



Introducción a la Física (2013)

- Unidad: 03
- Clase: 04
- Fecha: 20131003J
- Contenido: Energía Interna, Gases, Ciclos
- Web: http://halley.uis.edu.co/fisica_para_todos/
- Archivo: 20131003J-HA-transformaciones.pdf

- Calendario: Aún no se confirma la extensión
 - Martes 08: Teoría Cinética
 - Jueves 10: Energía y Humanidad
 - Miércoles y Viernes: Gases ideales y mecánica
- Sí se confirma la extensión
 - Martes 15: Clínica de mecánica, 2da parte
 - Jueves 17: Clínica de mecánica, 2da parte
 - Miércoles y Viernes: Gases ideales y mecánica
- Entrega guía de la guía 07. Viernes 04/10
- **Ejercicio 30 ES OBLIGATORIO.** Solo paso a optativo pto 29.a.2
 - a) Calcule lo siguiente:
 - 1) la carga neta del sistema;
 - 2) la energía potencial eléctrica de esta configuración de cuatro cargas;
- La semana que viene confirmamos

Calendario Introducción a la Física

(Salvo eventos cercanos del tercer tipo)

- **Martes 08/Oct:** Transformaciones
- **Jueves 10/Oct:** Teoría Cinética
- **Martes 15/Oct:** Caldito Knorr™ de Mécanica (LN)
- **Jueves 17/Oct:** Última Clase
- *Miércoles 09 y 16 y Viernes 11 y 18: Gases*

Calendario Introducción a la Física

(Salvo eventos cercanos del tercer tipo)

- **Entrega Guía 07**
- Se entrega por mail: ejercicios marcados * en PDF
- PLAZO MÁXIMO DE ENTREGA

JUEVES 23/OCT/2013

- PRESENTACIONES (SORTEO Y EXPOSICIÓN)

MARTES 29/OCT/2013, 10:00 a 12:00

- SEIS GRUPOS PRESENTAN, **TODOS** ENTREGAN LA CHARLA
- NOTA FINAL DE LA MATERIA:

JUEVES 30/OCT/2013

Sistema termodinámico



Frontera

Sistema

Medio

**La Frontera divide al Universo en dos partes:
dentro, el sistema, fuera el resto del Universo**

Sistemas termodinámicos

- De acuerdo a las propiedades específicas de la frontera, hablamos de:

Sistema	Flujo de masa	Trabajo	Calor
Abierto	SÍ	SÍ	SI
Cerrado	NO	SÍ	SÍ
Aislado térmicamente	NO	SÍ	NO
Aislado mecánicamente	NO	NO	SÍ
Aislado	NO	NO	NO

