

Universidad Nacional de Río Negro

Física III B – 2020

- **Unidad** 04
- **Clase** U04 C01 / 22
- **Fecha** 04 Jun 2020
- **Cont** Ley de Newton
- **Cátedra** Asorey
- **Web** <http://gitlab.com/asoreyh/unrn-f3b>



Contenidos: Termodinámica alias Física IIIB, alias Física IVA

Unidad 1

El Calor

Hace calor

Unidad 2

Primer principio

Todo se transforma

Unidad 3

Segundo Principio

Nada es gratis

Unidad 4

Aplicaciones

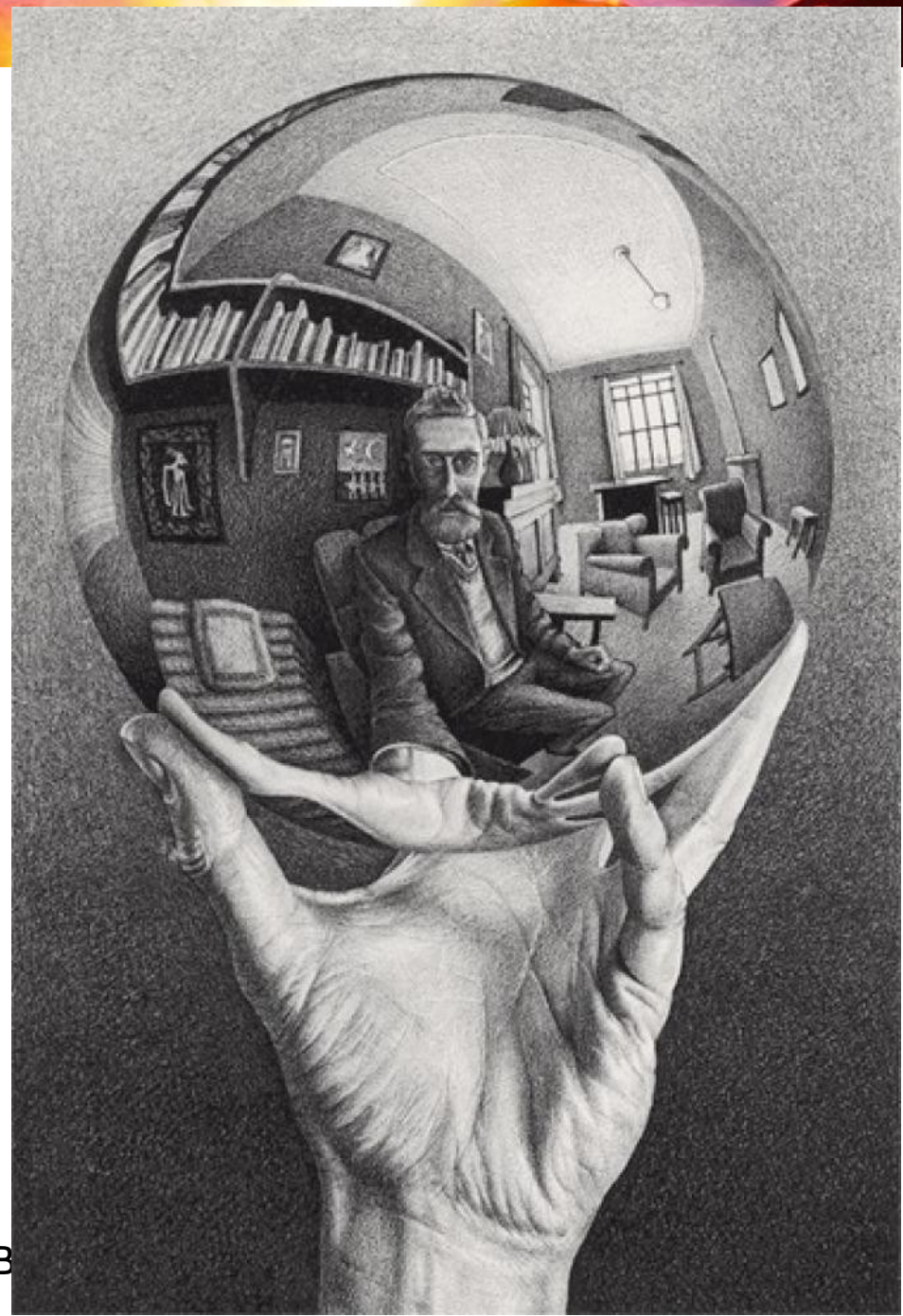
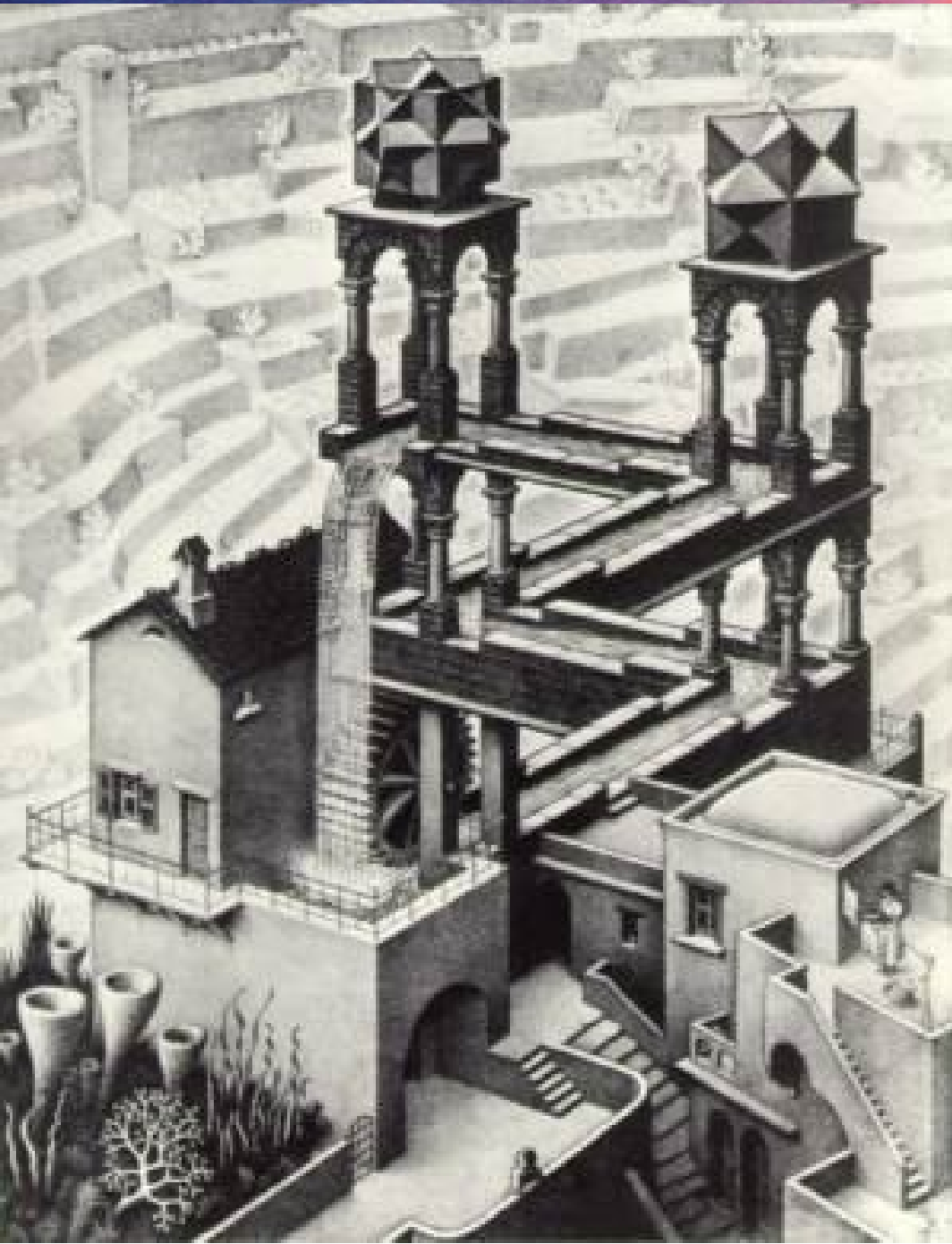
Es lo que hay

