

# TERMODINÁMICA



*PROF. JESÚS ALBERTO RIVERA*



# Desempeños 2do per

- **D1. Formulo preguntas específicas sobre una observación, sobre una experiencia o sobre las aplicaciones de teorías científicas.**

TERMODINAMICA: CAPACIDAD CALORICA, CALOR ESPECIFICO Y CALOR LATENTE

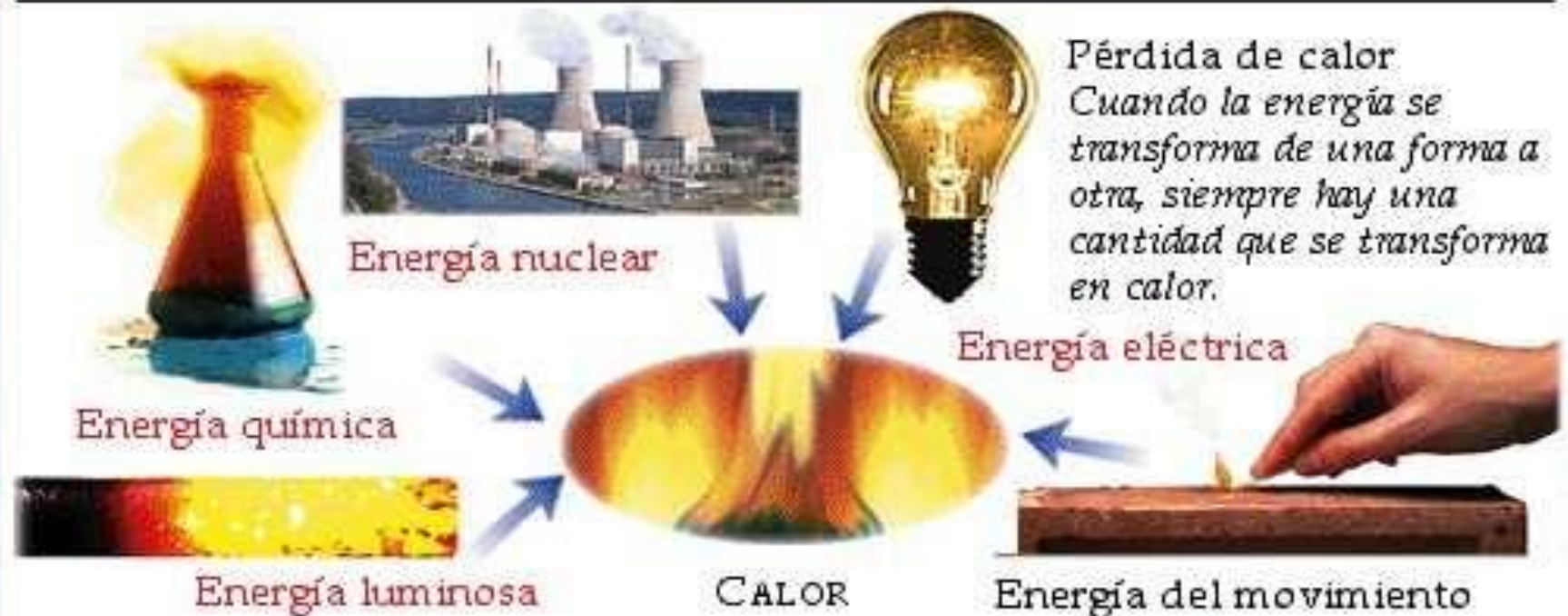
- **D2. Comprende el funcionamiento de máquinas térmicas (motores de combustión, refrigeración) por medio de las leyes de la termodinámica (ley cero y primera).**

- **D3. Analizo diversos puntos de vista e intereses relacionados con la percepción de los problemas y las soluciones tecnológicas, tomando en cuenta mis argumentaciones**

CAMBIOS DE ESTADO: CLIMA, VIENTOS Y ESPECIES



# TERMODINÁMICA



LA TERMODINÁMICA es el estudio del comportamiento de la energía calorífica y las formas en que la energía se transforma en **calor**. Nos ayuda a comprender por qué los motores no pueden ser nunca totalmente **eficientes** y por qué es imposible enfriar nada

hasta el **cero absoluto**, una temperatura a la que las sustancias no tienen energía calorífica. Los principios de la termodinámica se pueden aplicar al diseño de motores, al cálculo de la energía liberada en reacciones, o a estimar la edad del Universo.

## TRANSFERENCIA DE CALOR



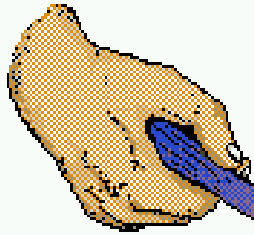
### CALENTAR SOPA

*El calentamiento de la sopa en éste fogón halógeno ilustra los tres tipos de transferencia de calor.*

Transferencia de calor en una barra metálica  
Si se calienta un extremo de una barra metálica, el calor viaja por conducción al otro extremo.

LA TRANSFERENCIA de **energía calorífica** puede tener lugar por radiación, convección o conducción. El calor radiante está compuesto por ondas electromagnéticas, que pueden viajar en el **vacío**. El calor del Sol viaja hasta la Tierra a través de espacio vacío por radiación. La convección está relacionada con el transporte de átomos o moléculas y tiene lugar en los **fluidos**. Por ejemplo, el aire caliente se eleva, llevándose consigo la energía calorífica. La conducción es la transferencia de energía térmica sin transporte de átomos ni moléculas. El proceso concreto es distinto en los metales, que conducen bien, que en los no metales.



