

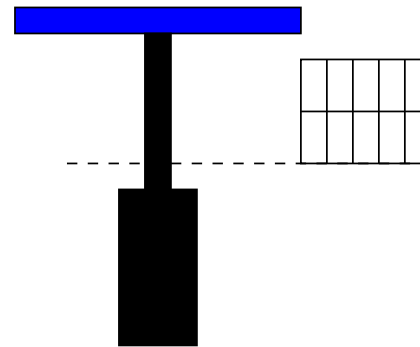
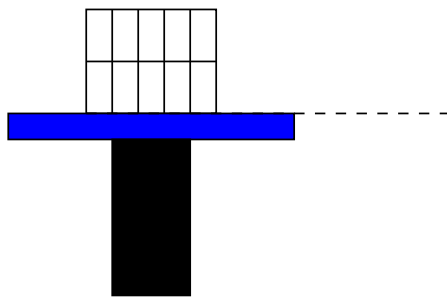
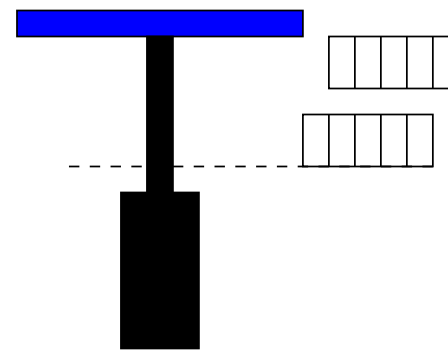
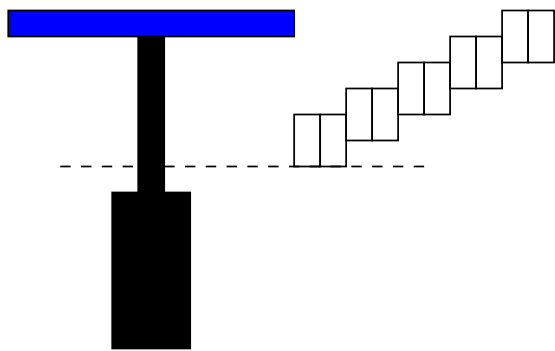
Tema III.- Segundo Principio

Esquema del tema

- **Lección 8 Reversibilidad y segundo principio de la Termodinámica**
Introducción. Concepto de reversibilidad. Motores térmicos. Segundo principio de la termodinámica.
- **Lección 9 Ciclo de Carnot**
Ciclo de Carnot. Teorema de Carnot. Escala absoluta de temperatura. Aplicaciones.
- **Lección 10 Entropía**
Irreversibilidad. Teorema de Clausius. Definición de Entropía. Potenciales Termodinámicos. Variación de entropía en un gas ideal. Diagramas TS. Aplicaciones. Entropía y desorden.

