

Física 3

(1/2015)

Máquinas Térmicas

Aula 14

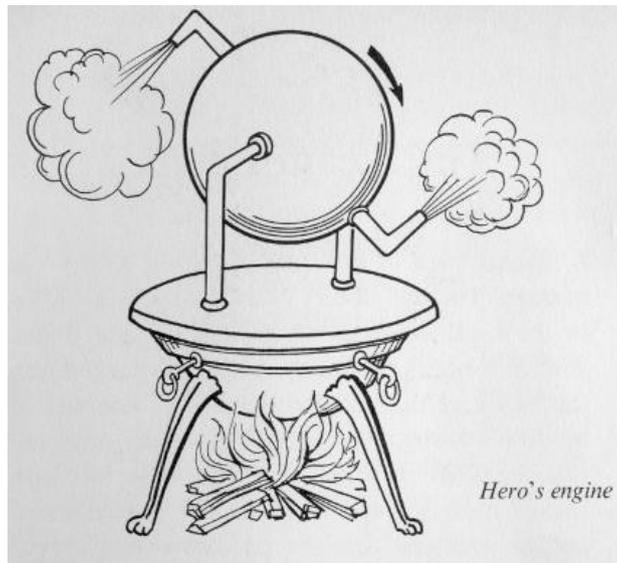
Carlos Eduardo Souza (Cadu)
carlooseduardosouza@id.uff.br

Site: cursos.if.uff.br/fisica3-0115/

Teoria Cinética dos Gases

Conexão Micro-Macro

Uma máquina Térmica é um dispositivo que opera em ciclos convertendo calor em trabalho útil.



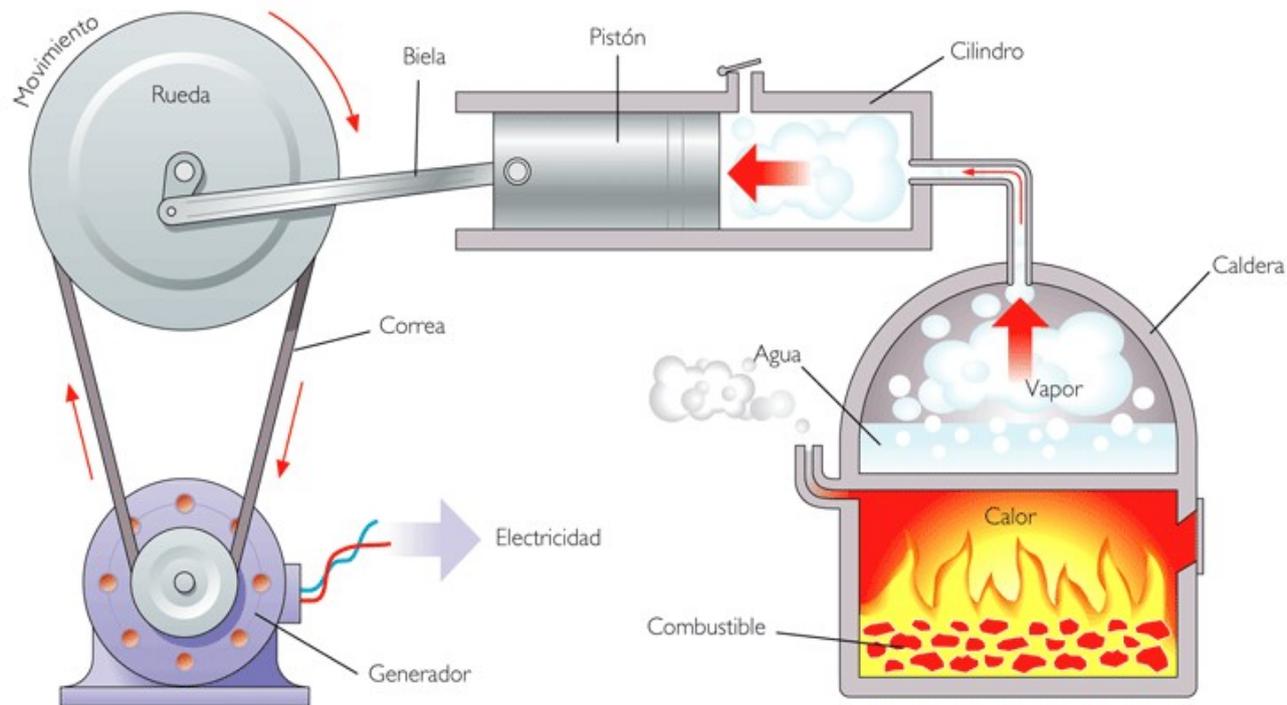
→ Necessita de dois reservatórios térmicos e de um fluido de trabalho