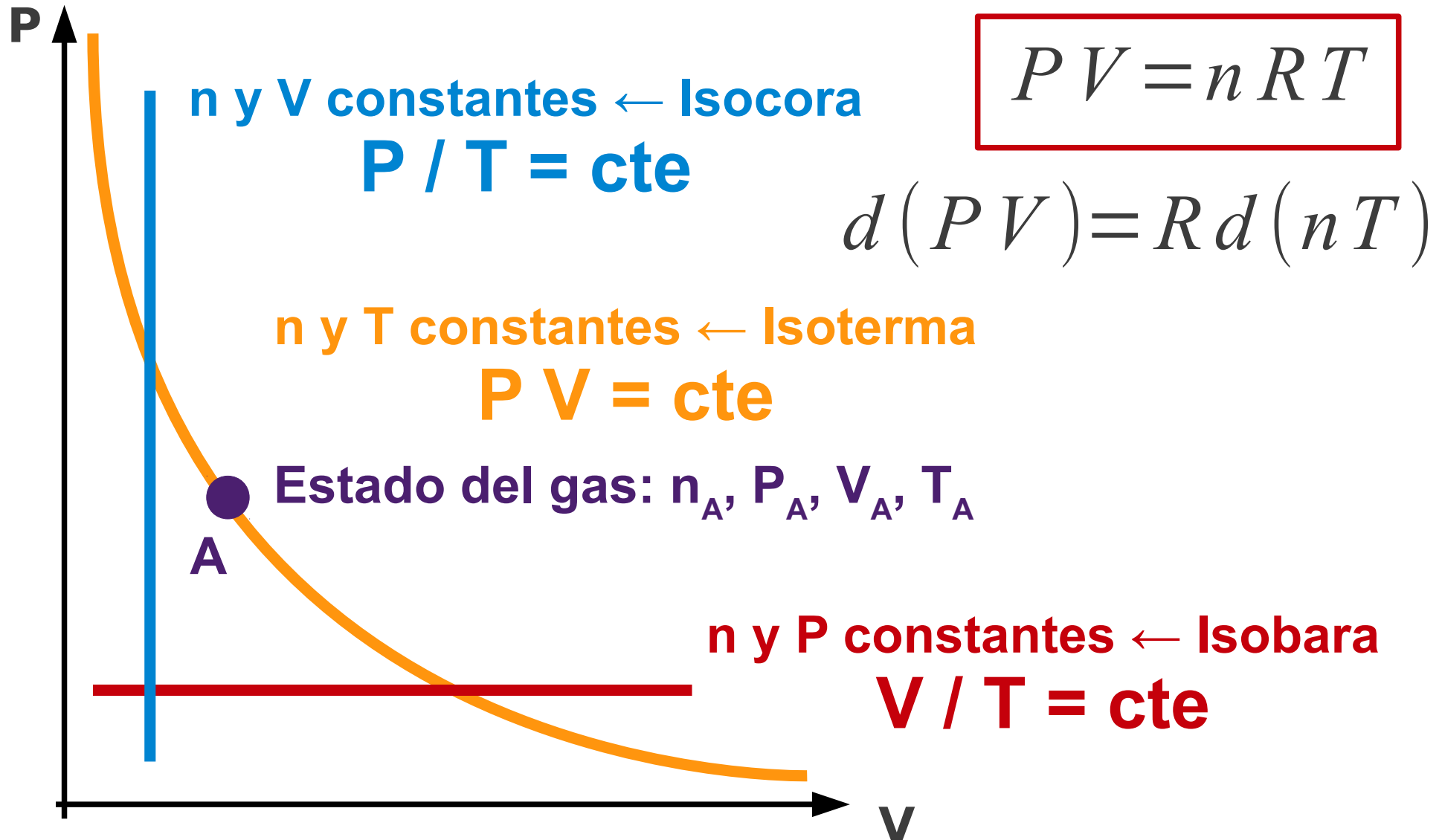
- Abierto:** Océano
- Cerrado:** Globo
- Aislado térmicamente:** Calorímetro
- Aislado mecánicamente:** Recipiente rígido
- Aislado:** Universo como un todo

Estado
(n,P,V,T)

$$PV = nRT$$



Casos particulares



¿Qué sucede cuando un gas se expande?

