

Clase 8

13/02/2013

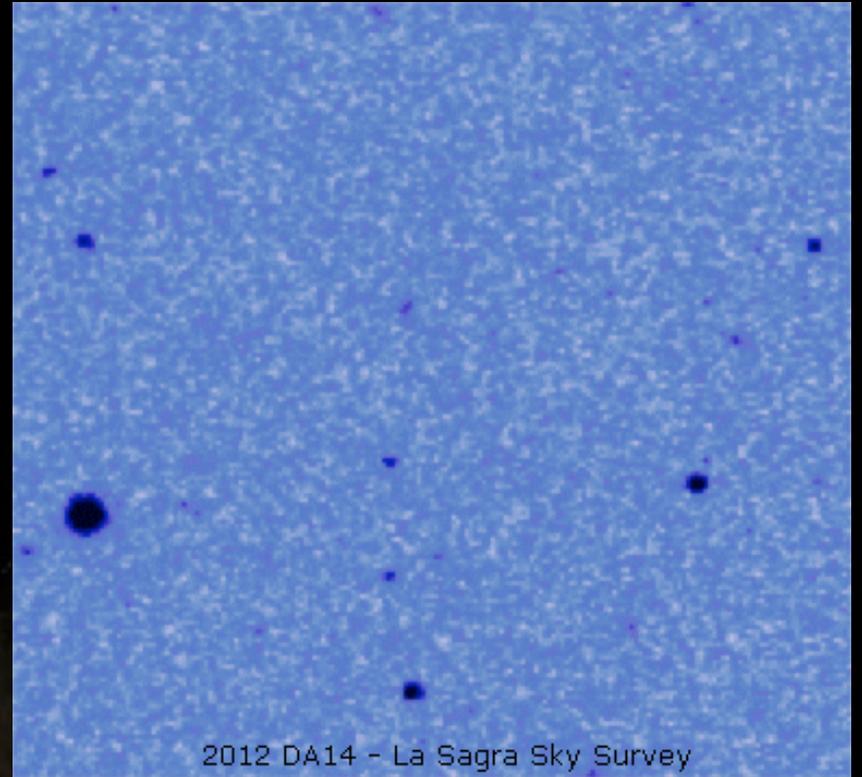
Lecturas 20.5 - 20.7

HEMOS VISTO ...

Para hallar el cambio de entropía para un proceso irreversible que ocurre en un sistema cerrado, sustituyase ese proceso por cualquier proceso reversible que conecte los estados inicial y final. Calcule el cambio de entropía para este procesos reversible con la ecuación

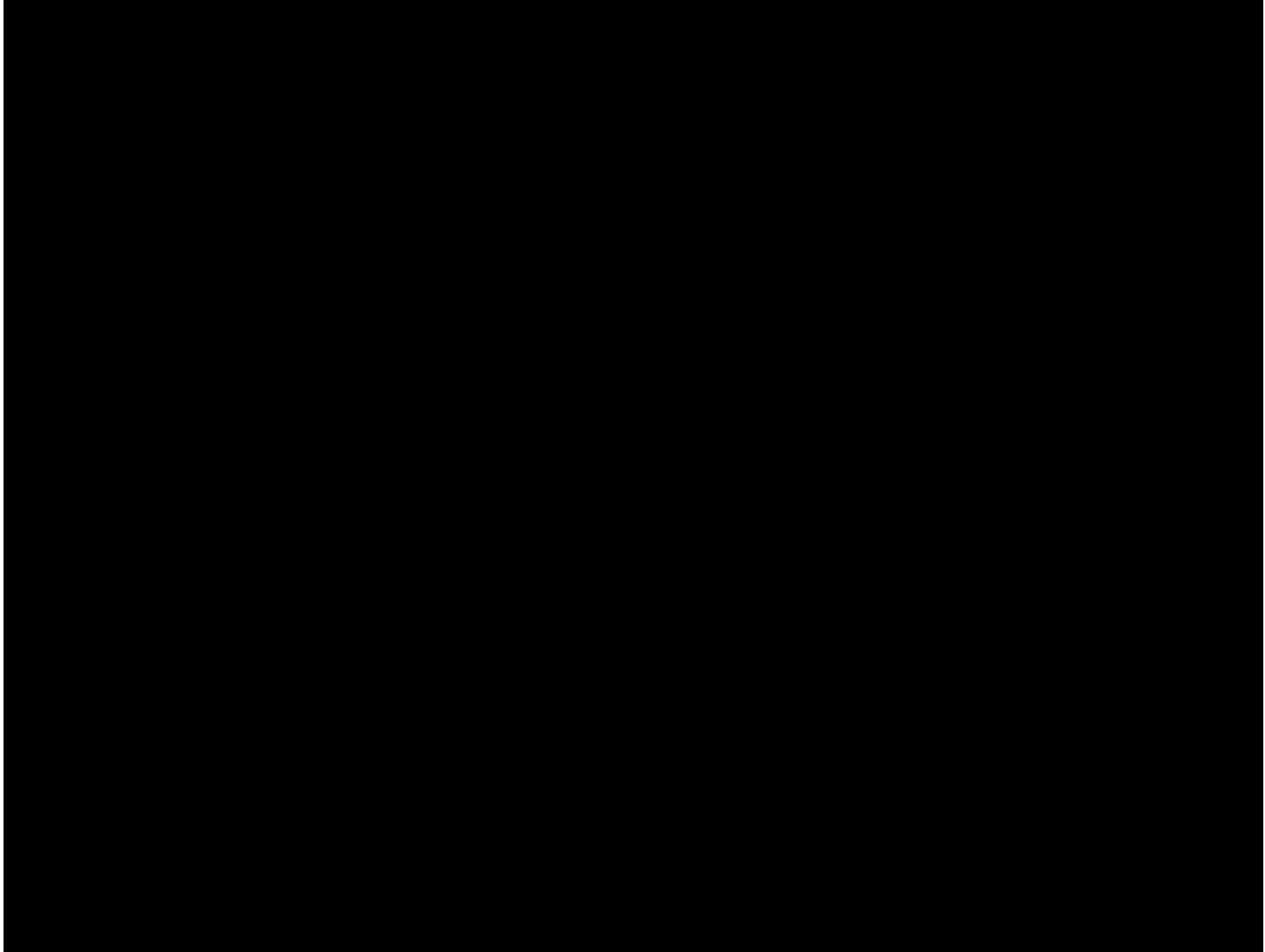
$$\Delta S = S_f - S_i = \int_i^f \frac{dQ}{T}$$