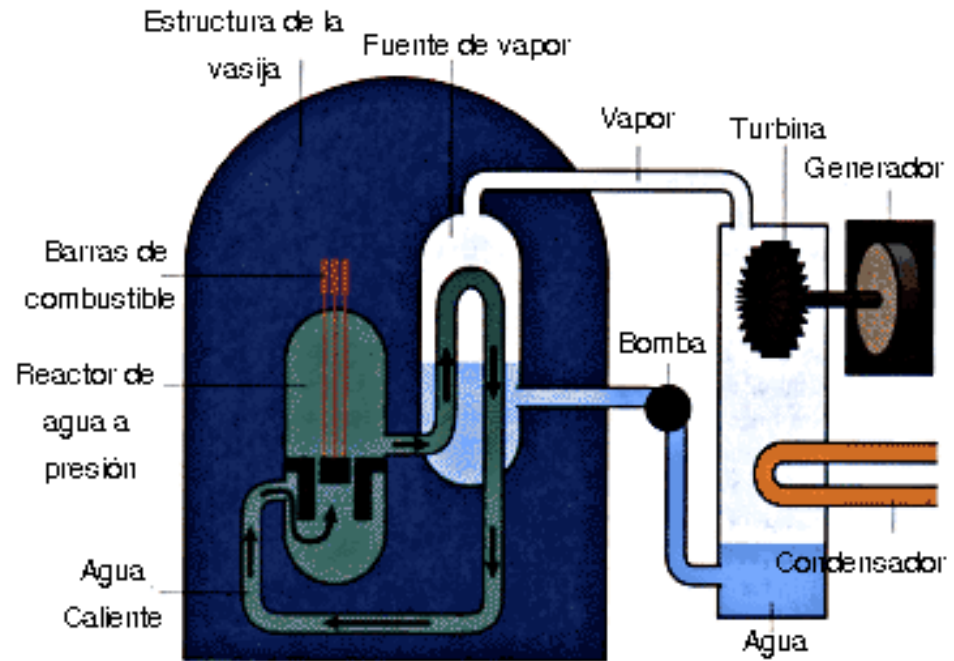
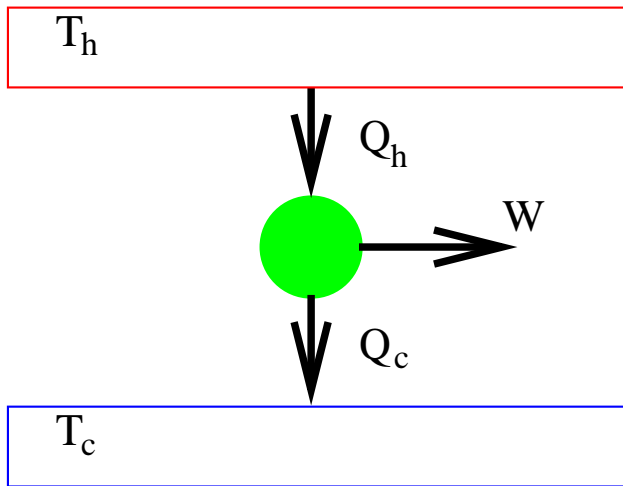
Procesos reversibles

Reversibilidad / Irreversibilidad



Máquinas térmicas

Esquema simplificado
de un motor térmico

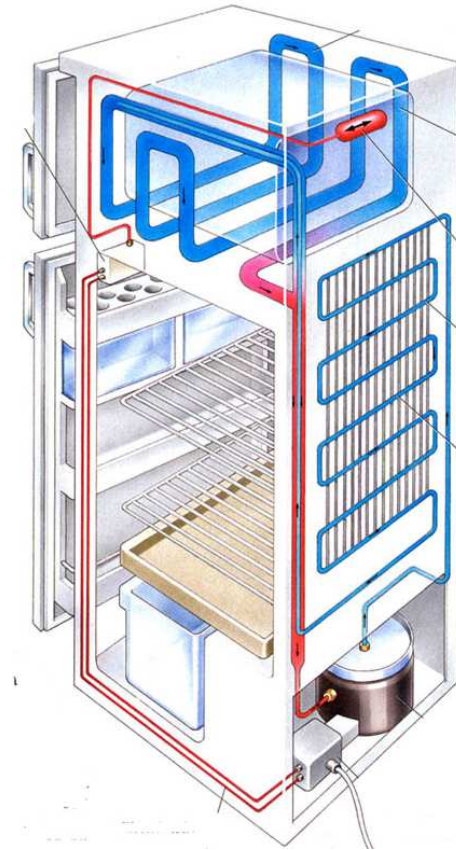
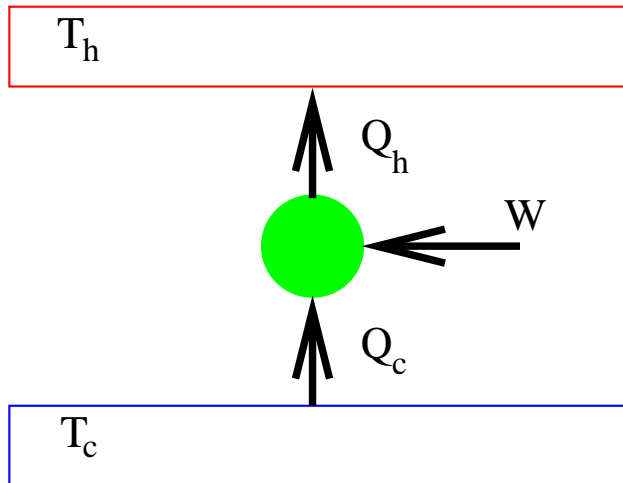