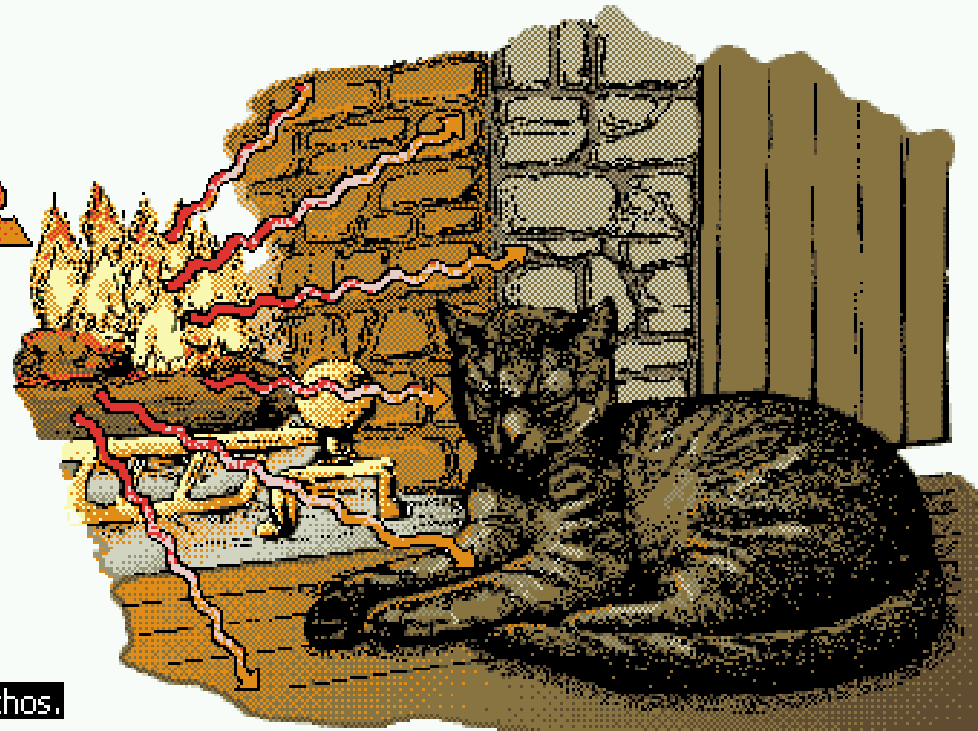


**Conducción:** el calor se desplaza desde el extremo caliente del atizador hacia el extremo frío.

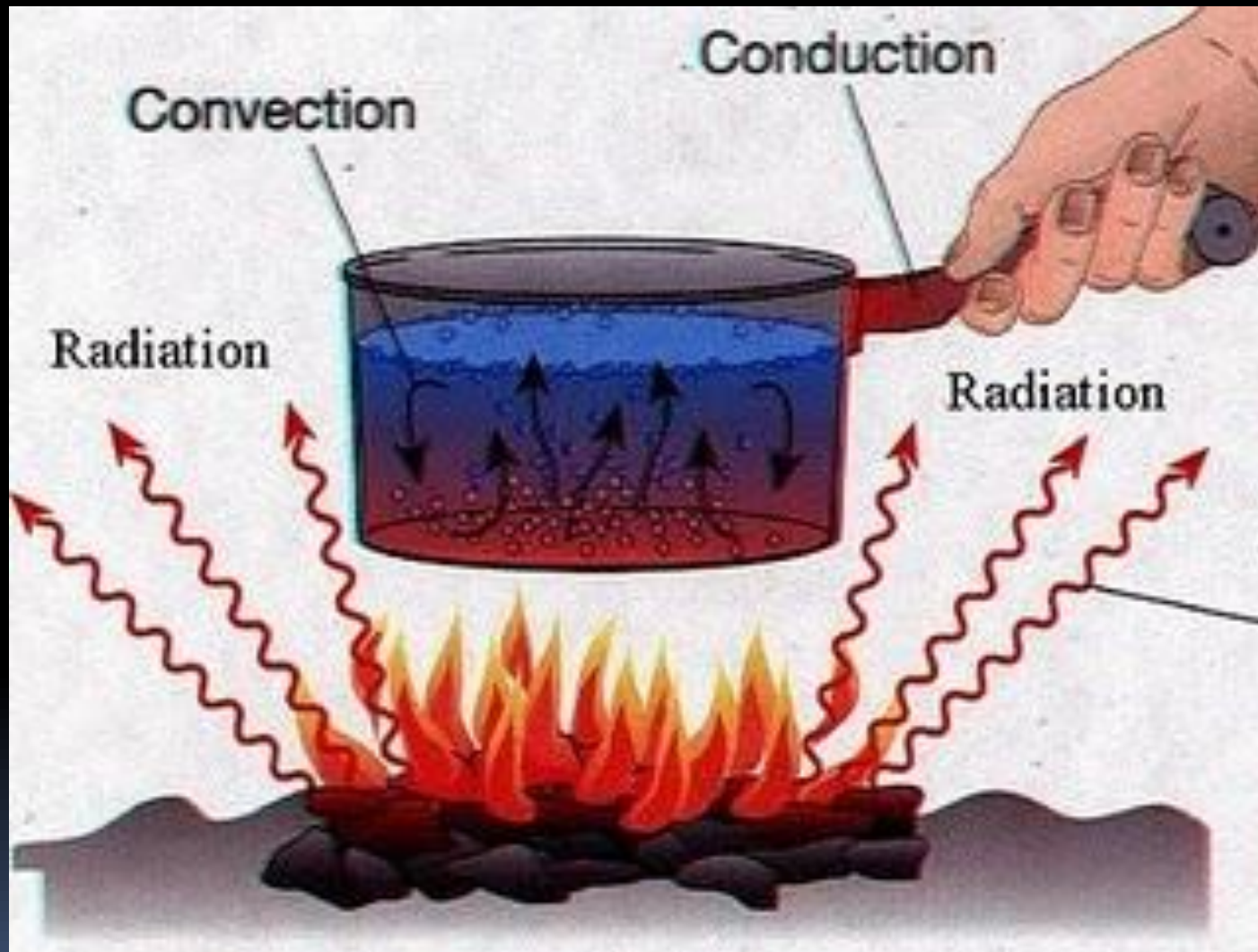
**Convección:** el agua calentada por la placa asciende mientras el agua más fría desciende.



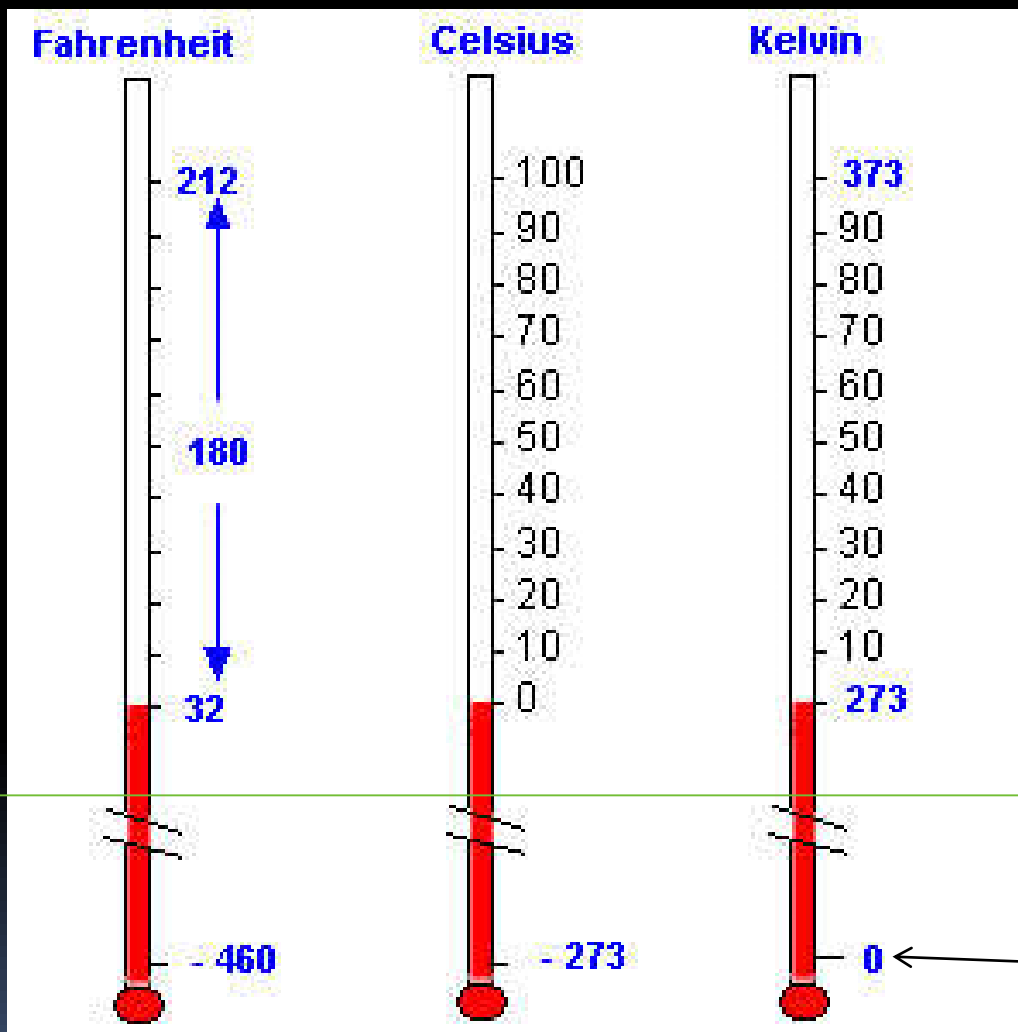
**Radiación:** el calor atraviesa el espacio en forma de rayos infrarrojos.



© Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.



# TERMOMETRÍA



## ESCALAS DE TEMPERATURA

$$^{\circ}\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273$$

$$^{\circ}\text{F} = \frac{9}{5} ^{\circ}\text{C} + 32$$

CERO ABSOLUTO

# ACTIVIDAD

Teniendo en cuenta las equivalencias anteriores. Determina:

1. A cuántos  $^{\circ}\text{K}$  equivalen  $100^{\circ}\text{C}$ ?
2. A cuántos  $^{\circ}\text{F}$  equivalen  $100^{\circ}\text{C}$ ?
3. A cuántos  $^{\circ}\text{C}$  equivalen  $300^{\circ}\text{K}$ ?
4. La temperatura de un ser humano es aprox.  $37^{\circ}\text{C}$  a cuanto equivale esta temperatura en  $^{\circ}\text{K}$  y en  $^{\circ}\text{F}$ ?
5.  $32^{\circ}\text{F}$  a cuántos  $^{\circ}\text{C}$  y  $^{\circ}\text{k}$ , equivale?



# ACTIVIDAD

Teniendo en cuenta las equivalencias anteriores. Determina:

6. A cuántos  $^{\circ}\text{K}$  equivalen  $10^{\circ}\text{C}$ ?
7. A cuántos  $^{\circ}\text{F}$  equivalen  $-20^{\circ}\text{C}$ ?
8. A cuántos  $^{\circ}\text{C}$  equivalen  $-25^{\circ}\text{K}$ ?
9. La temperatura de una ballena es aprox.  $36^{\circ}\text{C}$  a cuanto equivale esta temperatura en  $^{\circ}\text{K}$  y en  $^{\circ}\text{F}$ ?
10.  $90^{\circ}\text{F}$  a cuántos  $^{\circ}\text{C}$  y  $^{\circ}\text{k}$ , equivale?

# CAPACIDAD CALORÍFICA

Es la cantidad de energía necesaria para aumentar en  $1\text{ }^{\circ}\text{K}$  la temperatura de una sustancia.

La Capacidad Calorífica,  $c$ , de una sustancia es una magnitud que indica la mayor o menor dificultad que presenta dicha sustancia para experimentar cambios de temperatura bajo el suministro de calor. Puede interpretarse como un efecto de Inercia Térmica.

# CAPACIDAD CALORÍFICA

Está dada por la ecuación:

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

Donde  $C$  es la capacidad calorífica,  $Q$  es el calor y  $\Delta T$  la variación de temperatura

Se mide en joules /°K (unidades del SI) o también en calorías/°C

# CALOR ESPECÍFICO

El calor específico o capacidad calorífica específica,  $c$ , de una sustancia es la cantidad de calor necesaria para aumentar su temperatura en una unidad por unidad de masa, sin cambio de estado:

$$c = \frac{Q}{m\Delta T}$$

En donde  $c$  es el calor específico,  $Q$  es la cantidad de calor,  $m$  la masa y  $\Delta T$  la diferencia entre las temperaturas inicial y final..

# CALOR ESPECÍFICO

Su unidad en el sistema SI es el julio por kilogramo y kelvin, cuya notación es:  $J/(kg \text{ } ^\circ K)$ .