- Si n y P son constantes, V aumenta $\rightarrow V_f - V_i = \Delta V$

- Sea un pistón de área A y Volúmen V $W = F \Delta h$

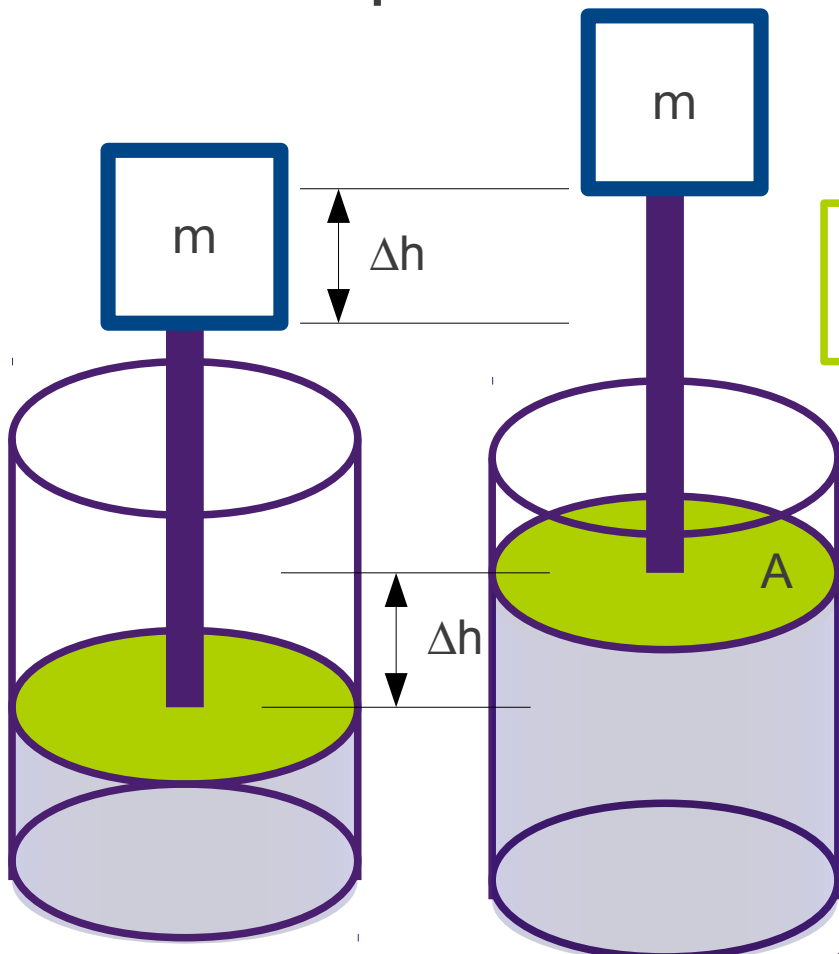
$$W = P A \Delta h$$

W es el trabajo realizado por el gas