Ver vídeo → https://www.youtube.com/watch?v=u2CbJNz_fFM

Teoria Cinética dos Gases

Conexão Micro-Macro

Exemplo: Usina a vapor



Teoria Cinética dos Gases

Conexão Micro-Macro

Transformando Calor em Trabalho

Com a nova definição de trabalho, a 1ª Lei da Termodinâmica fica

$$Q = W^{\text{pelo}} + \Delta E^{\text{tér}}m$$

Em um ciclo: $\Delta E^{\text{tér}}m = 0 \rightarrow Q^{\text{ciclo}} = W^{\text{pelo}} = W^{\text{útil}}$

$$\rightarrow Q^{\text{ciclo}} = Q^{\text{entra}} - Q^{\text{sai}}$$

Teoria Cinética dos Gases

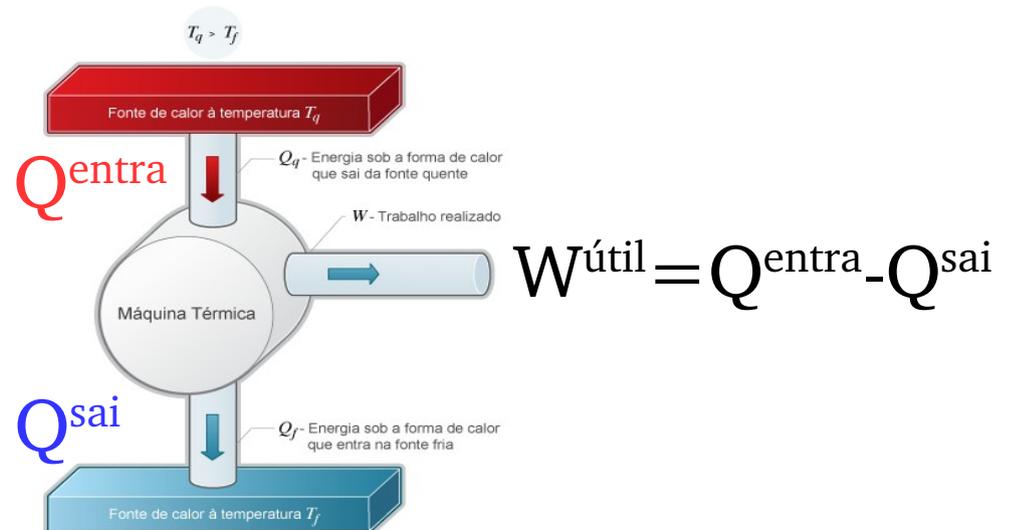
Conexão Micro-Macro

Transformando Calor em Trabalho

Na prática, gostaríamos de que a máquina térmica realizássemos a máxima quantidade de trabalho com a mínima quantidade de calor...

Rendimento térmico

$$\eta = W^{\text{útil}} / Q^{\text{entra}}$$



Teoria Cinética dos Gases

Conexão Micro-Macro

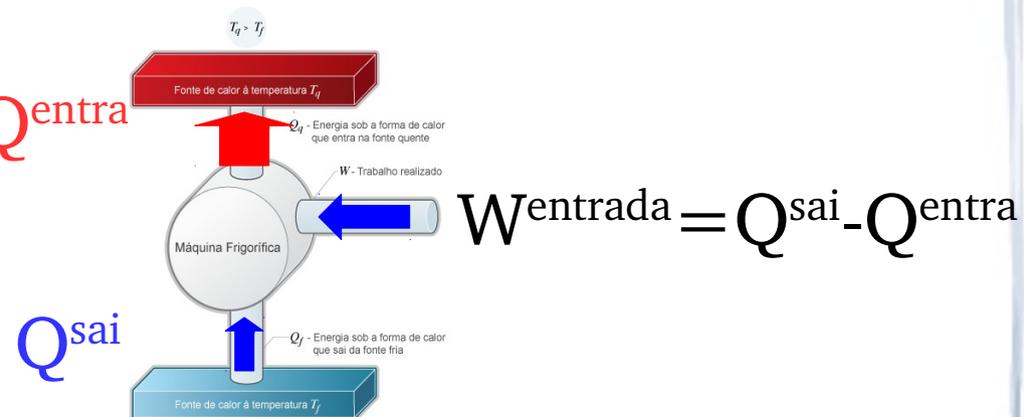
Transformando Calor em Trabalho

Refrigerador

Na prática, gostaríamos de que o refrigerador retirasse o máximo de calor do reservatório frio com o mínimo de trabalho...