Asteroide 2012DA14

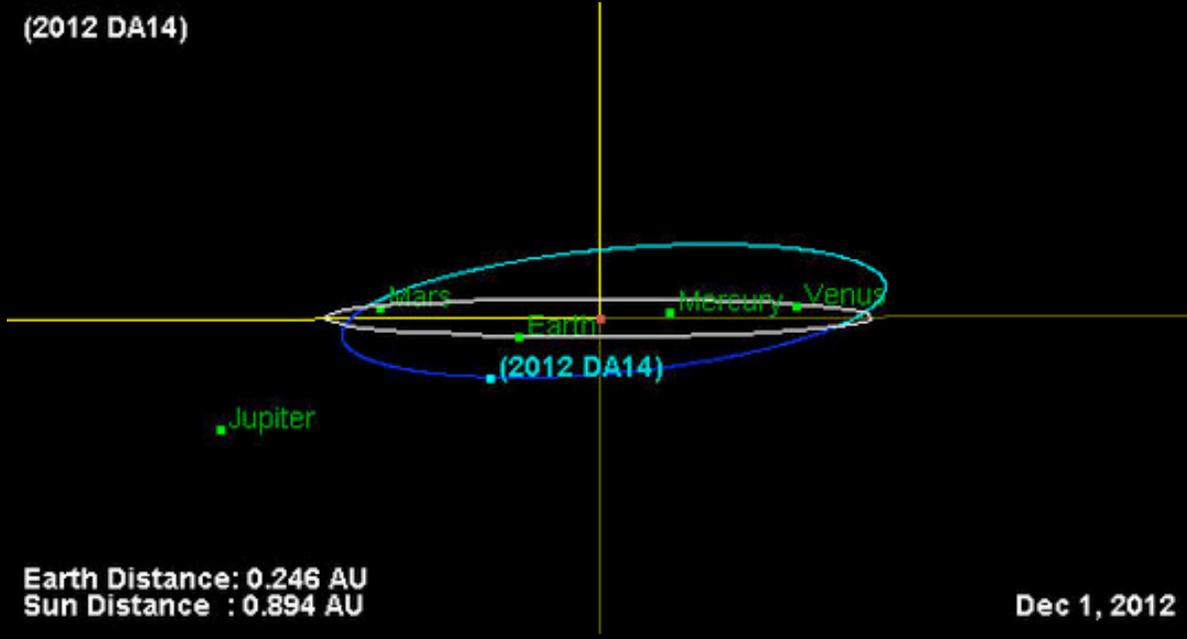
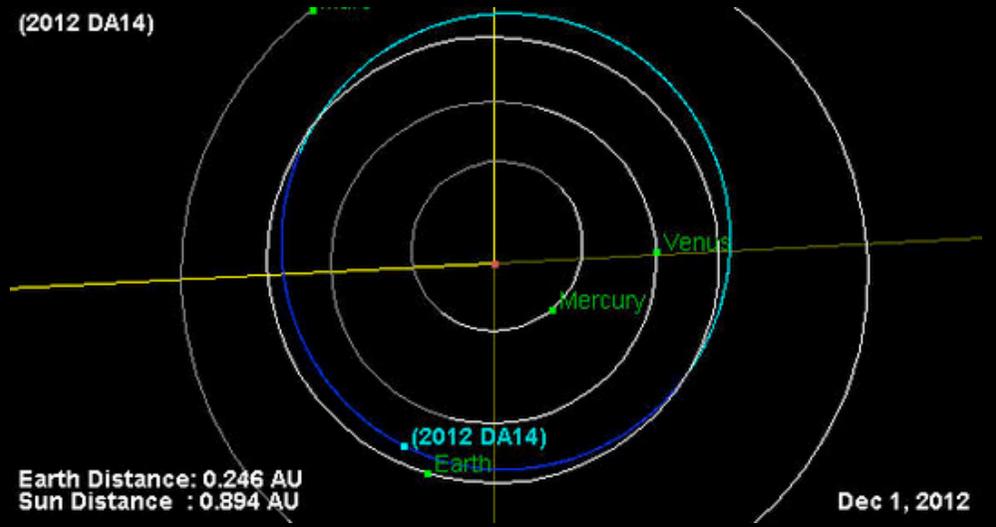
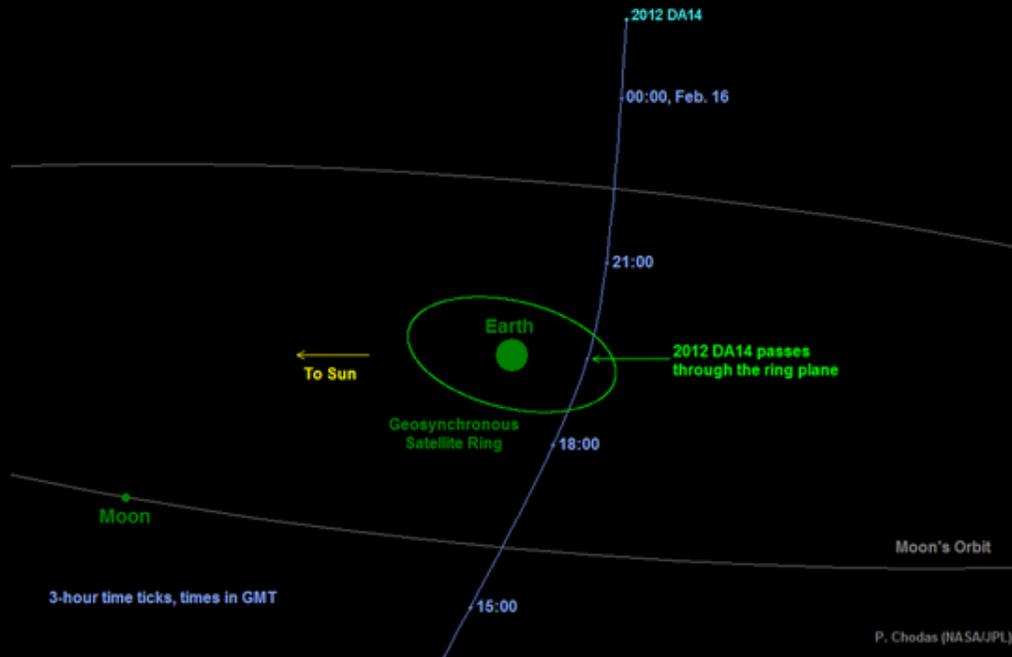


2012 DA14 - La Sagra Sky Survey





Asteroid 2012 DA14: Close Approach to Earth, Feb. 15, 2013



Tungunška 1908



$$\Delta S_{\text{gas}} = -\frac{|Q|}{T}$$

$$\Delta S_{\text{gas}} = +\frac{|Q|}{T}.$$

Si un proceso ocurre en un sistema cerrado, la entropía del sistema aumenta para procesos irreversibles y permanece constante para procesos reversibles. Nunca decrece !!!

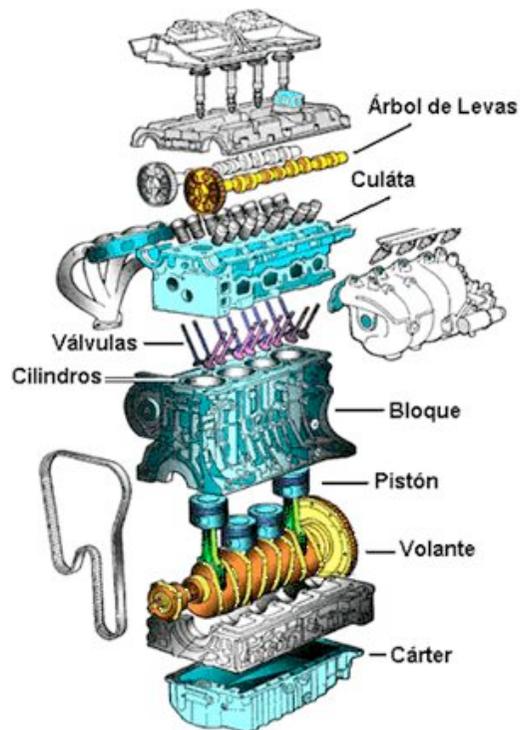
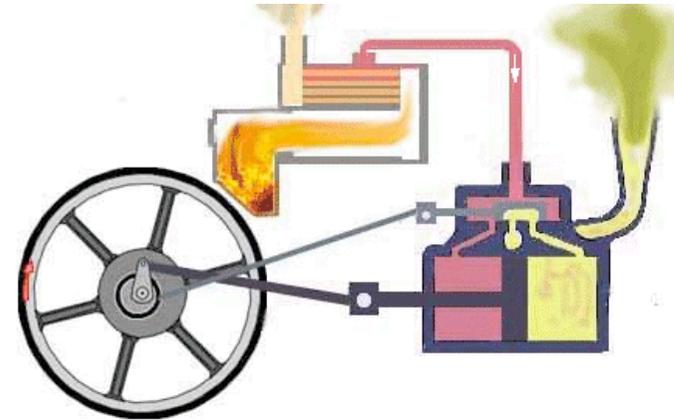
$$\Delta S \geq 0$$