Bloque 2 - Unidad 4: Aplicaciones

Del de 02/Jun al 25/Jun (8 encuentros)

- **Transferencia de calor: radiación, conducción y convección. Ley de Newton. Conductores y aislantes del calor. Ley de Fourier. Aplicaciones hogareñas. Termodinámica de la vida. Energía y humanidad. Calentamiento global.**

M. C. Escher (1898-1972)



Móviles perpetuos: botella de Boyle



- **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

De la U01: Principio Cero de la Termodinámica

- **Principio** → es una **regla** que cuyo cumplimiento **se verifica experimentalmente** y que **aún** no ha podido **refutarse**, pero tampoco probarse
- **Principio cero:**

Si dos objetos están en equilibrio térmico con un tercer objeto, entonces los tres están en equilibrio térmico entre sí.

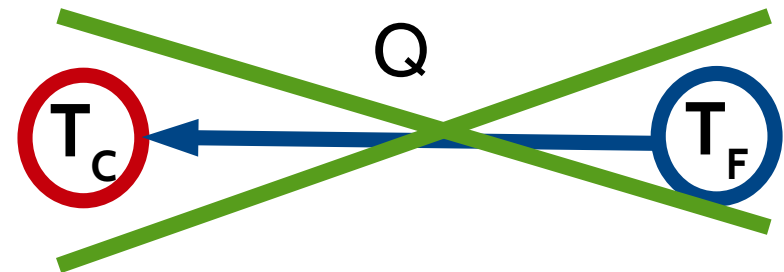
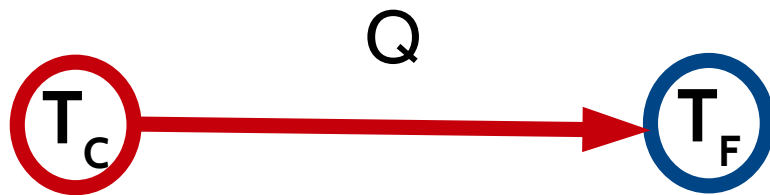
- Esta definición → **escala de temperaturas**

De la U03: Segundo principio

- **Enunciado de Clausius**

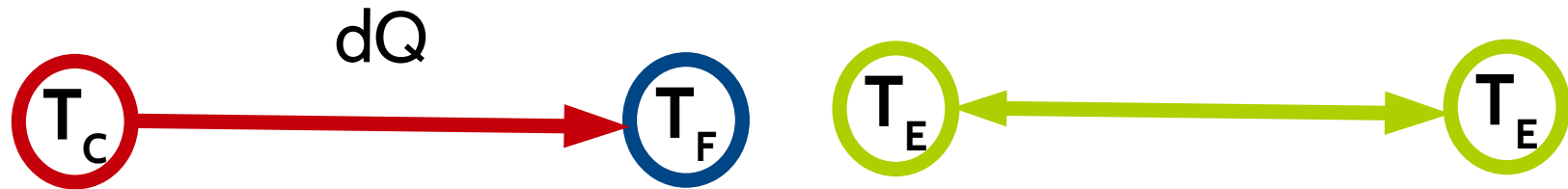
No es posible un proceso que tenga como único resultado la transferencia de calor de un cuerpo hacia otro más caliente.