Tiene el signo de ΔV

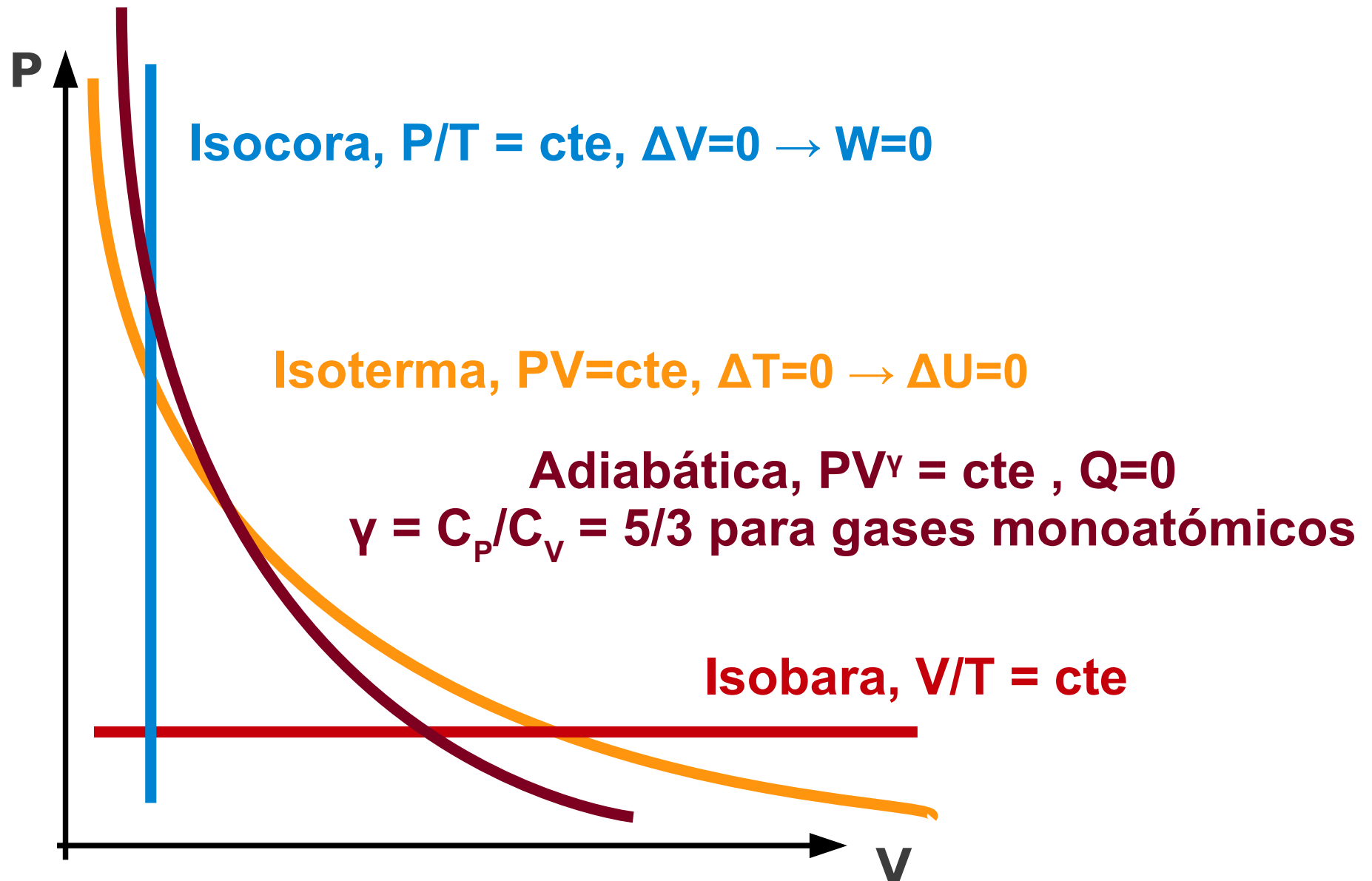
$$W = P \Delta V$$

$$\text{Si } \Delta V = 0 \rightarrow W = 0$$

Al expandirse, el gas realiza un trabajo sobre el medio
 $\rightarrow W = p \Delta V = mg \Delta h$