Entropía en el Mundo Real: Motores

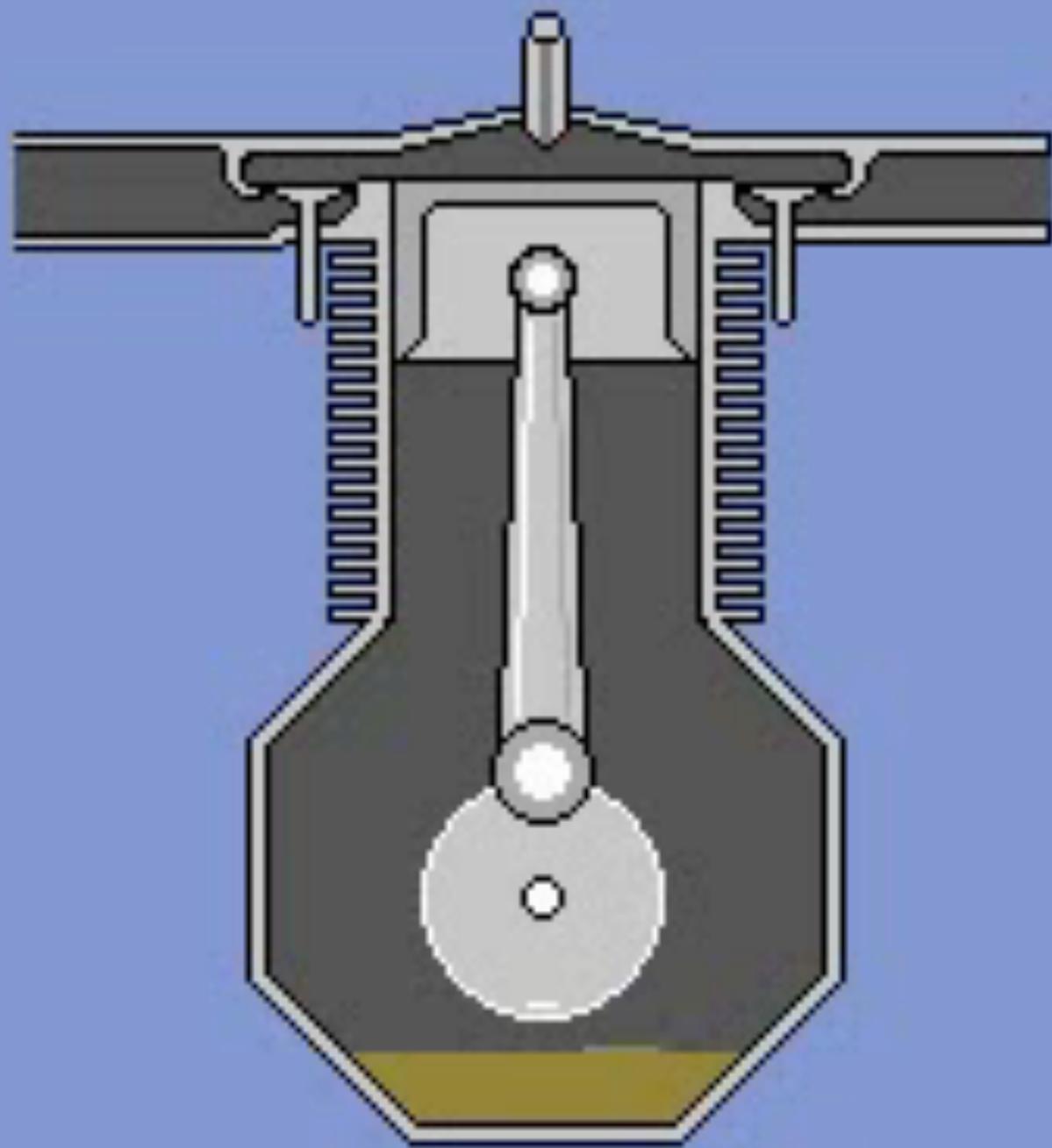


El motor térmico es un aparato que extrae energía de su entorno en forma de calor y realiza trabajo útil. Siempre hay una sustancia de trabajo.

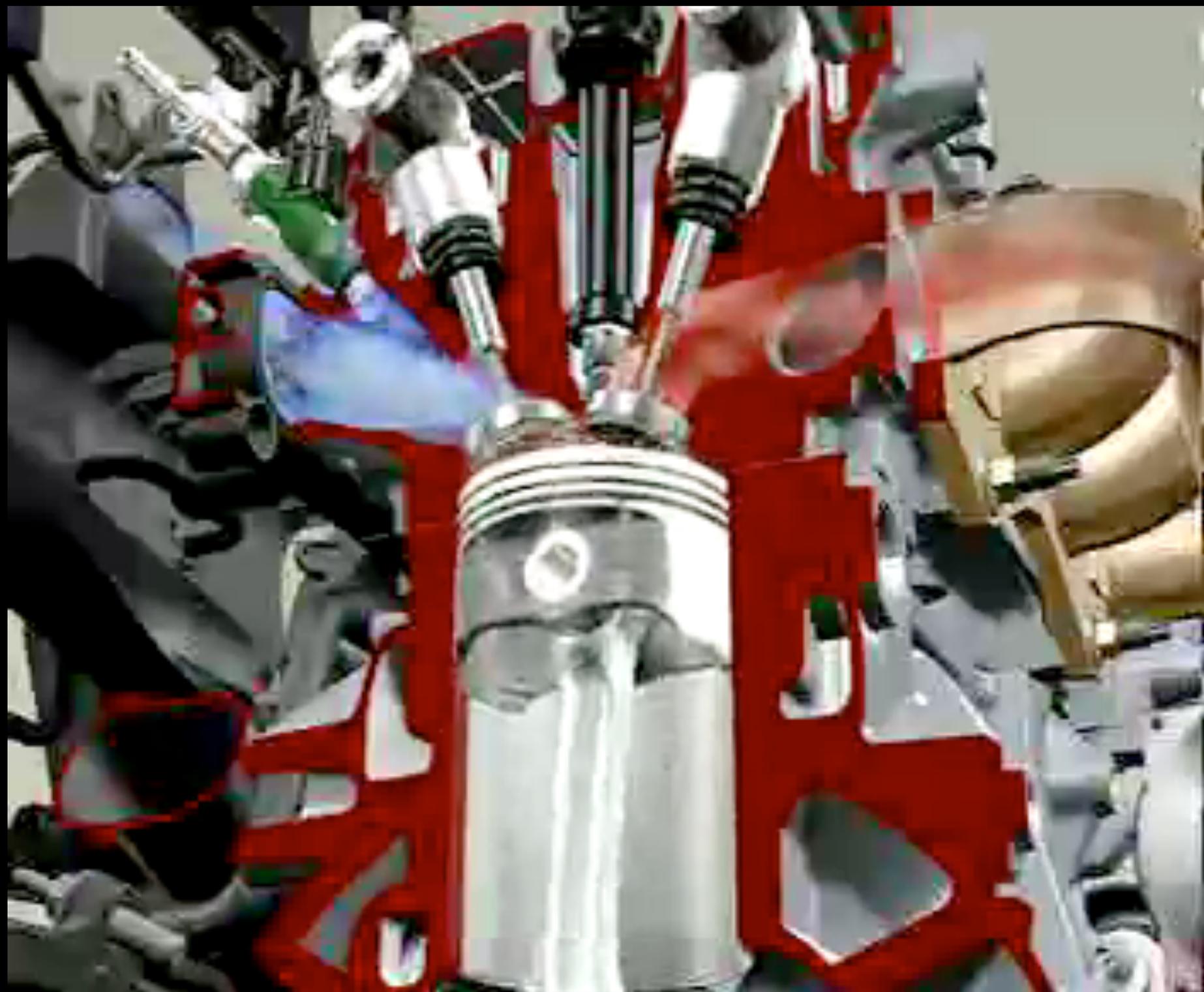
En un motor de vapor la sustancia es el agua.



En un motor de automóvil la sustancia es una mezcla de aire y gasolina.

