

# TERMODINÁMICA

1. EL CALOR
2. LA TEMPERATURA
3. CONCEPTO DE TERMODINÁMICA
4. PRIMER PRINCIPIO
5. SEGUNDO PRINCIPIO
6. CICLO DE CARNOT
7. DIAGRAMAS ENTRÓPICOS
8. ENTROPIA Y DEGRADACIÓN ENERGÉTICA

# INTRODUCCIÓN

1. Principios termodinámicos y su aplicación a máquinas térmicas y frigoríficas.
2. Principios termodinámicos y la imposibilidad de la existencia de móviles perpetuos.
3. El caso de la máquina de vapor como ejemplo de la interrelación Ciencia y Tecnología.

# EL CALOR (I)

1. El calor como fluido 'invisible e imponderable'. Teoría del calórico
2. Rumford y los cañones: 'el calor como una transformación parcial de la energía mecánica'.
3. Davy y los cubitos de hielo.
4. El calor es una energía en tránsito que pasa de un cuerpo a otro, incrementando la energía que poseen las partículas de dicho cuerpo.
5. CALORÍA: cantidad de calor necesaria para elevar, a presión normal, la temperatura de 1 gramo de agua desde  $14,5^{\circ}$  a  $15,5^{\circ}$  C.

# EL CALOR (III)

6. Equivalente mecánico del calor:  $W=J.Q$ ;  $J=4,18 \text{ J/c}$

7. Equivalente térmico del trabajo:  $A=1 /J$ ;  $A=0,24c/J$

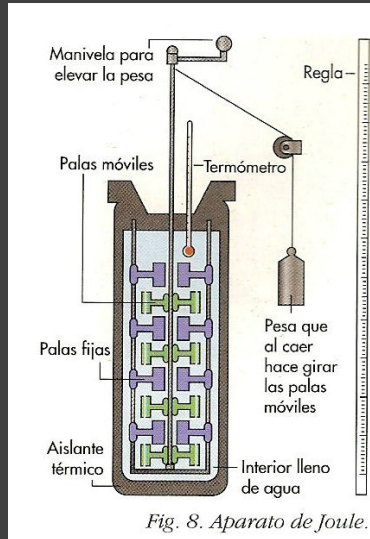
8. Calor específico: es la cantidad de calor que es preciso comunicar a 1 gr de una sustancia para aumentar su  $T$  en  $1^\circ\text{C}$ .

$$Q=m.c.\Delta t$$

9. Calor específico(o molar) gas a presión cte:  $C_p=Q_v/n\Delta T$

10. Calor específico (o molar) gas a volumen cte:  $C_v=Q_v/n\Delta T$

11. Relación de Mayer:  $C_p=C_v+R$ ;  $R=8,3\text{J/kmol}$



# LA TEMPERATURA

TEMPERATURA: idea aproximada del nivel térmico.

ENERGÍA INTERNA: movimiento de los átomos y moléculas.

DEFINICIÓN: 'La temperatura es una magnitud física que depende de la velocidad media de las partículas que constituyen un cuerpo, a cuyo cuadrado es d. proporcional

ESCALA CELSIUS, FAHRENHEIT, KELVIN:

$$^{\circ}\text{F} = 1,8.^{\circ}\text{C} + 32; \quad \text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273$$

# TERMODINÁMICA (I)

**CONCEPTO:** parte de la Física que estudia los procesos de transformación de trabajo en calor y viceversa, estableciendo primeramente las equivalencias entre trabajo y calor y determinando , después, en qué condiciones puede obtenerse trabajo a partir de energía térmica.

**SISTEMA TERMODINÁMICO:** parte del universo separada del todo por superficies reales o imaginarias denominadas fronteras o paredes.

**PAREDES DIATÉRMICAS:** transferencia de energía calorífica.

**PAREDES ADIABÁTICAS:** transferencia de energía mecánica

**SISTEMA HOMOGÉNEO:** composición interna uniforme.

**SISTEMA HETEROGÉNEO:** composición interna no uniforme. Líquido y vapor.

**SISTEMA ABIERTO:** intercambio de materia y energía con el exterior.

**SISTEMA CERRADO:** si solo es posible intercambio de energía.

**SISTEMA AISLADO:** ni intercambia materia ni energía.

# TERMODINÁMICA (II)

**VARIABLE TERMODINÁMICA:** magnitudes que sirven para conocer el estado de un sistema termodinámico. P,V,T, composición, concentración.

