

# **Módulo 2: Termodinámica**

## **Segundo principio de la Termodinámica**

# Transferencias de energía

- Sabemos por el primer principio de la Termodinámica que la energía de un sistema se conserva.
- Sólo que en diferentes formas
- Y algunas de estas formas son más útiles que otras

# Transferencias de energía

- Por ejemplo:
- Es fácil convertir energía mecánica en calor -  
Movimiento con rozamiento
- En cambio es difícil el paso contrario, convertir calor en energía mecánica.
- Esta falta de simetría tiene que ver con el hecho de que algunos procesos son **irreversibles**

# Procesos irreversibles

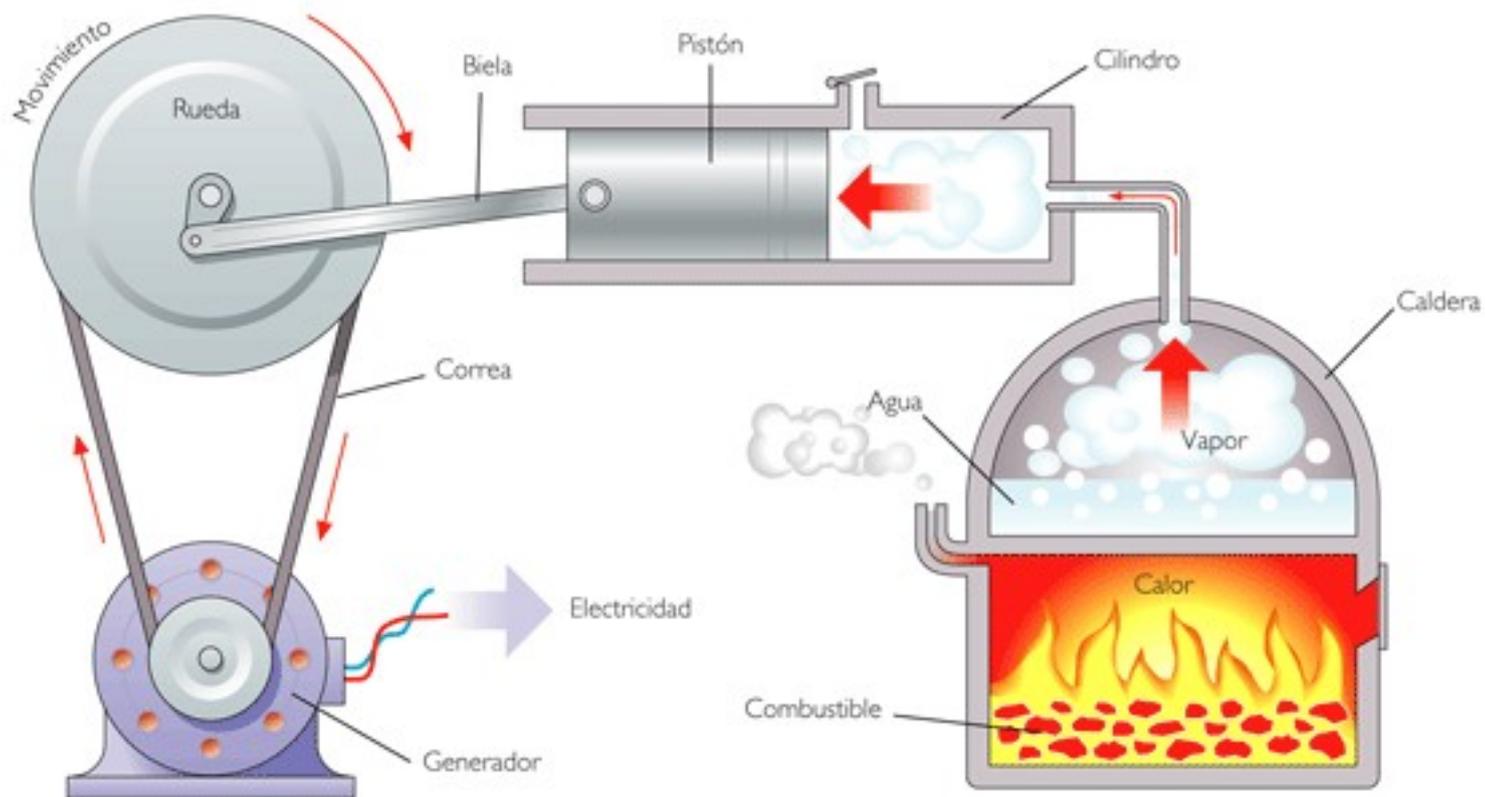
- Existen muchos procesos irreversibles.
- Por ejemplo, cuando ponemos en contacto un cuerpo caliente con otro que está más frío, el calor fluye del primero al segundo hasta que las temperaturas se igualan.
- Sin embargo el proceso inverso no se presenta nunca.
- Es más, dos cuerpos en contacto a la misma temperatura permanecen a la misma temperatura
- El calor no fluye de uno a otro, haciendo que uno de ellos se enfríe cada vez más mientras que el otro se enfría cada vez más.

