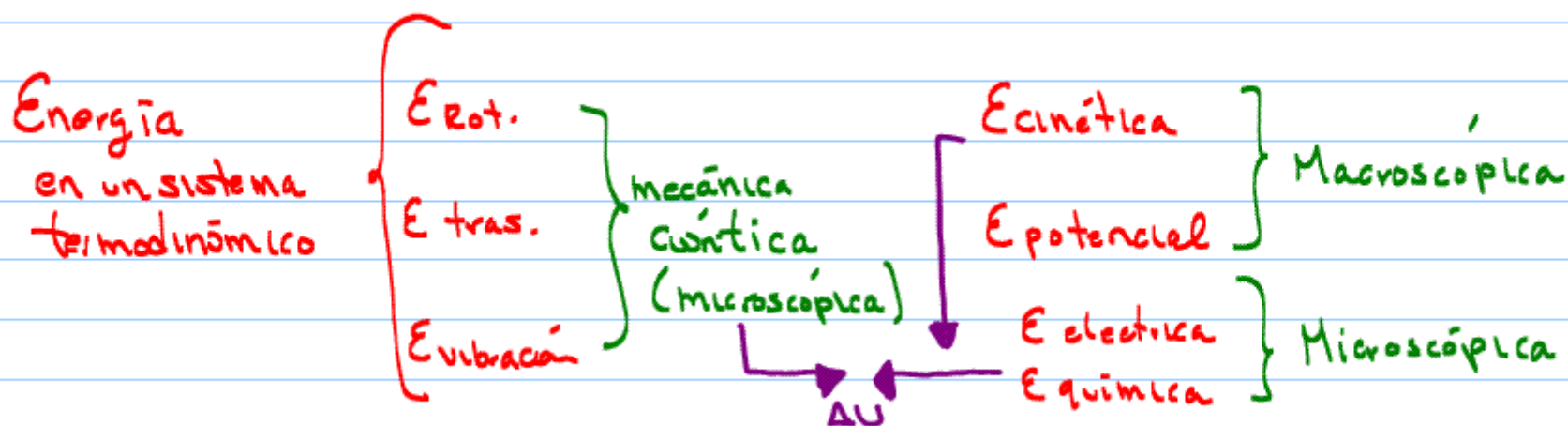
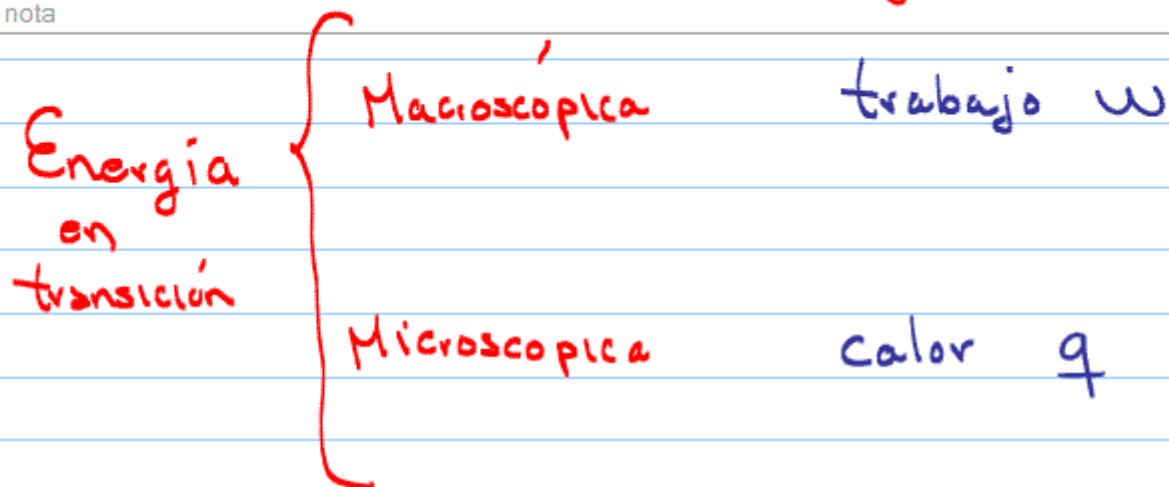


