

# Universidad Nacional de Río Negro

## Física III B - 2018

- **Unidad** 02
- **Clase** U02 C03 - 08
- **Fecha** 12 Abr 2018
- **Cont** Ejercicio calor latente y Ciclos
- **Cátedra** Asorey
- **Web** [github.com/asoreyh/unrn-f3b](https://github.com/asoreyh/unrn-f3b)
- **YouTube** <https://goo.gl/nNhGCZ>



# Contenidos: Termodinámica, alias F3B, alias F4A

Unidad 1

El Calor

*Hace calor*

Unidad 2

Primer principio

*Todo se transforma*





# Módulo 1 - Unidad 2: primer principio

## Del 05/Abr al 26/Abr (7 encuentros)

- Calor y trabajo. Equivalente mecánico del calor. Experimento de Joule. Sistemas. Fuentes de calor. Primer principio. Flujo de calor. Muerte térmica. Máquinas térmicas.





# Trabajo en el pizarrón

- Trabajamos con ejercicio de calor latente Guía 02



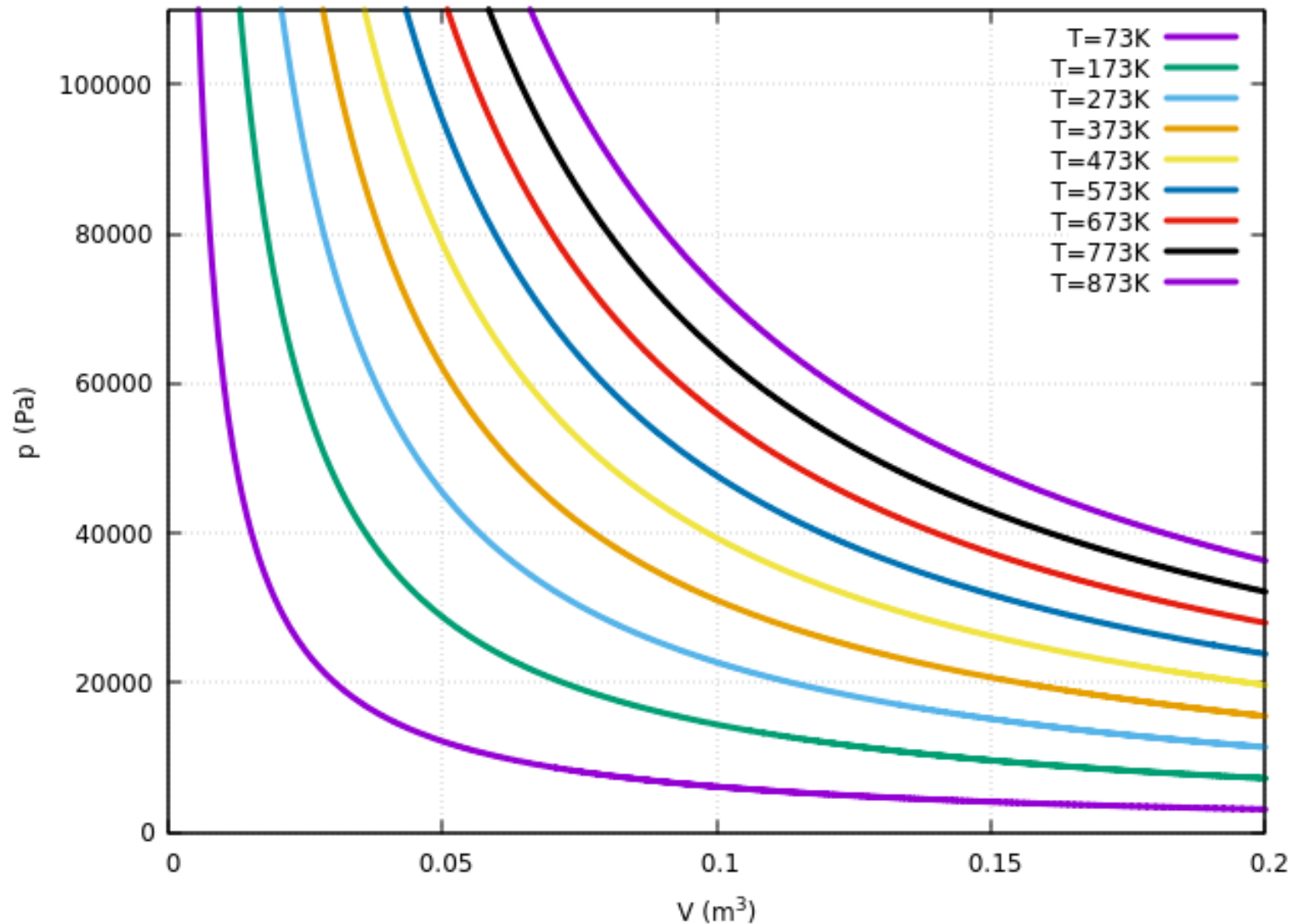


# Nueva transformación

- Vimos transformaciones a  $P=\text{cte}$  (isobara) y  $V=\text{cte}$  (isocora)