También se usa bastante las unidad del sistema técnico, la kilocaloría por kilogramo y grado Celsius y su notación es:  $kcal / kg \text{ } ^\circ C$ .

# Calor Latente

Normalmente, una sustancia experimenta un cambio de temperatura cuando absorbe o cede calor al ambiente que le rodea. Sin embargo, cuando una sustancia cambia de fase absorbe o cede calor sin que se produzca un cambio de su temperatura.

El calor  $Q$  que es necesario aportar para que una masa  $m$  de cierta sustancia cambie de fase es igual a:

$$Q = m \cdot L$$

# Calor Latente

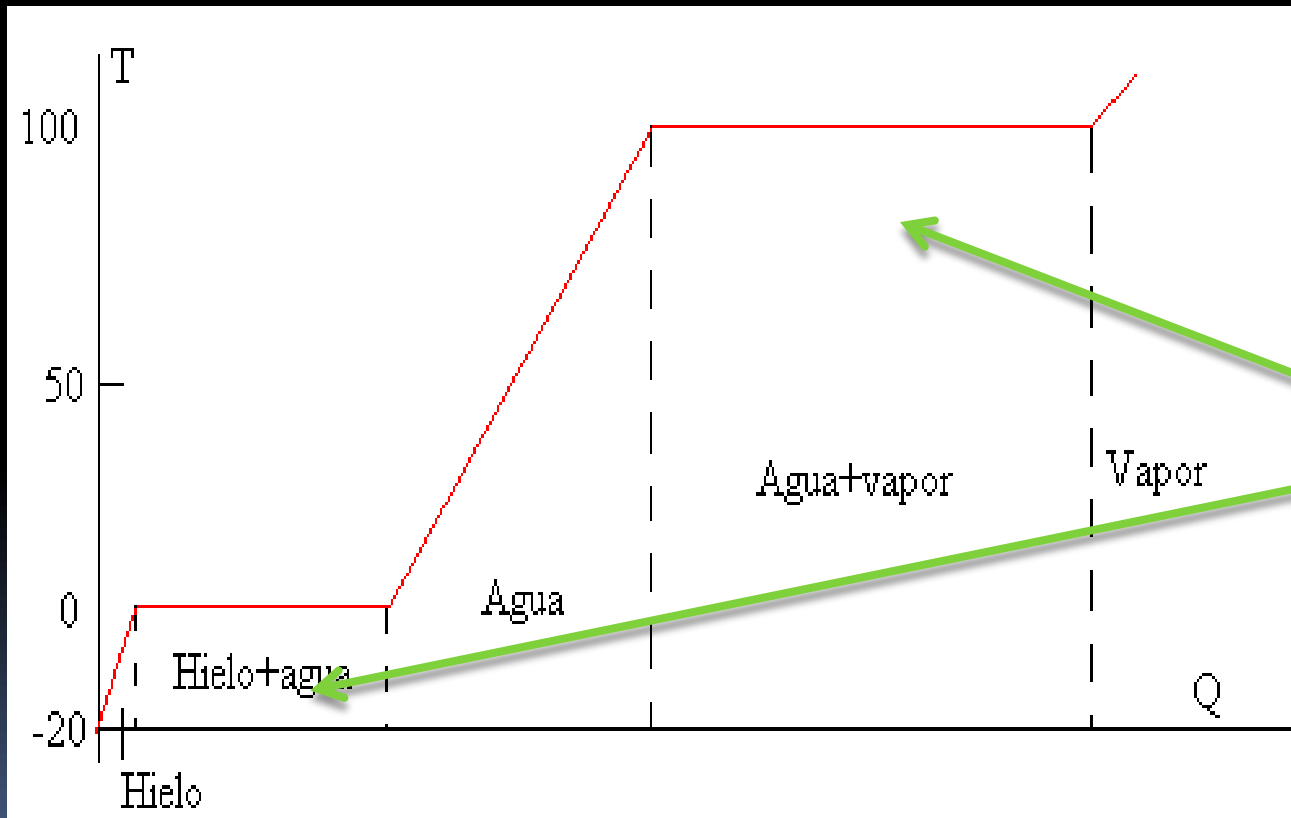
$$L = Q/m \text{ se da en (J/kg)}$$

donde  $L$  se denomina calor latente de la sustancia y depende del tipo de cambio de fase.

Por ejemplo, para que el agua cambie de sólido (hielo) a líquido, a  $0^{\circ}\text{C}$  se necesitan  $334 \cdot 10^3$  J/kg. Para que cambie de líquido a vapor a  $100^{\circ}\text{C}$  se precisan  $2260 \cdot 10^3$  J/kg.

**Cambio de Fase:** Existen temperaturas específicas en las cuales los materiales cambian de estado, de Líquido-Sólido-Gaseoso

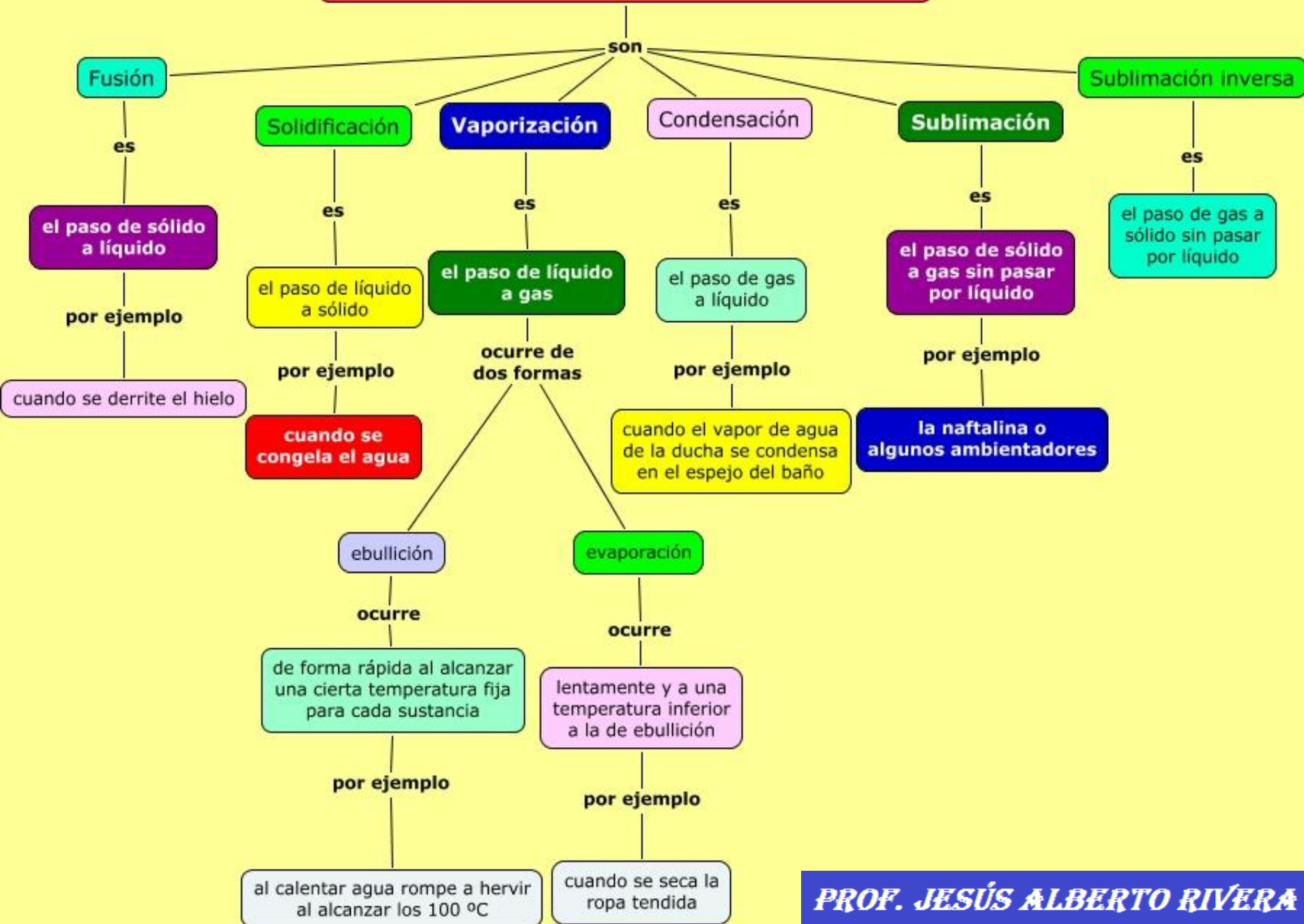
En cada una de estas etapas existen un cambio de fase, y el calor latente de fusión y de vaporización.



Calor Latente



# Los tipos de cambio de estado



¿Se ha preguntado, alguna vez, por qué la tubería por donde fluye el petróleo no es continua? ¿Se ha preocupado del aparente desperdicio de cables de luz, por la manera en que cuelgan entre los postes? ¿O se acuerda usted del monótono y fascinante "rat-tat-tat-tat" de los trenes cuando corren por los rieles? Todo esto, y muchas más cosas que usted habrá podido observar si va por el mundo con los ojos y los sentidos despiertos, tiene que ver con la dilatación, de la que algo hemos dicho en el capítulo anterior.