# Clase 5 14 Agosto 2015

Título de la nota

13/08/2015



Proceso termodinámico: hay cambio en sus variables que siguen una trayectoria

Calor  $\rightleftharpoons$  trabajo { equivalente mecánico del calor  
 $1 \text{ cal} = 4.186 \text{ J}$

Proceso Termodinámico { Funciones de estado  $\Delta U, \Delta H, \Delta S, \Delta G$   
 $\Delta A$   
Funciones de trayectoria  $q, w$   
Reversible (quasiestático)      Irreversible (solo paso)

si se va a relacionar el  $w$  con mediciones de energía comprobar que la  $E_{\text{cinética}}$  y  $E_{\text{potencial}}$  tienen unidades análogas

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} (\text{kg}) (\text{m/s})^2 = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{m} = \text{N} \cdot \text{m} = \text{J}$$

$$E_{\text{potencial}} = mgh = (\text{kg}) \left( \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) (\text{m}) = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{m} = \text{N} \cdot \text{m} = \text{J}$$

Unidades congruentes de energía

Energía de un  
Sistema

Macroscópica  $\epsilon_c$  y  $\epsilon_p$

Microscópica  $\epsilon_R, \epsilon_V, \epsilon_T, \epsilon_Q, \epsilon_L, \epsilon_E$

si el sistema es estático  $\epsilon_c$  y  $\epsilon_p \rightarrow 0$  y solo sería  
función de la parte microscópica

En este curso  
se estudian  
de  
manera inicial  
los  
sistemas termodinámicos  
que  
cumplen

Cerrados (solo intercambio energético)  
procesos isobáricos, isocóricos, isotérmicos  
y politrópicos

elásticos (expansión - compresión)  
procesos isobóricos, isotérmicos  
politrópicos y adiabáticos

Rígidos (no hay deformación)  
procesos isocóricos

aislados ( $q = 0$ )  
procesos adiabáticos

proceso termodinámico

en forma diferencial

$du$  exacta

$dq$  y  $dw$  inexacta

por lo tanto se puede hablar de la ley 0 de la Termodinámica  
(eq. Térmico)

Ley 1 de la Termodinámica (conservación de la energía)

por lo tanto la 1ra Ley Termodinámica queda así:

$$\Delta U = q - w$$

$$dU = \delta q - \delta w$$

$q$  {  $\oplus$  endotérmico alrededor  $\rightarrow$  sistema  
 $\ominus$  exotérmico sistema  $\rightarrow$  alrededores

$w$  {  $\oplus$  sistema  $\rightarrow$  alrededor (expansión)  
 $\ominus$  alrededor  $\rightarrow$  sistema (compresión)

