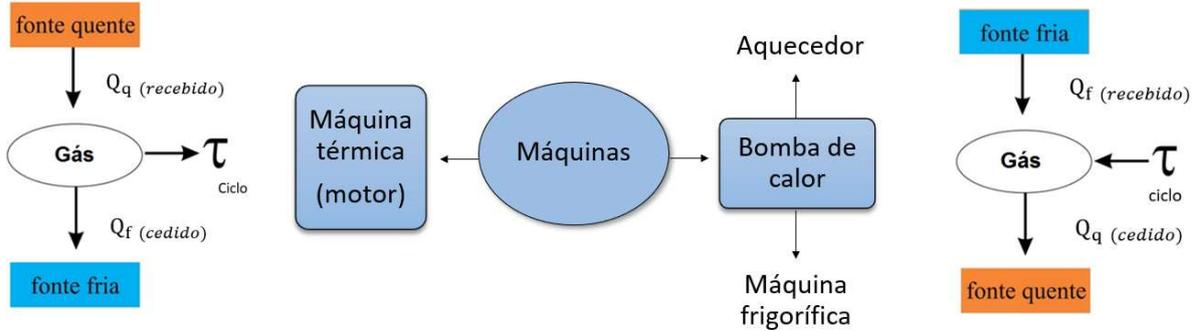


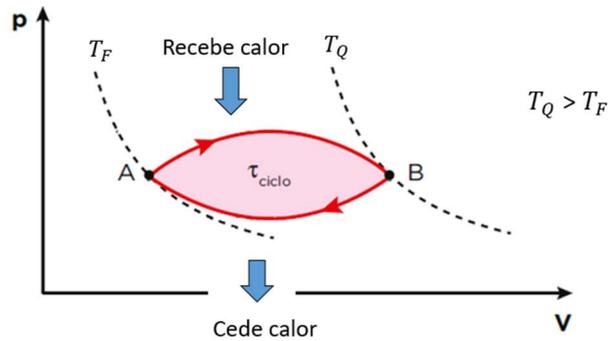
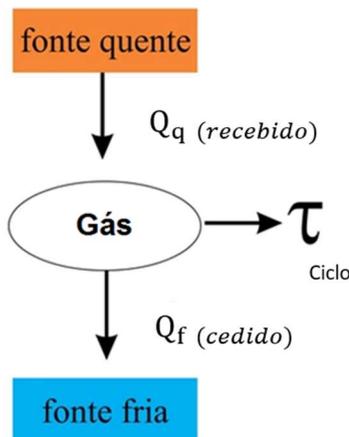
Aulas 17 e 18 – Máquina térmica e máquina frigorífica

1. Máquina térmica (motor) e máquina frigorífica



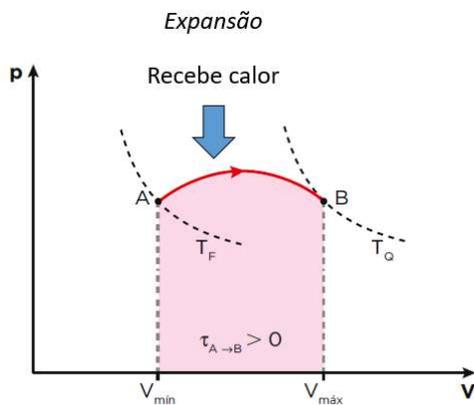
2. Máquina térmica (motor)

Conversão de parte da energia térmica em energia mecânica

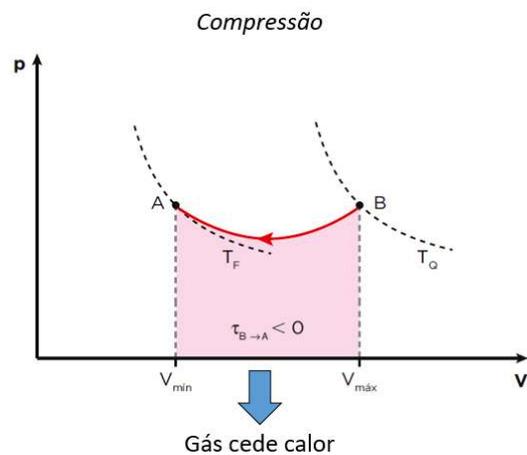


- Ciclo no sentido horário $\rightarrow \tau > 0$
- $\tau_{\text{ciclo}} = \tau_{\text{expansão}} - |\tau_{\text{compressão}}|$
- $Q_{\text{ciclo}} = Q_q (\text{recebido}) - |Q_f (\text{cedido})|$

$$\Delta U_{\text{ciclo}} = 0 \Rightarrow \cancel{\Delta U_{\text{ciclo}}} = Q_{\text{ciclo}} - \tau_{\text{ciclo}} \Rightarrow Q_{\text{ciclo}} = \tau_{\text{ciclo}}$$

