

Entropía

Profesores:

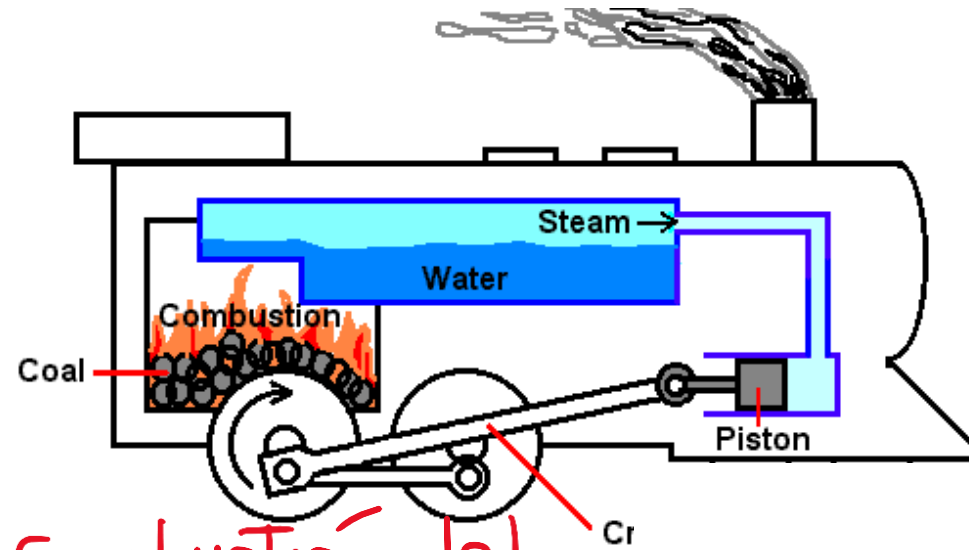
Carlos Andrés Flórez Acosta – Grupo 4

Harrison Salazar Tamayo – Grupo 23

2024-II

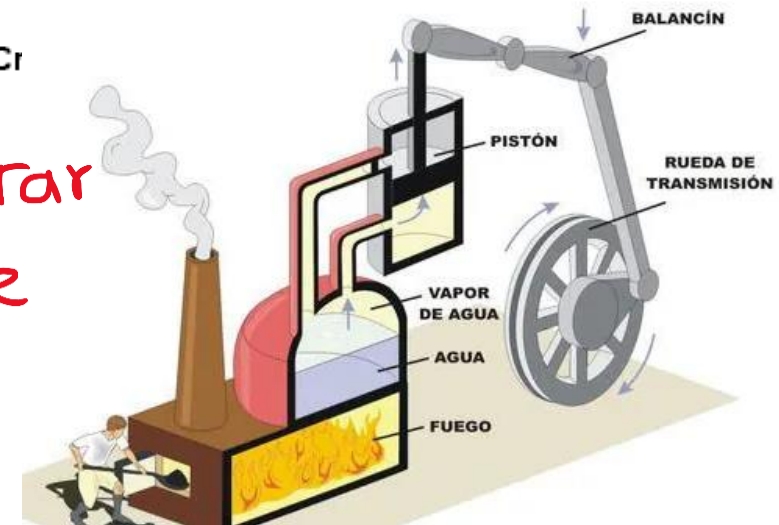
Máquinas Térmicas

De forma general, las máquinas térmicas son dispositivos que absorben calor y **transforman parte de este calor en trabajo** para realizar diferentes tareas.