profundizando  
el concepto de  
trabajo

~~$\Delta w$~~

jamás se escribe así, ya que  $w$  es

función de trayectoria; no es función de estado

el trabajo mecánico  $w = p(V_2 - V_1)$

por lo tanto en un proceso a volumen constante

$(V_2 - V_1) = 0$  y por lo tanto  $w = 0$  ✓

en forma diferencial

$dw = p dv$



si  $\delta w = p dv$  y se integra

$$\int_1^2 \delta w = p \int_{v_1}^{v_2} dv$$

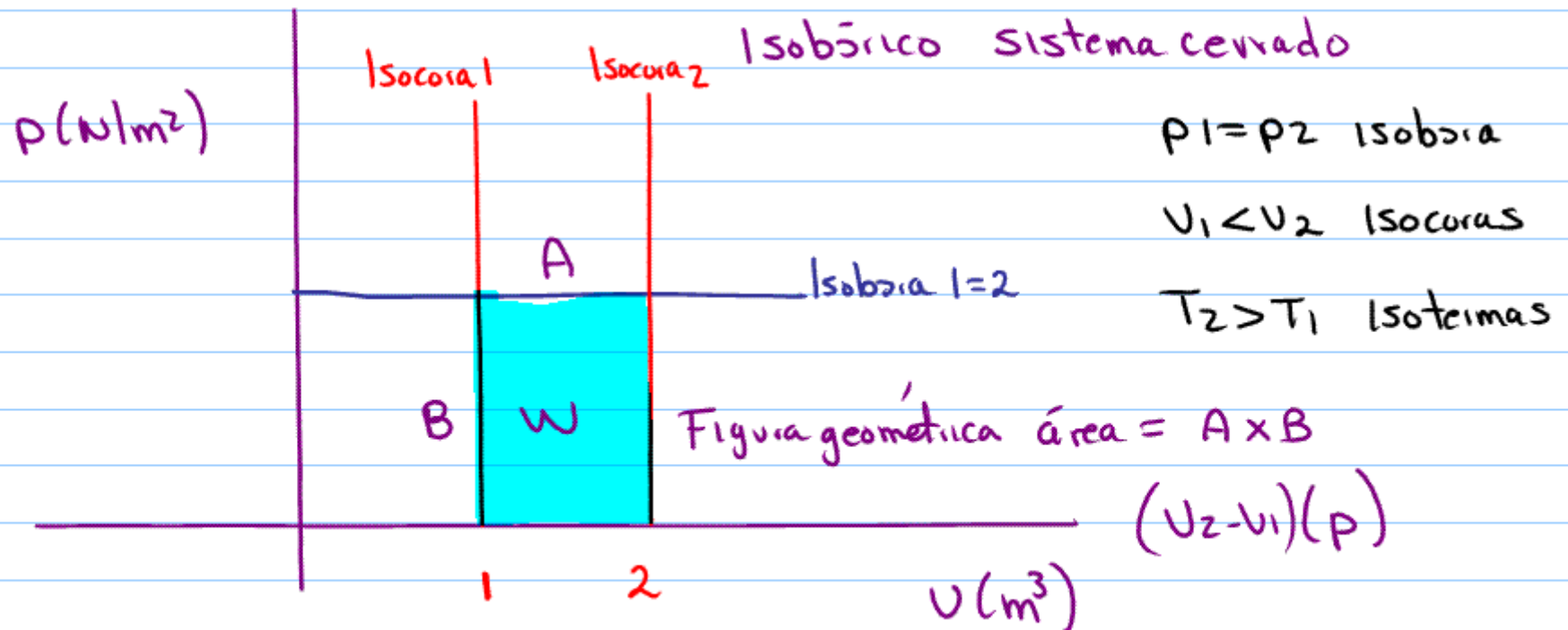
Integral  
definida

$$w = p v \Big|_{v_1}^{v_2} = p \Delta v = p (v_2 - v_1)$$

Se puede comprobar en un diagrama  $p$  vs  $v$

A través de un proceso termodinámico comprobar unidades de  $w$

$$w = p \Delta v = \left( \frac{N}{m^2} \right) (m^3) = N \cdot m = J \text{ joules}$$



