

Universidad Nacional de Río Negro

Física III B – 2020

- **Unidad** 03
- **Clase** U03 C08 / 21
- **Fecha** 02 Jun 2020
- **Cont** Perpetuum Mobile
- **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

Unidad 3

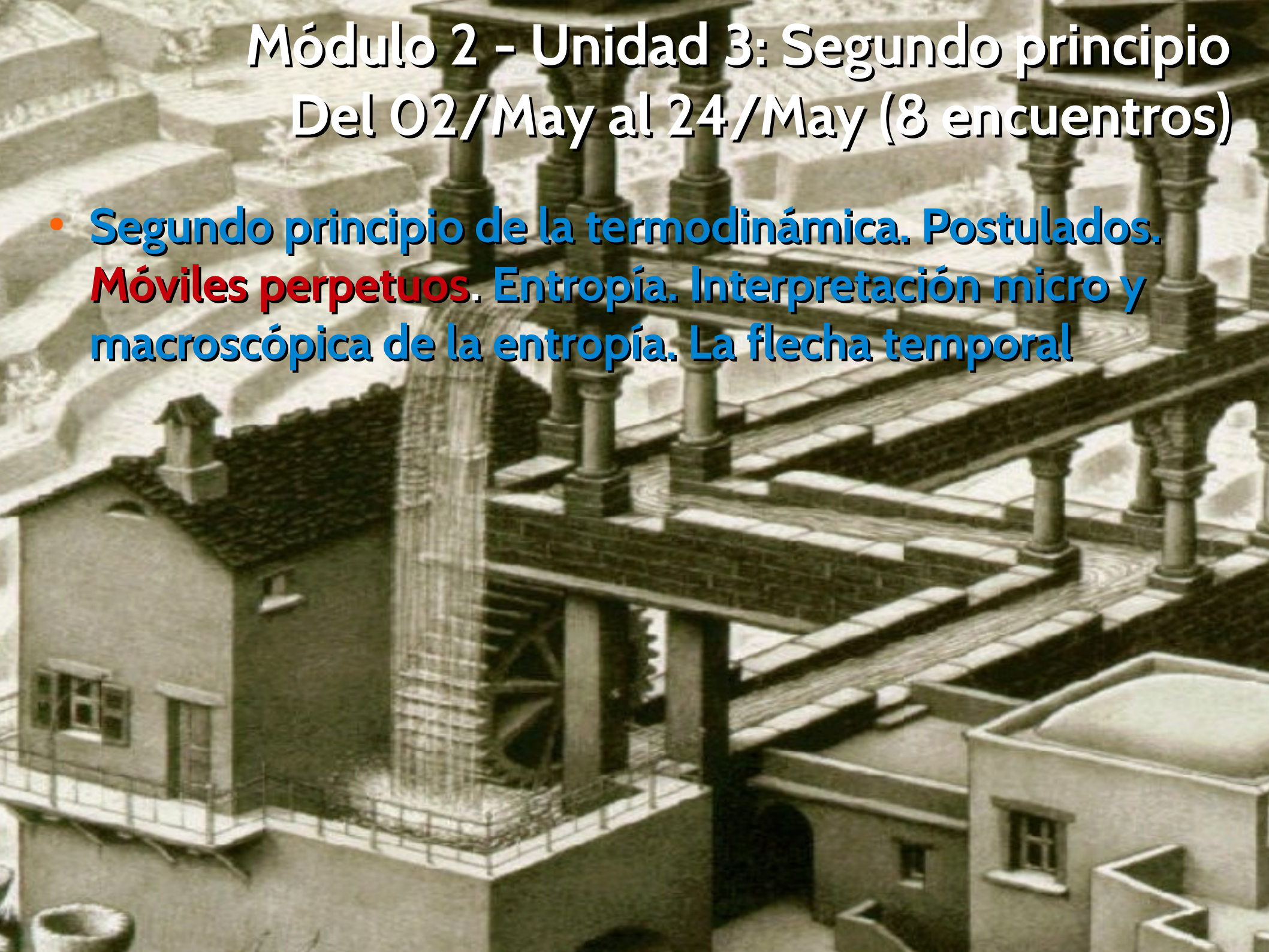
Segundo Principio

Nada es gratis

Módulo 2 - Unidad 3: Segundo principio

Del 02/May al 24/May (8 encuentros)

- Segundo principio de la termodinámica. Postulados. **Móviles perpetuos**. Entropía. Interpretación micro y macroscópica de la entropía. La flecha temporal