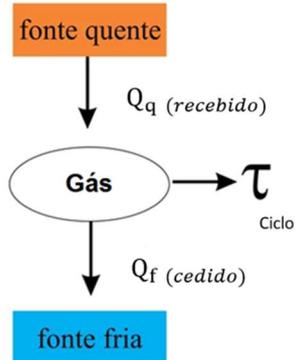


$$\left. \begin{array}{l} \Delta U_{AB} > 0 \\ \tau_{AB} > 0 \\ Q_{AB} > 0 \end{array} \right\} \begin{array}{l} Q_{AB} = \Delta U_{AB} + \tau_{AB} \\ (+) = (+) + (+) \end{array}$$



$$\left. \begin{array}{l} \Delta U_{BA} < 0 \\ \tau_{BA} < 0 \\ Q_{BA} < 0 \end{array} \right\} \begin{array}{l} Q_{BA} = \Delta U_{BA} + \tau_{BA} \\ (-) = (-) + (-) \end{array}$$

2.2 Rendimento de uma máquina térmica (motor)



- Avalia o percentual de calor absorvido pelo gás que é convertido em trabalho.

$$\eta = \frac{\tau_{\text{ciclo}}}{Q_q} = \frac{Q_q - |Q_f|}{Q_q} = 1 - \frac{|Q_f|}{Q_q}$$

$$0 \leq \eta < 1 (100\%)$$

$$Q_q (\text{rec}) = \tau_{\text{ciclo}} + |Q_f (\text{ced})|$$

$$\tau_{\text{ciclo}} = Q_q (\text{rec}) - |Q_f (\text{ced})|$$

- Não existe máquina com rendimento 100%, ou seja, não existe máquina que converta todo o calor absorvido em trabalho útil! Parte do calor sempre é cedido à fonte fria.

2.3 Segunda lei da Termodinâmica

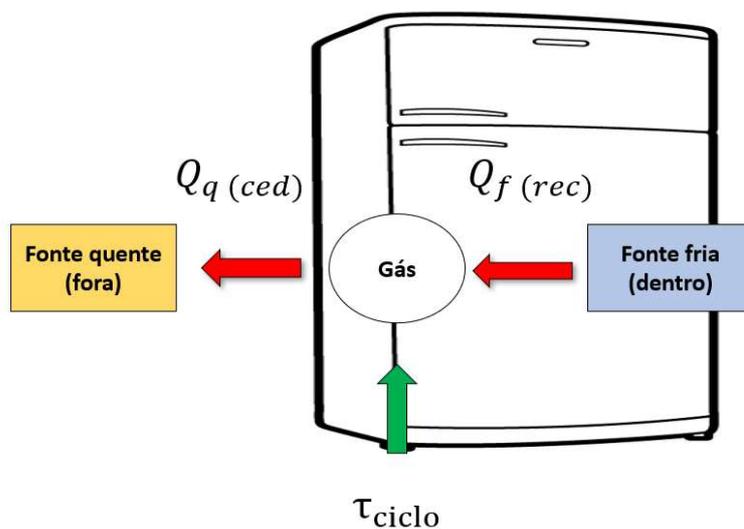
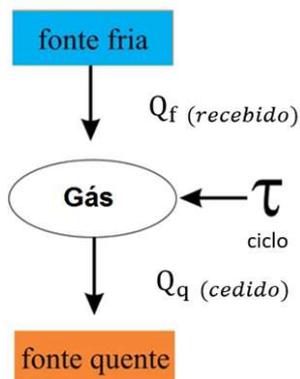
Enunciado de Kelvin-Planck

Não existe máquina térmica que tenha como único efeito receber energia térmica de uma fonte quente e convertê-la integralmente energia mecânica.

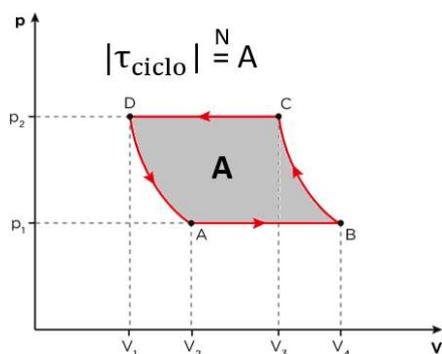
Interpretação: não existe um motor com rendimento 100%.

3. Máquina frigorífica

Conversão de Energia Mecânica em Energia Térmica



$$|Q_q (\text{ced})| = |\tau_{\text{ciclo}}| + Q_f (\text{rec})$$



- $\tau_{\text{ciclo}} < 0$ (sentido anti-horário)

Eficiência térmica

$$e = \frac{Q_{\text{fria}}}{|\tau_{\text{ciclo}}|}$$

e pode ser maior do que 1