

Universidad Nacional de Río Negro

Física III B – 2020

- **Unidad** 02
- **Clase** U02 C04 / 09
- **Fecha** 16 Abr 2020
- **Cont** Máquinas térmicas
- **Cátedra** Asorey
- **Web** <http://gitlab.com/asoreyh/unrn-f3b>



Contenidos: Termodinámica, alias F3B, alias F4A

Unidad 1

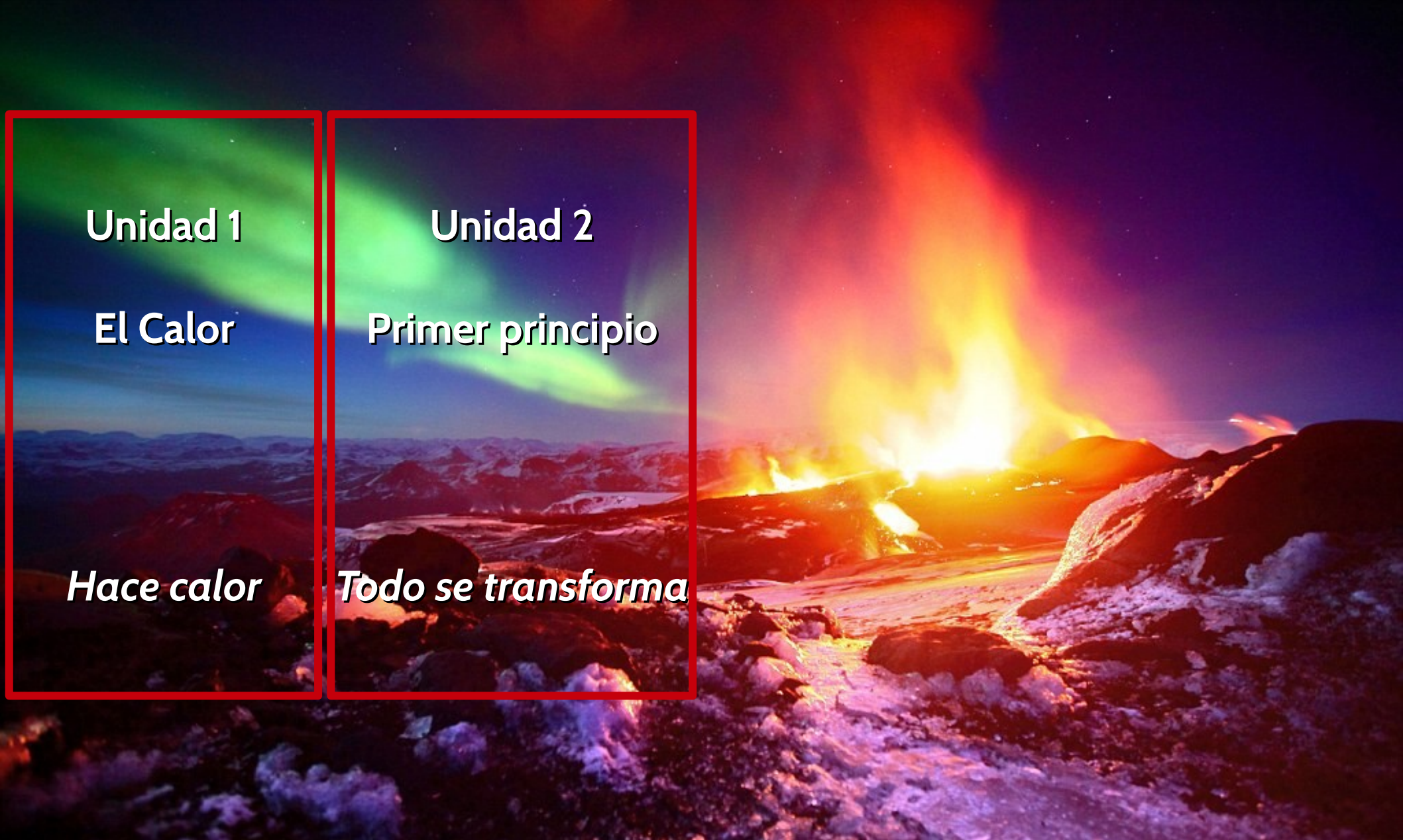
El Calor

Hace calor

Unidad 2

Primer principio

Todo se transforma



Módulo 1 - Unidad 2: primer principio

Del 05/Abr al 26/Abr (7 encuentros)