Transformaciones



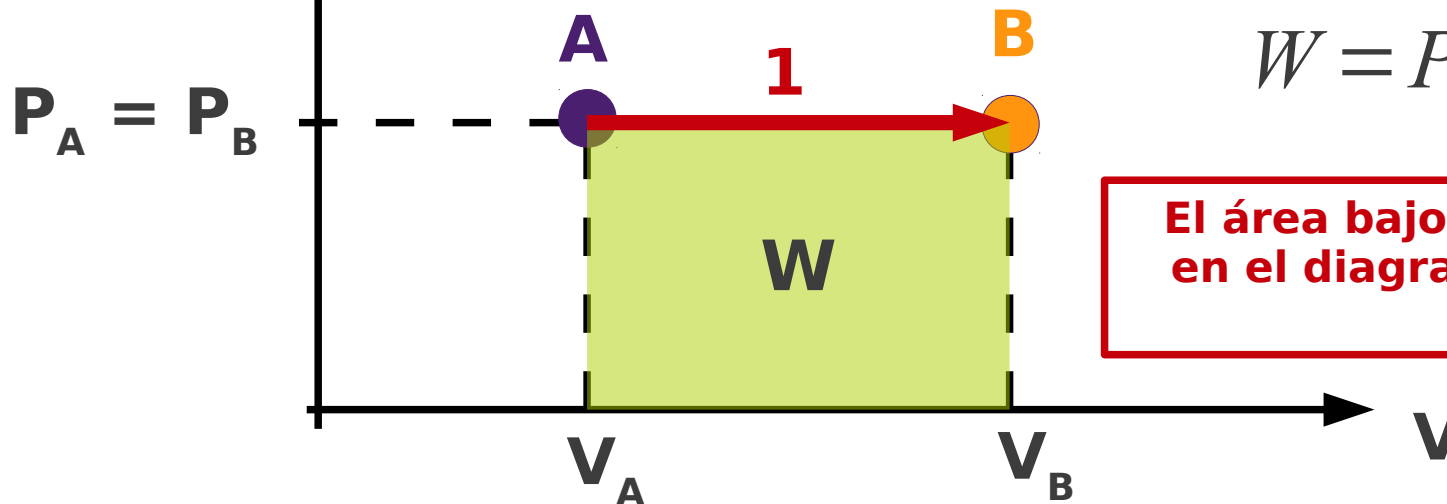
Transformaciones

**Una transformación
representa al cambio de
estado del gas**

La transformación 1 modifica las condiciones del gas del estado "A" (n_A, P_A, V_A, T_A) al estado "B" (n_B, P_B, V_B, T_B)

$$W = P \Delta V$$

$$W = P (V_B - V_A)$$



**El área bajo las transformaciones
en el diagrama P-V representa al
trabajo**

Energía interna de un gas ideal

- En un gas ideal, la energía interna se relaciona con la temperatura de la siguiente forma:

$$U = \frac{3}{2} R n T$$

- Variación de U a $n = \text{cte}$,

**Si T cambia,
necesariamente habrá un
cambio en la energía
interna del gas (y
viceversa)**

$$dU = \frac{3}{2} R d(nT) \rightarrow dU = \frac{3}{2} R (dnT + n dT)$$

$$dU = \frac{3}{2} R n dT \rightarrow \Delta U = \frac{3}{2} R n \Delta T$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} R n \Delta T$$

- ¿Qué es el calor específico?

Calor específico: cantidad de calor necesaria para que un mol de una sustancia cambie su temperatura en 1 K

- Le entrego calor a n moles de una sustancia y su temperatura aumenta ΔT , entonces:

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

Calor específico de un gas ideal

- Al calentar un gas, ¿cuántos tipos de transformaciones son posibles?
- A $V=\text{cte}$, $W=0$, caliento n moles de un gas ideal... ¿y T ?
- ¿Qué pasa con la energía total?
- Q se transforma en ... ¿?

$$Q = \Delta U$$
$$C_V n \Delta T = \frac{3}{2} R n \Delta T$$

$$C_V = \frac{3}{2} R$$

El calor específico a $V=\text{cte}$ de un gas ideal, C_V , es proporcional a R

¿Qué pasa si caliento el gas a $P=\text{cte}$?

- A $P=\text{cte}$, caliento n moles de un gas ideal... ¿y V ?

- Si ΔV no es 0 \rightarrow Trabajo $\rightarrow W = p \Delta V$
$$W = p \left(\frac{n R \Delta T}{P} \right)$$

$$W = n R \Delta T$$

- Además hay un cambio de la energía interna:

- **Ahora, ¿de donde proviene el trabajo y ΔU ?**

$$\Delta U = \frac{3}{2} R n \Delta T$$

Entonces... C_p es...

$$Q = \Delta U + W$$

$$C_P n \Delta T = \frac{3}{2} R n \Delta T + R n \Delta T$$

$$C_P = \frac{3}{2} R + R$$

$$C_P = C_V + R$$

Lo importante es que, ...