# DILATACION

- Se denomina **dilatación térmica** al aumento de longitud, area, volumen o alguna otra dimensión métrica que sufre un cuerpo físico debido al *aumento* de temperatura que se provoca en él por cualquier medio.
- La **contracción térmica** es la disminución de propiedades métricas por disminución de la misma.

# CAUSA DE LA DILATACIÓN

- En un sólido las moléculas tienen una posición razonablemente fija dentro de él. Cada átomo de la red cristalina vibra sometido a una fuerza asociada a un pozo de potencial, la amplitud del movimiento dentro de dicho pozo dependerá de la energía total de átomo o molécula. Al absorber calor, la energía cinética promedio de las moléculas aumenta y con ella la amplitud media del movimiento vibracional (ya que la energía total será mayor tras la absorción de calor). El efecto combinado de este incremento es lo que da el aumento de volumen del cuerpo.
- En los gases el fenómeno es diferente, ya que la absorción de calor aumenta la energía cinética media de las moléculas lo cual hace que la presión sobre las paredes del recipiente aumente. El volumen final por tanto dependerá en mucha mayor medida del comportamiento de las paredes.

# DILATACION

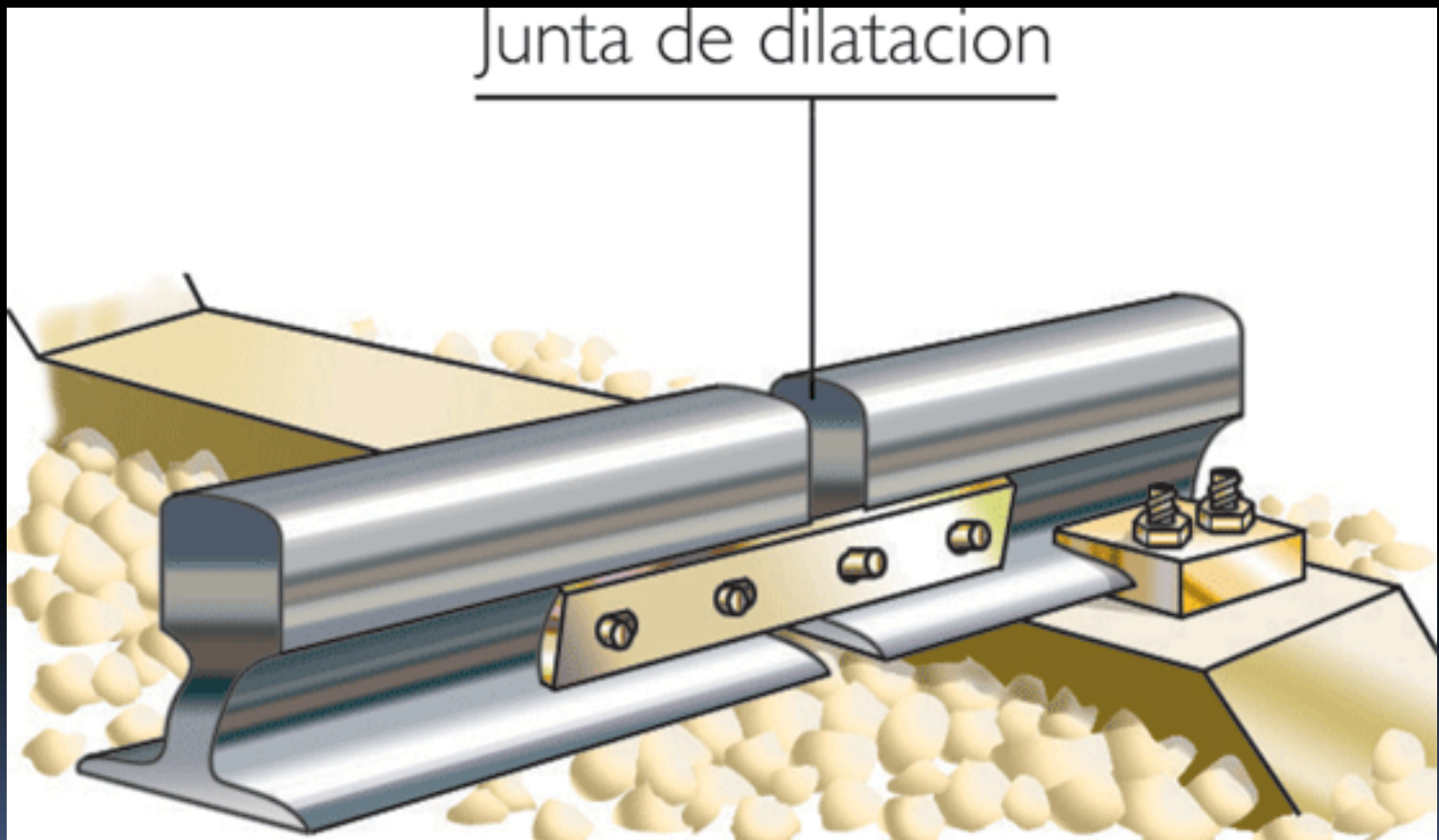
1 Dilatación lineal

2 Dilatación volumétrica

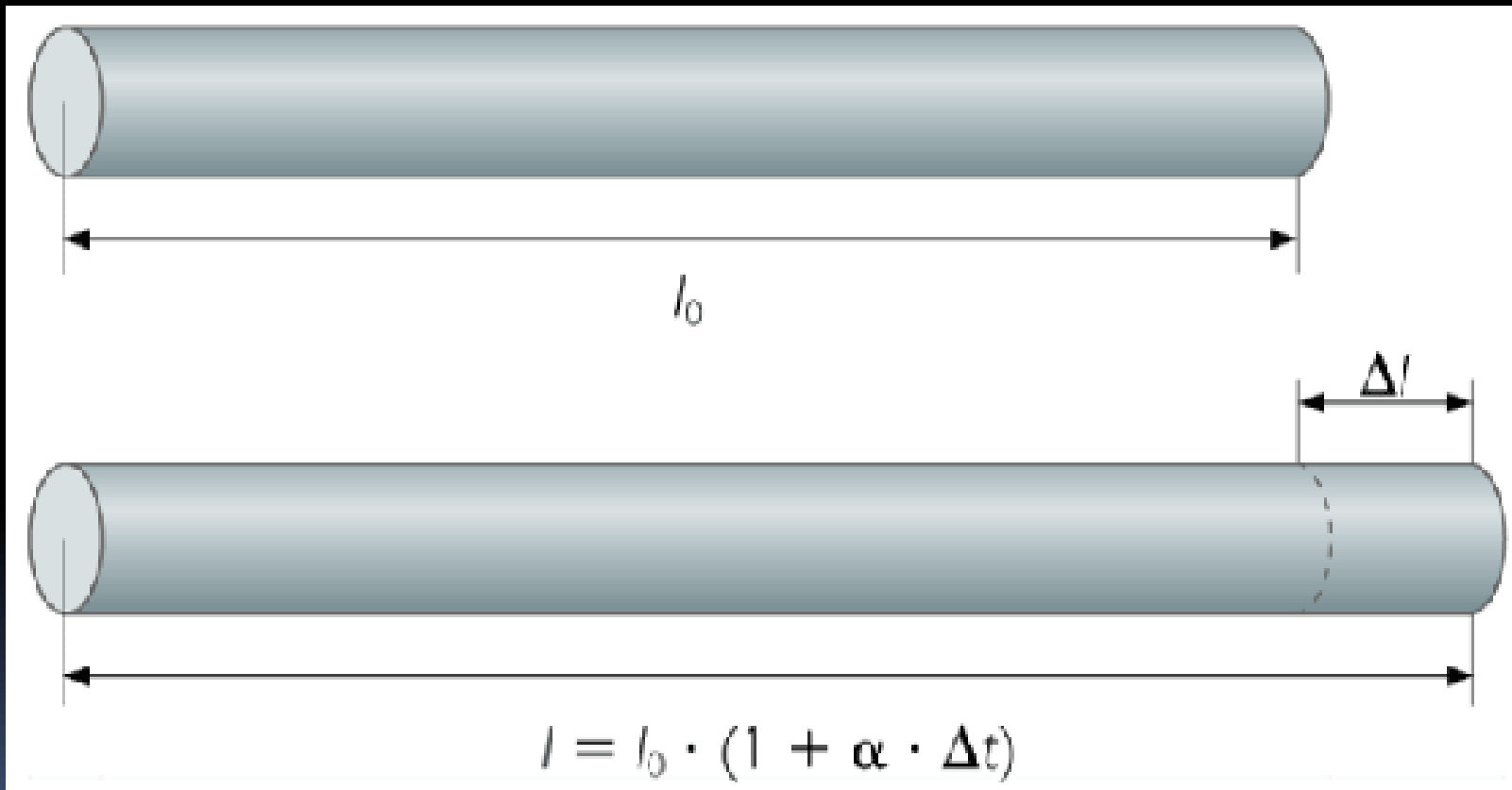
3 Dilatación de área

4 Causa de la dilatación