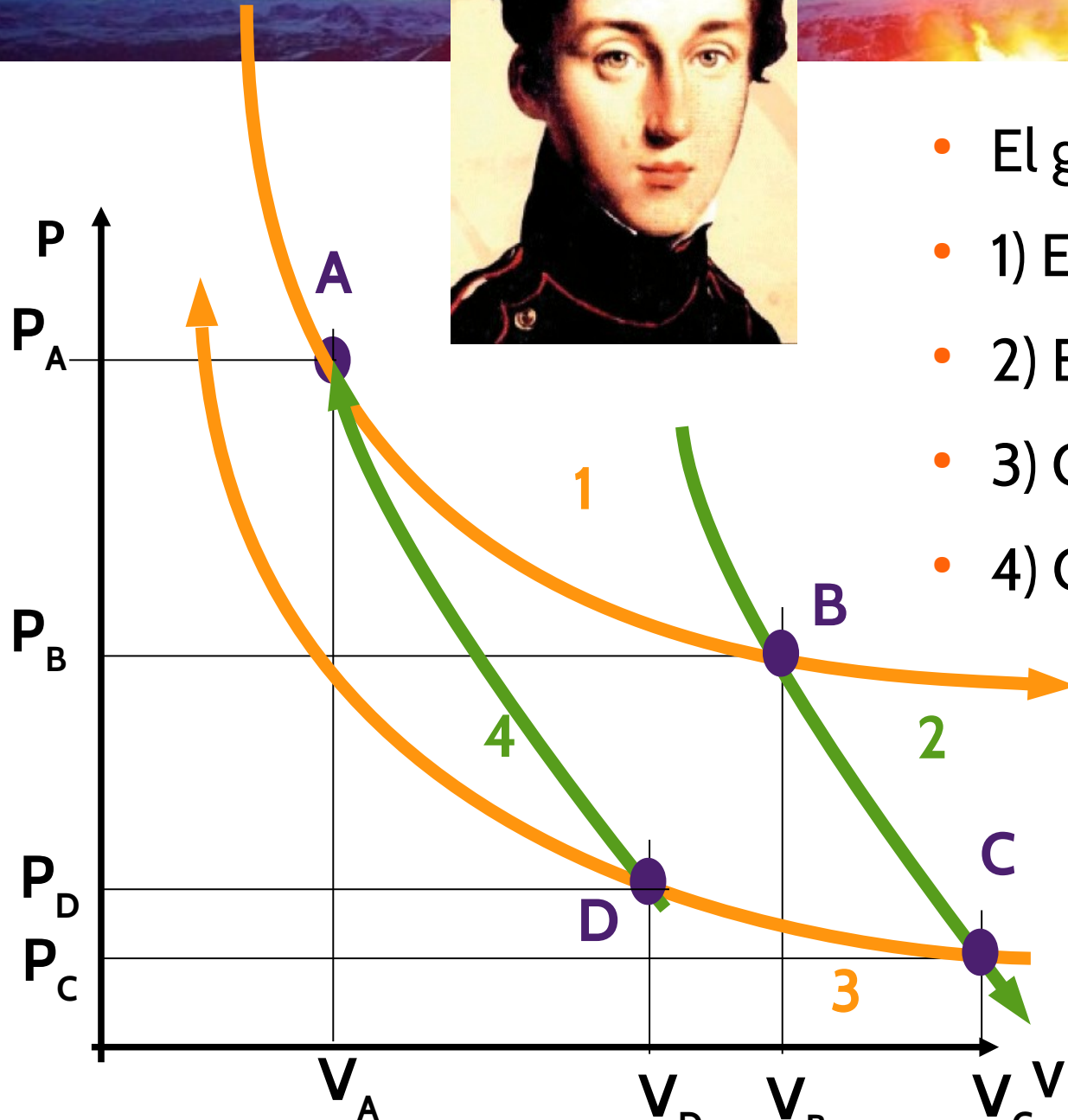
- **Calor y trabajo. Equivalente mecánico del calor.**
Experimento de Joule. **Sistemas. Fuentes de calor.**
Primer principio. Flujo de calor. Muerte térmica.
Máquinas térmicas.



Reversibilidad termodinámica (volveremos)

- **Proceso Reversible** es aquel en el que el sentido puede invertirse mediante un cambio infinitesimal de las condiciones de entorno
 - Idealización
 - Punto a punto → desplazamiento infinitesimal del equilibrio
 - Procesos conservativos
 - Al invertirse el proceso, el sistema regresa al estado inicial
 - Coloquial: procesos muuyyyy lentos
- **Un ciclo reversible** es aquel ciclo en el que todas las transformaciones son reversibles

Otro ciclo → Carnot



- El gas se encuentra en A
- 1) Expansión Isotérmica $A \rightarrow B$
- 2) Expansión Adiabática $B \rightarrow C$
- 3) Compresión Isotérmica $C \rightarrow D$
- 4) Compresión Adiabática $D \rightarrow A$

**Ciclo completo
reversible
(fuera de escala)**

Eficiencia de la máquina de Carnot

- Lo que obtuve / Lo que puse
 - Obtuve: Trabajo neto (Suma de los W)
 - Puse: Calor entrante (Sólo cuento los calores positivos $Q > 0$)
- Entonces, para el ciclo de Carnot

$$\eta = \frac{\sum_i W_i}{\sum_j (Q_j > 0)} \rightarrow \eta_{\text{Carnot}} = 1 - \frac{T_C}{T_A} < 1$$

- T_C : baño térmico de la transformación 3; T_A : térmico de la transformación 1 $\rightarrow T_C < T_A$.
- $T_C \rightarrow$ Baño frío; $T_A \rightarrow$ baño caliente

Maldita termodinámica, 1ra parte

- Vemos que a pesar de ser un gas ideal y todas las transformaciones son reversibles,

