

## GUÍA 13 - SEGUNDO PRINCIPIO DE LA TERMODINAMICA

① LA RELACIÓN ENTRE LOS VOLUMENES INICIALES Y FINALES EN LAS ADIABATICAS ES

$$\frac{V_B}{V_A} = \frac{V_C}{V_D}$$

② LA DIFUSIÓN DE GAS (PERFUME) ES IRREVERSIBLE YA QUE NO PUEDE VOLVER A SU ESTADO INICIAL, UNA VEZ DIFUSO, YA ESTA.

③ PRIMER PRINCIPIO  $\Delta U = Q - W$

- GOTA DE TINTA EN AGUA
- EXPANSION DE UN GAS
- UN CUBITO DE HIELO EN UNA GASEOSA CALIENTE

④ NO SE PUEDE ENFRIAR UN CUARTO CON LA HELADERA PORQUE LA HELADERA RECIBE ENERGIA (TRABAJO) CON EL CUAL SACA AFUERA SU CALOR, Y COMO ES UN CICLO, TIRA AL EXTERIOR CALOR ( $= A W$ ).

SI PUEDO CALENTAR UN CUARTO CON UN HORNO PORQUE EL HORNO RECIBE CALOR DE LA COMBUSTION (O W ELECTRICO) → LO CONVIERTE EN CALOR Y LO ENTREGA AL MEDIO.



5) DOS ADIABATICAS DIFERENTES NO PUEDEN TENER UN ESTADO EN COMUN

6) PARA AUMENTAR EL  $\eta$  DEL CICLO DE CAIRNOT

$$\eta = 1 - \frac{T_2 \text{ (FRIO)}}{T_1 \text{ (CALIENTE)}}$$

PARA AUMENTAR  $\eta$   $\frac{T_2}{T_1}$  TIENE QUE SER MUY PEQUEÑO

PARA ESO ES MEJOR DISMINUIR LA FRIA.

8)

CALORIMETRO ADIABATICO ( $Q=0$ )

1 KG DE  $H_2O$  (A  $100^\circ C$ )  $\oplus$  1 KG DE  $H_2O$  (A  $0^\circ C$ )

$$\Delta S = \int_I^F \frac{\delta Q_R}{T} \quad \text{DONDE} \quad \delta Q_R = \text{INTERCAMBIO DE CALOR}$$

(CAMBIA SEGUN EL PROCESO)

COMO AMBAS ESTAN LIQUIDAS

CALIENTE A FRIO  $\rightarrow$  VA A CAMBIAR LA TEMP.

COMO ES ADIABATICO  $\Sigma Q = 0$  (NO HAY PERDIDA DE Q)

$$M \cdot C_E (T_F - 0^\circ C) + M C_E (T_F - 100^\circ C) = 0$$

$$T_F + (T_F - 100) = 0$$

$$2T_F - 100 = 0 \rightarrow \underline{T_F = 50^\circ C}$$

$$T_{\text{EQUILIBRIO}} = 50^\circ C = 323 \text{ K}$$

ENTONCES CADA UNO TIENE SU  $\Delta S$ .



PARA AGUA A 100°C 323

$$\Delta S = \int \frac{dQ}{T} = \int_{373}^{323} \frac{M C_E dT}{T} = M C_E \ln \left( \frac{323}{373} \right)$$

$$\Delta S = -0,144 \frac{\text{Kcal}}{\text{K}}$$

PARA AGUA A 0°C =

$$\Delta S = \int \frac{dQ}{T} = \int_{273}^{323} \frac{M C_E dT}{T} = M C_E \ln \left( \frac{323}{273} \right)$$

$$\Delta S = 0,168 \frac{\text{Kcal}}{\text{K}}$$

$$\Delta S_{\text{SIST}} = \Delta S_1 + \Delta S_2 = 0,168 - 0,144 = 0,024 \frac{\text{Kcal}}{\text{K}}$$