# Segundo principio de la Termodinámica

- Este hecho experimental nos da el enunciado del segundo principio de la Termodinámica
- Es imposible un proceso cuyo único resultado sea transferir energía en forma de calor de un objeto a otro más caliente (enunciado de Clausius)
- Está definiendo los procesos irreversibles

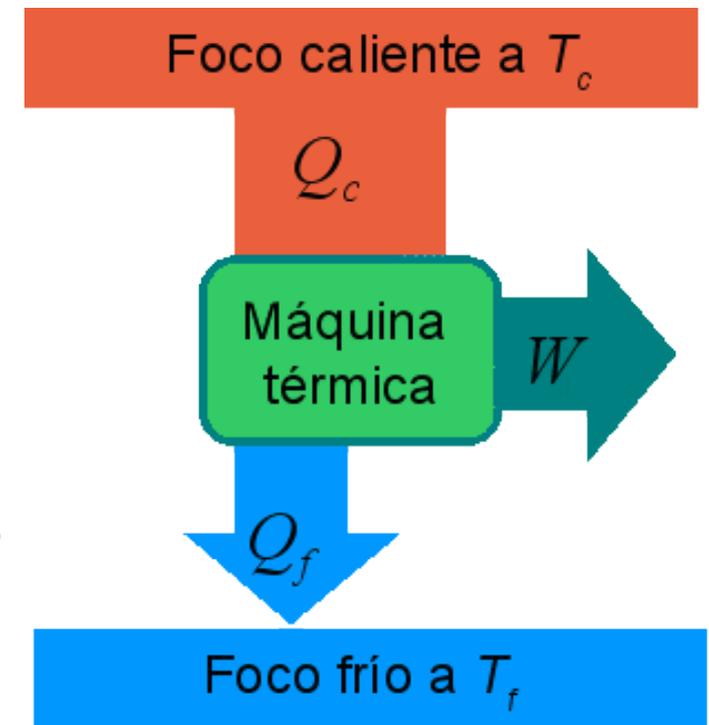
# Máquinas térmicas

- Una máquina térmica es un dispositivo cíclico cuyo propósito es convertir la máxima cantidad posible de calor en trabajo.