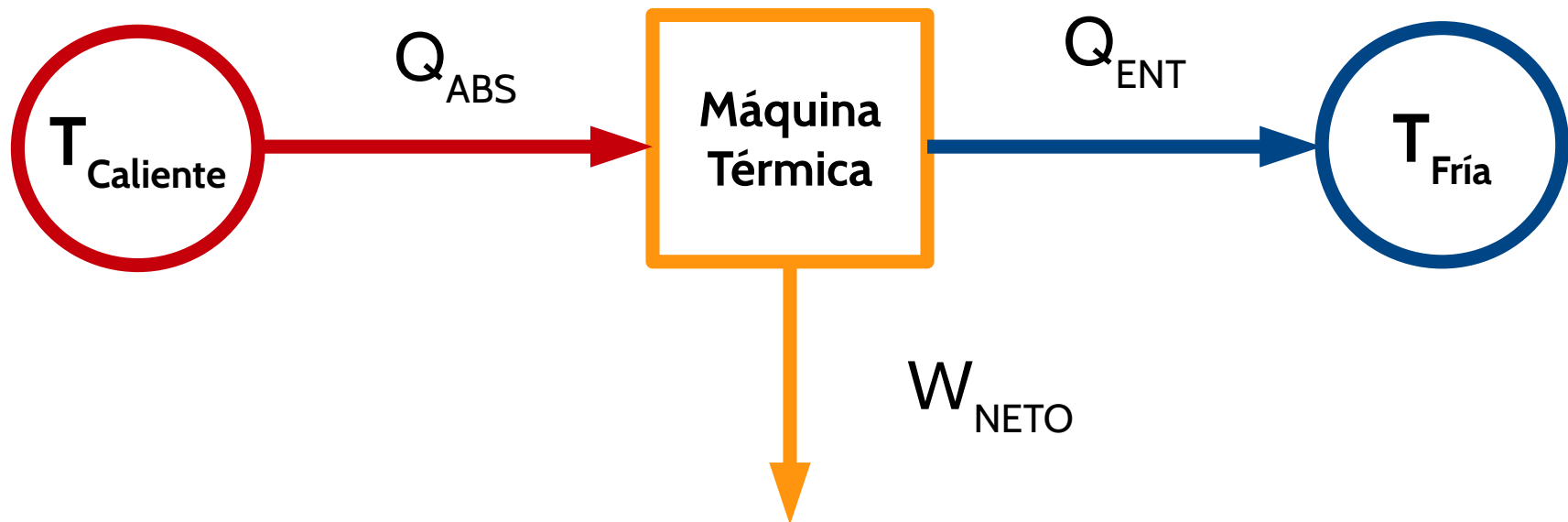
$$\eta_{\text{Carnot}} = 1 - \frac{T_C}{T_A} < 1$$

- El rendimiento de una máquina de Carnot siempre es menor que 1:
- 1^{er} Teorema de Carnot (demostración en la próx. unidad)

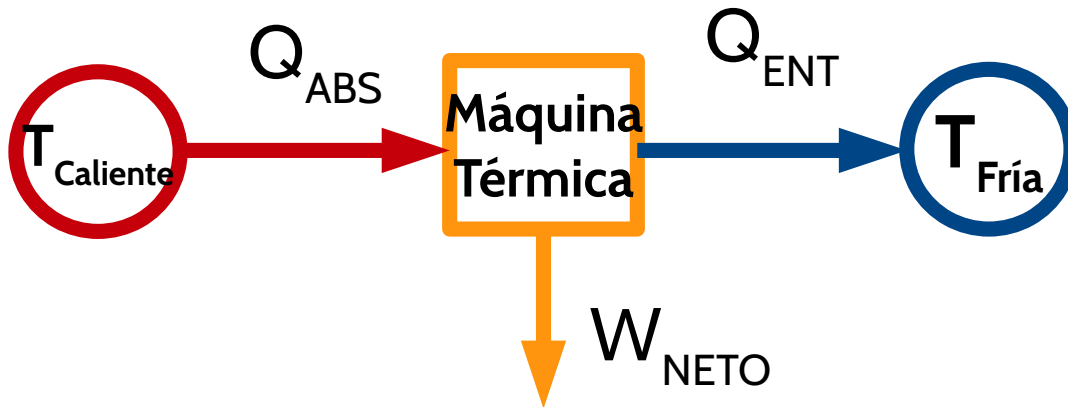
No existe una máquina térmica que funcionando entre dos fuentes térmicas dadas tenga un rendimiento mayor que una máquina reversible (de Carnot).