# DILATACION



# DILATACION LINEAL

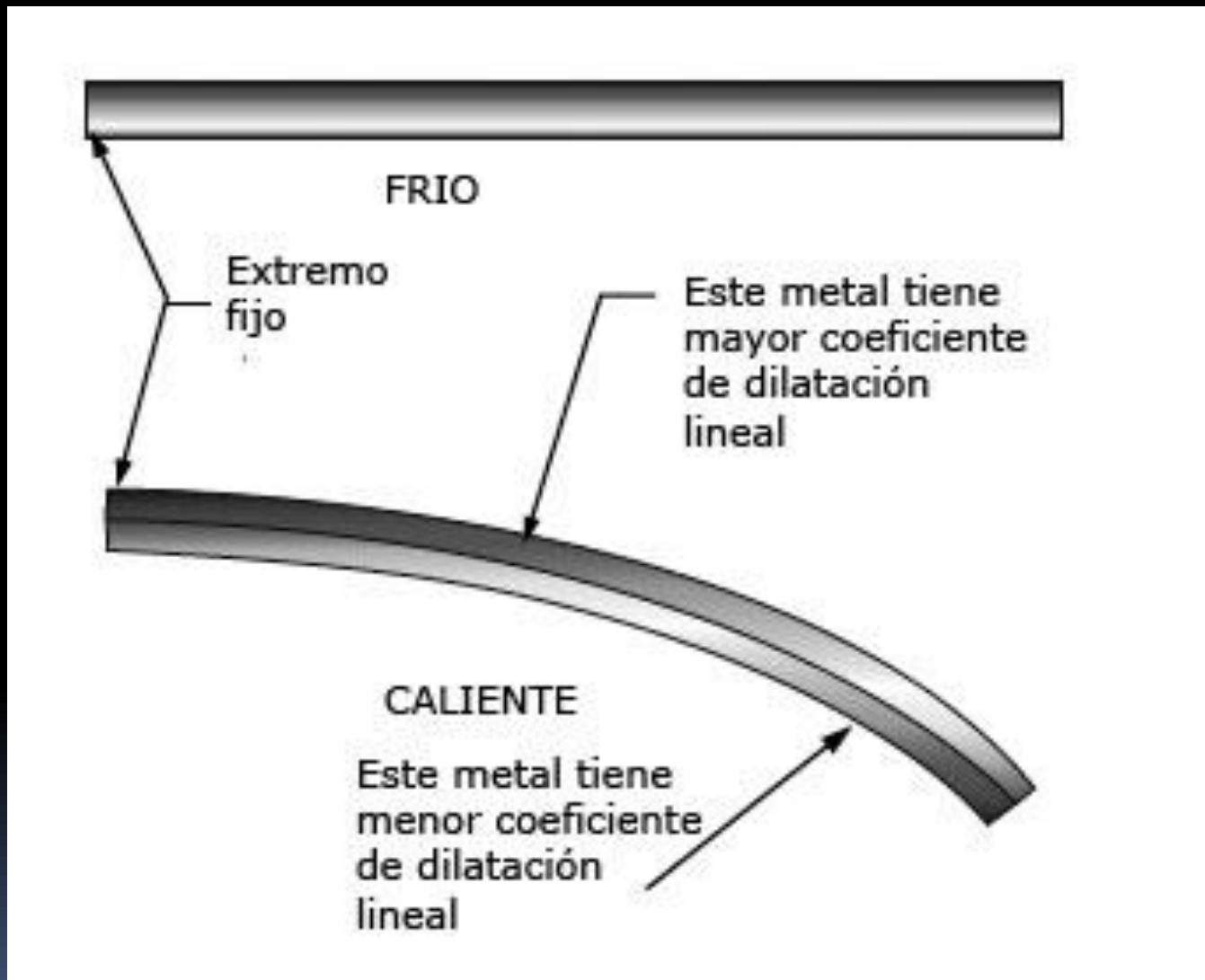


### Tabla N°1: Coeficientes de Dilatación Lineal

Sustancia	$\alpha(^{\circ}C^{-1})$
Aluminio .....	$2.4 \times 10^{-5}$
Latón .....	$1.8 \times 10^{-5}$
Concreto .....	$0.7 - 1.2 \times 10^{-5}$
Cobre .....	$1.7 \times 10^{-5}$
Vidrio Pyrex .....	$0.3 \times 10^{-5}$
Hierro .....	$1.2 \times 10^{-5}$
Plomo .....	$3.0 \times 10^{-5}$
Plata .....	$2.0 \times 10^{-5}$
Acero .....	$1.2 \times 10^{-5}$
Zinc .....	$2.6 \times 10^{-5}$
Diamante .....	$9.0 \times 10^{-7}$
Tungsteno .....	$4.0 \times 10^{-6}$
Vidrio Común ...	$9.0 \times 10^{-6}$



# DILATACION LINEAL

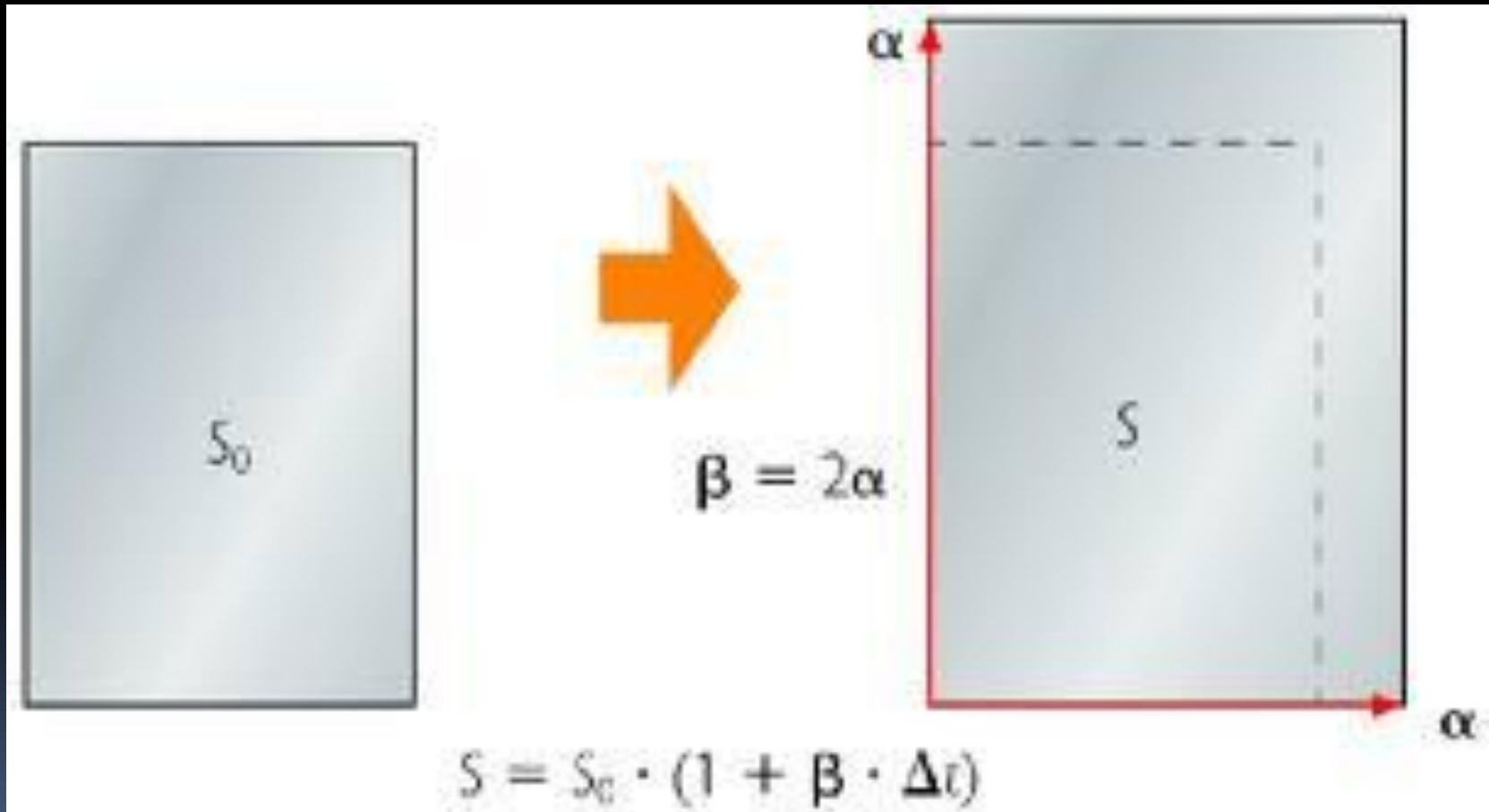


# DILATACION LINEAL

$$L_f = L_0 [1 + \alpha_L (T_f - T_0)]$$

- Donde:
- $\alpha$ =coeficiente de dilatación lineal [ $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ]
- $L_0$  = Longitud inicial
- $L_f$  = Longitud final
- $T_0$  = Temperatura inicial.
- $T_f$  = Temperatura final

# DILATACION SUPERFICIAL



# DILATACION SUPERFICIAL

El coeficiente de dilatación de área O SUPERFICIAL es el incremento de área que experimenta un cuerpo de determinada sustancia, de área igual a la unidad, al elevarse su temperatura un grado centígrado.

El coeficiente de dilatación de área se usa para los sólidos. Si se conoce el coeficiente de dilatación lineal de un sólido, su coeficiente de dilatación de área será dos veces mayor ( $2 \alpha$ ).

