

→ Sistema → Aquilo que se quer estudar + fronteira + vizinhança.

- ↳ aberto: permite troca de energia e matéria c/ vizinhança
- ↳ fechado: permite apenas troca de energia
- ↳ isolado: não interage com a vizinhança.

→ Sistema Termodinâmico é definido por variáveis de Estado.

↳ Sistema hidrostático simples: Pressão (P); Volume (V); Temperatura (T)

↳ Gás ideal → Equação de Clapeyron: $PV = nRT$

↳ Gás real → Equação de Van der Waals: $(P + \frac{a}{V^2}) \cdot (V - b) = RT$

onde: a → representa a relação entre as forças intermoleculares
 b → representa o volume intermolecular.

→ Lei Zero da Termodinâmica: As variáveis que representam um sistema termodinâmico são medidas e definidas em equilíbrio (quase-estático). Se um sistema A está em equilíbrio térmico com um sistema B (mesma Temp.) e o sistema B se encontra em equilíbrio térmico com um sistema C, logo o sistema A está a mesma Temperatura do sistema C.

Podemos definir Temperatura como sendo uma propriedade dos sistemas termodinâmicos para quantificar as noções de quente e frio, a partir de uma escala padrão de referência.

Recentemente, o prof. Dr. Fábio S. Lima do IF da UNB, publicou em Julho de 2014 um artigo no *Journal European Physics*, onde desenvolve uma equação para medir o Tempo para que dois sistemas termodinâmicos entrem em equilíbrio térmico, chamada equação de Termodização. Espera-se em breve que se possa construir, por exemplo, termômetros com melhor acurácia a partir desse Trabalho.

→ 1ª Lei da Termodinâmica: Representa o Princípio da Conservação de energia para os sistemas termodinâmicos.

Forma Integral: $Q = W + \Delta U$, onde: ΔU = Variação de energia interna do gás, intimamente ligado a Temperatura do Sistema Termodinâmico, Q = calor Trocado com a vizinhança e W = Trabalho realizado pelo sistema.

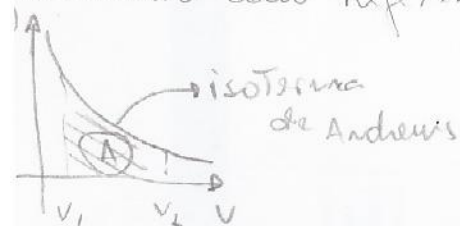
forma diferencial: $dQ = dW + dU$, onde: dU é uma função de estado do sistema, depende da Temperatura e é uma diferencial exata, dQ e dW são diferenciais inexatas, dependem do caminho e de que forma interagem com a vizinhança.

→ Cálculo de W numa Transformação isotérmica para um gás ideal:

$$\int_{V_1}^{V_2} P dV \Rightarrow \int_{V_1}^{V_2} \frac{nRT}{V} dV \Rightarrow nRT \int_{V_1}^{V_2} \frac{1}{V} dV \Rightarrow RT \ln|V| \Big|_{V_1}^{V_2} \Rightarrow nRT (\ln V_2 - \ln V_1) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow W = nRT \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right), \quad \begin{array}{l} \text{se } V_2 > V_1 \rightarrow \text{Trabalho realizado pelo gás (expansão)} \\ \text{se } V_2 < V_1 \rightarrow \text{Trabalho realizado sobre o gás (compressão)} \end{array}$$

adotando como referência, o + W quando realizado pelo gás.



$$W \cong (A)$$

numa expansão isotérmica

→ Cálculo do Trabalho realizado por um gás real $\Rightarrow \left(P + \frac{a}{V^2}\right) \cdot (V-b) = RT$

$$P + \frac{a}{V^2} = \frac{RT}{V-b} \Rightarrow \left[P = \frac{RT}{V-b} - \frac{a}{V^2} \right] \Rightarrow W = \int_{V_1}^{V_2} P dV \Rightarrow W = \int_{V_1}^{V_2} \left(\frac{RT}{V-b} - \frac{a}{V^2} \right) dV$$

$$\Rightarrow W = \int_{V_1}^{V_2} \frac{RT}{V-b} dV - \int_{V_1}^{V_2} \frac{a}{V^2} dV \Rightarrow W = RT \int_{V_1}^{V_2} \frac{1}{V-b} dV - a \int_{V_1}^{V_2} \frac{1}{V^2} dV \Rightarrow$$

$$W = RT \left[\ln(V-b) \Big|_{V_1}^{V_2} \right] - \left(-a \left(\frac{1}{V} \right) \Big|_{V_1}^{V_2} \right) \Rightarrow W = RT \ln\left(\frac{V_2-b}{V_1-b}\right) + a \left(\frac{1}{V_2} - \frac{1}{V_1} \right)$$