Máquinas térmicas

- **Máquina térmica:** dispositivo cíclico que absorbe calor de una fuente caliente, realiza un trabajo mecánico y entrega la energía remanente en forma de calor a una fuente fría
- Este calor no es aprovechable por la misma máquina térmica

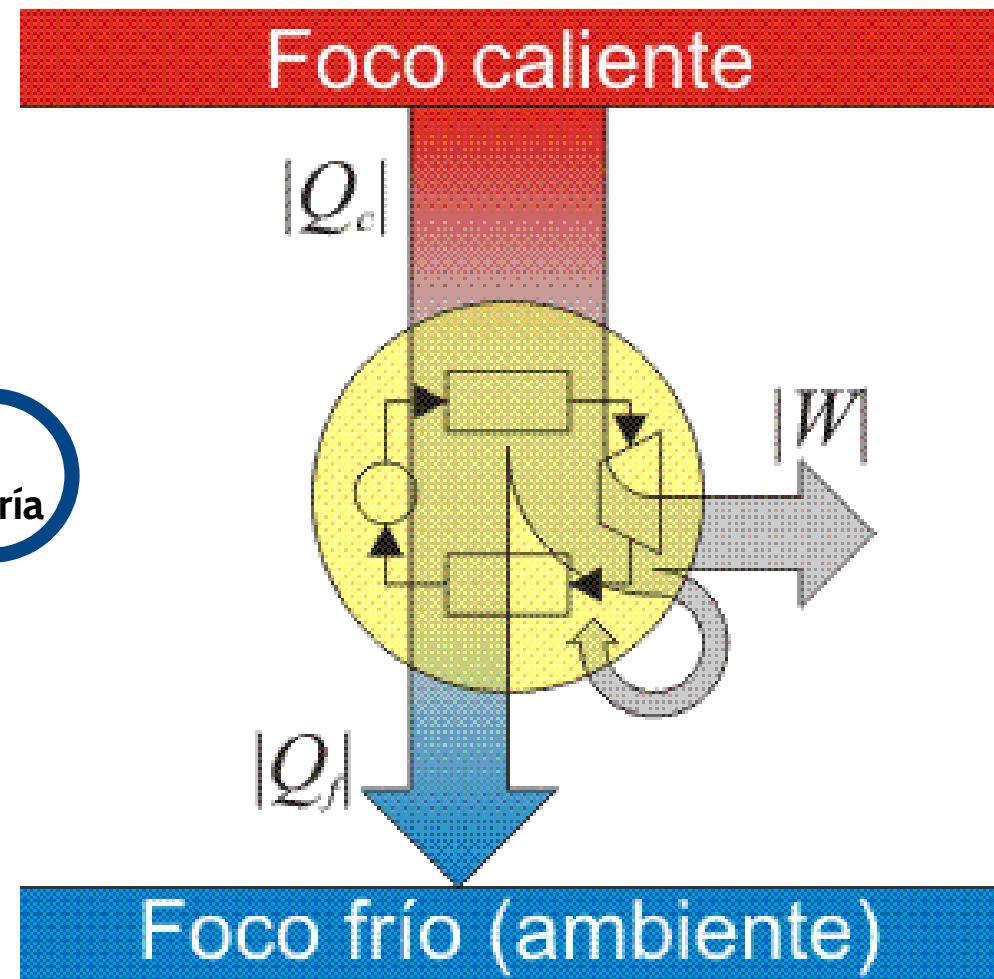
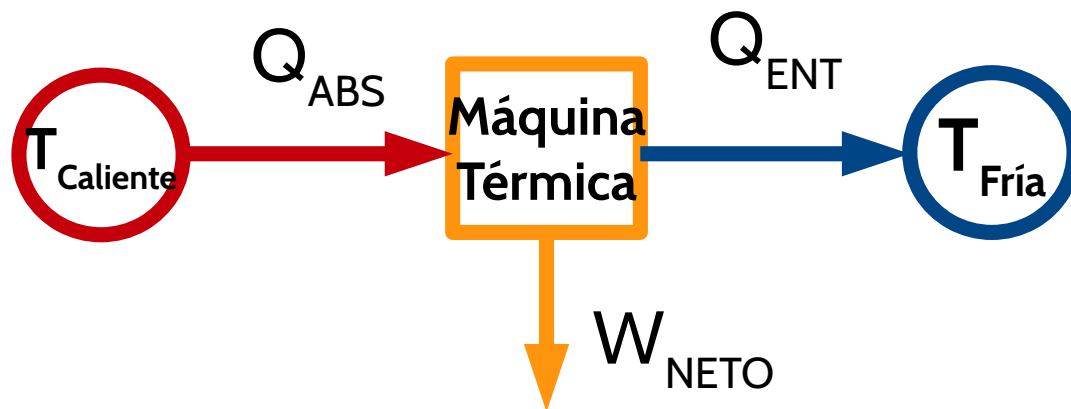


Y según Carnot....