Al conocer el coeficiente de dilatación de área de un cuerpo sólido se puede calcular el área final que tendrá al variar su temperatura con la siguiente expresión:

# DILATACION SUPERFICIAL

$$A = A_o (1 + 2 \alpha \cdot \Delta t) \quad \text{donde } \Delta t = t_f - t_i$$

Donde:

$2 \alpha$  = coeficiente de dilatación de área o superficial [ $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ]

$A_o$  = Área inicial

$A_f$  = Área final

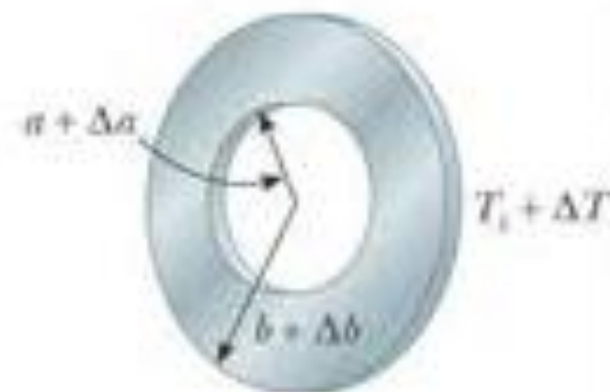
$T_o$  = Temperatura inicial

$T_f$  = Temperatura final

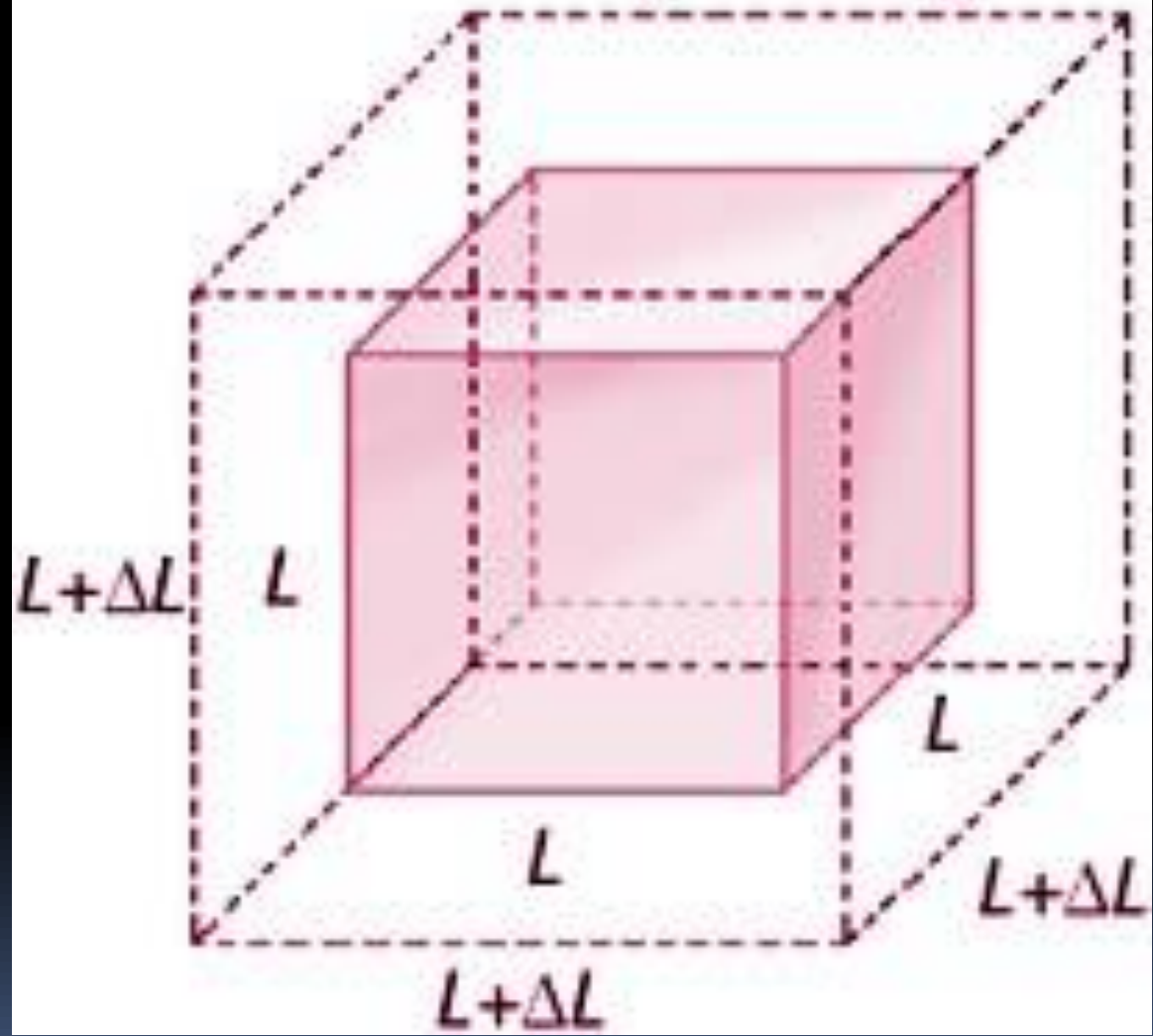
el coeficiente de dilatación superficial es numéricamente unas 2 veces el coeficiente de dilatación lineal de una barra del mismo material.

# 1. Dilatación térmica volumétrica

- Según se va calentando la arandela todas sus dimensiones aumentan.
- Un agujero en una pieza de material se expande del mismo modo que si el agujero estuviera relleno del material.



$$\frac{\Delta V}{V} = 3 \frac{\Delta L}{L}$$



# DILATACION VOLUMETRICO

El coeficiente de dilatación de área O SUPERFICIAL es el incremento de área que experimenta un cuerpo de determinada sustancia, de área igual a la unidad, al elevarse su temperatura un grado centígrado. Este coeficiente se representa con la letra griega gamma ( $\gamma$ ). El coeficiente de dilatación de área se usa para los sólidos. Si se conoce el coeficiente de dilatación lineal de un sólido, su coeficiente de dilatación de área será dos veces mayor:

Al conocer el coeficiente de dilatación de área de un cuerpo sólido se puede calcular el área final que tendrá al variar su temperatura con la siguiente expresión:



# DILATACION VOLMETRICA

$$V = V_o (1 + \gamma \Delta t)$$

Como:  $\Delta t = t_f - t_i$

Donde:

$\gamma$  = Es el coeficiente de dilatación volumétrico

$A_o$  = Área inicial

$A_f$  = Área final

$T_o$  = Temperatura inicial

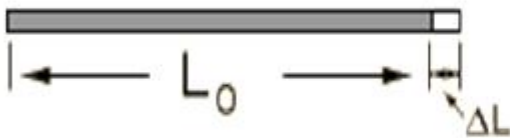
$T_f$  = Temperatura final

el coeficiente de dilatación superficial es numéricamente unas 2 veces el coeficiente de dilatación lineal de una barra del mismo material.

## Coeficientes de expansión de volumen

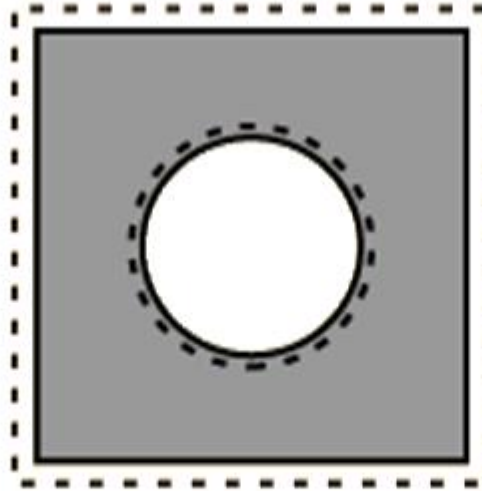
Sólidos	$\beta [ K^{-1} \text{ o } (^{\circ}C)^{-1} ]$	Líquidos	$\beta [ K^{-1} \text{ o } (^{\circ}C)^{-1} ]$
Aluminio	$7.2 \times 10^{-5}$	Etanol	$75 \times 10^{-5}$
Latón	$6.0 \times 10^{-5}$	Disulfuro de carbono	$115 \times 10^{-5}$
Cobre	$5.1 \times 10^{-5}$	Glicerina	$49 \times 10^{-5}$
Vidrio	$1.2 - 2.7 \times 10^{-5}$	Mercurio	$18 \times 10^{-5}$
Invar	$0.27 \times 10^{-5}$		
Cuarzo(fundido)	$0.12 \times 10^{-5}$		
Acero	$3.6 \times 10^{-5}$		