Coeficiente de desempenho Q_{entra}

$$K = Q^{sai} / W^{entrada}$$



Física 3

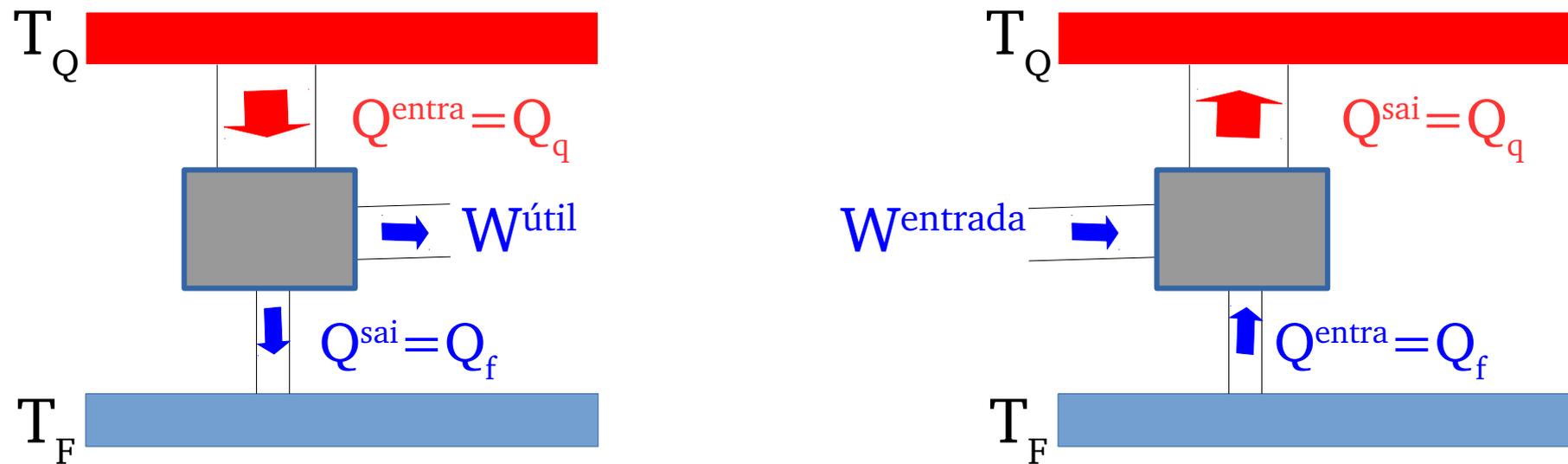
Teste Conceitual - 6

6- Um inventor sugere que uma casa pode ser aquecida por meio de um refrigerador que extrai calor do ambiente exterior e rejeita calor para dentro de casa. Ele afirma que a energia fornecida para a casa em forma de calor pode exceder o trabalho necessário para fazer o refrigerador funcionar. Isto

- A) é impossível pela primeira lei da termodinâmica.
- B) é impossível pela segunda lei da termodinâmica.
- C) isto seria possível somente se a temperatura exterior fosse igual a temperatura interior.
- D) é possível.