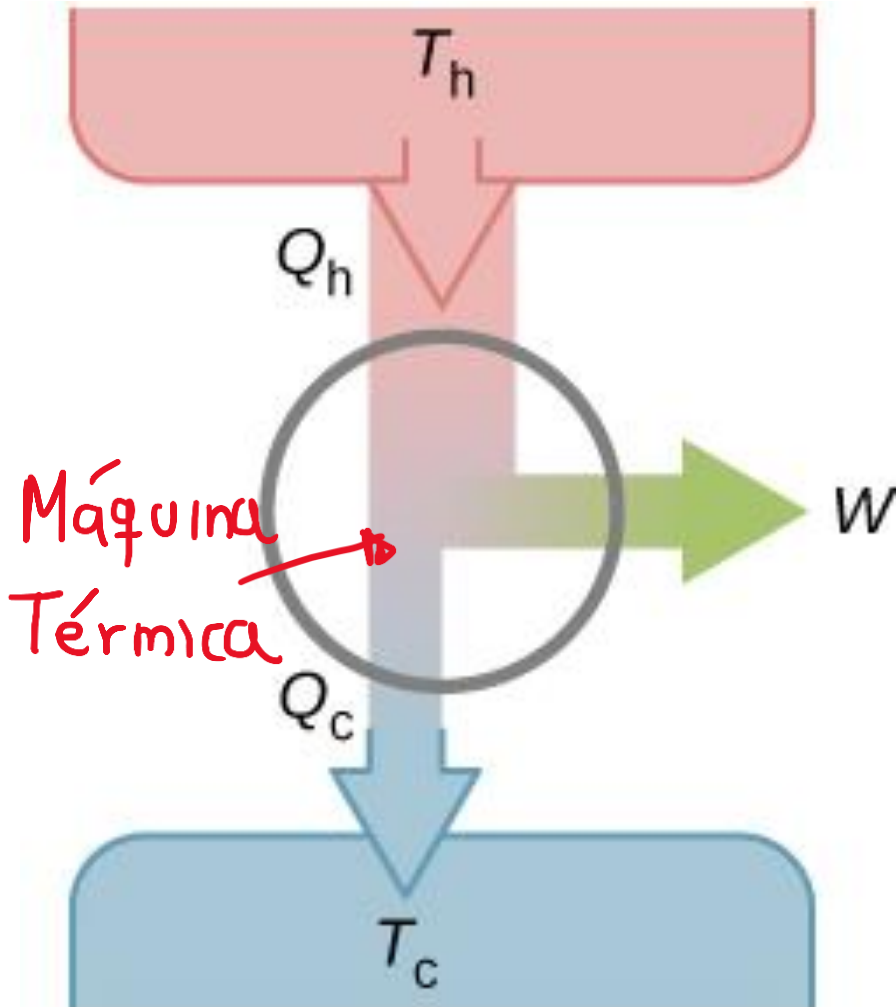
Fuente de calor:
Carbón

Combustión del
Carbón para generar
calor que evapora
agua.



<https://www.youtube.com/watch?v=9mhYnQGZJuM>

Máquinas Térmicas



Máquina
Térmica

Una máquina térmica absorbe calor (Q_h) de una fuente de calor a temperatura T_h . Transforma parte de este calor en trabajo (W). El resto del calor (Q_c) se libera al ambiente que está a una temperatura T_c .

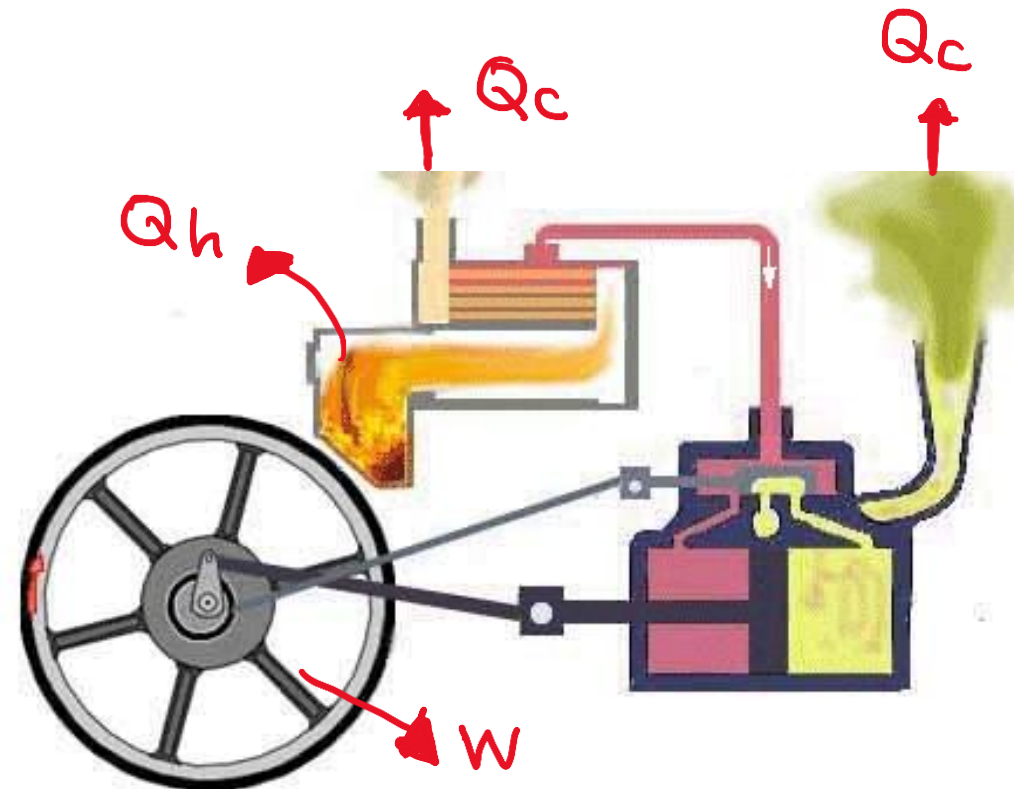
Ejemplo:

$$Q_h = 100 \text{ J}$$

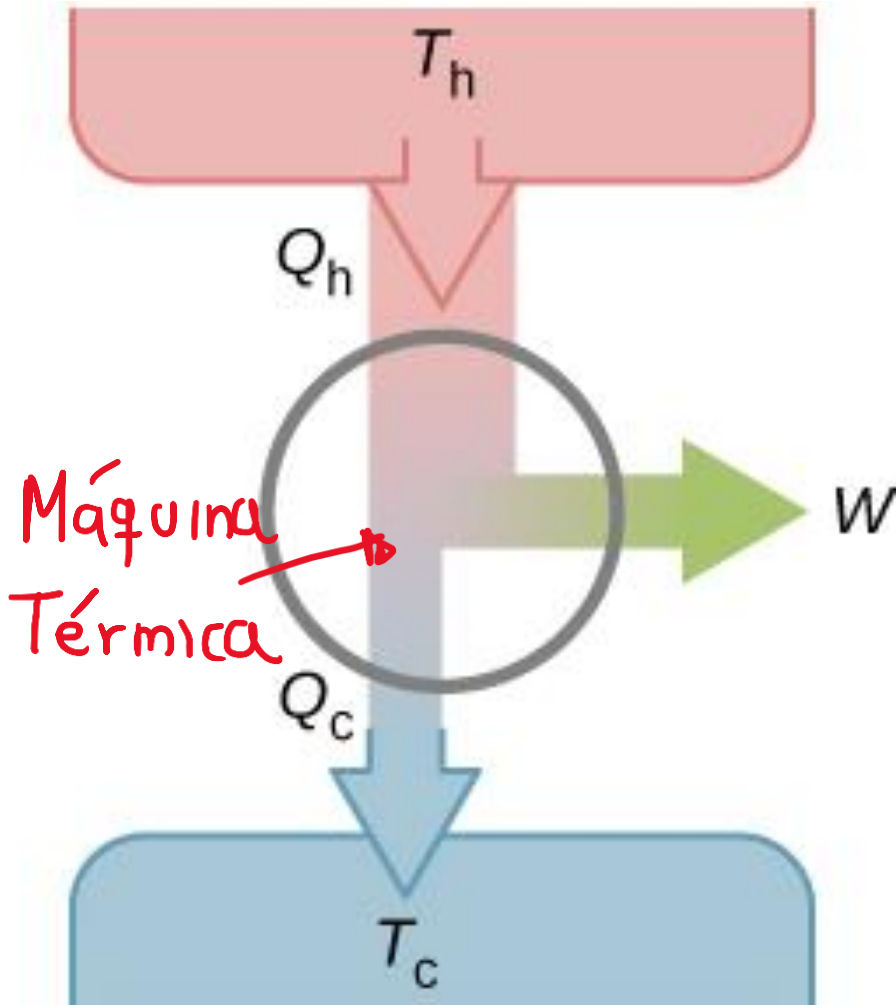
$$W = 20 \text{ J}$$

$$Q_c = 80 \text{ J}$$

Hot (h): Caliente } $T_h > T_c$
Cold (c): Frío



Eficiencia Térmica



Hot (h): Caliente
Cold (c): Frío

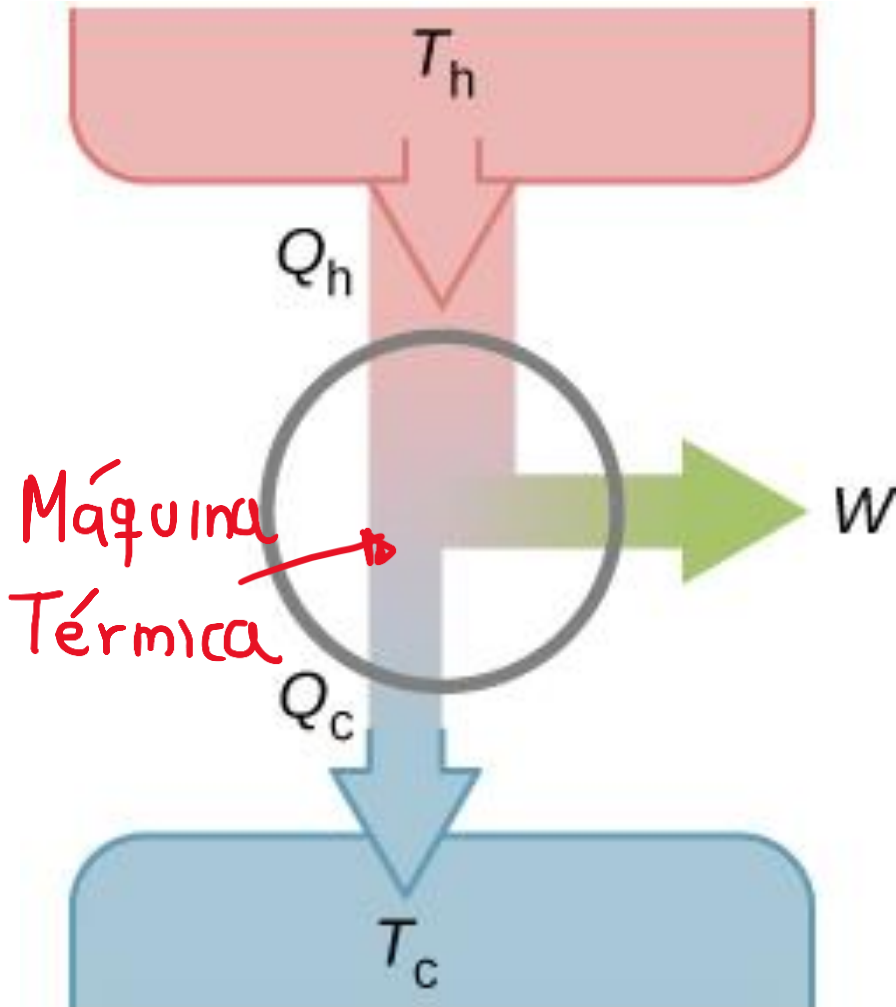
1. No todo el calor absorbido Q_h se transforma en trabajo W .
2. **Siempre** hay pérdida de energía en forma de calor Q_c .

Balance de Energía: Parte del calor absorbido se transforma en trabajo W y el resto del calor se libera al ambiente: $Q_h = W + Q_c$

Definimos la eficiencia (η) de una máquina térmica:

$$\eta = \frac{W}{Q_h} = 1 - \frac{Q_c}{Q_h} \Rightarrow \begin{aligned} 0 &\leq \eta < 1 \\ Q_h &> W \\ Q_h &> Q_c \end{aligned}$$

Eficiencia Térmica



Hot (H): Caliente
Cold (C): Frío

No hay máquinas térmicas que tengan una eficiencia del 100%. ¿Una pregunta interesante es cuál es la máquina térmica más eficiente?