- ... en este contexto, la ley de la conservación de la energía nos dijo que:

$$Q = \Delta U + W$$

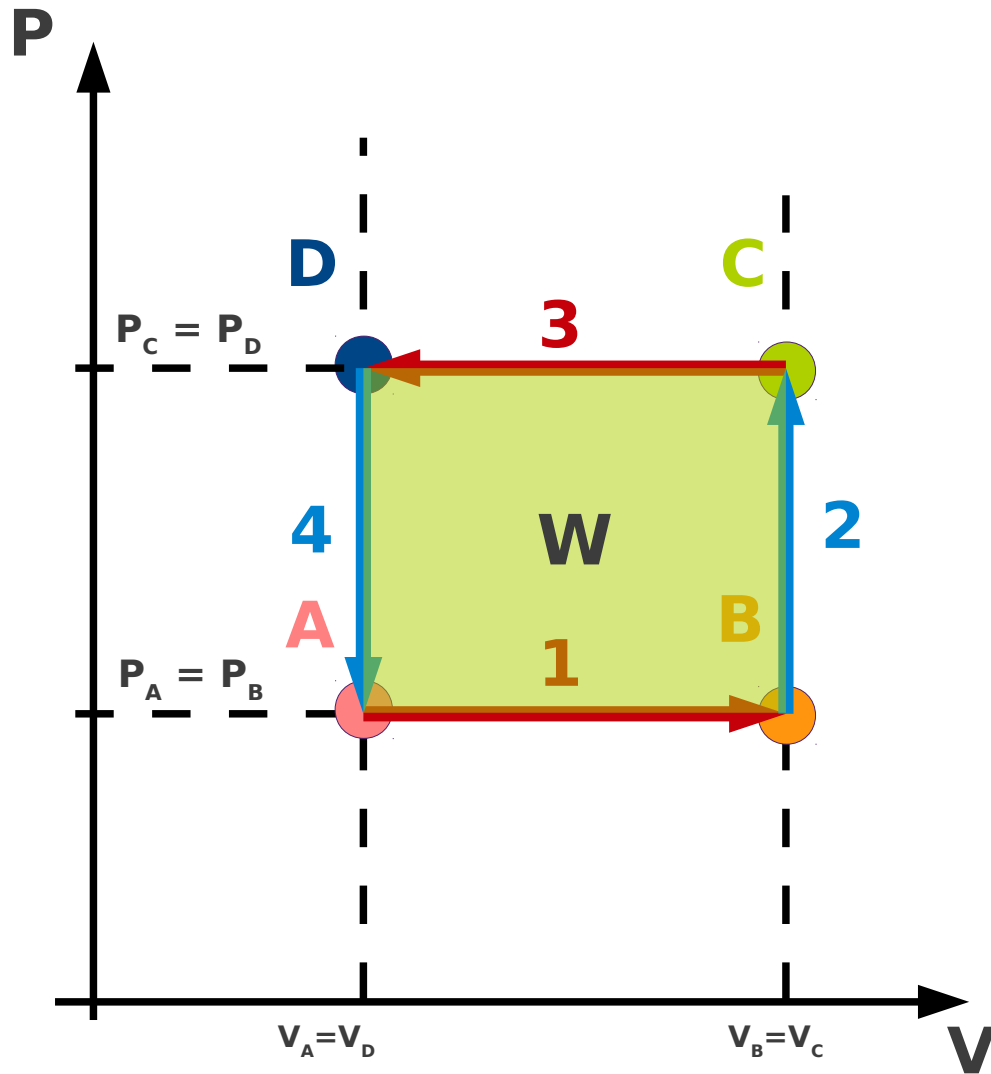
**Primer principio
de la
termodinámica**

Q = Calor cedido al sistema (signo de ΔT)

ΔU = Cambio de la energía interna del sistema (signo de ΔT)

W = Trabajo realizado por el sistema (signo de ΔV)