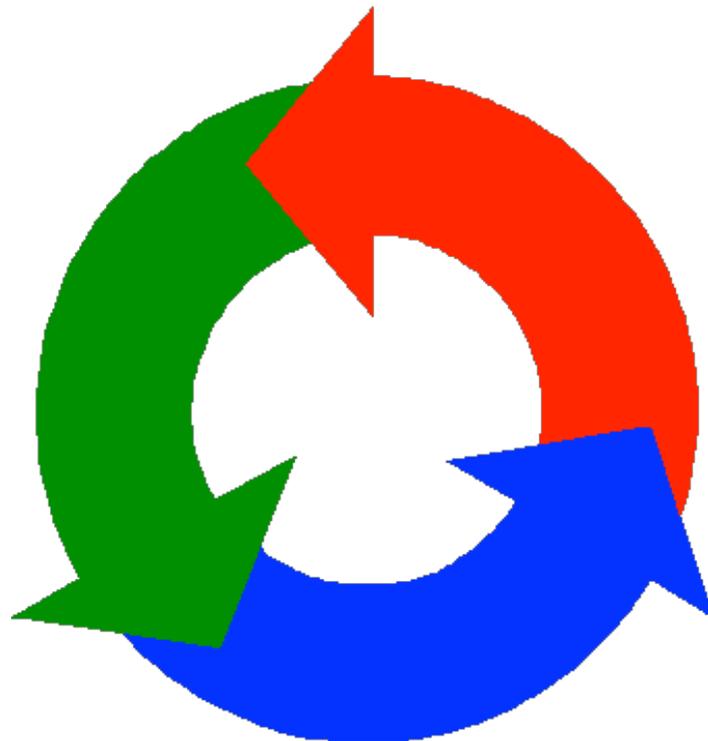


(C) MICRONE



Si el motor tiene que operar de manera sostenida,
la sustancia de trabajo debe operar en un ciclo

Serie de procesos termodinámicos, llamados carreras
y regresar una y otra vez a a cada estado en su ciclo.



Gas ideal

Densidad suficientemente baja.

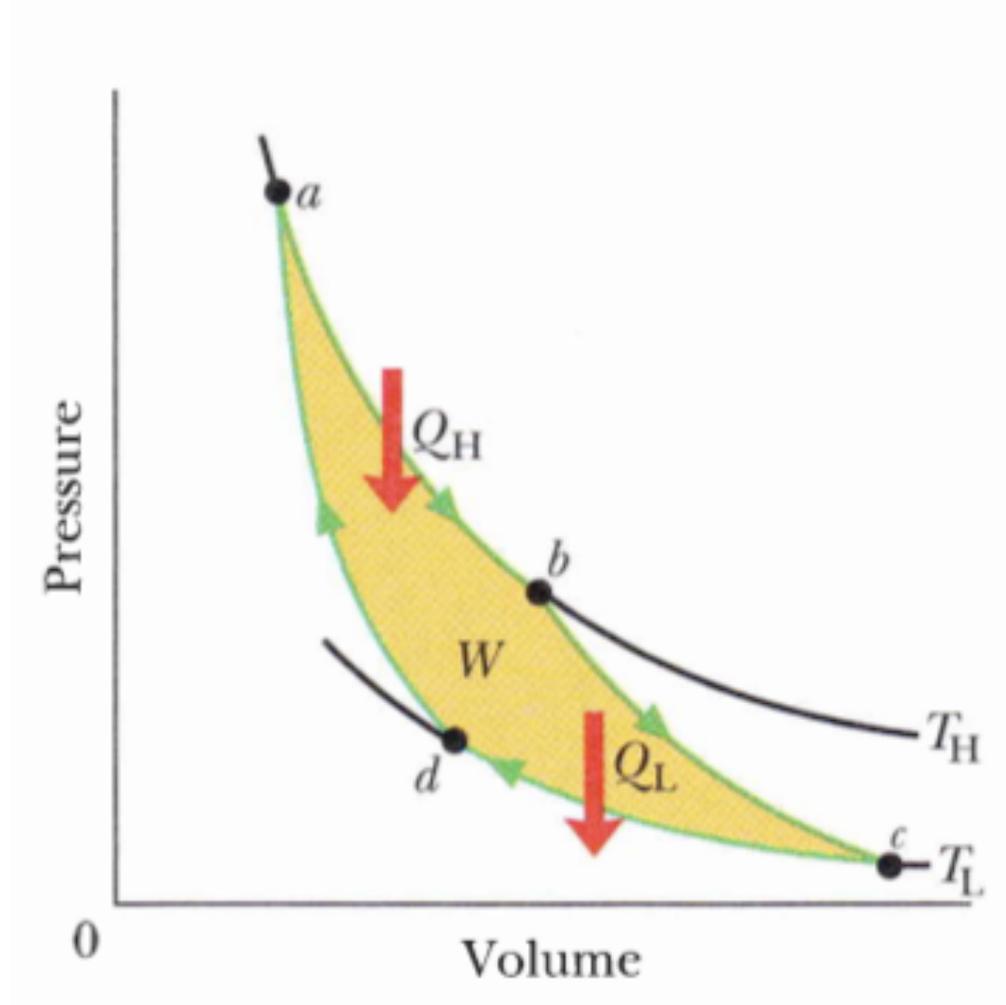
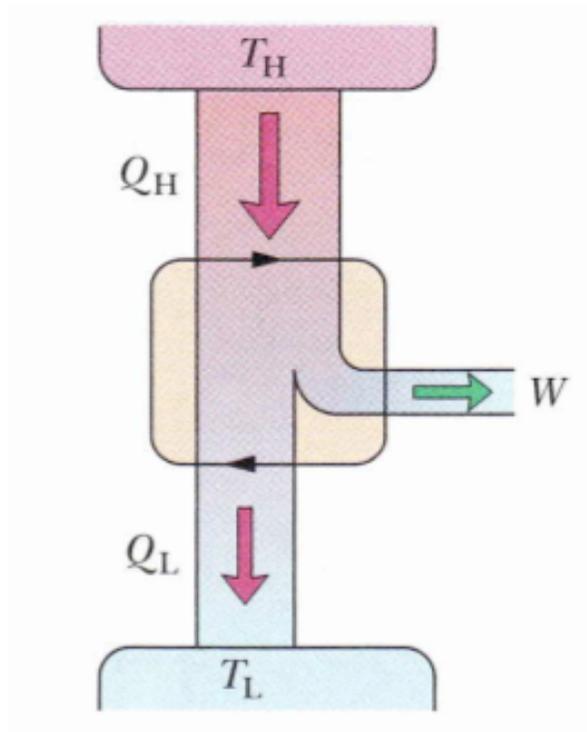
Motor ideal

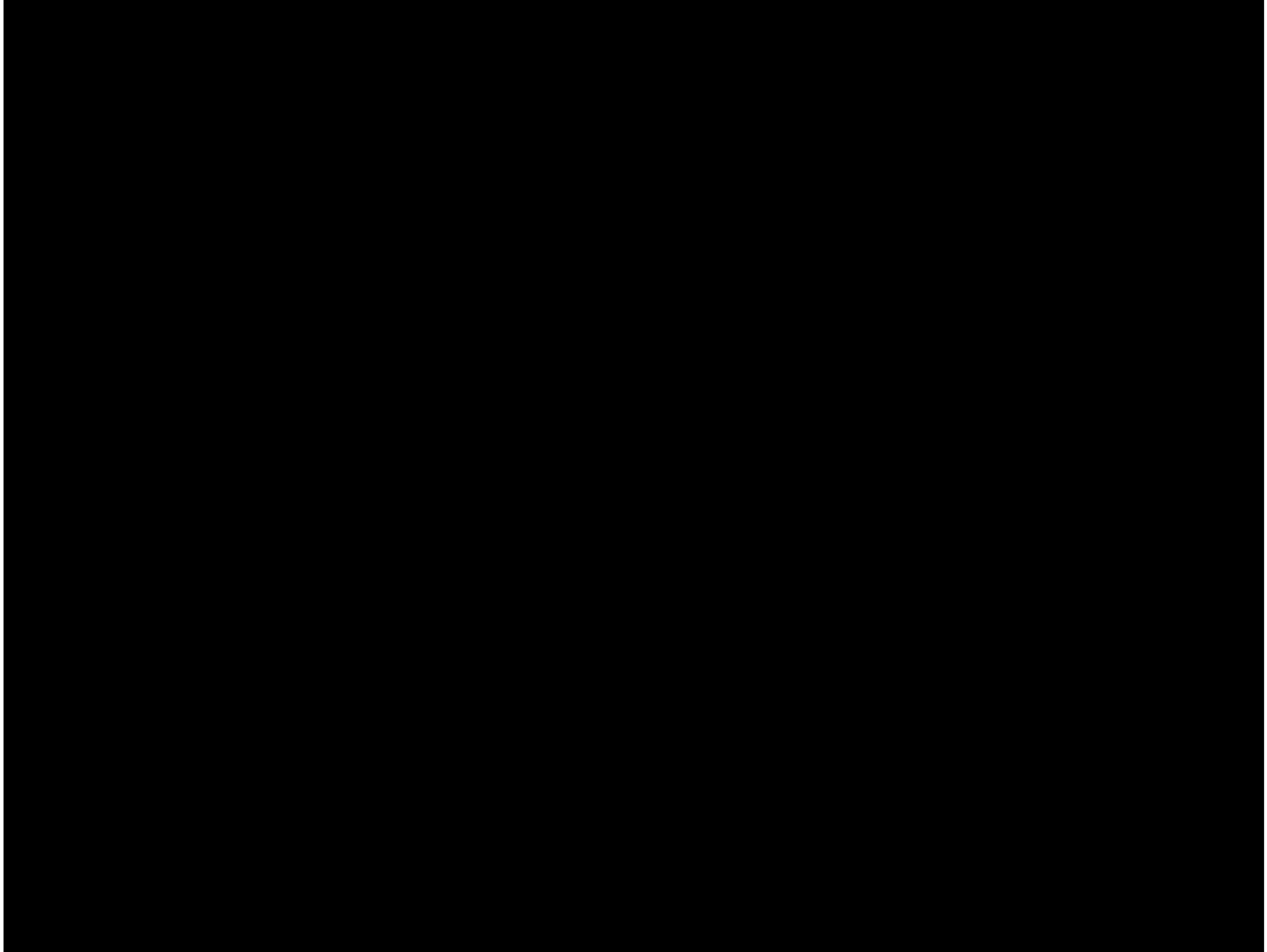
En un motor ideal, todos los procesos son reversibles y no ocurren transferencias dispendiosas de energía que se deban, por ejemplo, fricción y turbulencia.