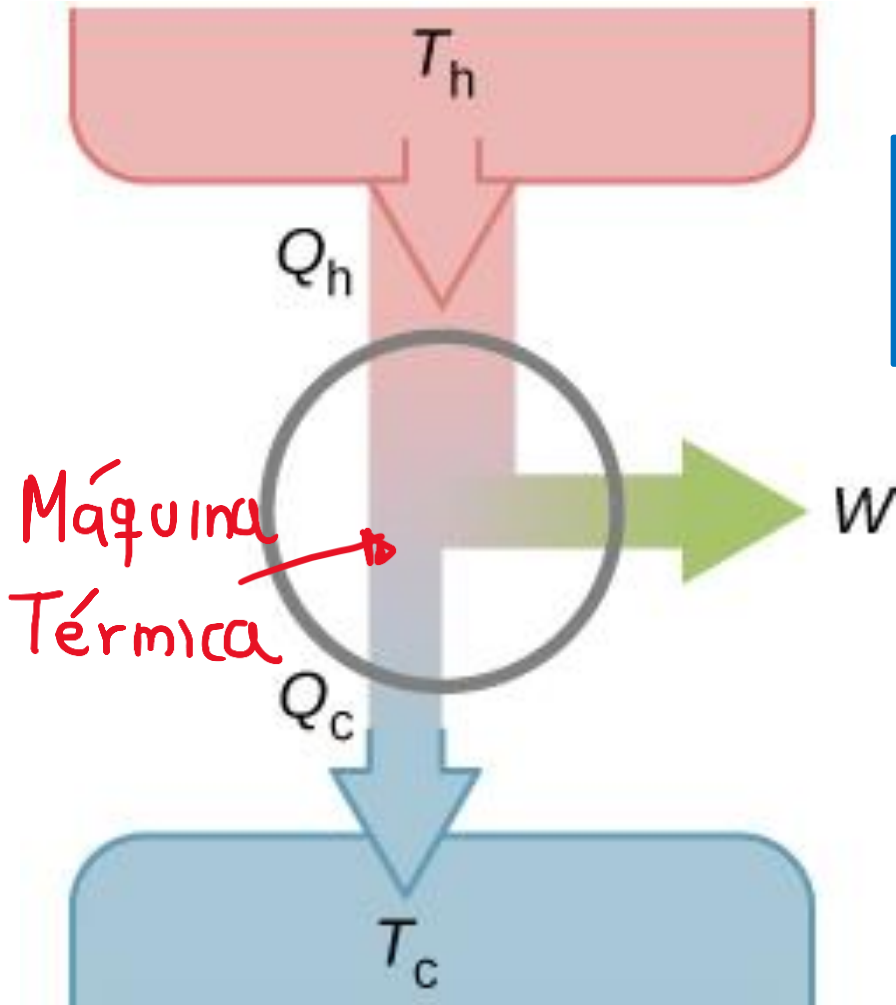
El físico Sadi Carnot propone una máquina térmica ideal (no real) llamada Máquina de Carnot cuya eficiencia es:

$$\eta \equiv \frac{T_H - T_C}{T_H} \Rightarrow \eta = 1 - \frac{T_C}{T_H}$$

Ninguna máquina térmica real puede superar la eficiencia de una máquina de Carnot funcionando a las mismas temperaturas.

Kahoot! (4)

Cambio de Entropía



Hot (H): Caliente
Cold (C): Frío

No existen procesos térmicos con perfecta eficiencia.

Entropía (S): La entropía es una magnitud física que está relacionada con la parte de la energía por unidad de temperatura que no puede utilizarse para producir trabajo.

$$\Delta S = \frac{\Delta Q}{T}$$

ΔS : Cambio de entropía

ΔQ : Calor transferido al sistema

T : Temperatura absoluta del sistema

Conclusión 1: En un proceso termodinámico espontáneo la variación de la entropía siempre es mayor que cero.

$\Delta S > 0$ Siempre hay pérdida de energía

Conclusión 2: El cambio de entropía es cero si los subsistemas están equilibrio térmico:

$\Delta S = 0 \Rightarrow \Delta Q = 0 \Rightarrow$ Equilibrio Térmico.

Segunda Ley de la Termodinámica

La entropía (S) de los sistemas físicos **siempre aumenta** y tiende a un valor máximo. La **entropía máxima** se logra cuando el sistema físico está en **equilibrio térmico**.

$\Delta S > 0$ La entropía siempre aumenta $S_f - S_o > 0 \Rightarrow S_f > S_o$
 $\Delta S = 0 \Rightarrow S_{\text{max}} \Rightarrow \text{Equilibrio Térmico} \Rightarrow \Delta Q = 0$

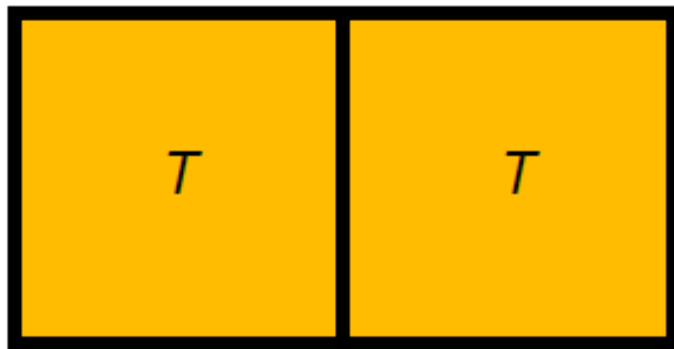


Procesos Irreversibles

Proceso Irreversible: Es aquel proceso que ocurre de forma espontánea en una sola dirección.