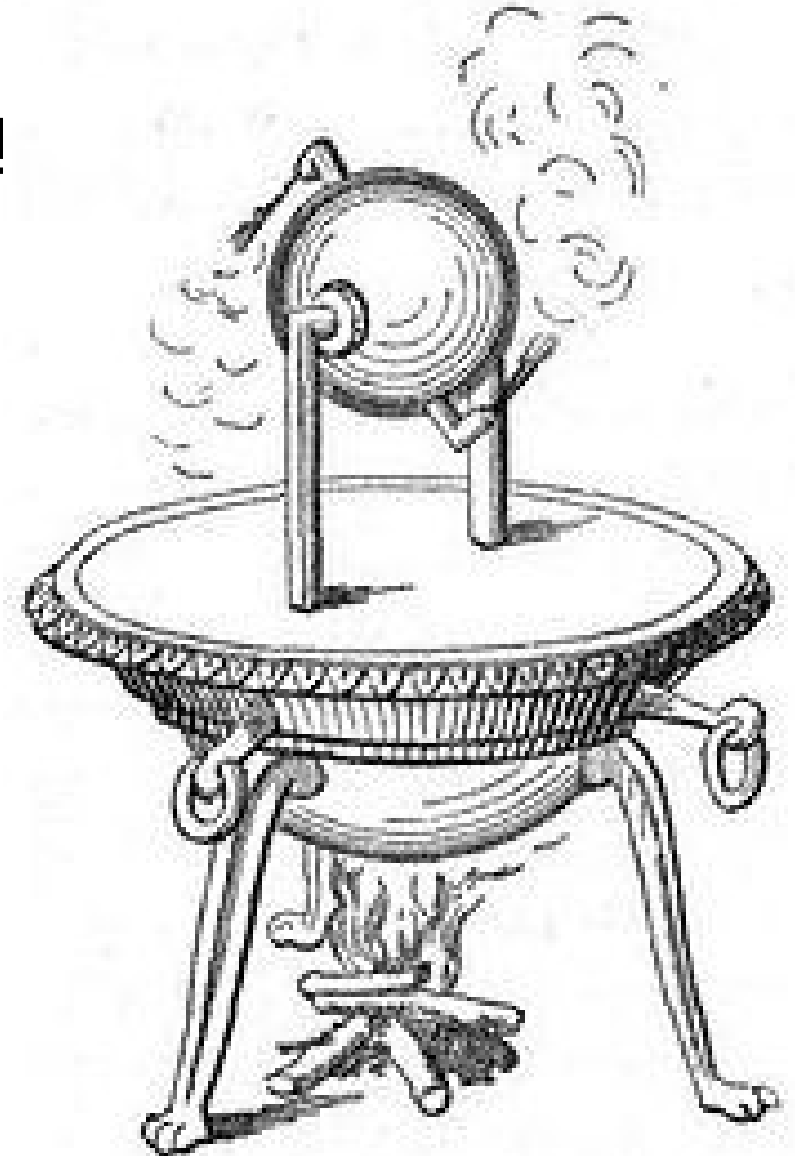
$$\eta = \frac{Q_{\text{ABS}} - Q_{\text{ENT}}}{Q_{\text{ABS}}} = 1 - \frac{Q_{\text{ENT}}}{Q_{\text{ABS}}} \leq 1 - \frac{T_{\text{Fría}}}{T_{\text{Caliente}}}$$

Máquina térmica – un poco más realista



Las primeras

- Herón de Alejandría (siglo I ó II a.C.)
- Libro “Neumática”, ¡¡100 máquinas!!