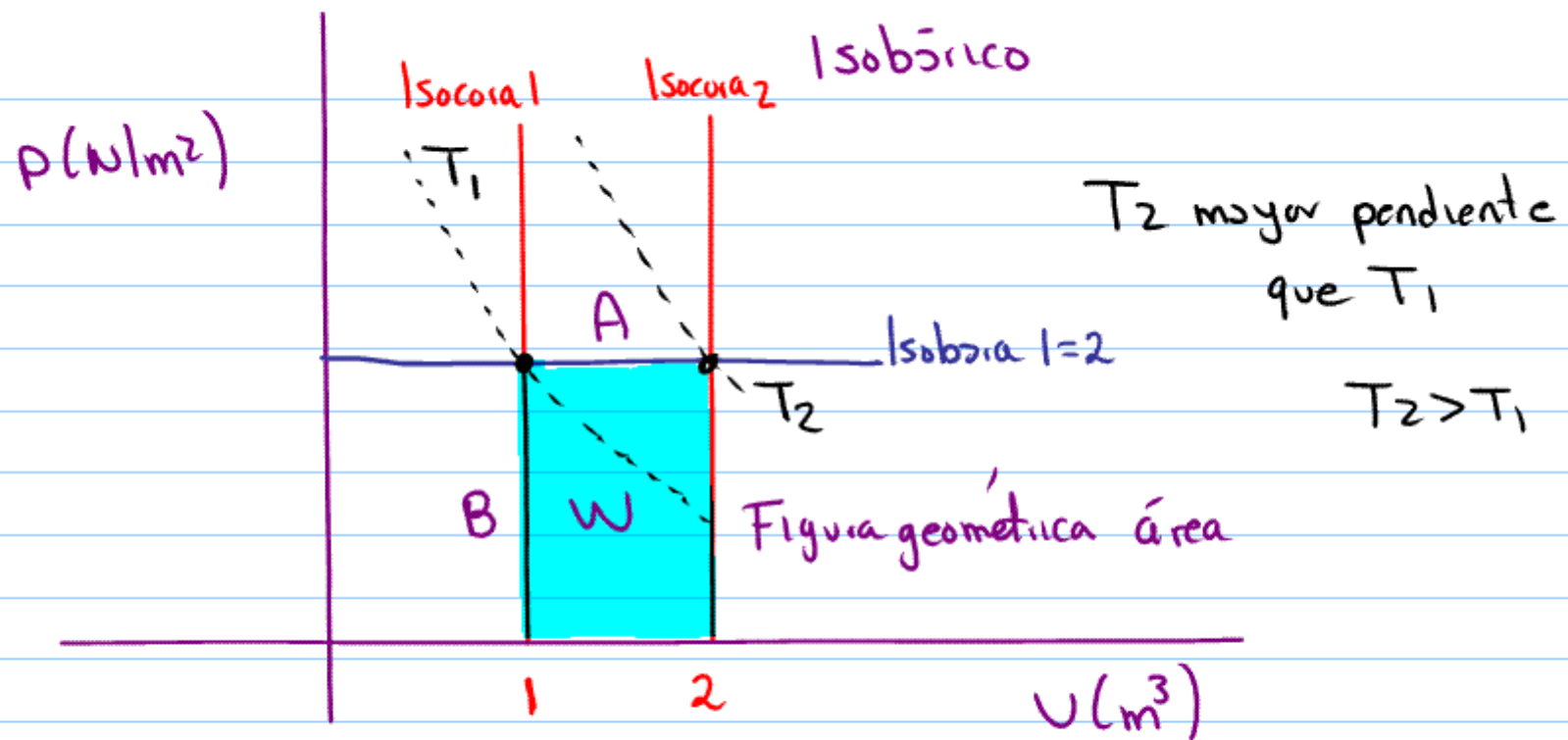
de la figura geométrica

$$\text{área} = (V_2 - V_1) (p) = (m^3 - m^3) \left( \frac{N}{m^2} \right) = N \cdot m = J$$

Isocoras    Isobara

Comprobado en un diagrama  $p$  vs  $V$  el área bajo  
la curva representa trabajo

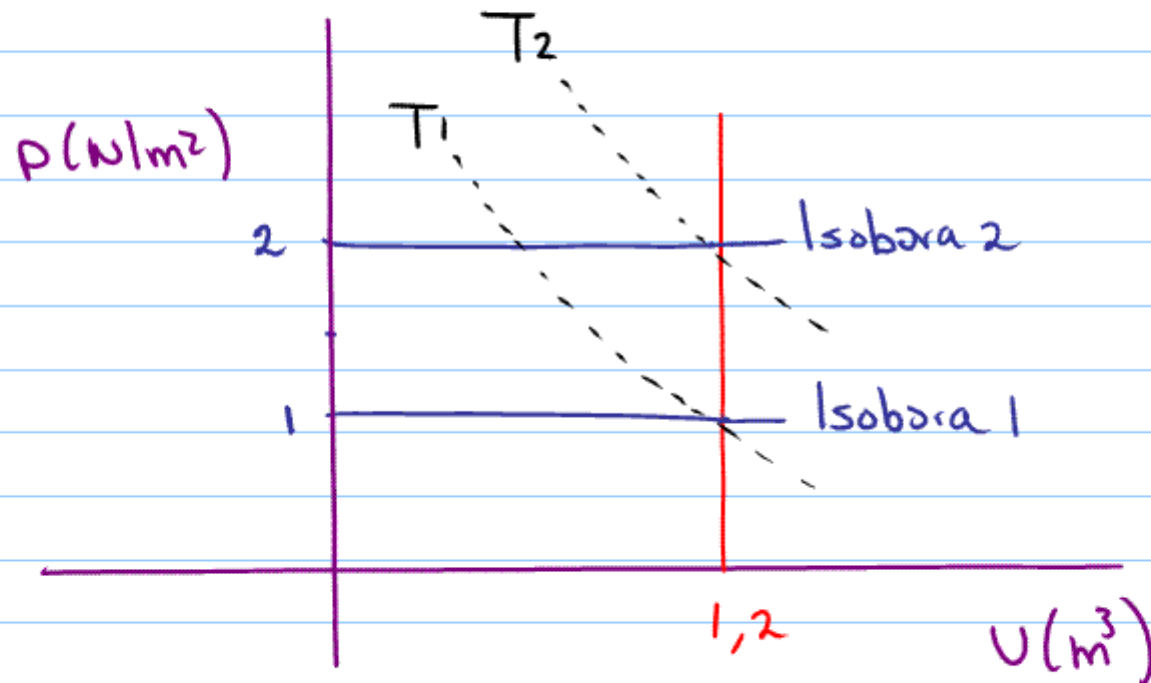
Cuántas isotermas tiene el proceso?  $R = 2$  isotermas