↓ $T_1 > T_2$



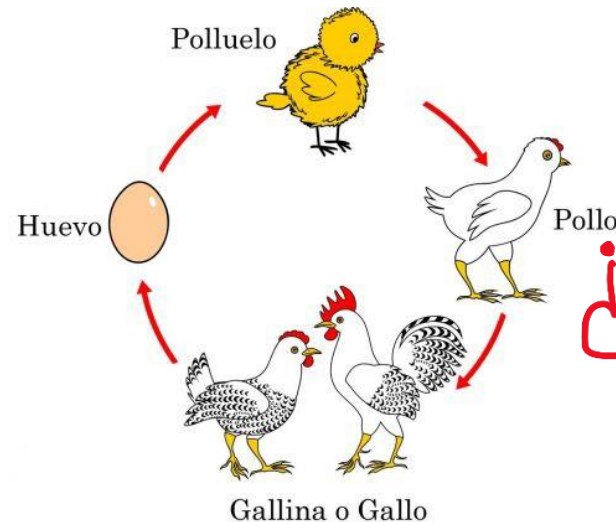
$T_1 > T > T_2$

Única
dirección.
Lo contrario
no ocurre
de forma
espontánea

Kahoot!
(1)



Una sola dirección



Proceso
reversible?

Procesos Irreversibles

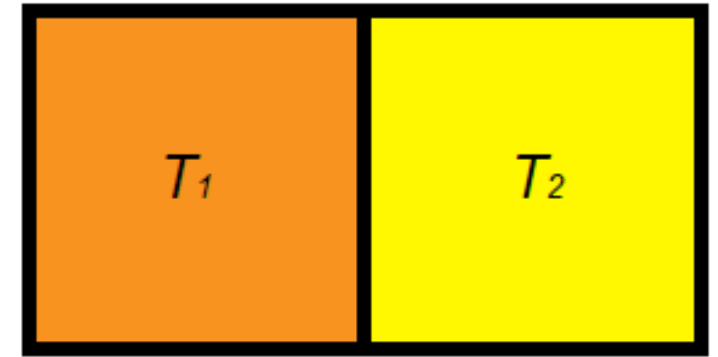
El cambio de la entropía nos permite determinar si un proceso es reversible o irreversible: $\Delta S > 0$ (Irreversible) ; $\Delta S = 0$ Reversible



$\Delta S > 0$



$\Delta S > 0$



$T_1 > T_2$
 $\Delta S > 0$



$\Delta S > 0$



$\Delta S = 0$
Equilibrio
Térmico

Entropía (Microestados)

Hasta el momento sólo hemos hablado del cambio de la entropía (ΔS).
¿Es posible calcular el valor de la entropía (S)?



Ludwig Boltzmann

$$S = k_B \ln(W)$$

¿Microestados?



k_B : Constante de Boltzmann
 W : Número de microestados (Configuraciones) del Sistema

¿De cuántas formas podemos organizar estos 3 Pokémon?



Entropía (Microestados)



Mi sistema de 3 pokémon tiene 6 microestados
ó 6 configuraciones posibles

$S = k_B \ln(6)$ Entropía de mi sistema

Usando Probabilidad: $3 \times 2 \times 1 = 6 \Rightarrow 3! = 3 \times 2 \times 1$