Interpretación microscópica: dos dados

- ¿cuál es la probabilidad de la suma de los dos dados sea un número determinado, $P(n)$?
- n no puede valer cualquier cosa: $2 \leq n \leq 12$
 $P(n < 2) = 0$ $P(n > 12) = 0$
- Para el resto de los valores de n , la cosa es más compleja



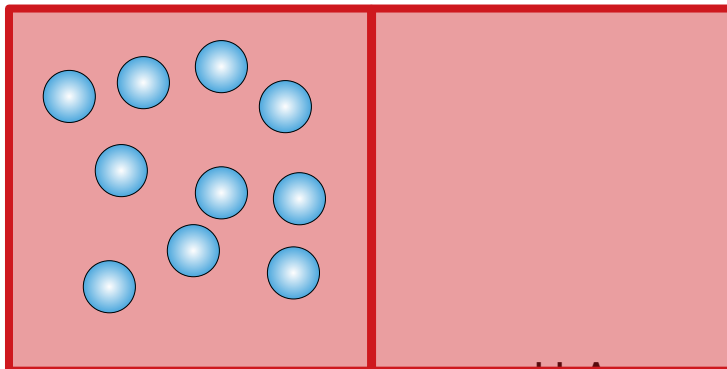
Roll		Probability
2		$\frac{1}{36}$
3		$\frac{2}{36}$
4		$\frac{3}{36}$
5		$\frac{4}{36}$
6		$\frac{5}{36}$
7		$\frac{6}{36}$
8		$\frac{5}{36}$
9		$\frac{4}{36}$
10		$\frac{3}{36}$
11		$\frac{2}{36}$
12		$\frac{1}{36}$

Si arrojo dos dados...

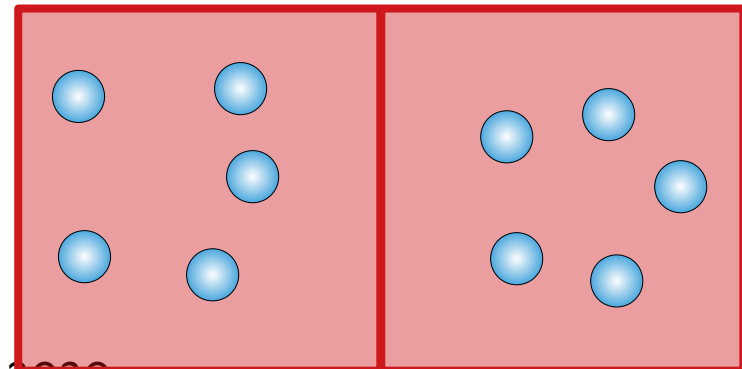
- **Macroestados:** configuración del sistema (n)
- **Microestados:** distintas configuraciones de los constituyentes del sistema que llevan a un macroestado. P. ej: $n=3 \rightarrow (1,2)$ ó $(2,1)$
- **Multiplicidad:** cantidad de microestados que conducen al mismo macroestados final (p. ej, $n=3 \rightarrow \Omega_3=2$)
- El sistema “dos dados” puede existir en alguno de esos 11 posibles valores ($2 \rightarrow 12$) **macroestados**, y en ningún otro
- Cada **macroestado** puede alcanzarse mediante distintos **microestados**
- Cuando mayor sea la **multiplicidad** Ω , es más probable que el sistema se encuentre en ese macroestado.
- ¿macroestado más probable? $\rightarrow 7$
¿macroestado menos probable? $\rightarrow 2$ ó 12

- Para 10 moléculas, $n=2^{10}=1024$.
 - Todas de un lado: la probabilidad es $1/1024$
 - 5 y 5: $\Omega=252$. La probabilidad de este estado es $252/1024 \sim 25\%$
- Para 100, $n=2^{100} \sim 1,3 \times 10^{30}$. Todas de un lado, $P=1/2^{100} \sim 0$
- Imaginen para el número de Avogadro