**VARIABLE TERMODINÁMICA EXTENSIVA:** su valor depende de la extensión o cantidad de sistema considerado: masa, volumen.

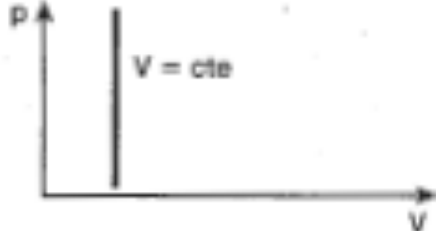
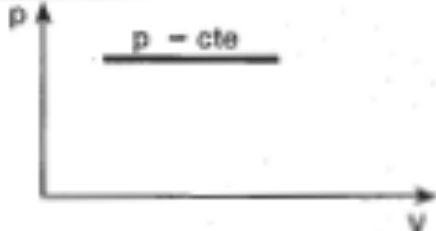
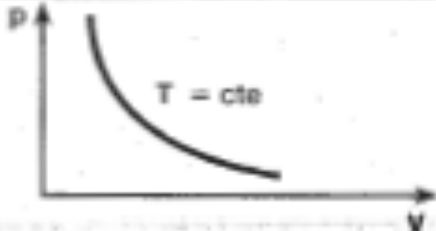
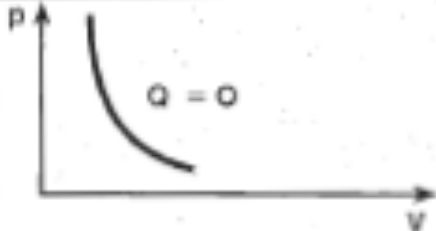
**VARIABLE INTENSIVA:** su valor no depende de la extensión o sistema considerado: temperatura, densidad.

**ESTADO DE EQUILIBRIO:** aquel en el que las variables termodinámicas no varían y las variables intensivas tienen el mismo valor en todos los puntos.

**VARIABLES DE ESTADO:** son aquellas variables termodinámicas cuyo valor solo depende del estado del sistema y no de los procesos que éste haya seguido para alcanzar dicho estado.

**ECUACIÓN DE ESTADO:** función que relaciona variables de estado.

**VARIABLES TERMODINÁMICAS**

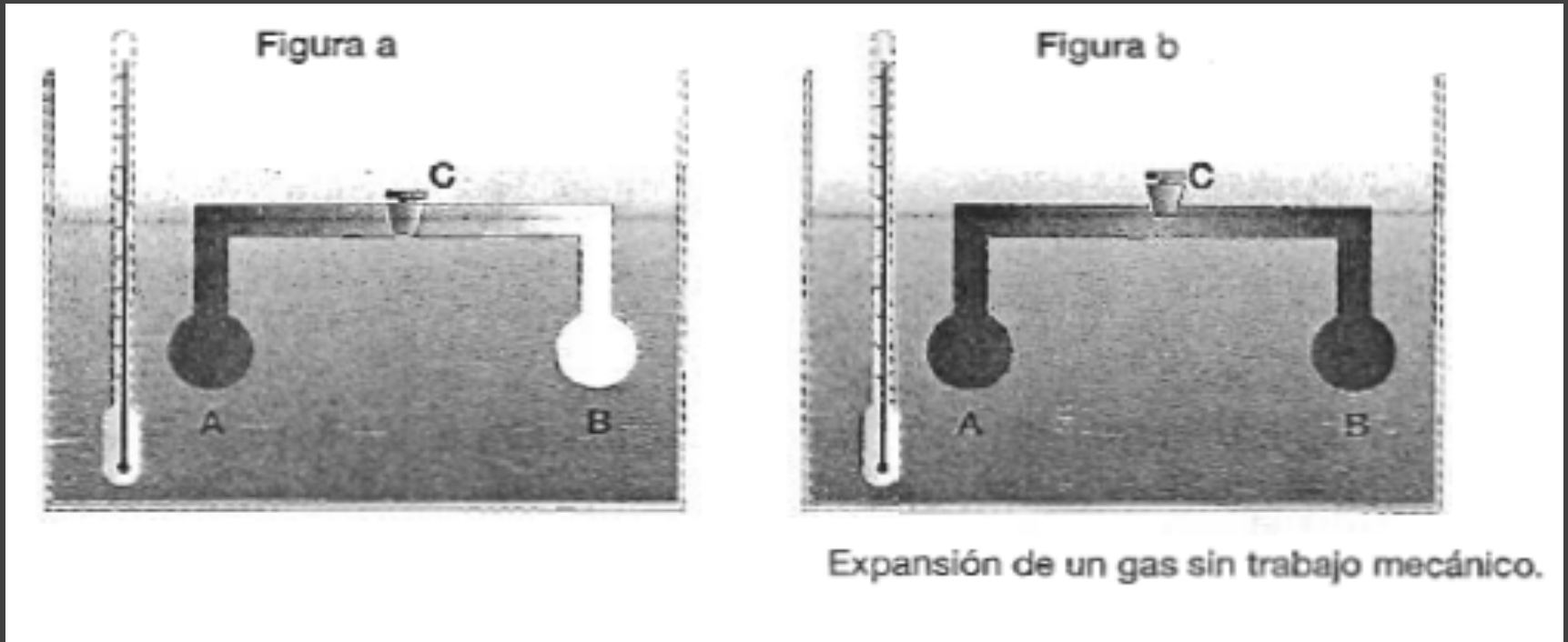
Transformación	Representación gráfica	Ecuación
Isocora ( $V = \text{cte}$ )		$p = k T$ (Segunda ley de Gay-Lussac)
Isobara ( $p = \text{cte}$ )		$V = k T$ (Primera ley de Gay-Lussac)
Isoterma ( $T = \text{cte}$ )		$p V = \text{cte}$ (Ley de Boyle-Mariotte)
Adiabática ( $Q = 0$ )		$p V^\gamma = \text{cte}$ (Ecuación de Poisson)