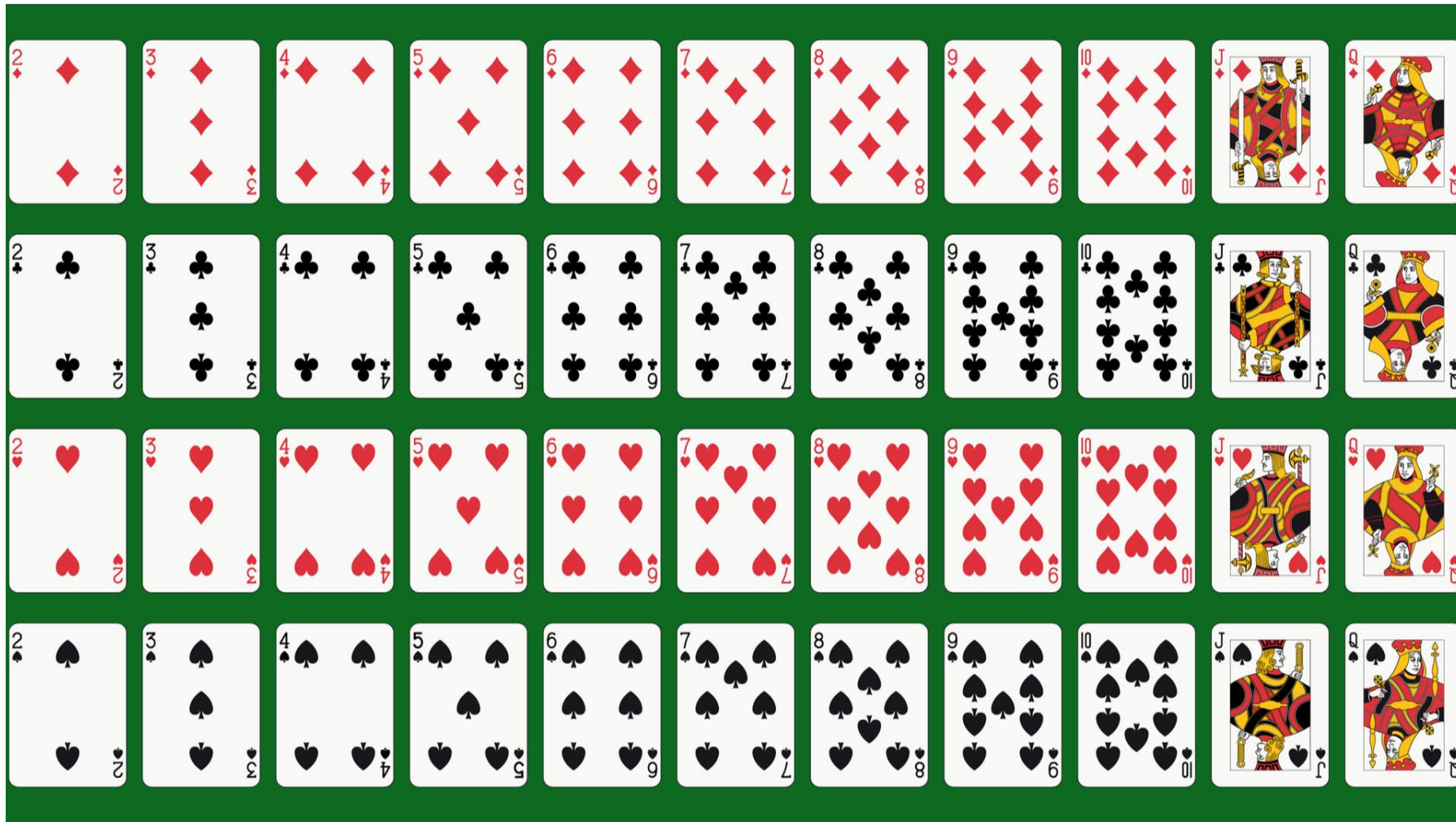


$4 \times 3 \times 2 \times 1 = 24$ Microestados

$4! \Rightarrow S = k_B \ln(24)$

Kahoot! (2) Entropía del sistema

Entropía (Microestados)



Si realizo el proceso de barajar las cartas

¿Microestados o Configuraciones Posibles?