Conclusión adicional: en una expansión isobárica el sistema se calienta por el aumento de volumen

Existirá trabajo en un proceso Isocórico?

R = no



$V_1 = V_2$  Isocora

$P_1 > P_2$  Isoboras

$T_2 > T_1$  Isotermas

$T_2$  mayor pendiente  
que  $T_1$

Conclusión no hay área bajo la curva que obtenga unidades de energía

Por lo tanto la Primera Ley de la Termodinámica

Sistemas Cerrados (Isotérmico)

$$\Delta U = q - w \quad \Delta U = 0$$

$q = w$  ideal todo el calor se transforma en trabajo ✓

Esto quiere decir que solo se desarrolla **Exergía** y no se presenta

**Anergía**

**Exergía** = Trabajo útil

Transferencia de calor (Fluidos) {  
Conducción Ley de Fourier }  
Convección Ley de Newton } Formas de transmisión  
Radiación Ley de Planck } Unidades de potencia Watt ( $\frac{J}{s}$ )

Capacidad de fluidez de estados de la materia

Sólidos < líquidos < fluidos supercríticos < gases

↳ transferencia de calor se da en watt (W) <sup>✓</sup> mayúscula ( $\frac{J}{s}$ )

Ley de Fourier

contacto directo de la materia (sólidos)

$$\frac{q}{t} = \frac{H A \Delta T}{\Delta x}$$

$$H = \frac{J}{\text{smK}} \quad \text{ó} \quad \frac{W}{\text{mK}}$$

Ag 430  
piel 0.7  
agua 0.6

Debe existir  
diferencia de  
Temperatura

H = cte conductividad

A = área de contacto

$\Delta x$  = grosor de contacto

$\Delta T$  = Diferencia de Temp. (K)

Ley de Newton

transmisión a través de Fluidos (líquidos, gases, supercríticos)

$$\frac{q}{t} = h A \Delta T$$

$$h = \frac{J}{\text{sm}^2\text{K}} \quad \text{ó} \quad \frac{W}{\text{m}^2\text{K}}$$

gases 2-25  
líquidos 50-1000  
ebullición 2500-100000

h = cte convección

A = área

$\Delta T$  = DIF de temperatura K

piel = 8-10



Ley de Planck

transmisión por ondas electromagnéticas

$$\frac{q}{t} = \epsilon \sigma A T^4 \quad \text{ó} \quad \epsilon \sigma \Delta (\Delta T)^4$$

$\epsilon$  = emisividad  $0 < \epsilon < 1$  piel = 0.8 - 0.95

$\sigma$  = cte Boltzmann  $5.67 \times 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}^4}$

$A$  = área

$T$  = Temp. absoluta

$$(\Delta T)^4 = (T_2^4 - T_1^4)$$

$\Delta T$  = Dif Temperatura en K

Tarea

Revisar obtención de  $\Delta U$