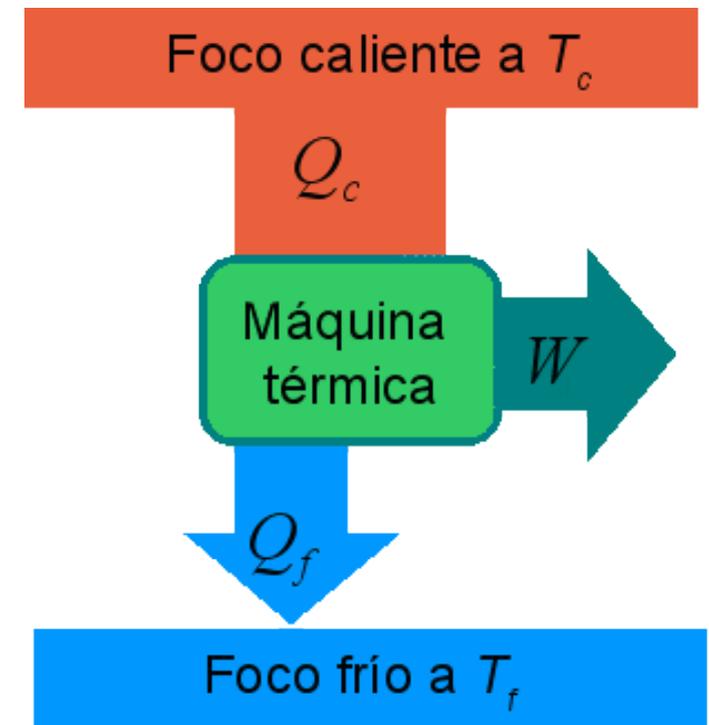
# Máquinas térmicas

- Todas ellas tiene una sustancia de trabajo:
  - Agua en la máquina de vapor
  - Aire y vapor de gasolina en los motores de combustión interna.
- Estas sustancias absorben una cantidad de calor  $Q_c$ , realiza el trabajo  $W$  y cede el calor  $Q_f$  cuando vuelve a su estado inicial (máquina cíclica)
- Por lo tanto,  $Q_f$  es una cantidad positiva, mientras que  $Q_c$  y  $W$  son negativas



# Rendimiento de una máquinas térmica

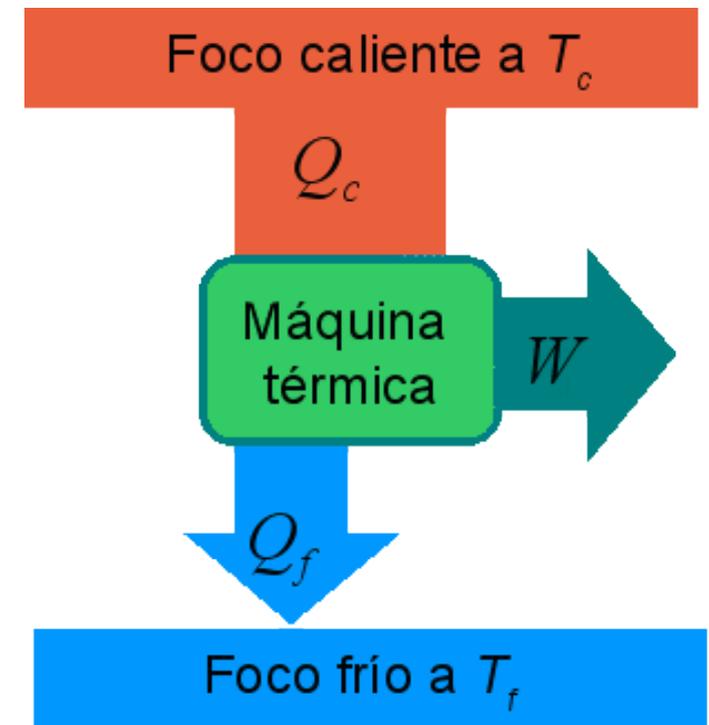
- Según el primer principio,  
 $\Delta U = W + Q$
- $\Delta U$  es la variación de energía interna de la máquina durante un ciclo. Como los estados inicial y final de la máquina en un ciclo coinciden,  $\Delta U = 0$ .
- Pero el trabajo es realizado por el sistema, luego  $W < 0$
- Por lo tanto tenemos que  
 $W = Q_{\text{neto}} = Q_c - Q_f$



# Rendimiento de una máquinas térmica

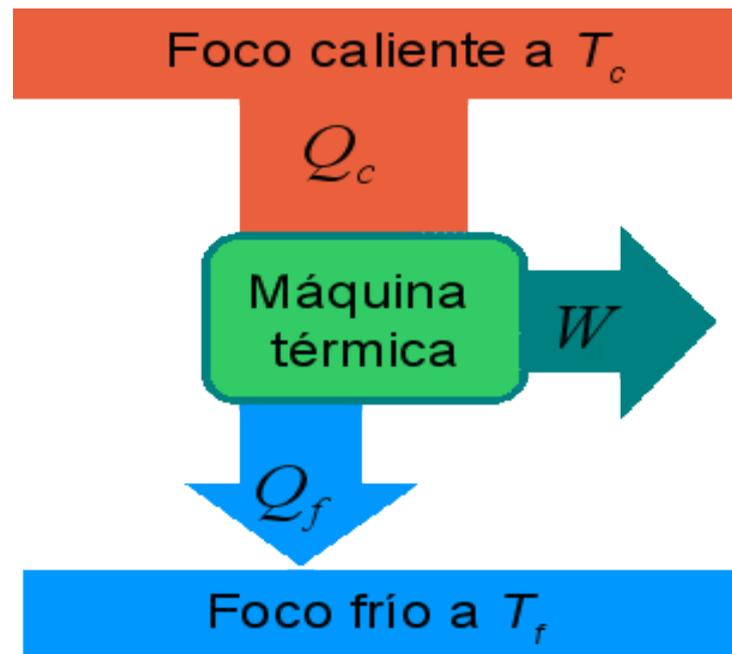
- El rendimiento se define como el cociente de lo que obtengo entre lo que me cuesta.
- En este caso, lo que obtengo es el trabajo neto producido en un ciclo, y lo que me cuesta es el calor absorbido del foco caliente, que es la energía que hay que suministrarle