$$\eta = \frac{W}{Q_h}$$

$$\eta = 1 - \left| \frac{Q_c}{Q_h} \right|$$

Máquinas frigoríficas

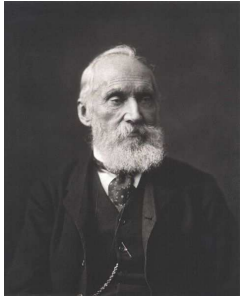
Esquema simplificado de una máquina frigorífica



$$K = \frac{Q_c}{|W|}$$

$$\eta = \frac{Q_c}{|Q_h + Q_c|}$$

Segundo principio



Enunciado de Kelvin-Planck



Es imposible que un sistema efectúe un proceso en el que su **único resultado final** sea absorber calor de un foco a temperatura uniforme y convertirlo **por completo** en trabajo mecánico.

Segundo principio



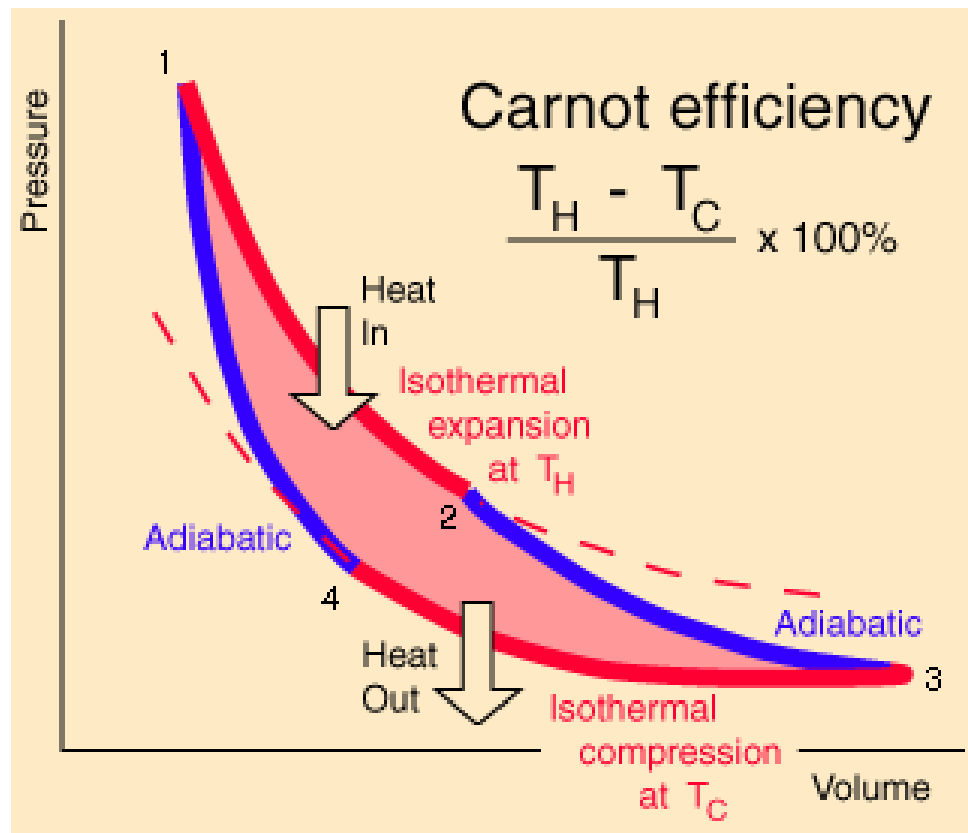
Enunciado de Clausius



Es imposible que un sistema efectúe un proceso en el que su **único resultado final** sea la transferencia de calor desde un foco térmico a temperatura uniforme hasta otro foco térmico a mayor temperatura.