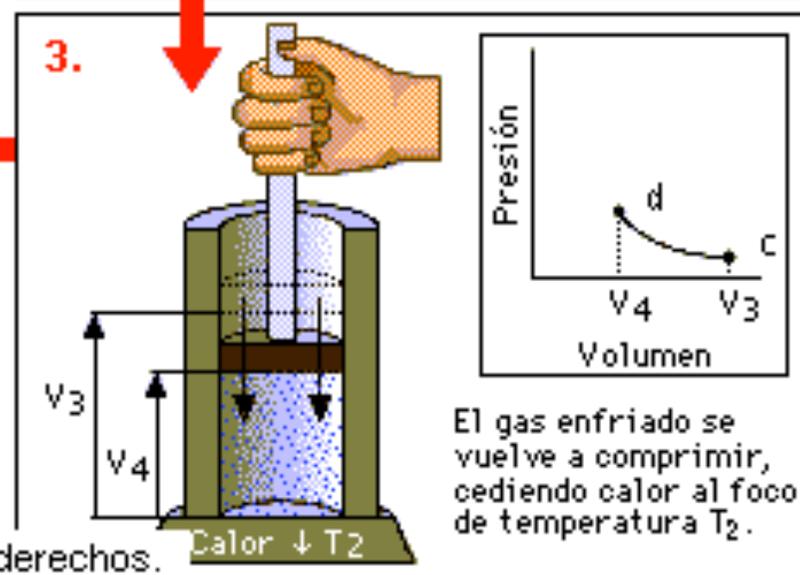
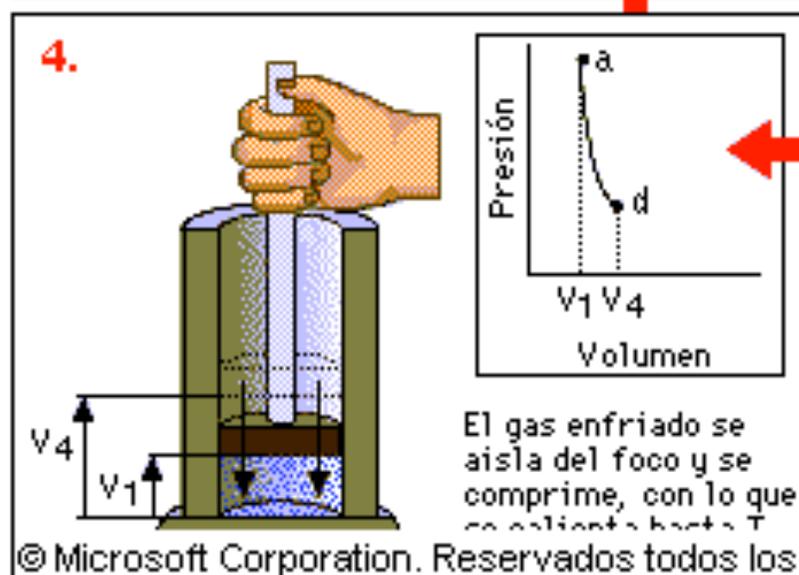
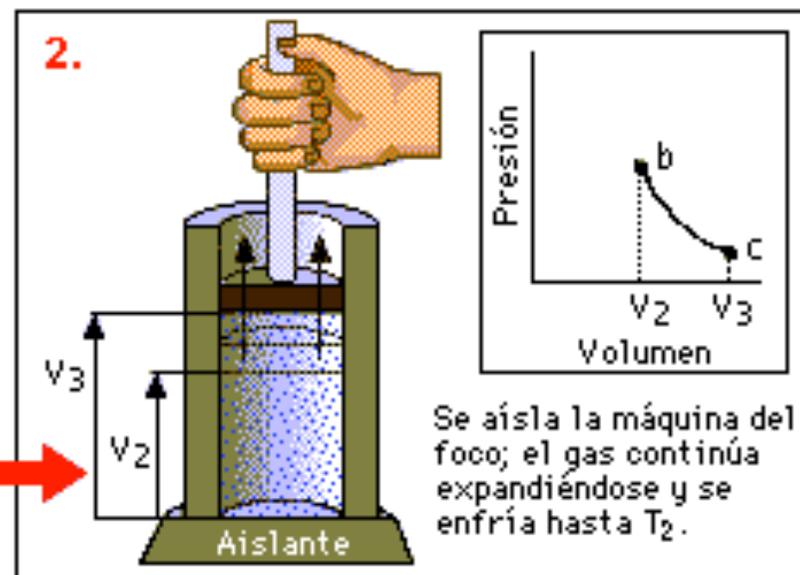
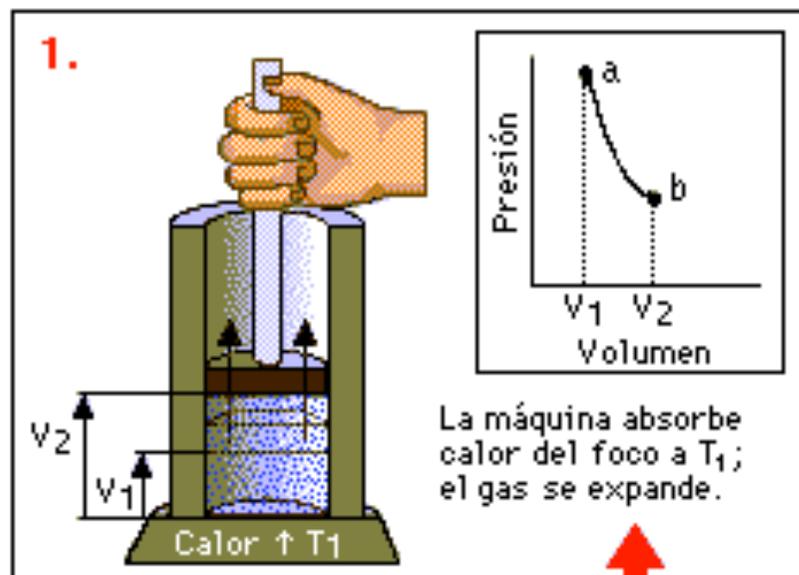