↳  $\Delta S > 0$  ES

$$\Delta S_{\text{UNV}} = \Delta S_{\text{SIST}} + \Delta S_{\text{ENT}}$$

UN PROCESO  
IRREVERSIBLE



9. 1 kg H<sub>2</sub>O a 0°C + FUENTE TÉRMICA A 100°C

A- EL H<sub>2</sub>O CAMBIA SU TEMP DE 0°C A 100°C

$$\Delta S = \int \frac{dQ}{T} = \int_{273}^{373} \frac{M C_E dT}{T} = M C_E \ln \left( \frac{373}{273} \right)$$

$$\Delta S_{H_2O} = 0,312 \frac{\text{Kcal}}{\text{K}}$$

$\Delta S_{FUENTE} = \int \frac{dQ}{T} \rightarrow$  LA FUENTE A PESAR DE CEDER CALOR NO TIENE CAMBIO DE TEMP. DEBE O DA CALOR SIN CAMBIAR T

$$\Delta S = \int \frac{dQ}{T} = \frac{1}{T} \int dQ = \frac{Q}{T} = \frac{Q}{373}$$

COMO ES UN SIST AISLADO, EL AGUA RECIBIO EL Q QUE LA FUENTE LE DIO:

$$Q_{H_2O} = M C_E (100^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C}) = 100 \text{ Kcal}$$

$$Q_{FUENTE} = -100 \text{ Kcal}$$

$$\Delta S_F = \frac{-100}{373} = -0,268 \frac{\text{Kcal}}{\text{K}}$$

$\Delta S_{SIST} = 0,044 \rightarrow$  PROCESO IRREVERSIBLE

$$\Delta S_U = \Delta S_{SIST} + \Delta S_{EXT}$$

$$\Delta S_{UN} = \Delta S_{SIST} \rightarrow 0 \times \text{AISLADO}$$



B. • H<sub>2</sub>O DE 0°C A 100°C

1. FUENTE A 50°C

2. FUENTE A 100°C

$$\Delta S_{H_2O (1)} = \int_{273}^{323} \frac{dQ}{T} = M C_E \ln \left( \frac{323}{273} \right) = 0,168$$

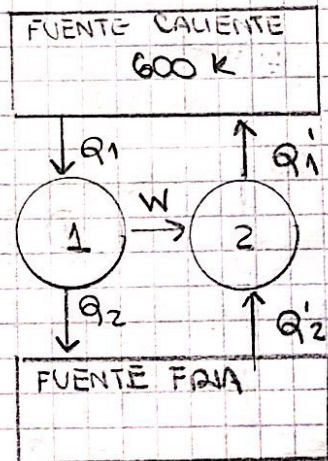
$$Q = M C_E 50^\circ C = 50 \text{ KCAL} \rightarrow \Delta S_{F_1} = \frac{-50}{323} = -0,154$$

$$\Delta S_{H_2O (2)} = M C_E \ln \left( \frac{373}{323} \right) = 0,1439$$

$$\Delta S_{F_2} = -0,134 \text{ KCAL}$$

$$\Delta S_{SIST} = 0,0239$$

10



1 ES REVERSIBLE

$$Q_1 = 300 \text{ J}$$

$$Q'_2 = 50 \text{ J}$$

$$Q_2 = 100 \text{ J}$$

A - CALCULAR T<sub>2</sub>

VERIFICO QUE SE CUMPLA EL PRIMER PRINCIPIO

$$Q_{NETO} = W_{NETO}$$

$$300 \text{ J} - 100 \text{ J} = W_N$$

$$W_N = 200 \text{ J}$$



## TEOREMA DE CARNOT

COMO ① ES REVERSIBLE  $\eta_M = \eta_{REV}$

$$1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{T_F}{T_0}$$

$$1 - \frac{100}{300} = 1 - \frac{T_F}{600}$$

$$T_F = 200 \text{ K}$$

## B. RENDIMIENTO Y EFICIENCIA

$$\textcircled{1} \eta = \frac{W_N}{Q_{ABS}} = \frac{200}{300} = 0,6$$

$$\textcircled{2} \epsilon = \frac{50}{200} = 0,25$$

C.