→ Numa Transformação adiabática $W = -\Delta U$

→ numa Transformação isovolumétrica $W = 0$

→ numa Transformação isobárica $W = \int_{V_1}^{V_2} P dV$

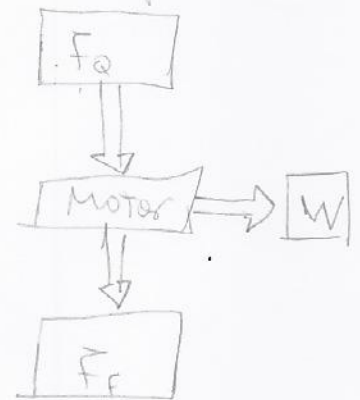
gás ideal

2ª Lei da Termodinâmica: Como a 1ª Lei trata da conversão entre calor e Trabalho, a 2ª Lei coloca um limite para realizar Trabalho a partir do calor recebido pelo sistema Termodinâmico. ③

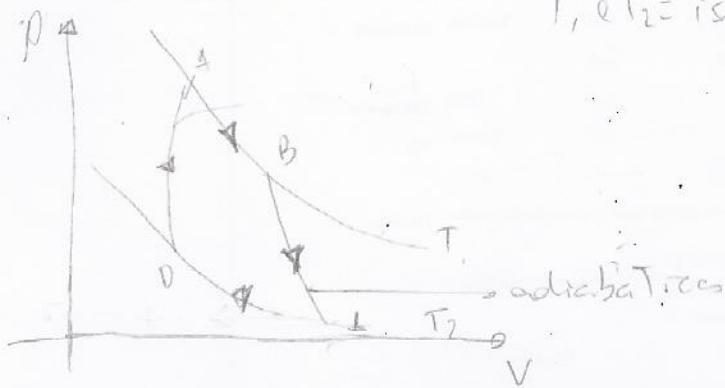
Enunciado Kelvin-Planck: É impossível realizar um processo cíclico cujo único efeito seja converter 100% do calor recebido em Trabalho.
(Serve para máquinas Térmicas)

Enunciado Clausius: É impossível realizar um processo cíclico cujo único efeito seja transferir calor de um corpo frio para um corpo quente.
(Serve para refrigeradores)

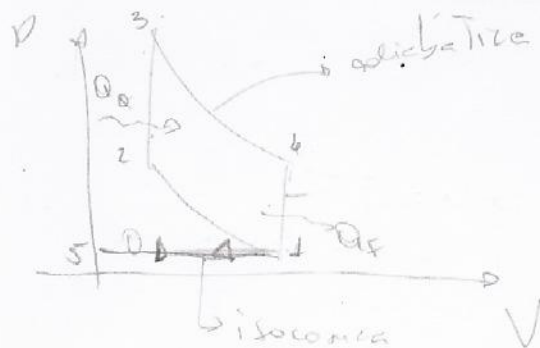
Rendimento de Uma Máquina Térmica: $\eta = \frac{Q}{W}$



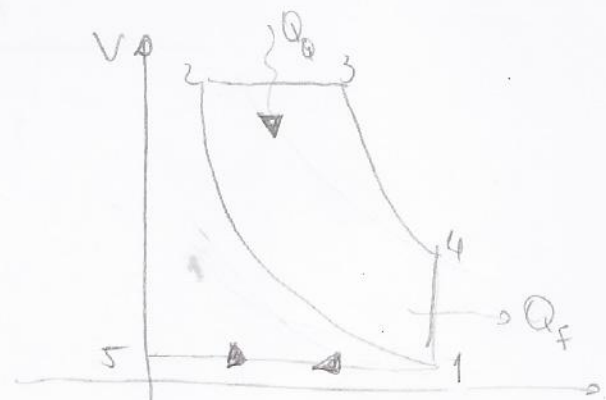
Ciclo de Carnot → maior rendimento de uma máquina Térmica.
 T_1 e T_2 = isotermas.



Ciclo de Otto:



Ciclo de Diesel



Qate 1 →

3ª Lei da Termodinâmica: É impossível alcançar a Temperatura do zero absoluto através de um processo Termodinâmico composto de um número finito de passos.