# DILATACION EN RESUMEN



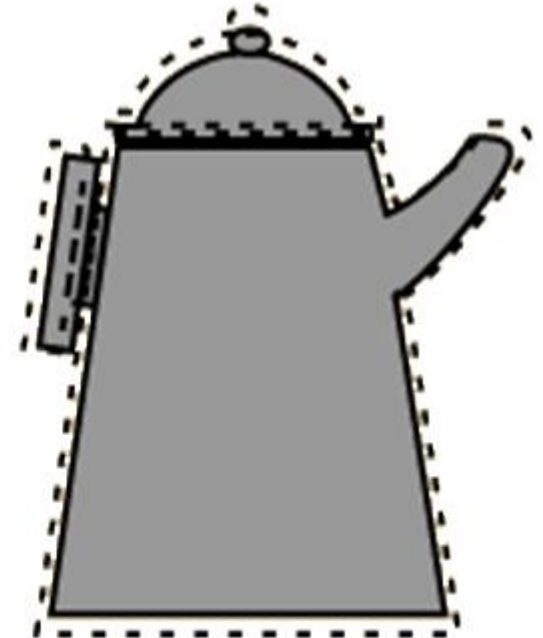
Linear expansion

$$\frac{\Delta L}{L_0} = \alpha \Delta T$$



Area expansion

$$\frac{\Delta A}{A_0} = 2\alpha \Delta T$$



Volume expansion

$$\frac{\Delta V}{V_0} = 3\alpha \Delta T$$

# LEYES DE LA TERMODINAMICA

LEY CERO

Equilibrio Térmico

PRIMERA LEY

Conservación de la energía

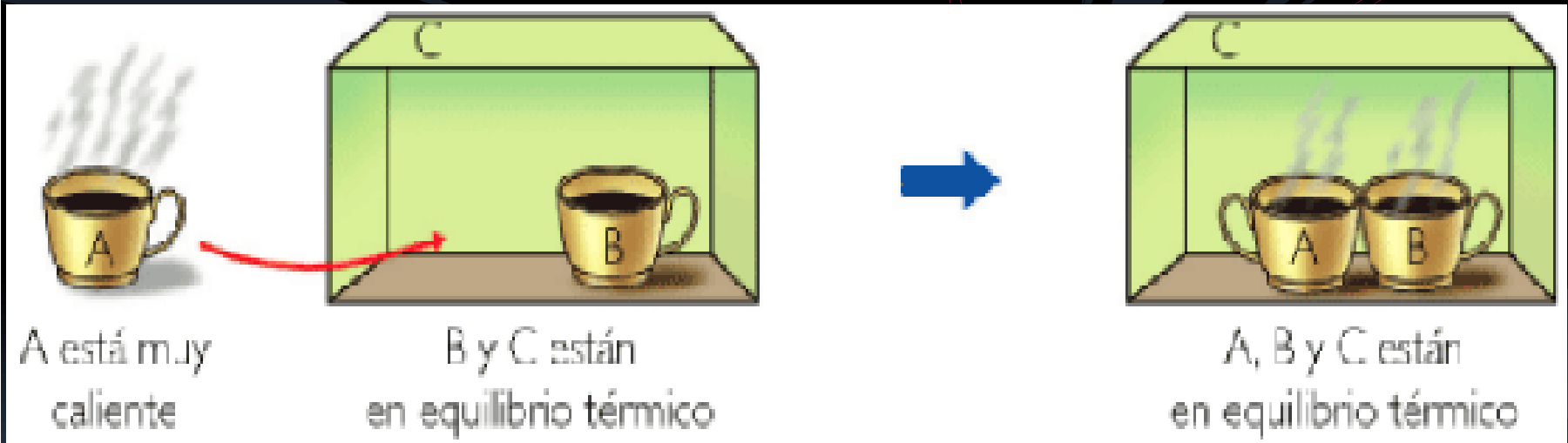
SEGUNDA LEY

Entropía

TERCERA LEY

Temperatura Absoluta

# EQUILIBRIO TERMICO



# EQUILIBRIO TERMICO



**PROF. JESÚS ALBERTO RIVERA**

## *Sistema Termodinámico*

$E_{ma}$  (energía del medio ambiente)

SISTEMA

$$E_{ac} = \sum E_i$$

(Energía acumulada)

← pierde

→ gana

ENTORNO o MEDIO AMBIENTE

*AISLADO*

Estado Ideal

*CERRADO*

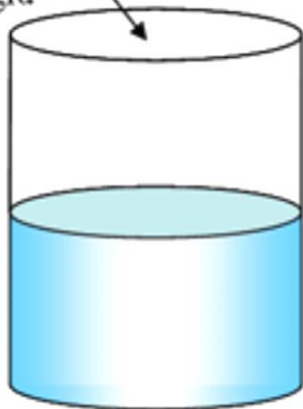
Trasferencia de Calor  
(estado no ideal)

*ABIERTO*

Trasferencia de calor  
y masa (cuerpo humano)

**Sistema abierto**

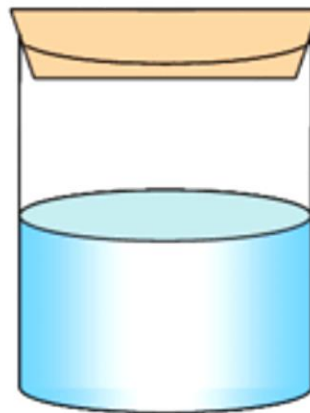
Intercambio de:  
masa y energía



Vaso abierto

**Sistema cerrado**

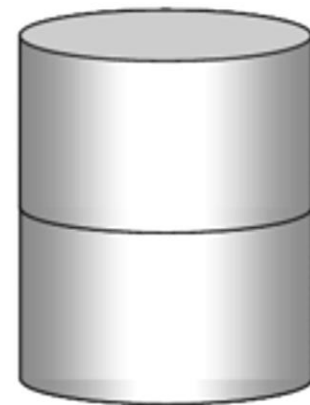
Intercambio solo  
energía



Vaso tapado

**Sistema aislado**

No existe intercambio



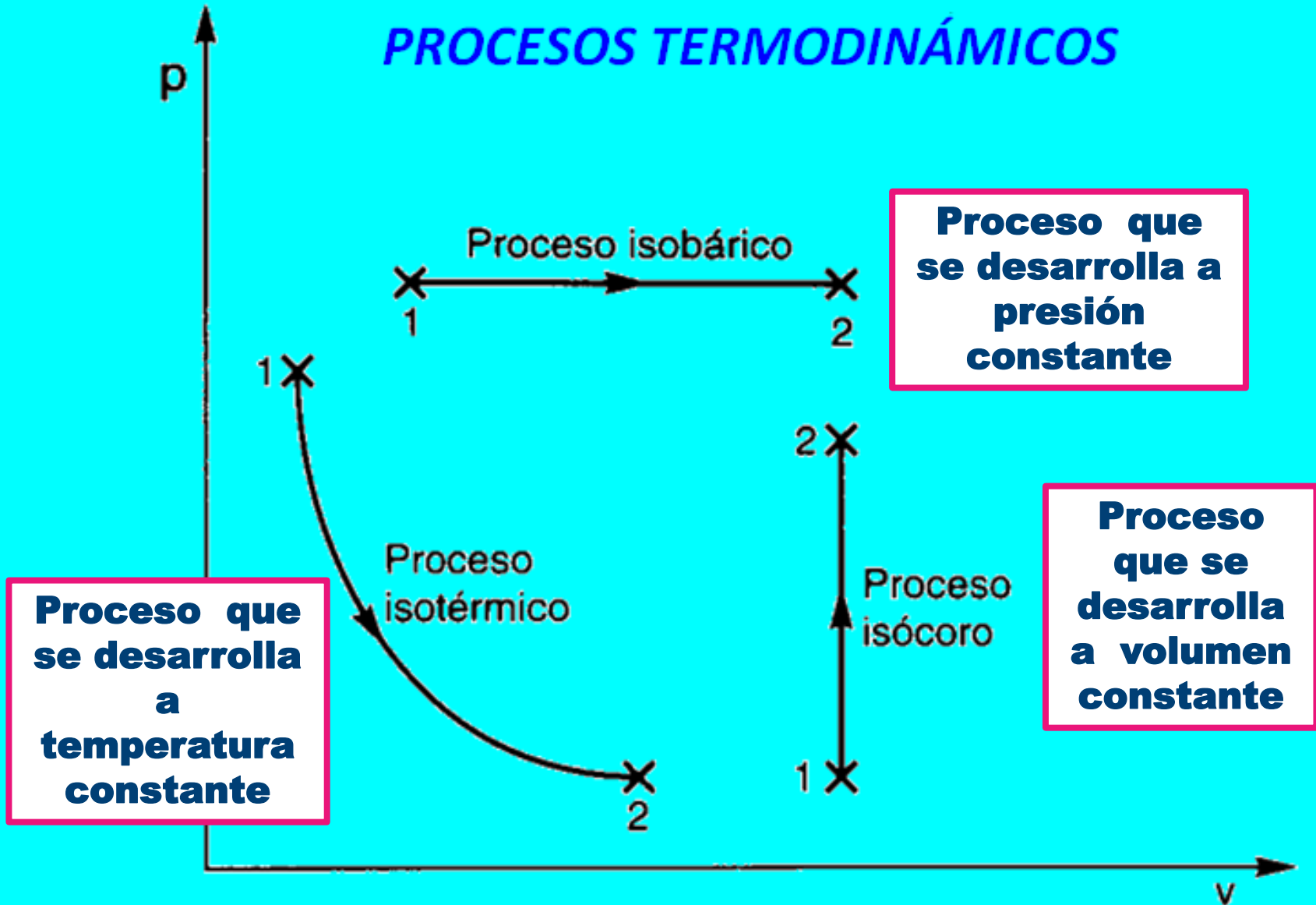
Termo



<b>Calor</b>		<b>Trabajo</b>	
<b>Proceso</b>	<b>Signo</b>	<b>Proceso</b>	<b>Signo</b>
<b>Endotérmico</b>	<b>Positivo (+)</b>	<b>Sobre el Sistema</b>	<b>Positivo (+)</b>
<b>Exotérmico</b>	<b>Negativo (-)</b>	<b>Por el Sistema</b>	<b>Negativo (-)</b>