- Expresa un hecho empírico, y va por la negativa: nos dice lo que no es posible hacer



- Establece un sentido para el flujo espontáneo de calor de los focos calientes a los focos fríos y no al revés

Observaciones empíricas



- El cuerpo caliente (emisor) entrega calor y se enfría. El cuerpo frío (receptor), recibe calor y se calienta

$$T_c \equiv T_c(t), \frac{dT_c}{dt} < 0 \quad T_f \equiv T_f(t), \frac{dT_f}{dt} > 0$$

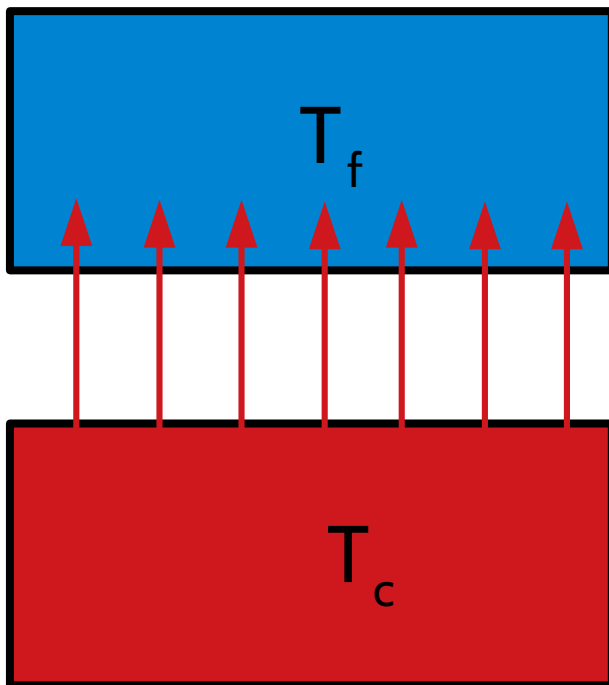
- Mientras exista diferencia de temperatura entre objetos vecinos, la transferencia de calor no puede detenerse.

$$\text{Sí } \Delta T(t) \stackrel{\text{def}}{=} T_c(t) - T_f(t) > 0 \rightarrow dQ > 0$$

- La velocidad de transferencia tiende a cero a medida que las temperaturas de ambos cuerpos se igualan:

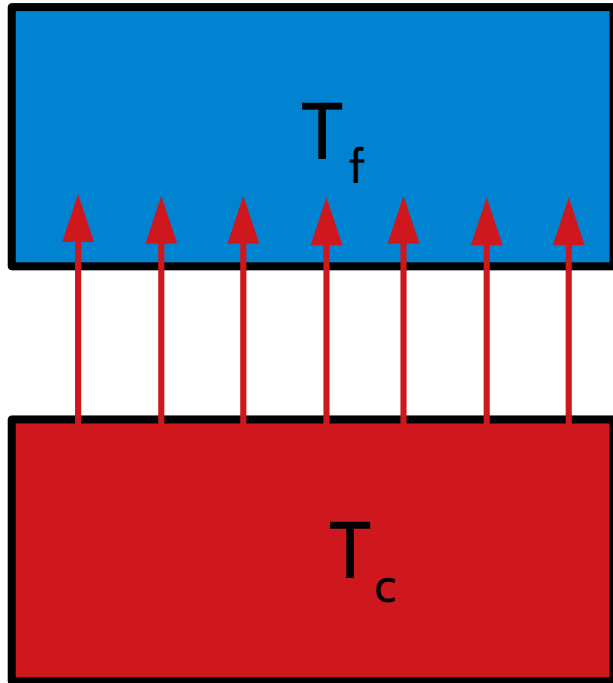
$$\lim_{\Delta T(t) \rightarrow 0} \frac{dQ}{dt} = 0$$

Ley de enfriamiento



- Imaginemos una región caliente y una fría
- ¿Qué variables determinan el flujo de calor?
 $\frac{dQ}{dt}$
 - ¿Área de contacto?
 - ¿Diferencia de temperatura?
 - ¿Materiales?