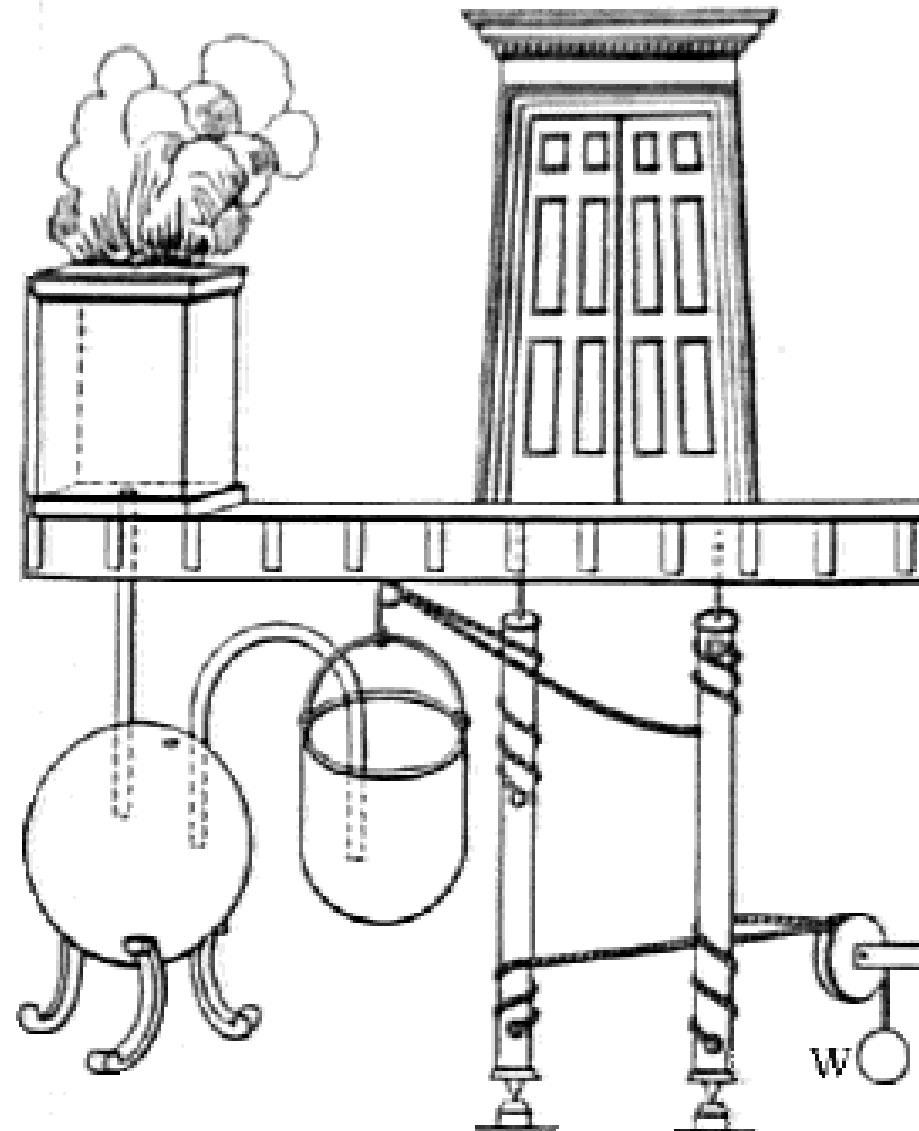


Eolípila





Las puertas del templo



La bomba



La bomba por dentro

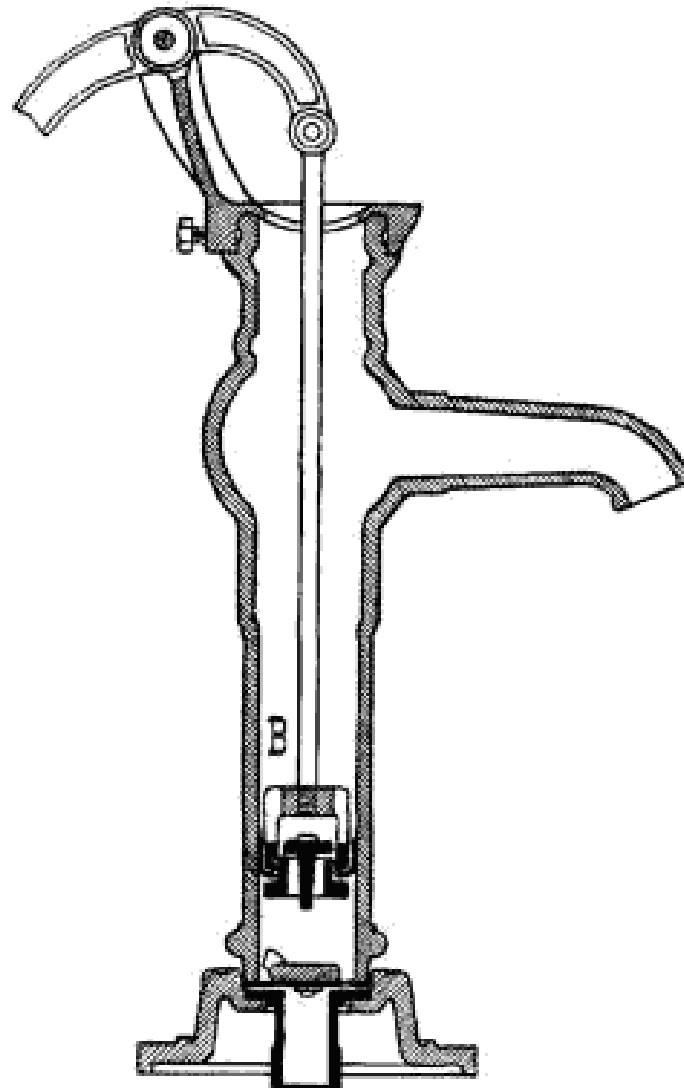


Fig. 9.