  - **Isobara:**
    - $W = P \Delta V$
    - $\Delta U = a/2 n R \Delta T$
    - $Q = \Delta U + W$
  - **Isocora:**
    - $W = 0$
    - $Q = C_V n \Delta T$
    - $Q = \Delta U$
- ¿Cómo será una expansión isotérmica?
  - **Baño térmico (p. ej.: Atmósfera, Océano, ...)**
    - Reservorio de calor a una temperatura  $T$  dada
    - Puede ceder o absorber calor sin que  $T$  se vea afectada
    - Un sistema en contacto con un baño  $\rightarrow$  evolución isotérmica

# Transformación Isotérmica, $T = \text{cte}$

$$\text{Si } T = \text{cte } pV = nRT \rightarrow pV = \text{cte}$$



- **Isobara:**

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

- **Isoterma:**

- $W = n R T \ln (V_f / V_i)$
- $\Delta U = 0$
- $Q = \Delta U + W \rightarrow Q = W$

- **Isocora:**

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

- **Adiabática**

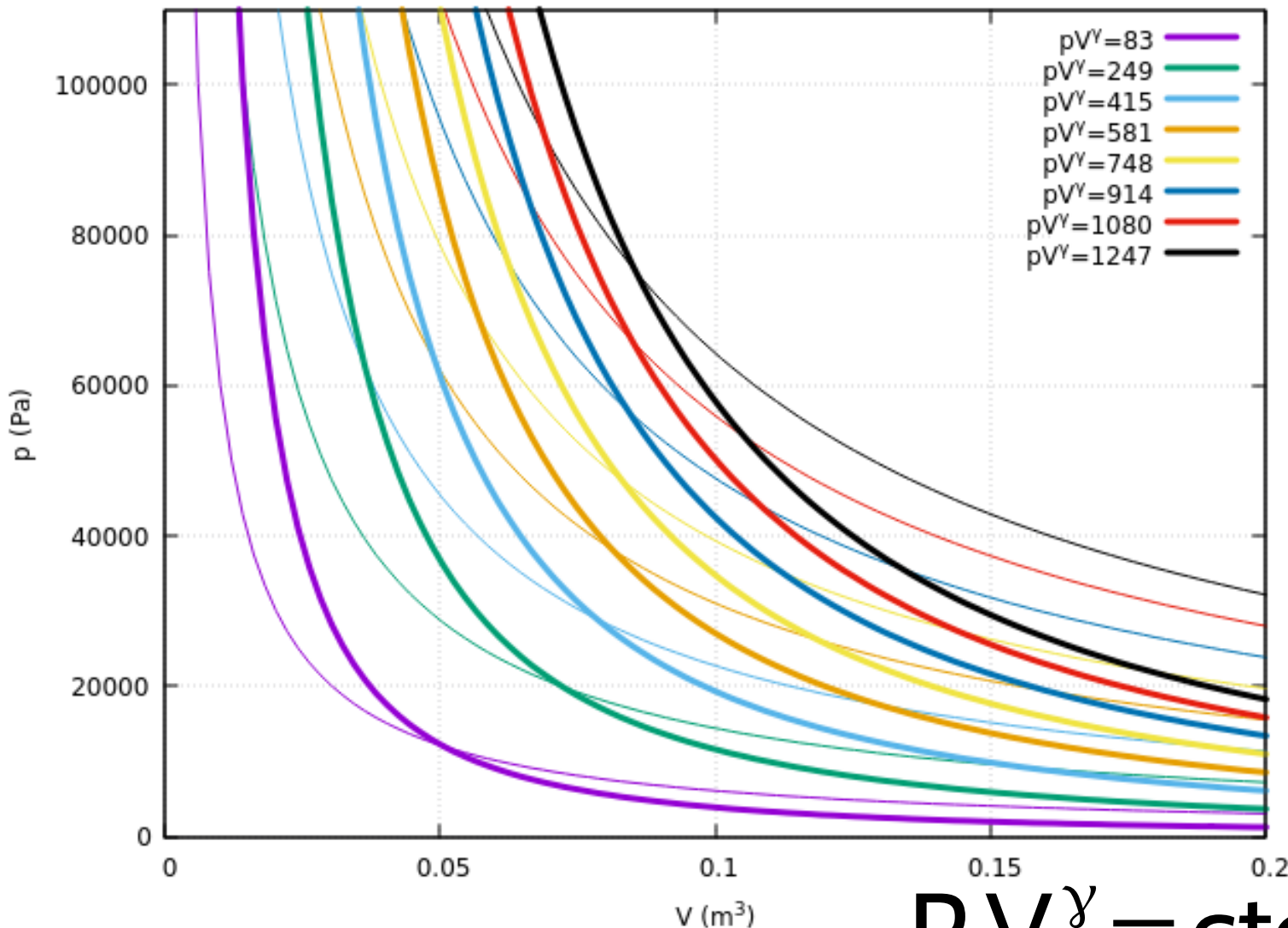
- Próximamente en los mejores cines de su barrio