Ciclo de Carnot

Sadi Carnot (1796–1832)



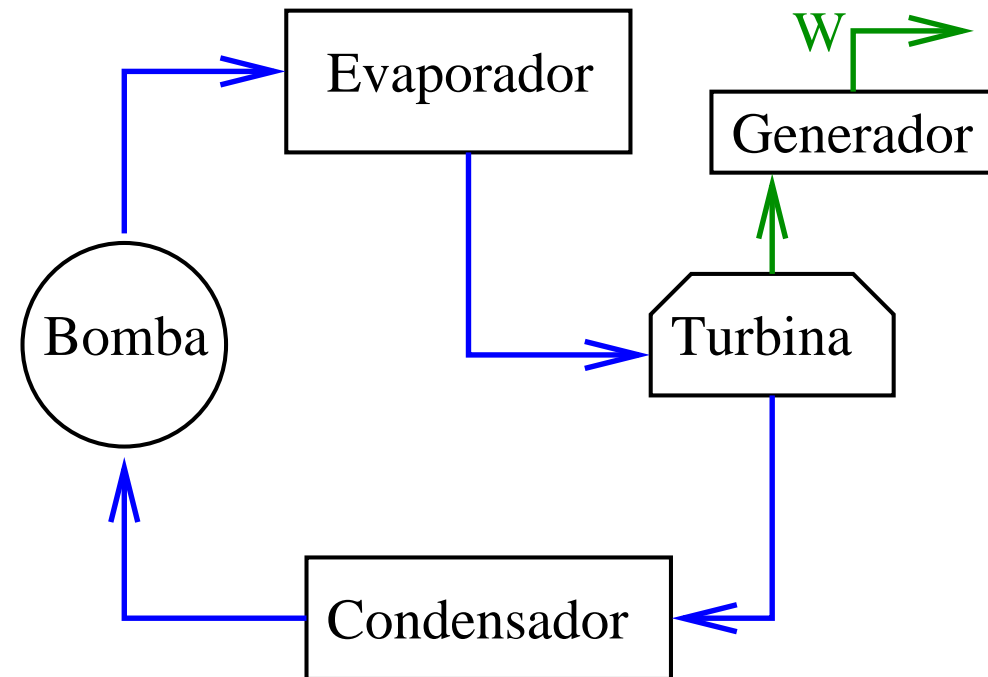
Tomado de <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/hph.html#hph>

Ejemplo práctico

Planta generadora de energía



- $P = 900 \text{ MW}$
- $T_h = 290^\circ\text{C}$
- $T_c = 38^\circ\text{C}$
- $\eta = 45\%$
- $\eta_{real} = 30\%$



Entropía

Función de estado entropía (S)