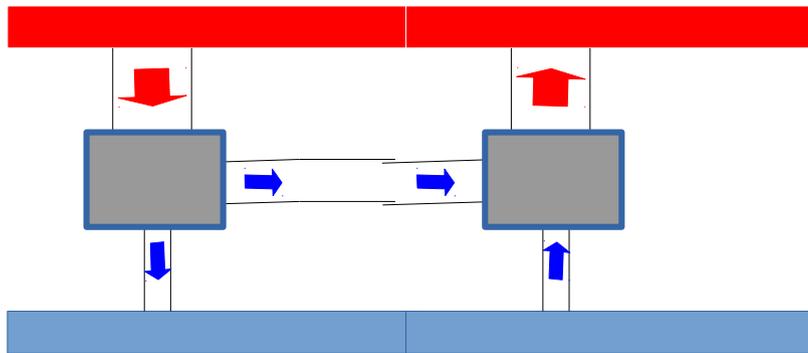
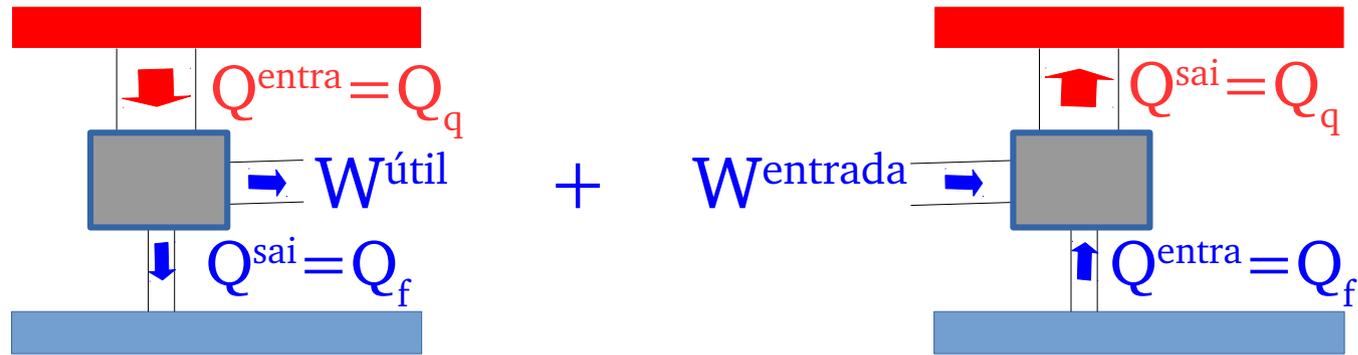
A 2ª Lei da Termodinâmica proíbe a construção de máquinas térmicas perfeitas. Contudo, qual a Máquina Térmica mais eficiente – entre reservatórios T_Q e T_F - que podemos construir?

Máquina Térmica Perfeitamente Reversível

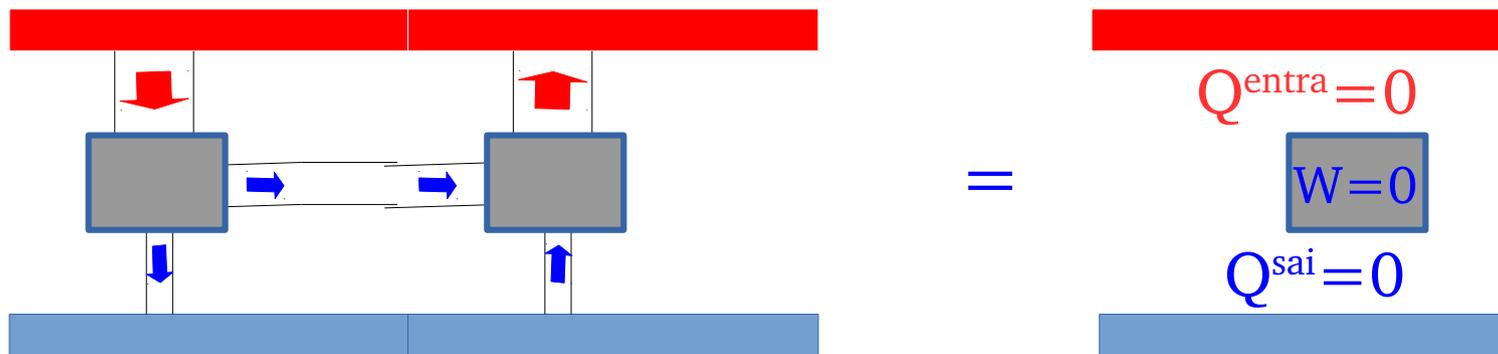
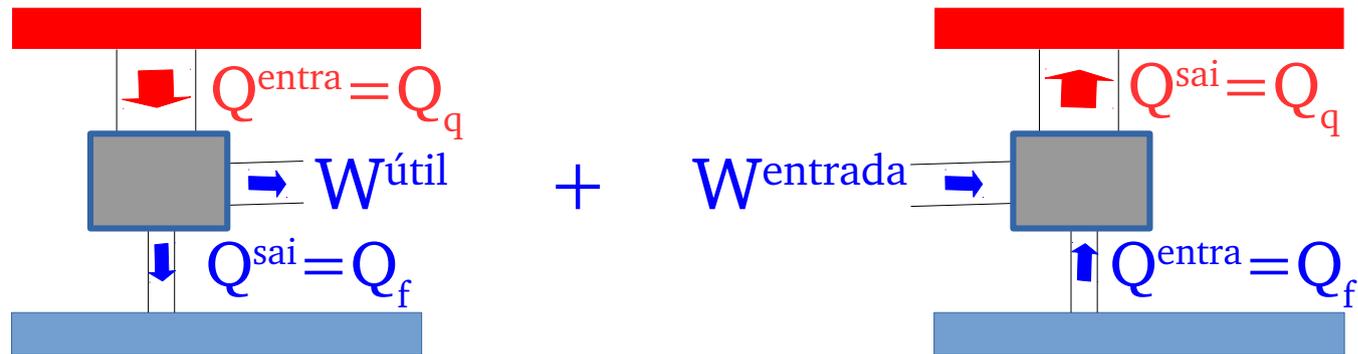