# Último caso: No hay intercambio de calor

- No hay intercambio de calor con el medio
  - Recipiente muy aislado (calorímetro); ó
  - Transformación muy rápida (abriendo una Coca Cola)
- En este caso:  **$Q = 0$  ← Transformación Adiabática**
- $Q = \Delta U + W \rightarrow 0 = \Delta U + W \rightarrow \mathbf{W = - \Delta U}$
- **En una expansión adiabática, el trabajo se realiza a costa de la energía interna del gas**
- Expansión adiabática → Brusco descenso de T  
**Y viceversa: en una compresión adiabática, todo el trabajo se convierte en energía interna (Zonda)**



# Adiabáticas vs isotermas



- Se aproximan asintóticamente a los ejes
- Cada adiabática intersecta a una isoterma en un único punto (volveremos...)
- Las adiabáticas son isentrópicas (volveremos...)

$$P V^\gamma = \text{cte}, \gamma = 5/3$$

- Según el primer principio y teniendo en cuenta  $Q=0$ :

$$W = -\Delta U \rightarrow W = -\frac{Z}{2} n R \Delta T \rightarrow W = -\frac{Z}{2} n R (T_f - T_i)$$

$$W = -\frac{Z}{2} (P_f V_f - P_i V_i)$$

$$W = -\left( \frac{P_f V_f - P_i V_i}{\gamma - 1} \right)$$

- **Isobara:**

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

- **Isoterma:**

- $W = n R T \ln (V_f / V_i)$
- $\Delta U = 0$
- $Q = \Delta U + W \rightarrow Q = W$

