cam}} = 800\,\mathrm{L}$ e $T_{\mathrm{H_2O}} = 600\,°\mathrm{C}$. Se a água for aquecida até que sua pressão atinja 1,2 MPa, determine as temperaturas dos estados inicial e final, mostre o processo num diagrama $p - V$ e determine o trabalho realizado pelo sistema.