Máquina de Carnot

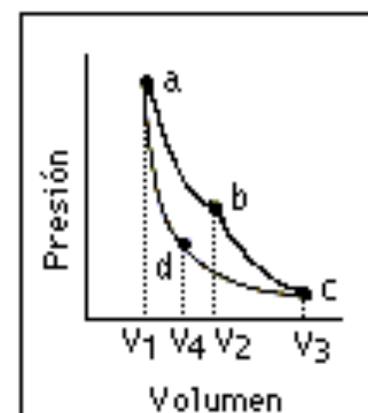
Sadi Carnot. Concepto de motor (1824)



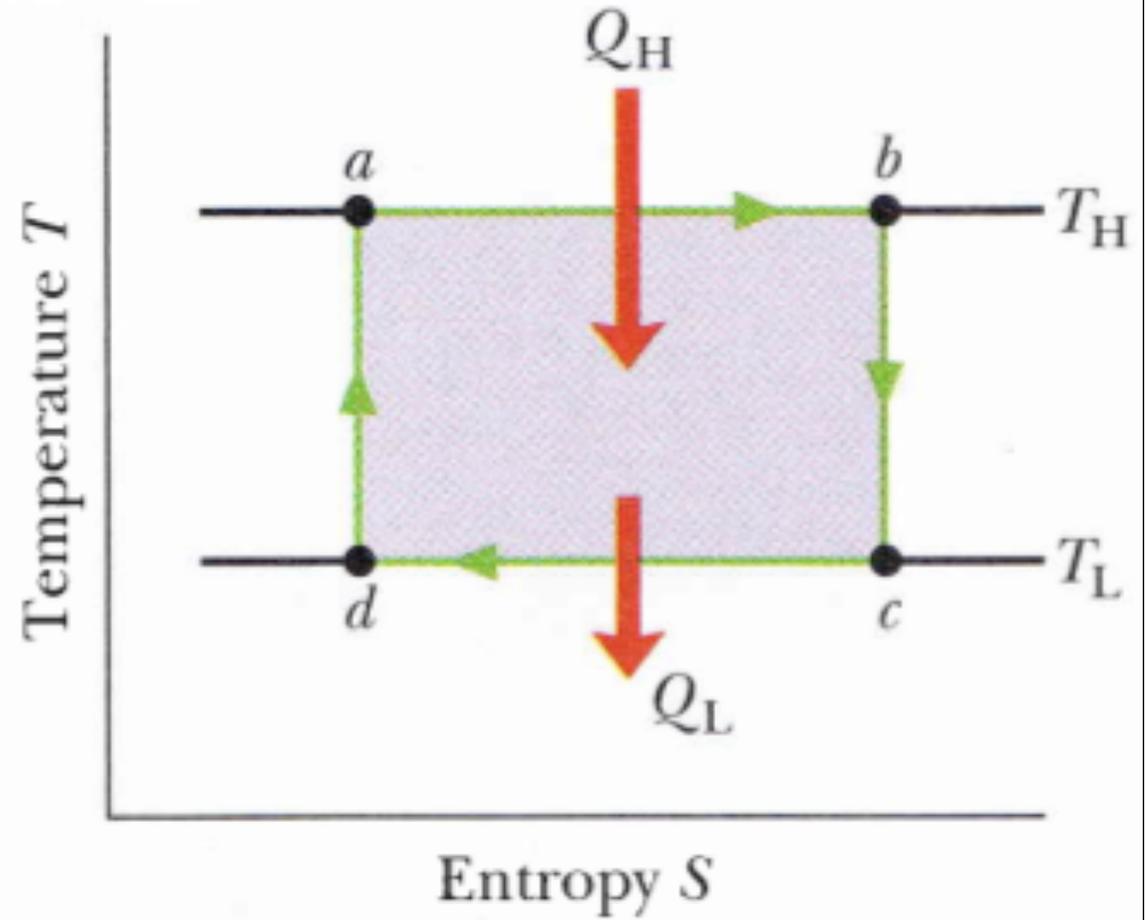
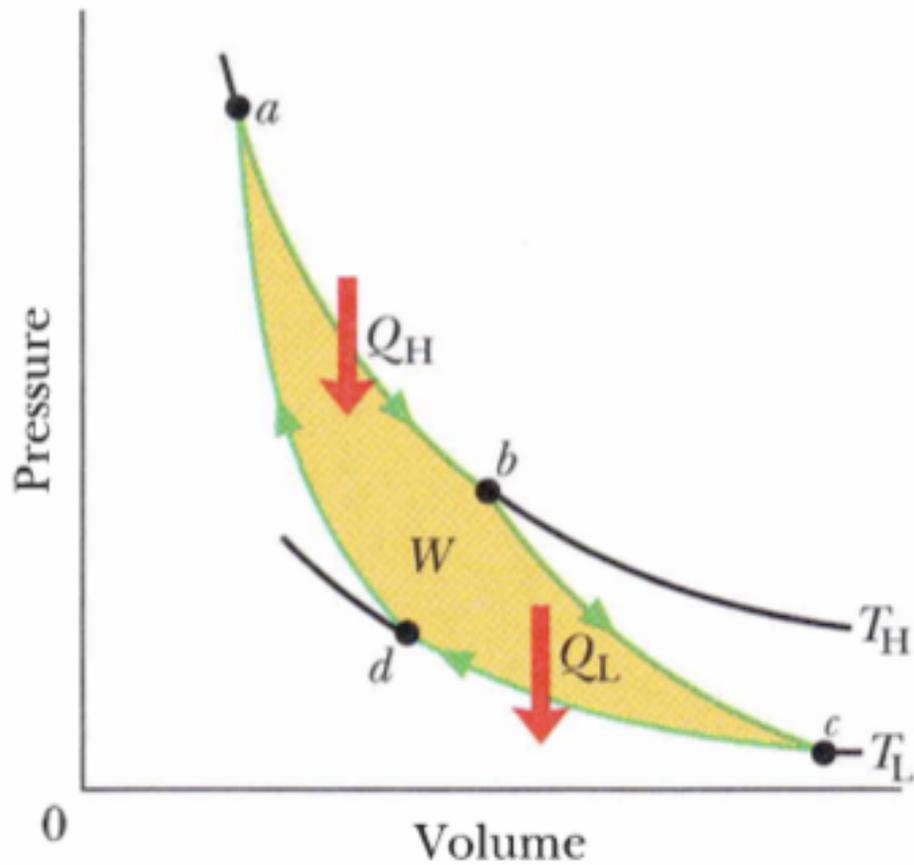




$$\text{Eficiencia} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$



Cambios de entropía para un ciclo de Carnot



Trabajo

$$\Delta E_{\text{int}} = 0$$

$$W = |Q_{\text{H}}| - |Q_{\text{L}}|.$$

Cambios de entropía

$$\Delta S = \Delta S_{\text{H}} + \Delta S_{\text{L}} = \frac{|Q_{\text{H}}|}{T_{\text{H}}} - \frac{|Q_{\text{L}}|}{T_{\text{L}}}.$$

$$\Delta S = 0$$

$$\frac{|Q_{\text{H}}|}{T_{\text{H}}} = \frac{|Q_{\text{L}}|}{T_{\text{L}}}.$$

$$T_{\text{H}} > T_{\text{L}},$$

$$|Q_{\text{H}}| > |Q_{\text{L}}|;$$

Eficiencia de la Máquina de Carnot

El propósito de cualquier motor es transformar en trabajo tanta energía Q_H como sea posible.