Ciclo termodinámico



- El gas se encuentra en estado A
 - $P_A, n_A, V_A \rightarrow T_A$, por ej. A=CNPT
- **1)** Transf. isobara hasta B, $V_B = 3 V_A$
 - $V_B = 3V_A, n_A, P_B = P_A \rightarrow T_B$
- **2)** Transf. isocora hasta C, $P_C = 2 P_B$
 - $V_C = V_B, n_A, P_C = 2P_B \rightarrow T_C$
- **3)** Transf. isobara hasta D, $V_D = V_A$
 - $V_D = V_A, n_A, P_D = P_C \rightarrow T_D$
- **4)** Transf. isocora hasta A
 - $P_A, n_A, V_A \rightarrow T_A$

Transformaciones

- **Isobara ($V/T = \text{cte}$):**

- $W = P \Delta V$
- $\Delta U = (a/2) n R \Delta T$
- $Q = \Delta U + W$

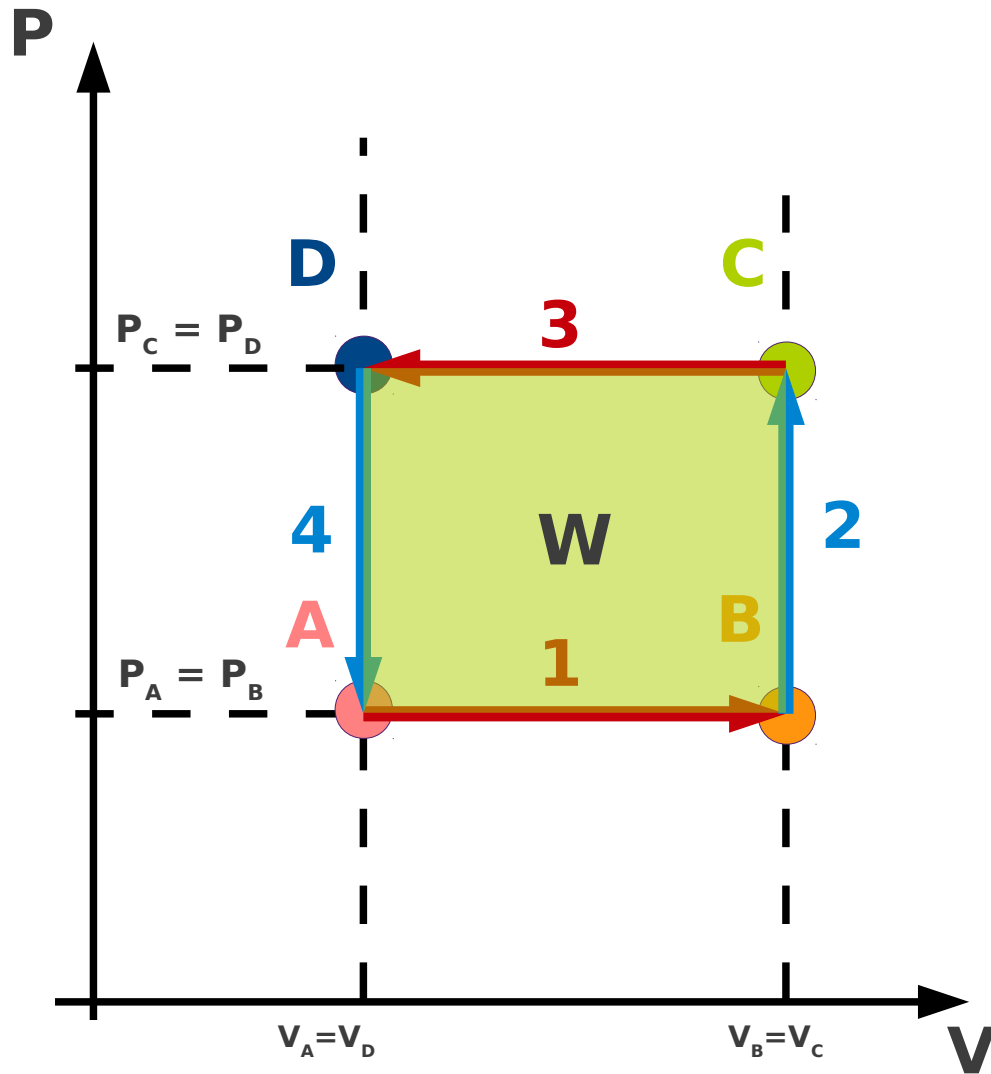
$$Q = \Delta U + W$$

- **Isocora ($P/T = \text{cte}$):**

- $W = 0$
- $Q = C_v n \Delta T$
- $Q = \Delta U$





$$PV = n R T$$

Ciclo termodinámico



- El gas se encuentra en estado A
 - $P_A, n_A, V_A \rightarrow T_A$, por ej. A=CNPT
- **1)** Transf. isobara hasta B, $V_B = 3 V_A$
 - $V_B = 3V_A, n_A, P_B = P_A \rightarrow T_B$
- **2)** Transf. isocora hasta C, $P_C = 2 P_B$
 - $V_C = V_B, n_A, P_C = 2P_B \rightarrow T_C$
- **3)** Transf. isobara hasta D, $V_D = V_A$
 - $V_D = V_A, n_A, P_D = P_C \rightarrow T_D$
- **4)** Transf. isocora hasta A
 - $P_A, n_A, V_A \rightarrow T_A$

Cuadro de estados

Estado	P	V	T	n
A 	P_A	V_A	T_A	n_A
B 	$P_B = P_A$	$V_B = 3V_A$	T_B	n_A
C 	$P_C = 2 P_B$	$V_C = V_B$	T_C	n_A
D 	$P_D = P_C$	$V_D = V_A$	T_D	n_A
→ A	P_A	V_A	T_A	n_A

- Identificar los datos en el problema
- Determinar datos faltantes con las transformaciones
- Calcular datos faltantes con ec. de estado → $PV=nRT$