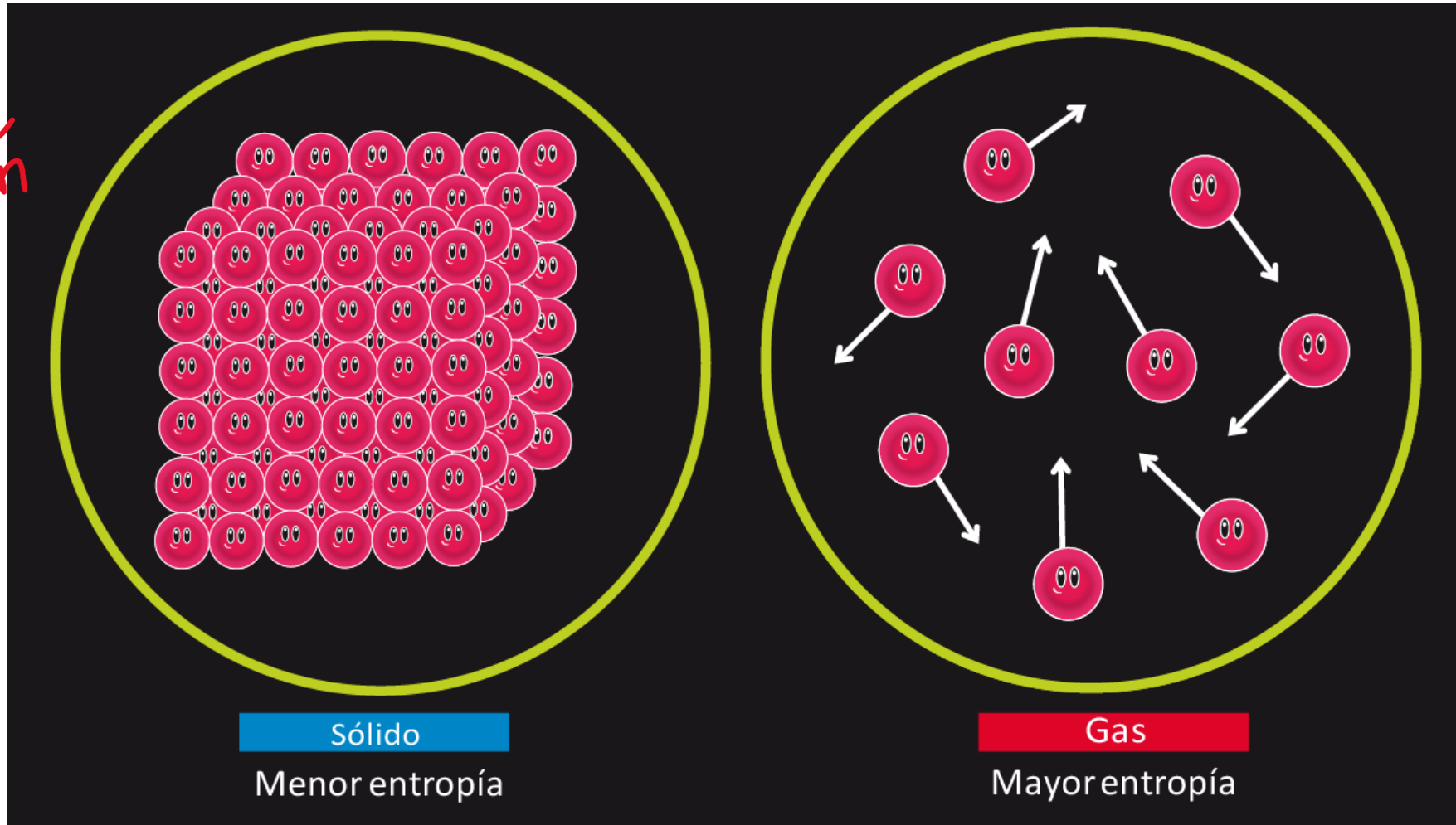
$$W = 52! \approx 2.66 \times 10^{54}$$

↓
Microestados o Configuraciones

Entre mayor sea el número de configuraciones del sistema (W) mayor es la entropía del sistema: $S = k_B \ln(W)$.

Entropía (Información)

Mucha
Información
↓
Más orden
↓
Menor
entropía



Poca informa
ción
↓
Más desorden
↓
Mayor
entropía

Cuidado: No siempre la entropía se puede relacionar con orden/desorden

Entropía (Información)

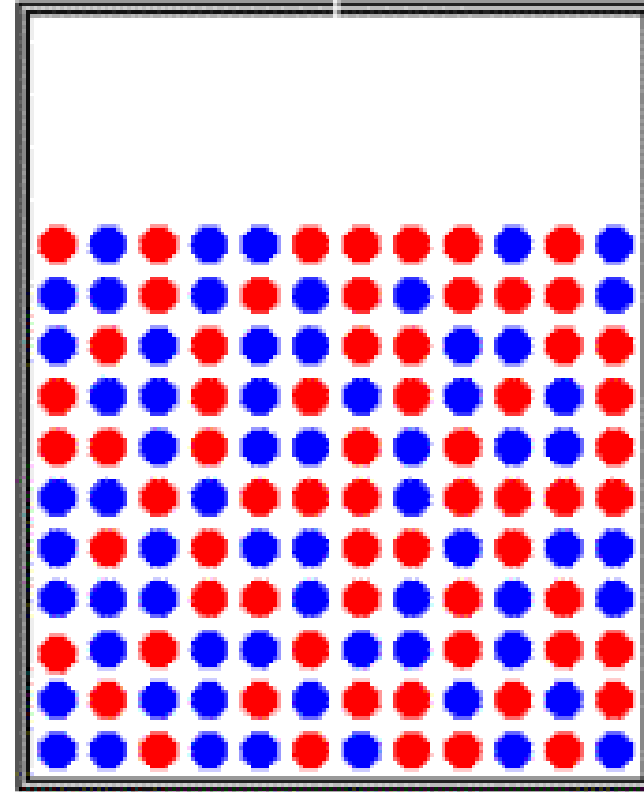
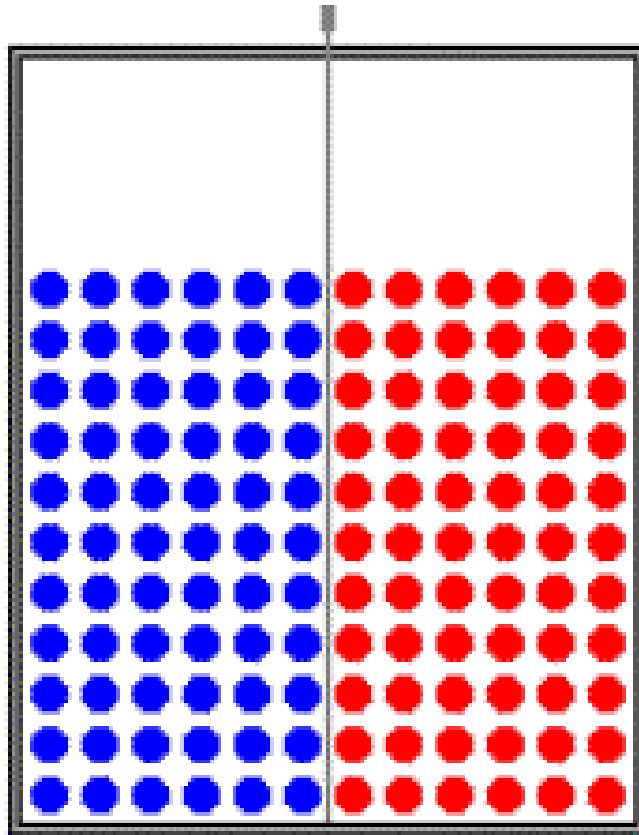
Mucha
Información



Más orden



Menor
entropía



Poca informa
ción



Más desorden



Mayor
entropía

Las configuraciones completamente ordenadas son muy pocas, mientras que las configuraciones desordenadas son muchas. Por probabilidad es más probable que un sistema se encuentre en una configuración desordenada.