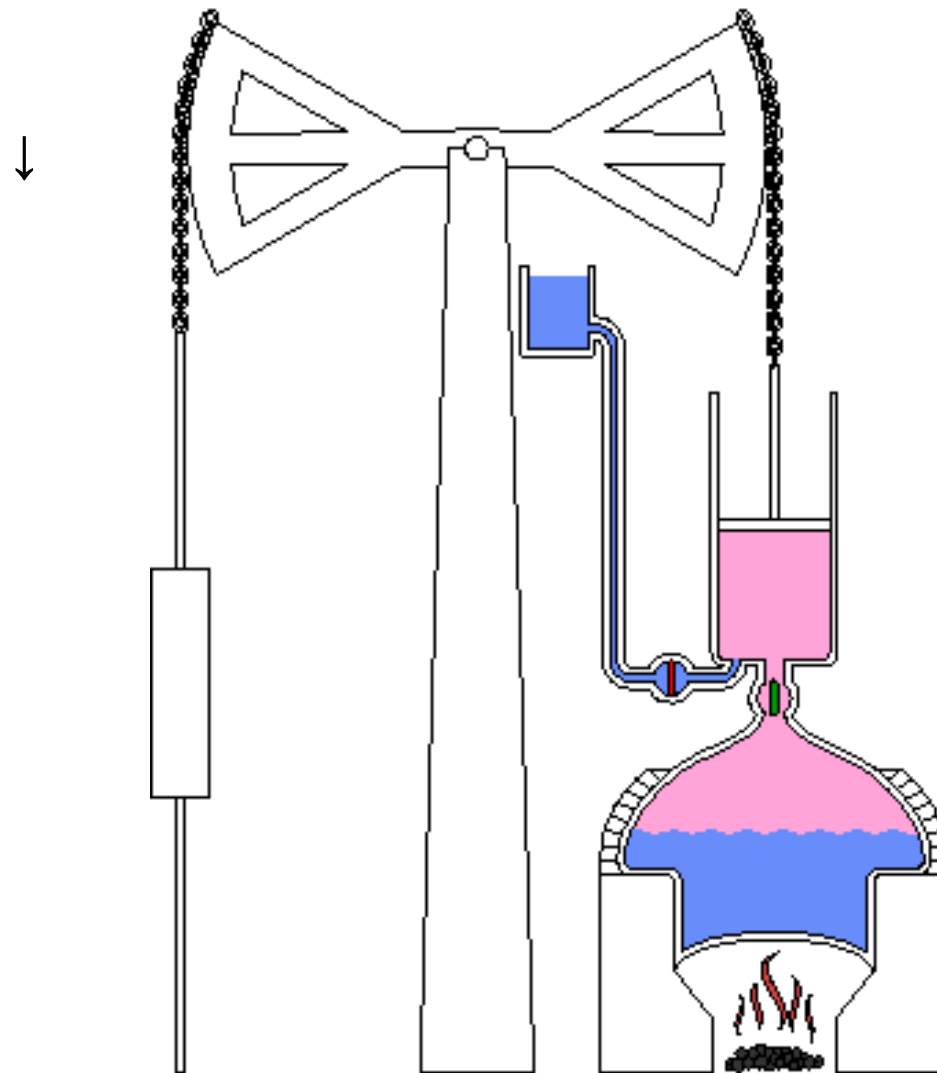
Misma bomba



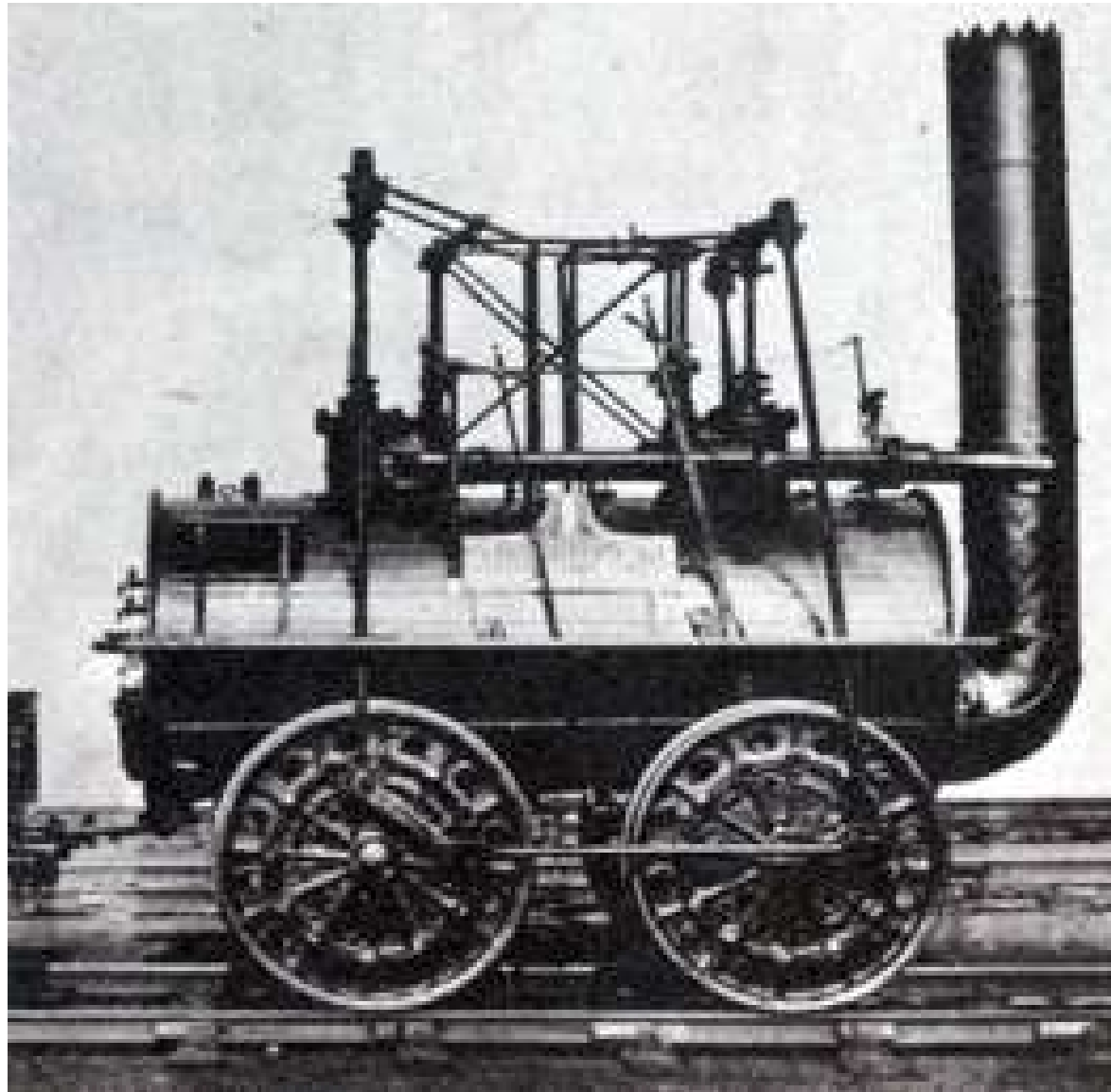
¿Posible solución?