Desigualdad de Clausius

$$\oint \frac{\delta Q}{T} \leq 0$$

Definición

$$dS = \frac{\delta Q_{rev}}{T} \quad [\text{J/K}]$$

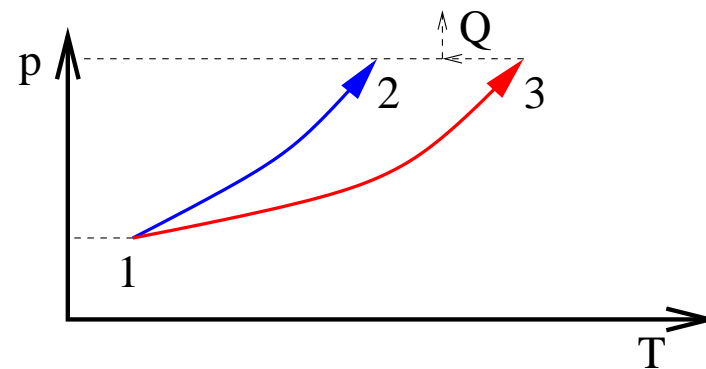
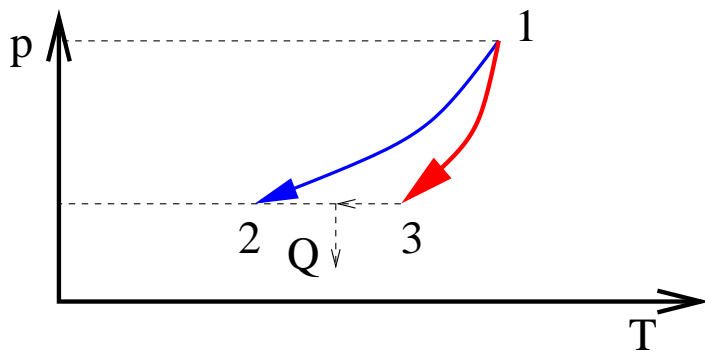
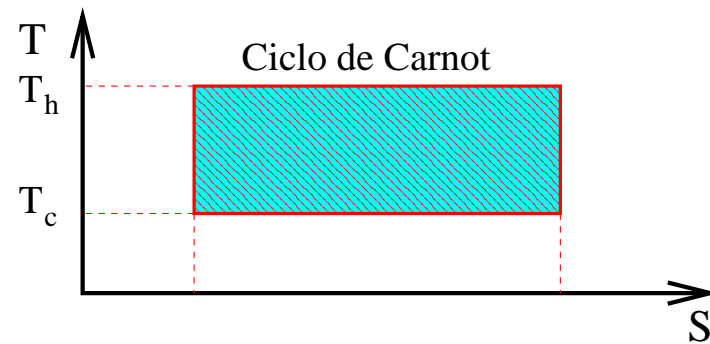
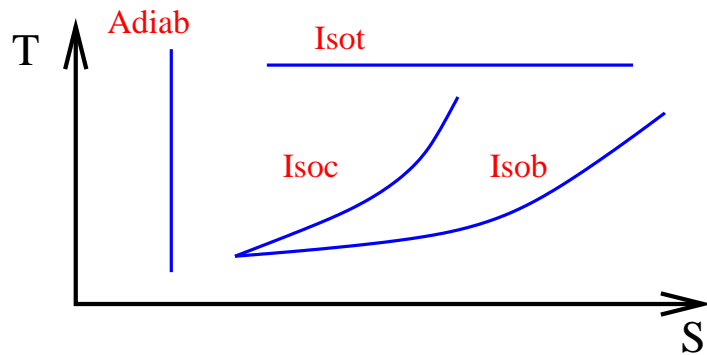
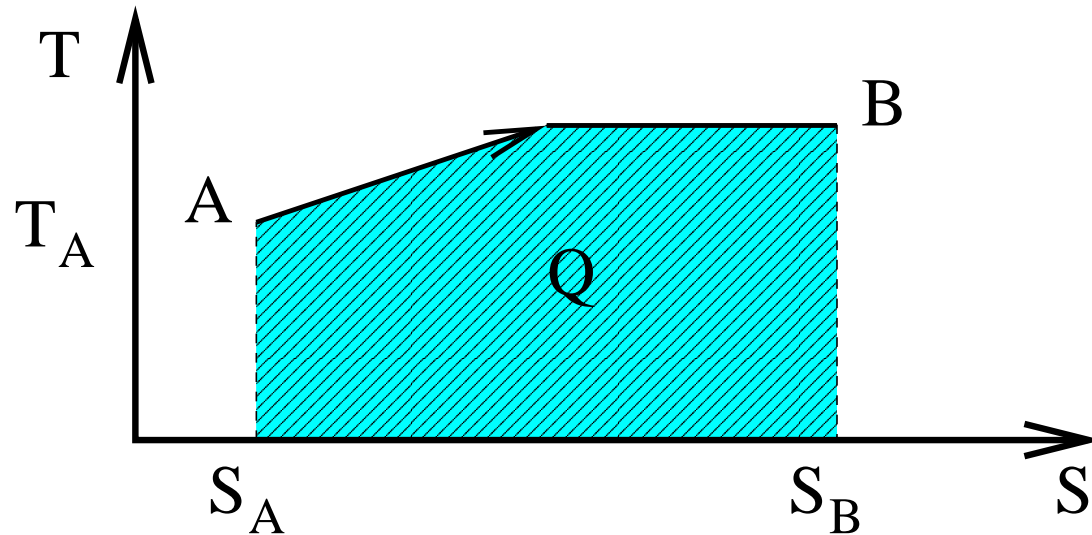