Um dispositivo que possa ser operado como uma máquina térmica ou como um refrigerador entre os mesmos reservatórios, efetuando as mesmas transferências de energia, apenas em sentido inverso.

Máquina Térmica Perfeitamente Reversível



Máquina Térmica Perfeitamente Reversível



Máquina Térmica Perfeitamente Reversível

→ Nenhuma Máquina Térmica pode ser mais eficiente que uma Máquina Térmica Perfeitamente Reversível.

Máquina Térmica Perfeitamente Reversível

Em teoria, uma Máq. Térm. Perfeitamente Reversível deve satisfazer:

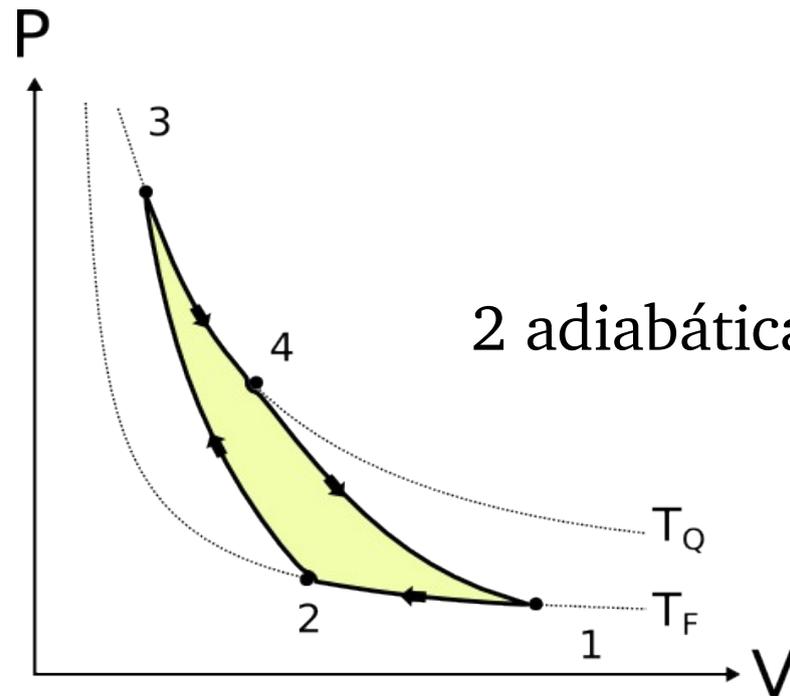
- Interações Mecânicas com $Q=0$ e sem atrito
- Transições Isotérmicas ($\Delta E^{\text{term}}=0$)

A Máq. Térm. Perfeitamente Reversível é conhecida como
Máquina de Carnot

OBS: O conceito de Máquina Térmica Perfeitamente Reversível ou Ciclo de Carnot independe da substância de trabalho.

OBS: O conceito de Máquina Térmica Perfeitamente Reversível ou Ciclo de Carnot independe da substância de trabalho.

Máquina Térmica Perfeitamente Reversível - Ciclo de Carnot



2 adiabáticas e 2 isothermas

$$\eta_{\text{Carnot}} = 1 - T_F / T_Q$$

Problema: O ciclo mostrado representa o ciclo do motor a Diesel que possui uma razão de compressão $r = V_{\text{máx}} / V_{\text{mín}} = 10$. O motor opera com ar diatômico ($\gamma = 1,40$) a $20^\circ\text{C} = 293\text{K}$ e pressão de $1,0\text{atm}$. A quantidade de combustível injetada em um ciclo têm calor de combustão de 357J .

A) Determine P, V e T nos quatro vértices.

B) Quais são os Q^{ent} e Q^{sai} ?

B) Qual o trabalho resultante em um ciclo?

C) Qual o rendimento térmico?

D) Quais as temperaturas dos reservatórios Q e F?

E) Qual a maior eficiência que poderia ser atingida por um motor de Carnot que opera entre os mesmos reservatórios?

F) o dispositivo operando em sentido invertido é um refrigerador?