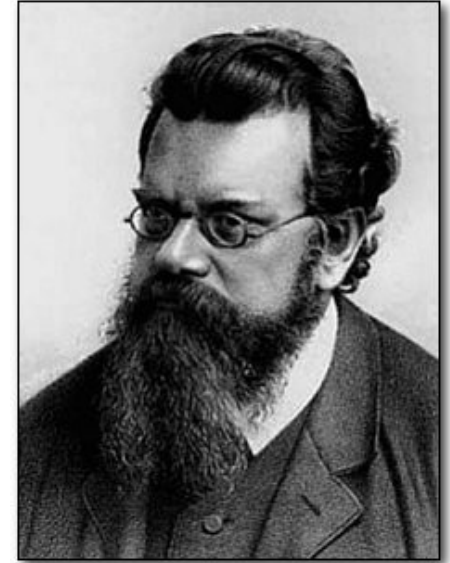
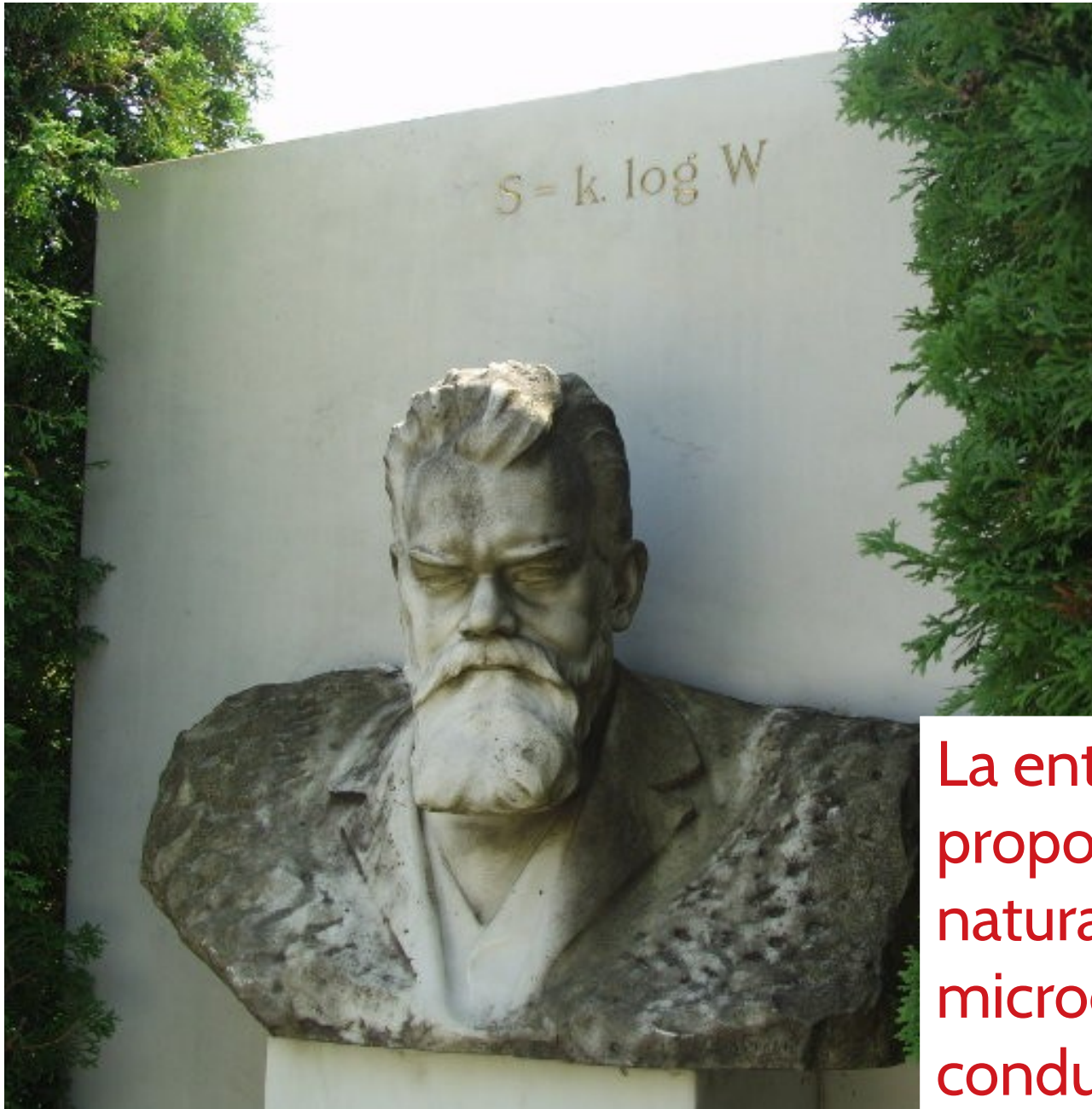
$P=1/1024$



$P=252/1024$



Ludwig Boltzmann propone que la entropía es



$$S = k_B \ln \Omega$$

La entropía de un sistema es proporcional al logaritmo natural del número de microestados posibles que conducen a ese macroestado