Diagrama TS

Diagrama TS o entrópico



Entropía y desorden

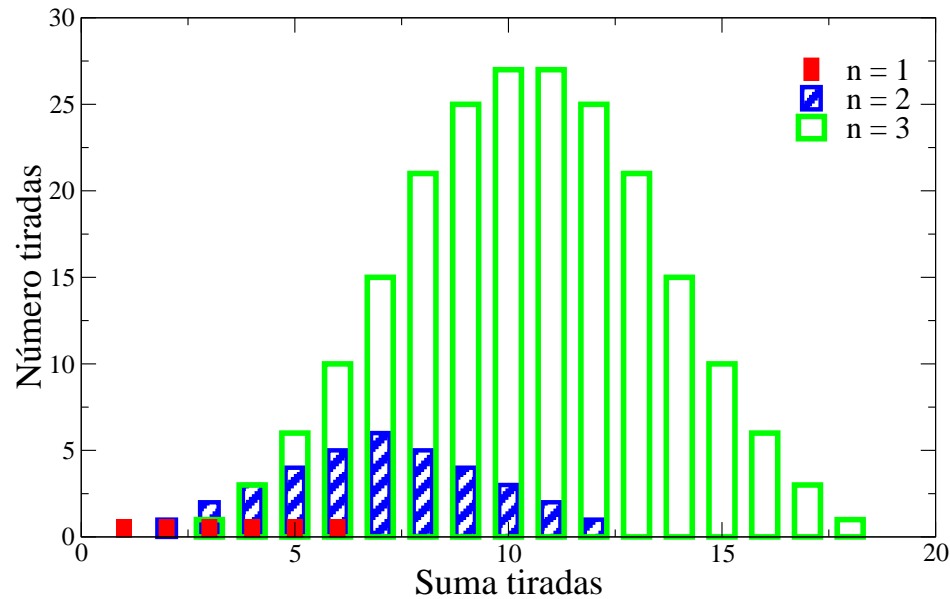


$$S = k \ln(\Omega)$$

$$k = \frac{R}{N_A}$$

Estado microscópico: Tirada

Estado macroscópico: Suma



Bibliografía

- F.W. Sears, M. W. Zemansky, H. D. Young y R. A. Freedman. [Física Universitaria](#). Vol. I. Addison-Wesley Iberoamericana, 2004.
- H.C. van Ness. [Understanding Thermodynamics](#). Dover (New York), 1969.
- Len Fisher, [How to dunk a doughnut](#), Phoenix, 2002.
- (**) M.W. Zemansky y R.H. Dittman. [Calor y Termodinámica](#). McGraw-Hill (México), 1984.
- Enrico Fermi, [Thermodynamics](#). Dover (N.Y.), 1956.
- J.M.R. Parrondo. [Ruletas, monedas y entropía](#), *Investigación y Ciencia*, noviembre 2002.
- W. Bürger. [Móvil perpetuo](#), *Investigación y Ciencia*, agosto 2002.
- J.M. Courty y E. Kierlik. [El calor que viene del frío](#), *Investigación y Ciencia*, enero 2007.
- (**) A. Narasinhham, *Phys. Educ.* 35 178 (2000).