Otra: máquina de Newcomen



Una locomotora primitiva

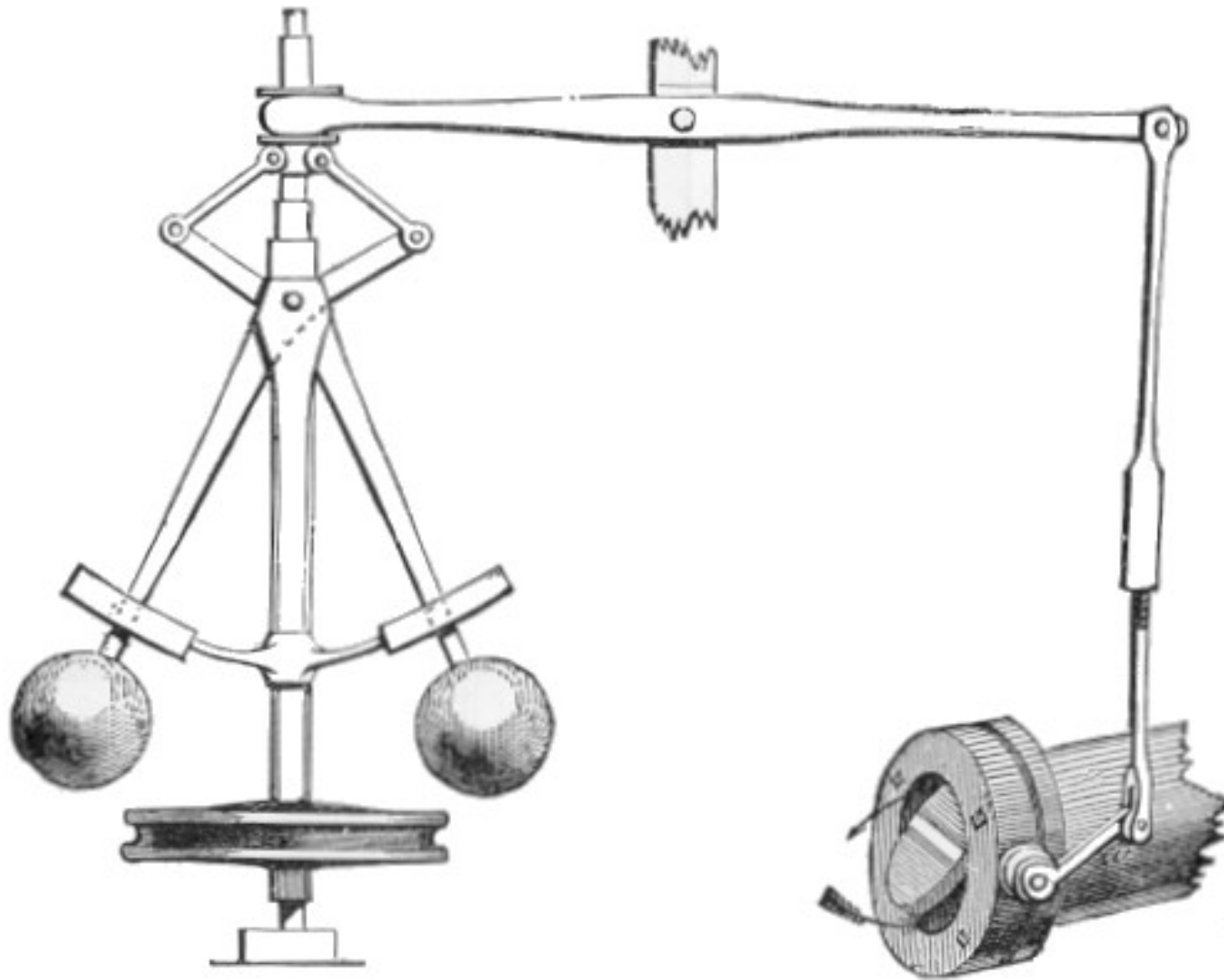


James Watt (1736-1819) matemático e ingeniero escocés.

- Ayudó al desarrollo de la máquina de vapor convirtiéndola en una forma viable y económica de producir energía.
- Desarrolló una cámara de condensación que incrementó significativamente la eficiencia.



Regulador de Watt



Regulador de Watt



**Funcionamiento: regular con precisión es una
tarea complicada... (PID)**