Cuadro de transformaciones

Transf	Q	W	ΔU
1: isobara	$=\Delta U+W$	$=P \Delta V$	$=(3/2) n R \Delta T$
2: isocora	$=\Delta U$	0	$=(3/2) n R \Delta T$
3: isobara	$=\Delta U+W$	$=P \Delta V$	$=(3/2) n R \Delta T$
4: isocora	$=\Delta U$	0	$=(3/2) n R \Delta T$

- Identificar aquellos valores que no cambian en cada transformación
- Dejar el calor Q para el final (evita confusiones)
- En un ciclo $\Delta U_{\text{total}} = 0 \leftarrow$ El gas vuelve a su estado inicial $U_f = U_i$

Entendiendo el ciclo

- A medida que el ciclo avanza, el sistema intercambia calor (Q) y trabajo mecánico (W) con el medio
- El sistema “almacena” energía en forma de energía interna (\rightarrow Temperatura \rightarrow Energía Cinética)
- Al finalizar el ciclo, $U_f = U_i \rightarrow \Delta U = 0$
- Para el ciclo completo, el primer principio garantiza

$$Q = W$$

- Pero esos valores son “netos”

- **Calor**

- $Q > 0 \leftarrow$ Calor entra al sistema desde una fuente
- $Q < 0 \leftarrow$ Calor sale del sistema \rightarrow No es aprovechable

- **Trabajo**

- $W > 0 \leftarrow$ Trabajo producido por el sistema \rightarrow Útil
- $W < 0 \leftarrow$ Trabajo realizado sobre el sistema \rightarrow Costo
- ¿Qué obtuve luego de un ciclo? \rightarrow Trabajo Neto
- ¿Que tuve que poner para lograr el ciclo? \rightarrow Calor $Q > 0$

- Definimos al rendimiento como

Lo que obtuve

$$\eta = \frac{\text{Lo que obtuve}}{\text{Lo que tuve que poner}}$$

Lo que tuve que poner

- En términos del ciclo,

W_{neto}

$$\eta = \frac{W_{\text{neto}}}{Q_{>0}}$$

$Q_{>0}$

El rendimiento SIEMPRE es < 1