Entropía (Información)

Mucha
Información



Más orden



Menor
entropía



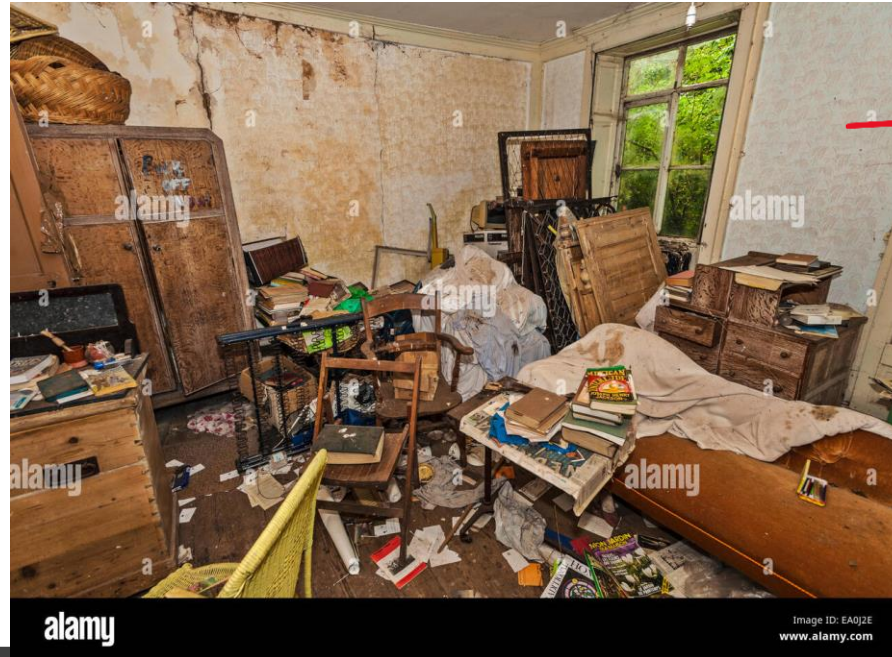
Poca informa
ción



Más desorden



Mayor
entropía



Entropía (Información)

Mucha
Información
↓
Más orden
↓
Menor
entropía

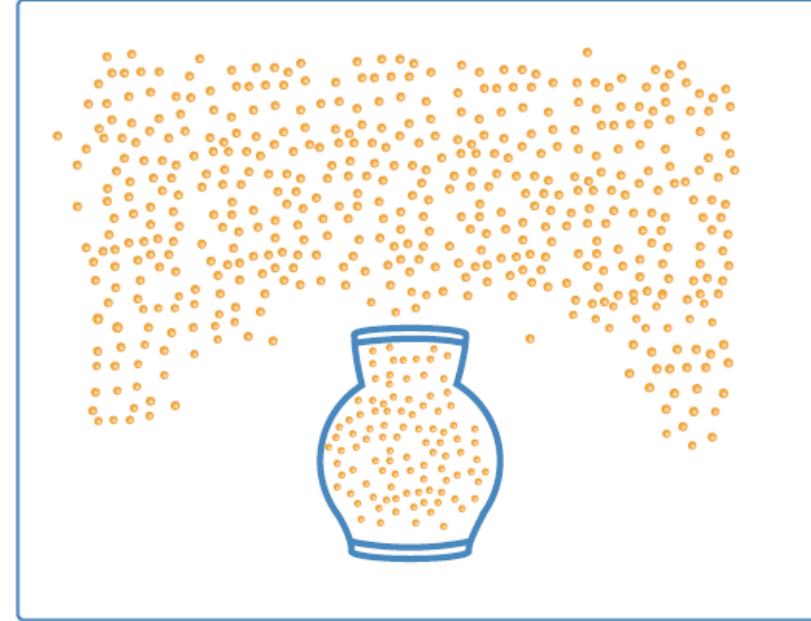
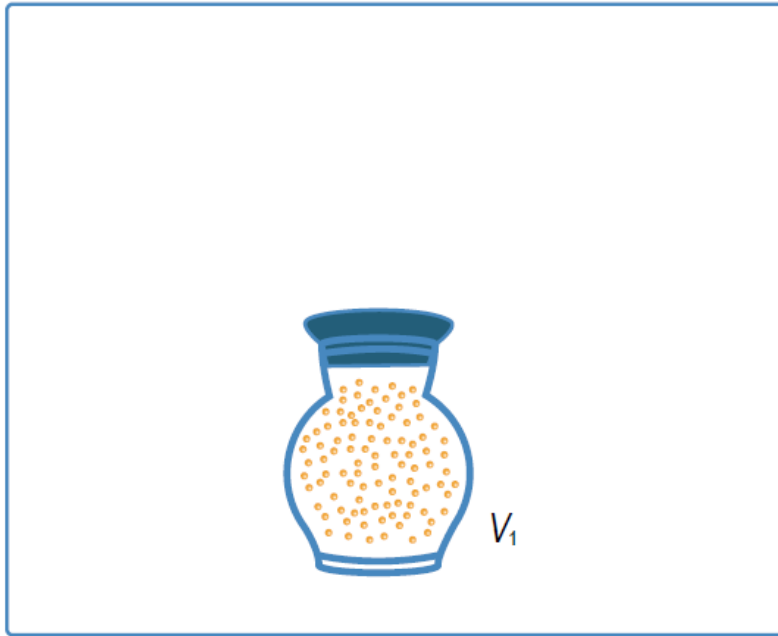


Figura 9.5. Partículas distribuidas de manera aleatoria.

Poca informa
ción
↓
Más desorden
↓
Mayor
entropía

Conclusión Final: En la naturaleza los sistemas físicos evolucionan de forma natural (con mayor probabilidad) a estados de mayor entropía, es decir, la entropía siempre aumenta. En la naturaleza los sistemas tienden (con mayor probabilidad) al desorden y el caos.

Leyes de la Termodinámica