PARA LA MAQUINA 2

$$Q_{NETO} = W_{NETO}$$

$$Q_{NETO} = 200 \text{ J}$$

$$Q_2 - Q_1 = 200 \text{ J}$$

$$50 \text{ J} - Q_1 = 200 \text{ J}$$

$$Q_1 = 150 \text{ J}$$

PARA SABER SI ES REVERSIBLE O NO USO EL TEOREMA DE CARNOT

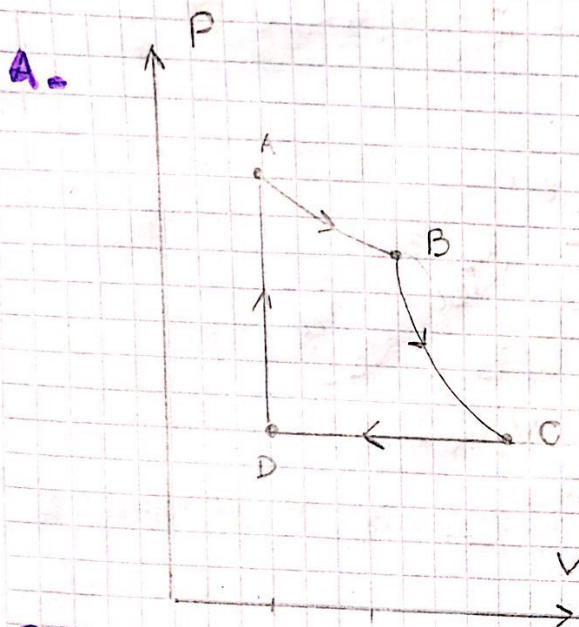
$$\eta_M = 1 - \frac{150}{50} = -2 \quad \eta_{REV} = 1 - \frac{200}{600} = \frac{2}{3}$$

$$\eta_M < \eta_{REV} \rightarrow \text{IRREVERSIBLE}$$



# 11 MAQUINA REVERSIBLE

- 1 MOL MONOATÓMICO ( $C_v = \frac{3}{2}R$ ;  $\gamma = \frac{5}{3}$ )



- AB (T=cte)  $V_B = 2V_A$

$$V_A = 2 \times 10^{-3}$$

- BC (ADIAB)  $T_C = T_B/2$

- CD (P=cte)  $V_D = V_A$

- DA (V=cte)  $P_A = 1,64 \text{ MPa}$



B.

	P	V	T
A	1,64 MPa 16,7 ATM	$2 \times 10^{-3} \text{ m}^3$	394,5 K
B	0,81 MPa 8,09 ATM	$4 \times 10^{-3}$	394,5 K
C	1,43 ATM	11,3 L	197,2
D	1,43	$2 \times 10^{-3}$	349 K

• AB

$$PV = nRT$$

$$1640000 \cdot 2 \times 10^{-3} = 1 \cdot 8,314 \cdot T_A$$

$$T_A = 394,5 \text{ K}$$

$$\Delta U = 0$$

$$Q = W$$

$$W = nRT \ln \left( \frac{V_B}{V_A} \right) = 22,45 \text{ J}$$

$$Q = 22,45 \text{ J}$$



• BC

$$T_C = 197,2$$

$$PV = nRT$$

$$T_B = 394,5$$

$$P_A V_A = 1 \cdot 0,082 \cdot 395$$

$$V_B = 4 \times 10^{-3}$$

$$P_B = 8,0975$$

POB ADIABATICA

$$T_B V_B^{\gamma-1} = T_C V_C^{\gamma-1}$$

$$395 \cdot 4^{2/3} = 197,2 \cdot V_C^{2/3}$$

$$995,3 = 197,2 V_C^{2/3}$$

$$V_C = 11,3 \text{ L}$$

$$PV = nRT$$

$$P_C 11,3 \text{ L} = 1 \cdot 0,082 \cdot 197,2 \rightarrow P_C = 1,43 \text{ ATM}$$