Entropía y desorden

- Describir el macroestado del sistema a partir de los microestados implica describir estos de manera individual, y **son iguales y equiprobables**
aleatoriedad
- A mayor multiplicidad, **más cantidad de información es necesaria** para describir al macroestado ← **desorden**
- **mayor multiplicidad** **mayor entropía**
- Coloquialmente, se dice por esto que la entropía es una medida del desorden o de la aleatoriedad del sistema

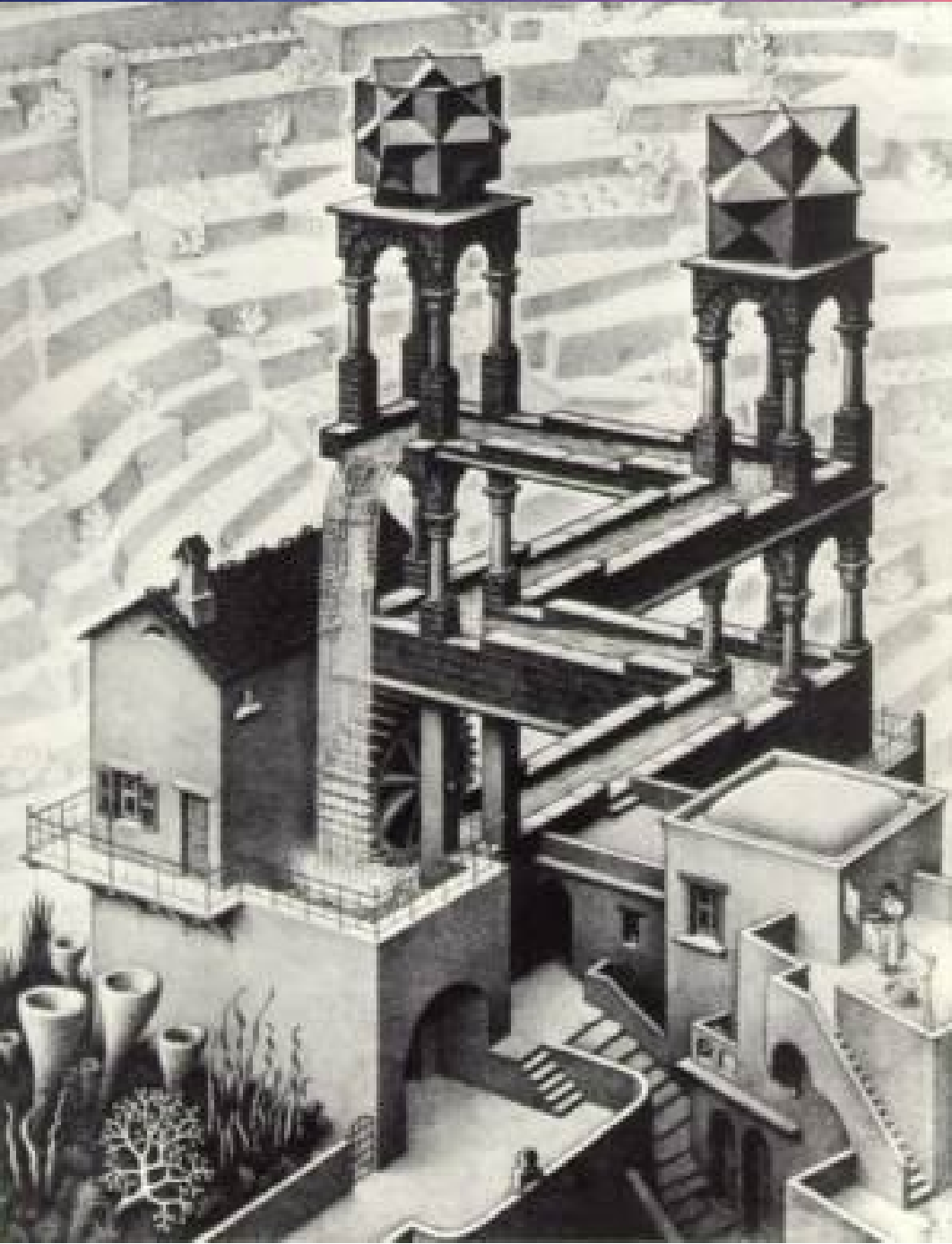
Tercer principio (Postulado de Nernst)

- Para una misma transformación, el cambio de entropía de un sistema tiende a cero cuando T lo hace:

$$\lim_{T \rightarrow 0} \Delta S = 0$$

→ No es posible alcanzar el cero absoluto en un número finito de etapas.