Eficiencia térmica

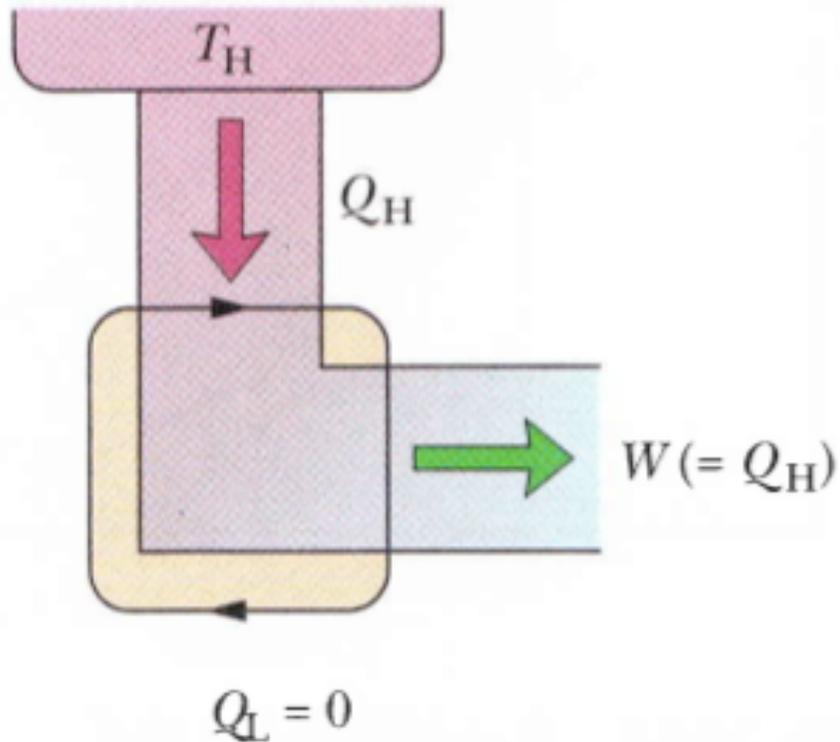
$$\varepsilon = \frac{\text{energía que obtenemos}}{\text{energía que pagamos}} = \frac{|W|}{|Q_H|}$$

$$\varepsilon_C = \frac{|Q_H| - |Q_L|}{Q_H} = 1 - \frac{|Q_L|}{|Q_H|}$$

$$\varepsilon_C = 1 - \frac{T_L}{T_H}$$

$$T_L < T_H \rightarrow \varepsilon_C < 100\%$$

Motor perfecto



Ninguna serie de procesos cuyo único resultado sea la transferencia de energía como calor desde un depósito térmico es posible así como la conversión completa de esta energía en trabajo.

$$\varepsilon_C = \frac{|Q_H| - |Q_L|}{Q_H} = 1 - \frac{|Q_L|}{|Q_H|}$$

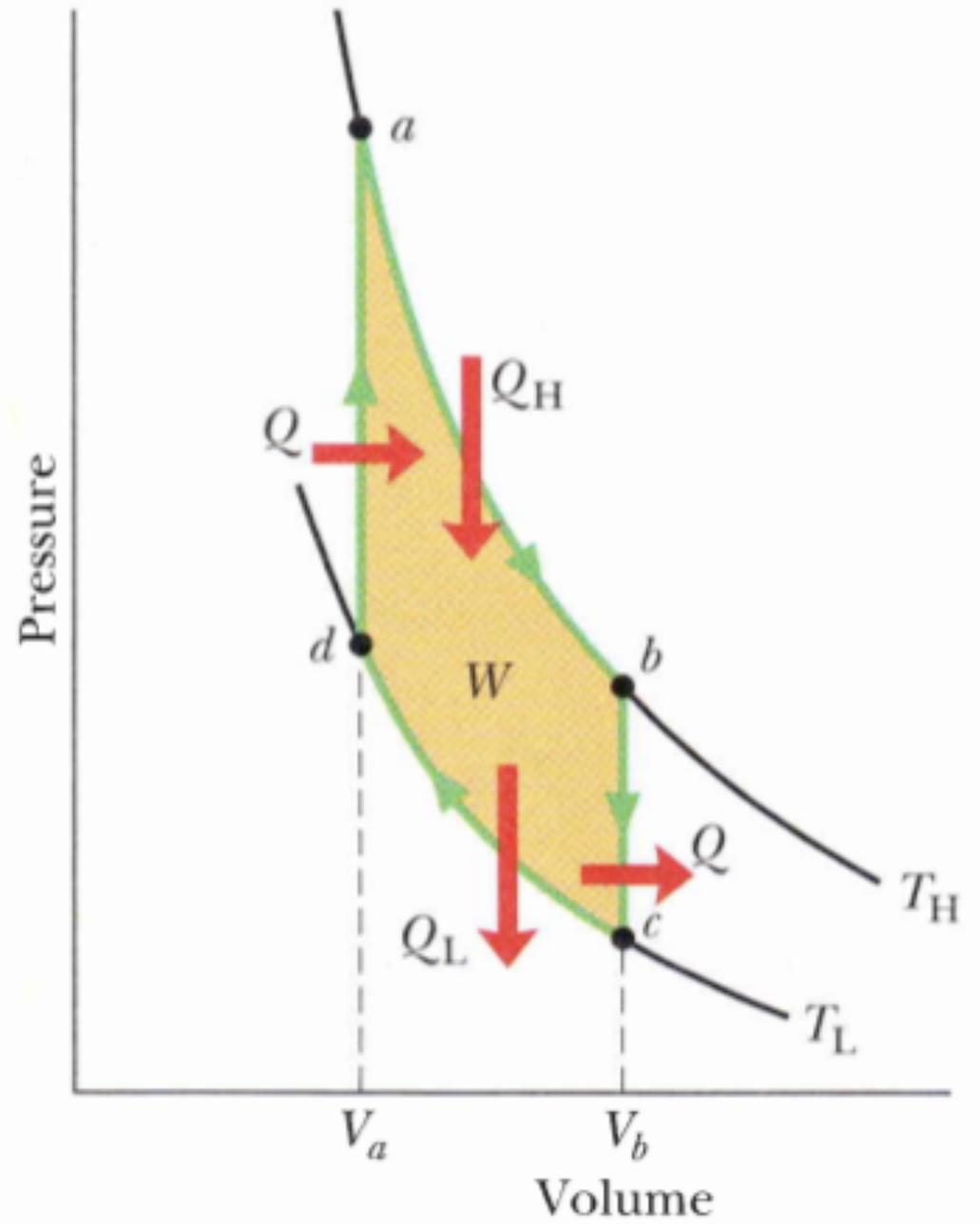
$$\varepsilon_C = 1 - \frac{T_L}{T_H}$$

$$\varepsilon = 1$$

$$T_L = 0$$

$$T_H \rightarrow \infty,$$

Máquina de Stirling



Ejercicio

Una máquina de Carnot opera entre dos temperaturas

$$T_H = 850 \text{ K}$$

$$T_L = 300 \text{ K.}$$

La máquina realiza 1200 J de trabajo en cada ciclo de 0.25 s

a) Cuál es la eficiencia de la máquina ?

$$\varepsilon = 1 - \frac{T_L}{T_H} = 1 - \frac{300 \text{ K}}{850 \text{ K}} = 0.647 \approx 65\%.$$

b) Cuál es la potencia promedio de la máquina ?

$$P = \frac{W}{t} = \frac{1200 \text{ J}}{0.25 \text{ s}} = 4800 \text{ W} = 4.8 \text{ kW.}$$

c) Cuánta energía es extraída en forma de calor del depósito de mayor temperatura en cada ciclo ?

$$|Q_H| = \frac{W}{\varepsilon} = \frac{1200 \text{ J}}{0.647} = 1855 \text{ J.}$$

d) Cuánta energía es entregada en forma de calor al depósito de menor temperatura en cada ciclo ?

$$\begin{aligned} |Q_L| &= |Q_H| - W \\ &= 1855 \text{ J} - 1200 \text{ J} = 655 \text{ J}. \end{aligned}$$

e) En cuanto cambia la entropía de la sustancia como resultado de la transferencia de energía que le hace el depósito a mayor temperatura? y de la sustancia al depósito a menor temperatura ?

$$\Delta S_H = \frac{Q_H}{T_H} = \frac{1855 \text{ J}}{850 \text{ K}} = +2.18 \text{ J/K}.$$

$$\Delta S_L = \frac{Q_L}{T_L} = \frac{-655 \text{ J}}{300 \text{ K}} = -2.18 \text{ J/K}.$$