$$\Delta U = -W \rightarrow \Delta U = n C_V \Delta T$$

$$Q = 0$$

$$\Delta U = 1 \cdot \frac{3}{2} \cdot 0,082 (197,2 - 395)$$

$$\Delta U = -24,3 \text{ J}$$

$$W = 24,3 \text{ J}$$

• CD

$$Q = n C_P \Delta T \rightarrow Q = 1 \cdot \frac{5}{2} \cdot 0,082 \cdot (34,9 - 197,2)$$

$$Q = -33,27 \text{ J}$$

$$W = P(V_F - V_0) \rightarrow W = 1,43 \cdot (-2 - 11,3)$$

$$W = -13,3 \text{ J}$$

$$\Delta U = n C_V \Delta T \rightarrow \Delta U = \frac{3}{2} \cdot 0,082 \cdot (34,9 - 197,2)$$

$$\Delta U = -20 \text{ J}$$

• DA

$$W = 0$$

$$Q = n C_V \Delta T \rightarrow Q = \frac{3}{2} \cdot 0,082 \cdot 359,6 = 44 \text{ J}$$

$$\Delta U = 44 \text{ J}$$



EN EL CICLO COMPLETO:

$$\bullet \Delta U = 0 + (-24,3) - 20 + 44 =$$

$$\Delta U = -0,3 \approx 0 = 0 \rightarrow \text{TIENE QUE SER CERO}$$

$$\bullet Q_T = 22,45 + 0 - 33,27 + 44$$

$$Q_T = 33,2 \text{ J}$$

$$\bullet W_T = 22,45 + 24,3 - 13,3 + 0$$

$$W_T = 33,45 \text{ J}$$

① - COMO EL  $W_T > 0$  SE TRATA DE UNA MAQUINA TERMICA



$$\bullet Q_{ABS} = 66,5 \text{ J}$$

$$\bullet Q_{PER} = -33,3 \text{ J}$$

$$W = 33,5 \text{ J}$$

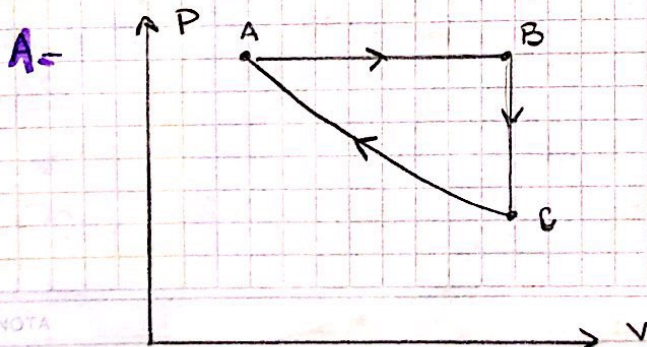
$$\eta = 0,5$$

⑭ • 1 MOL DIATÓMICO ( $C_V = \frac{5}{2}R$ ,  $C_P = \frac{7}{2}R$ )

• EXPANSIÓN ISOBARA (AB)

• DESCOMPRESIÓN ISOCORA (BC)

• COMP ADIABÁTICA (CA)



NOTA



B- ES UNA MAQUINA TERMICA YA QUE LA CIRCULACION ES  $\curvearrowright$ . TMB PORQUE LA EXPANSION AB ES MAYOR QUE LA DESCOMPRESION BC (AREAS)

C

	P	V	T
A	$P_A$	$V_A$	$\frac{P_A V_A}{R}$
B	$P_A$	$\frac{R T_B}{P_A}$	$T_B$
C		$\frac{R T_B}{P_A}$	