■ Matemáticamente, 
$$\eta = \frac{W}{Q_c} = \frac{Q_c - Q_f}{Q_c} = 1 - \frac{Q_f}{Q_c}$$



# Ejemplo

- En cada ciclo una máquina térmica absorbe 200 J de calor de un foco caliente, realiza un trabajo y cede 160 J a un foco frío. ¿Cuál es su rendimiento?

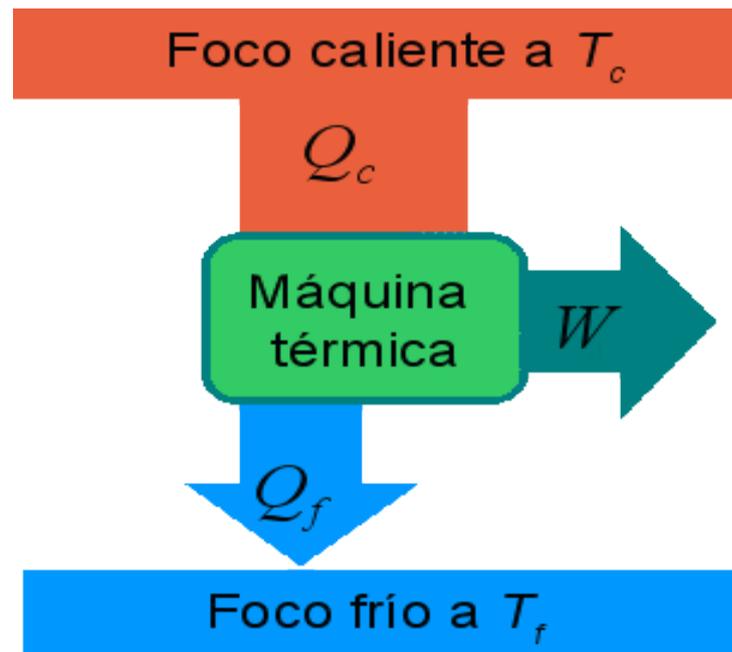


# Otro enunciado del 2º principio

- Es imposible que una máquina térmica funcione cíclicamente sin producir ningún otro efecto que extraer calor de un solo foco realizando una cantidad exactamente equivalente
- Enunciado de la máquina térmica (Kelvin)
- No puede haber una máquina térmica con un rendimiento del 100%
- Un rendimiento del 100% equivaldría a decir que todo el calor absorbido del foco caliente se convertiría en trabajo y el foco frío no recibiría ninguna cantidad de calor

# Ejemplo

- Una máquina térmica extrae 13000 KJ de un foco caliente. Si la máquina tiene un rendimiento del 25% calcule el trabajo suministrado por la máquina y el calor cedido al foco frío en una hora



# Entropía

- El primer principio dice que no se puede crear ni destruir la energía. Habla sobre la *cantidad* de la energía.
- El segundo dice que la forma que asume la energía en sus transformaciones la deteriora en formas menos útiles. Habla sobre la *calidad* de la energía.
- La entropía  $S$  da una medida del desorden en un sistema.
- Otra forma de enunciar el segundo principio es decir que en todo tiende al desorden

# Entropía

- Ningún estado ordenado pasa a ordenado por sí solo
- Hay una flecha del tiempo que siempre apunta del orden hacia el desorden
- Mi habitación quiere desordenarse, y luego no se ordena sola