M. C. Escher (1898-1972)



Móviles perpetuos: botella de Boyle

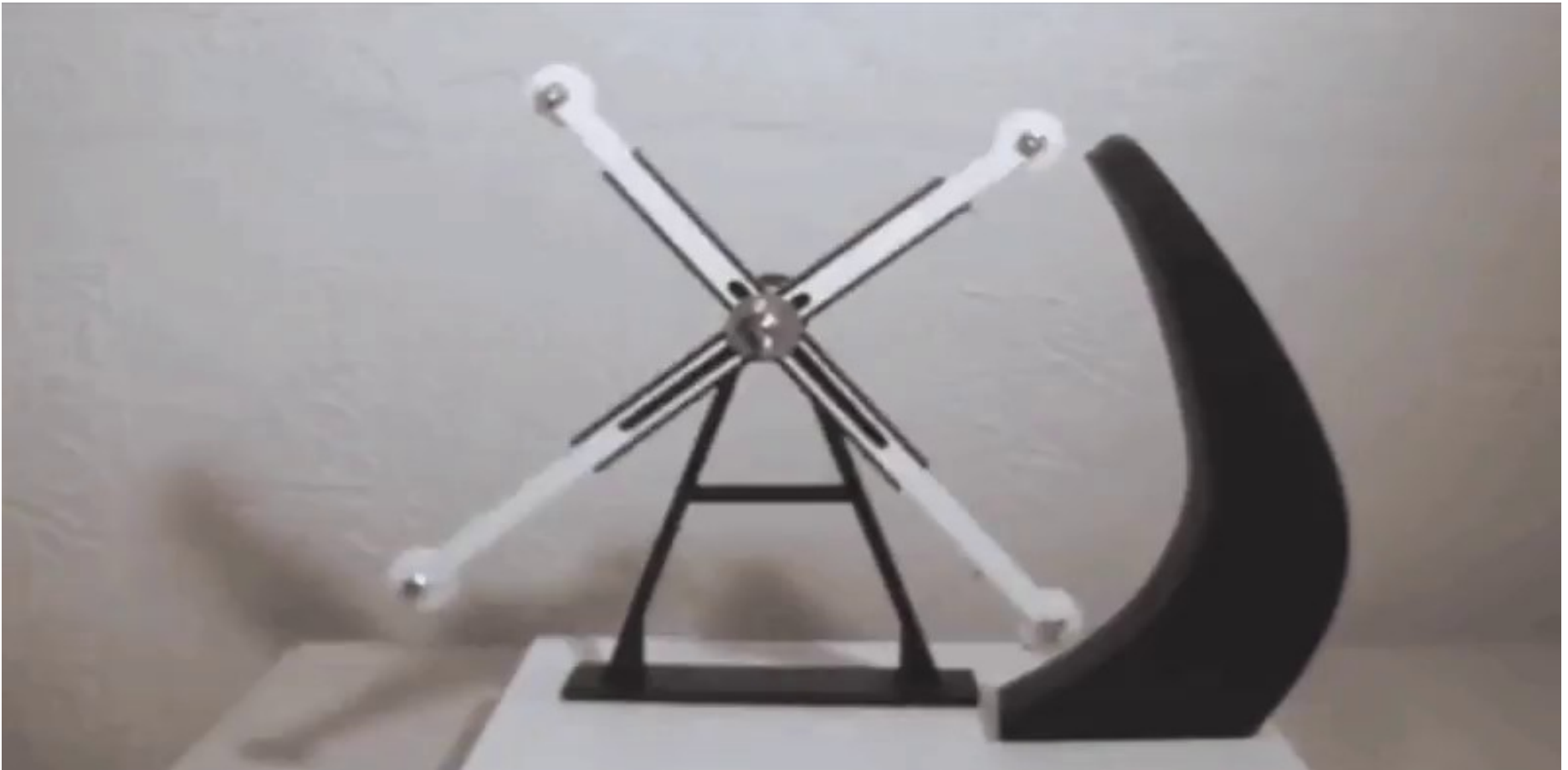


Móviles perpetuos: rueda sobrebalanceada



<https://www.youtube.com/watch?v=DwOblAnQnh4>

Otra versión



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

Mith busters



<https://www.youtube.com/watch?v=wnJpMX-GXcg>

- **Primera especie**

Obtienen trabajo mecánico sin consumo de energía externa → **Violan el primer principio**

- **Segunda especie**

Convierten todo el calor en trabajo mecánico sin pérdidas de ningún tipo → **Violan el segundo principio**

- **Tercera especie**

Logran eliminar completamente todas las irreversibilidades del sistema obteniendo una máquina reversible