•  $PV = NRT$

$P_A V_A = 1 \cdot R \cdot T_A \rightarrow T_A = \frac{P_A V_A}{R}$

•  $P_A V_B = R T_B$

$V_B = \frac{R T_B}{P_A}$

• ADIABATICA

$P_C V_C^\gamma = P_A V_A$

$P_C V_C^{7/5} = P_A V_A^{7/5}$

$P_C \left( \frac{R T_B}{P_A} \right)^{7/5} = P_A \cdot V_A^{7/5}$

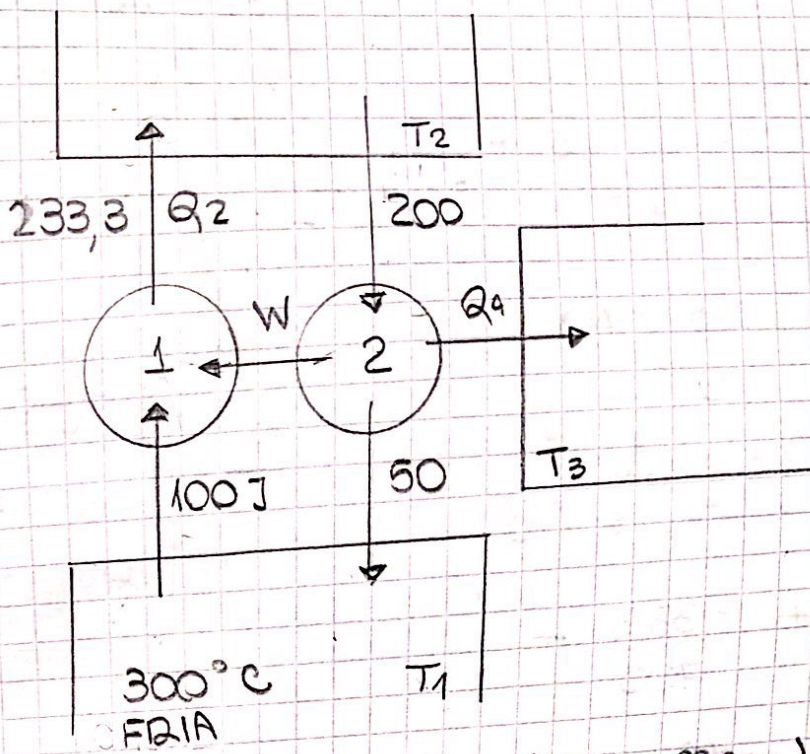
$P_C = P_A \cdot V_A^{7/5} \cdot \frac{P_A^{7/5}}{(R T_B)^{7/5}}$

$P_C V_C = N R T_C$

$T_C = \frac{P_C V_C}{R}$



15



- M1 ES REVERSIBLE ( $\eta_M = \eta_{REV}$ ) Y
- M1  $\epsilon = 3/4$  ( $Q_{ABS}/W_{NETO} = 3/4$ )  
 ↳ FRIGORIFICA

A- CALCULAR T2

M1

- $Q_{ABS} = 100 \text{ J}$
- $\frac{100}{W_N} = 0,75 \rightarrow W_N = 133,3 \text{ J}$

• CUMPLIENDO EL 1 PRINCIPIO:

$$Q_{ABS} - Q_{PEB} = W_{NETO}$$

$$100 - Q_P = 133,3 \text{ J}$$

$$Q_P = -233,3 \text{ J}$$

LO Q RECIBE ES = A LO QUE ENTRA

XQ NO SALE DE ACA Y SI CON  $\Delta S$   
 ↓  
 700K

COMO ES REVERSIBLE

$\eta_M = \eta_{REV}$  (TEOREMA CARNOT)

$$1 - \frac{Q_P}{Q_{ABS}} = 1 - \frac{T_F}{T_C}$$

$$1 - \frac{233,3}{100} = 1 - \frac{573}{T_2} \rightarrow T_2 = 245 \text{ K}$$

NOTA



B-

PADA QUE  $M_2$  SEA REVERSIBLE

BALANCE DE  $M_2$

$$200 \text{ J} = 50 + 133,3 + Q_4$$

$$Q_4 = 16,7 \text{ J}$$

REVERSIBLE  $\rightarrow \Delta S_U = 0$

$$\Delta S_U = \Delta S_{\text{SIST}} + \Delta S_{\text{ENT}}$$

$$= \Delta S_1 + \Delta S_2 + \Delta S_3 + \Delta S_{\text{MAR}}$$

$$= \frac{50}{573} + \frac{-33,3}{700} +$$

$$\Delta S_F = \frac{Q_{\text{INT}}}{T}$$

SALE - ENTOR