Ejercicio

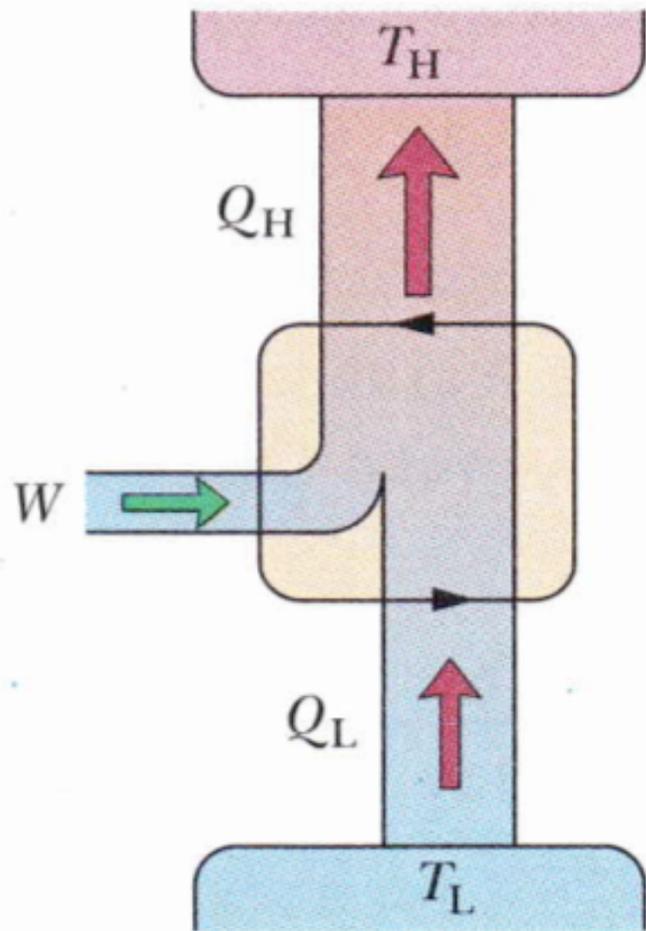
Un inventor se jacta de haber construido una máquina con una eficiencia de 75% cuando opera entre los puntos de ebullición y de congelación del agua.

Es esto posible ?

$$\varepsilon = 1 - \frac{T_L}{T_H} = 1 - \frac{(0 + 273) \text{ K}}{(100 + 273) \text{ K}} = 0.268 \approx 27\%.$$

Entropía en el Mundo Real: Refrigeradores





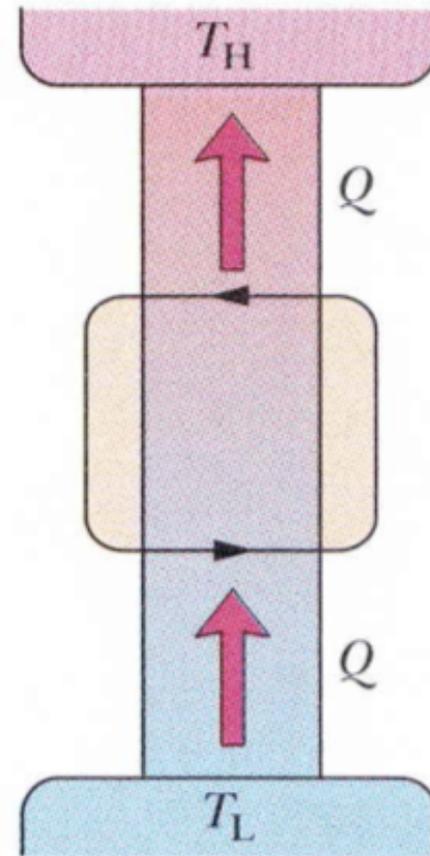
$$K = \frac{\text{what we want}}{\text{what we pay for}} = \frac{|Q_L|}{|W|}$$

$$|W| = |Q_H| - |Q_L|,$$

$$K_C = \frac{|Q_L|}{|Q_H| - |Q_L|}.$$

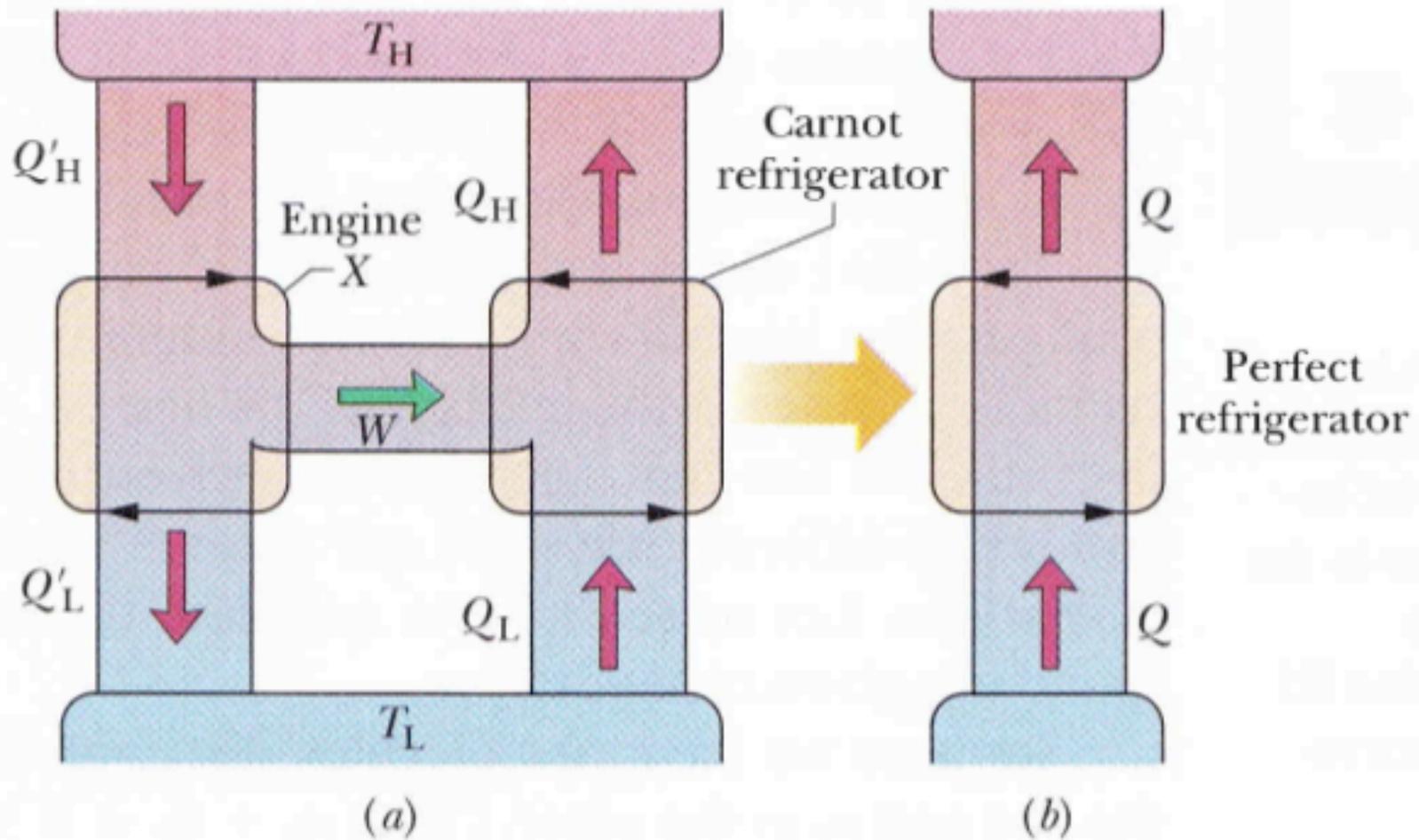
$$K_C = \frac{T_L}{T_H - T_L}$$

$$\Delta S = -\frac{|Q|}{T_L} + \frac{|Q|}{T_H}$$



Eficiencia de Máquinas Reales

$$\epsilon_X > \epsilon_C$$



$$\frac{|W|}{|Q'_H|} > \frac{|W|}{|Q_H|},$$

$$|Q_H| > |Q'_H|.$$

$$|Q_H| - |Q_L| = |Q'_H| - |Q'_L|,$$

$$|Q_H| - |Q'_H| = |Q_L| - |Q'_L| = Q.$$