Ley de enfriamiento



$$\frac{dQ}{dt} \propto A (T_c - T_f)$$

$$\frac{dQ}{dt} = -hA(T_c - T_f)$$

- Imaginemos una región caliente y una fría
- ¿Qué variables determinan el flujo de calor?
 - ¿Área de contacto? A
 - ¿Diferencia de temperatura? $\frac{dQ}{dt}$
 - ¿Materiales?
 - h es el coeficiente de transferencia de calor: $[h] = \text{W} / (\text{m}^2 \text{K})$

El signo - aparece porque miramos el enfriamiento!

Ley de enfriamiento

El flujo de calor de la fuente caliente a la fría.

$$\frac{dQ}{dt} = -hA(T_c - T_f)$$

Ese calor enfría la fuente caliente:

$$\underline{dQ} = m C_v dT \rightarrow \frac{dQ}{dt} = m C_v \frac{dT}{dt}$$

Luego la tasa de enfriamiento será:

$$m C_v \frac{dT}{dt} = -hA(T_c - T_f) \Rightarrow \frac{dT}{dt} = - \overbrace{\left(\frac{hA}{mC} \right)}^r (T_c - T_f)$$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{dT}{dt} = -r(T_c - T_f)}$$

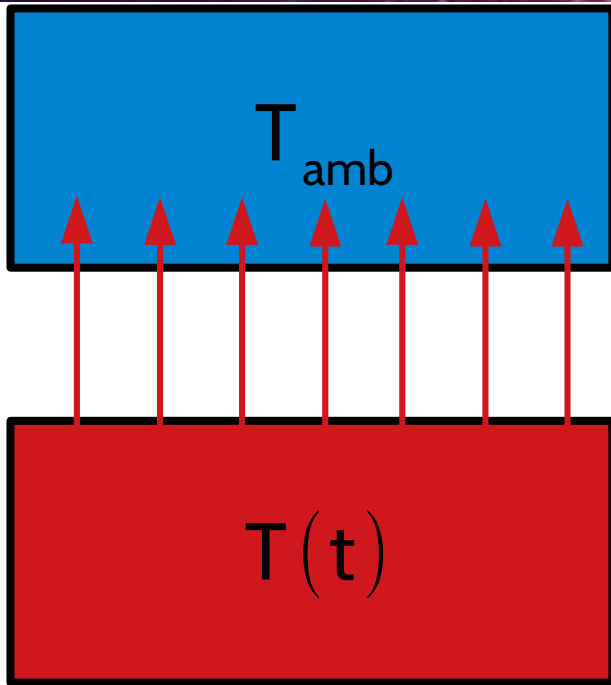
donde T_f es usualmente el ambiente y T_c es la fuente.

r depende del sistema $\rightarrow \frac{1}{r} = \text{tiempo característico}$

$$T_f = cte \equiv T_{amb}$$

$$T_c = T_c(t) \equiv T \Rightarrow \boxed{\frac{dT}{dt} = -r(T - T_{amb})}$$

Ley de enfriamiento de Newton



$$\frac{dT(t)}{dt} = -r(T(t) - T_{amb}) = -r \Delta T(t)$$

$$r = \left(\frac{hA}{mC_v} \right) > 0 \quad \tau \stackrel{\text{def}}{=} r^{-1} = \left(\frac{mC_v}{hA} \right)$$

$$[r] = s^{-1} \quad [\tau] = s$$

τ es un tiempo característico
(depende del sistema)

$$\frac{dT(t)}{dt} = -r \Delta T(t)$$

$$\Delta T(t) = \Delta T(0) e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$T(t) = T_{amb} + (T(0) - T_{amb}) e^{-\frac{t}{\tau}}$$

Conducción, convección y radiación