- **Isocora:**

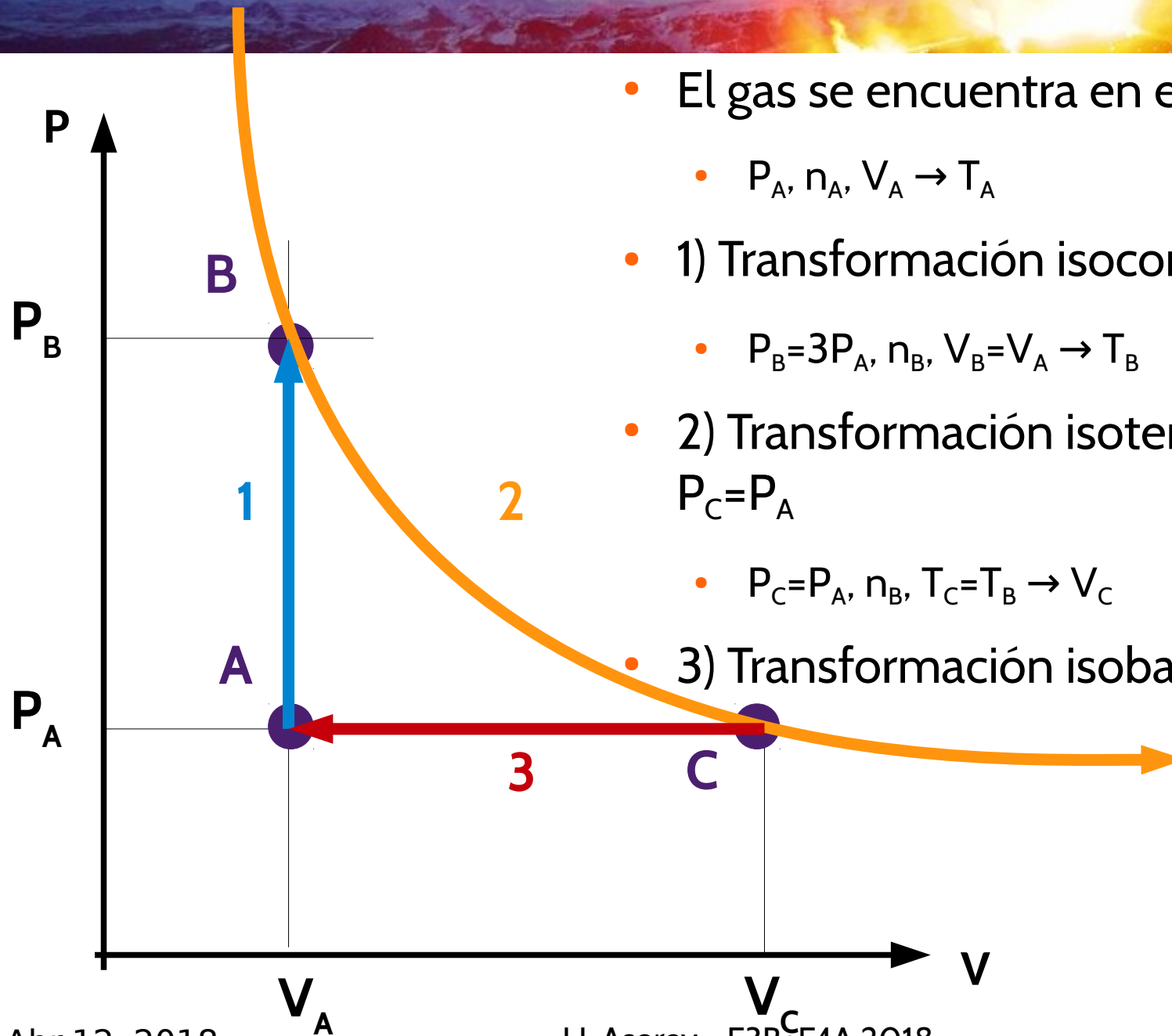
- $W = 0$
- $Q = C_v n \Delta T$
- $Q = \Delta U$

- **Adiabática**

- $W = -\Delta U$
- $\Delta U = (z/2) n R \Delta T$
- $Q = 0 \rightarrow W = -\Delta U$



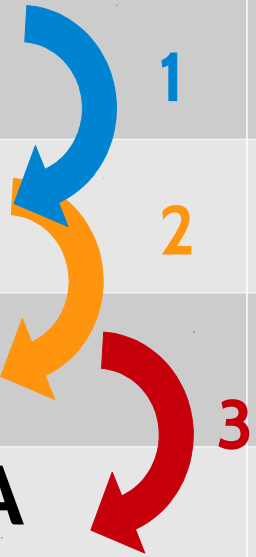
# Sucesión de transformaciones



- El gas se encuentra en estado A
  - $P_A, n_A, V_A \rightarrow T_A$
- 1) Transformación isocora hasta B,  $P_B = 3 P_A$ 
  - $P_B = 3P_A, n_B, V_B = V_A \rightarrow T_B$
- 2) Transformación isoterma hasta C,  $P_C = P_A$ 
  - $P_C = P_A, n_B, T_C = T_B \rightarrow V_C$
- 3) Transformación isobara hasta A

# Cuadro de estados

Estado	p	V	T	n
A	$p_A$	$V_A$	$T_A$	$n_A$
B	$p_B = 3p_A$	$V_B = V_A$	$T_B$	$n_A$
C	$p_C = p_A$	$V_C$	$T_C = T_B$	$n_A$
→ 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  $\rightarrow pV=nRT$

# Cuadro de transformaciones

Transf	Q	W	$\Delta U$
1: isocora	$= \Delta U$	0	$= (a/2) n R (T_B - T_A)$
2: isoterma	$= W$	$= nRT \ln(V_C/V_A)$	0
3: isobara	$= \Delta U + W$	$= P(V_A - V_C)$	$= (a/2) n R (T_A - T_C)$

- 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  $U_f = U_i$