*1 caloría (energía calórica) = 4,183 Joules (E. mecánica)*

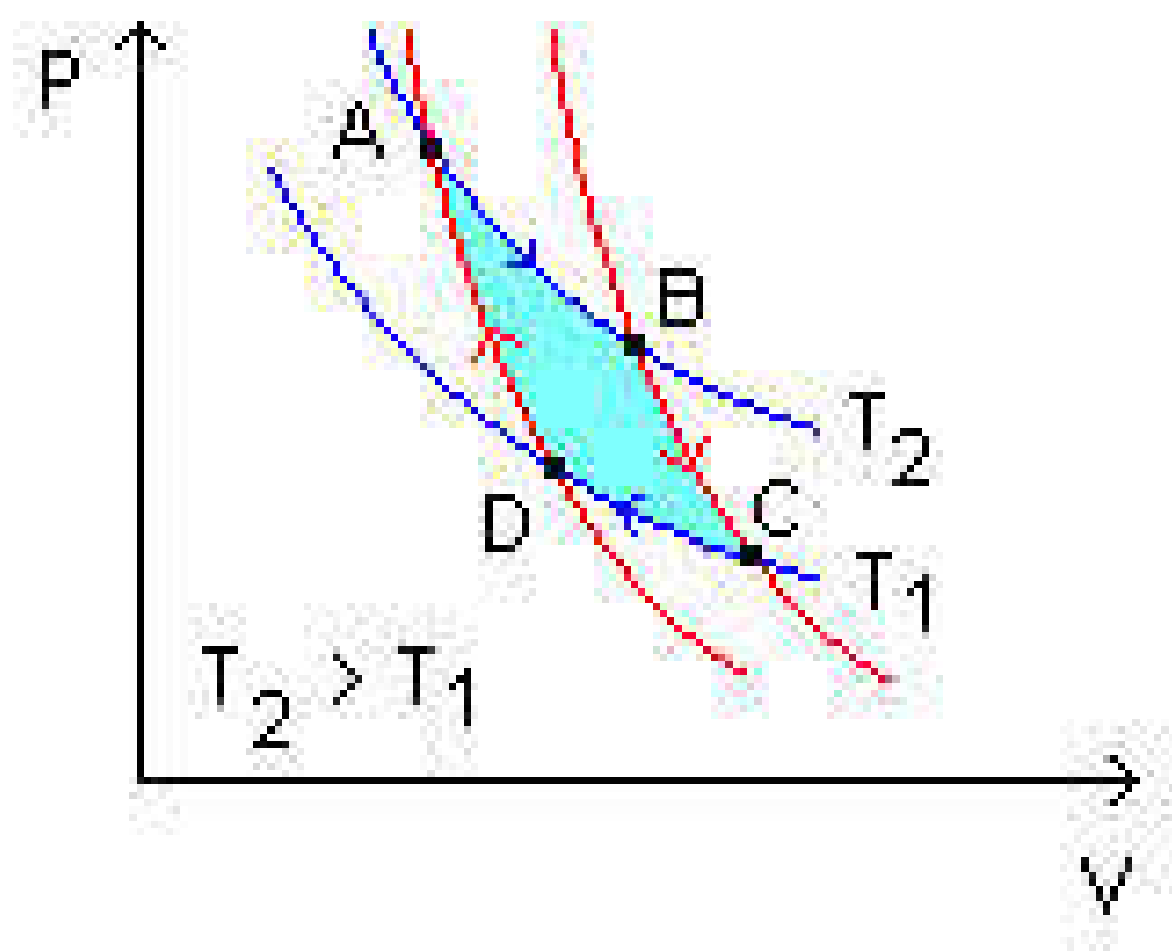
# PROCESOS TERMODINÁMICOS



**Proceso que se desarrolla a temperatura constante**

**Proceso que se desarrolla a presión constante**

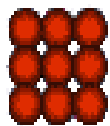
**Proceso que se desarrolla a volumen constante**



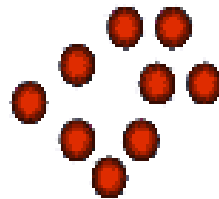


***PROF. JESÚS ALBERTO RIVERA***

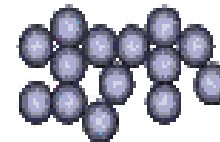
# ENTROPIA = DESORDEN



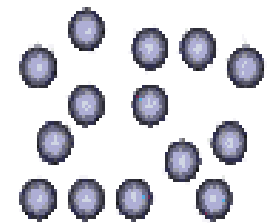
sólido



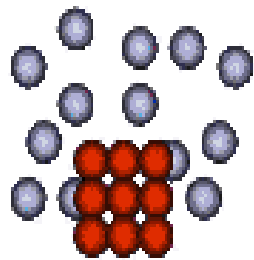
Líquido



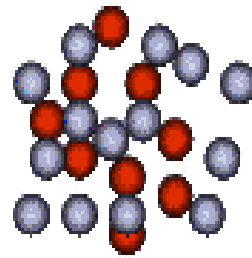
Líquido



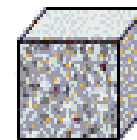
gas



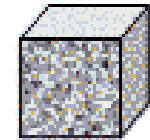
Sólido+Líquido



disolución



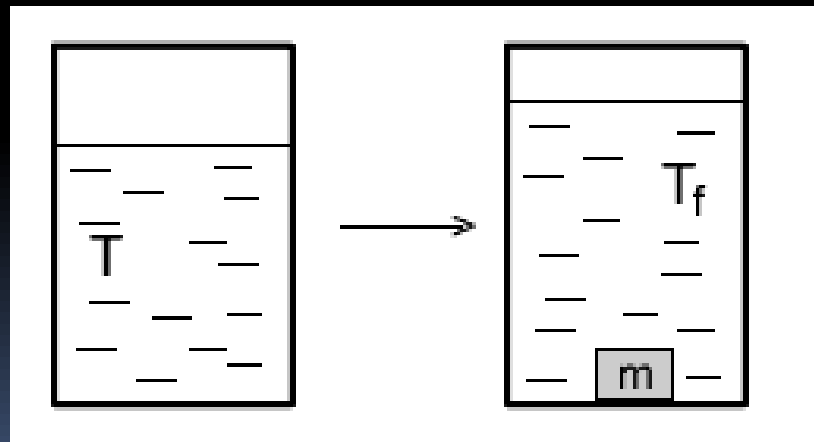
Sólido,  $T$ ,



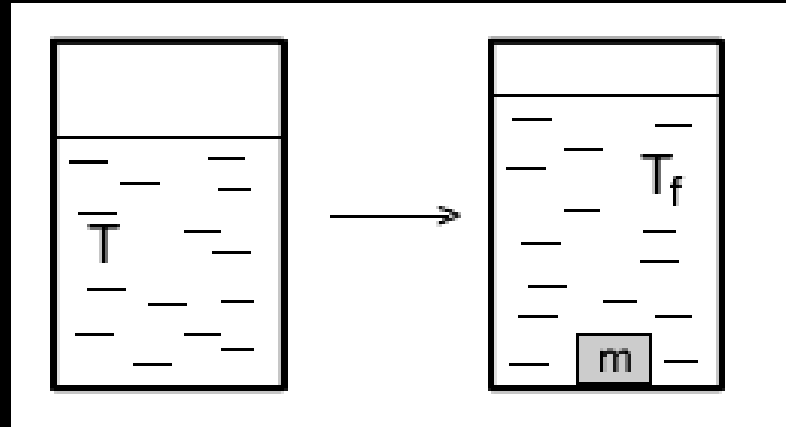
Sólido,  $T'$ , ( $T' > T$ )

## ACTIVIDAD

Se tiene un calorímetro (recipiente construido para aislar térmicamente su contenido del exterior) de masa despreciable, con una masa de agua  $M$  a temperatura  $T$  (recipiente de la izquierda).



## Pregunta 1:



Se introduce un cuerpo de masa  $m$  a temperatura  $T_0$ . Si  $T_0 > T$ , la temperatura  $T_f$ , a la cual llegará el sistema al alcanzar el equilibrio térmico, es:

- A. Igual a  $T_0$
- B. Igual a  $T$
- C. Menor que  $T$
- D. Menor que  $T_0$  pero mayor que  $T$ .

## Pregunta 2:

Si  $T_f$  es la temperatura final del conjunto y  $\zeta_1$  es el calor específico del agua y  $\zeta_2$  el del cuerpo de masa  $m$ , el calor ganado por la masa de agua  $M$  es:

- A.  $M \zeta_2 (T_0 - T_f)$
- B.  $m \zeta_2 (T_f - T_0)$
- C.  $M \zeta_1 (T_f - T)$
- D.  $m \zeta_1 (T_f - T)$