## TRANSFORMACIONES DE UN SISTEMA TERMODINÁMICO



1. 'Al calentar un sistema, una parte se transforma en trabajo y otra en modificar la energía interna del mismo'.  $Q = W + \Delta U$  Clausius.
2. 'En toda transformación que experimenta un sistema cerrado, la diferencia entre el calor intercambiado y el trabajo realizado es un valor constante.
3. CONVENIO DE SIGNOS:  
Q>0 si absorbido por el sistema  
W>0 si es realizado por el sistema
4.  $\Delta U$ =Energía interna: función de estado: Si  $E_f$  y  $E_i$  son los mismos,  $W - Q = k$
5. ENUNCIADO PRÁCTICO: 'No es posible construir una máquina que produzca continuamente trabajo sin consumir una cantidad equivalente de energía'
6. LEY DE JOULE:

‘LA ENERGÍA INTERNA DEPENDE DE LA TEMPERATURA E INDEPENDIENTE DE LAS VARIACIONES DE P Y V.’



a: expansión de un gas sin trabajo mecánico  
b : calentamiento de un gas a volumen constante.

**LEY DE JOULE**

1. TRANSFORMACIÓN ISOCORA:  $V = \text{CTE}$ ;  $Q = \Delta U = n C_v \Delta T$

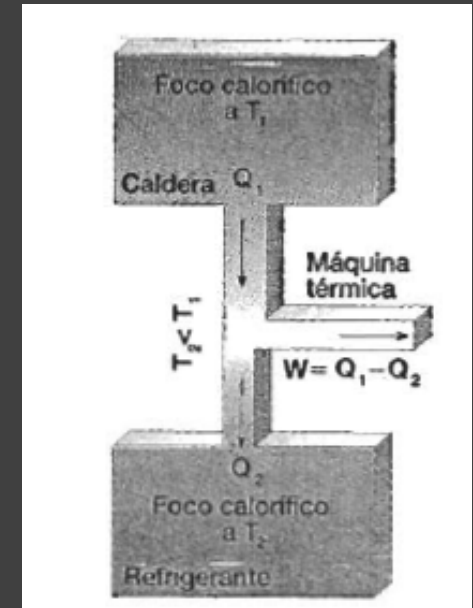
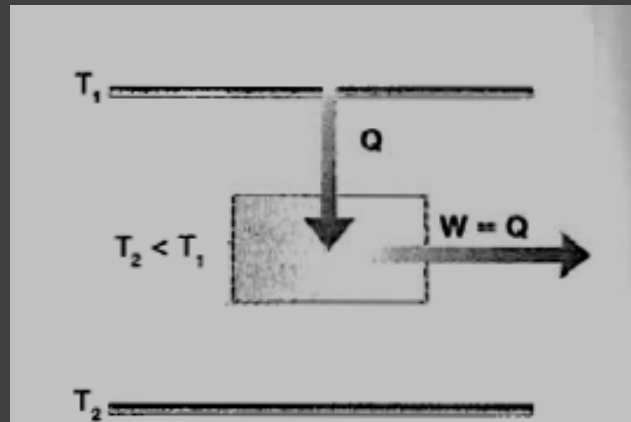
2. TRANSFORMACIÓN ISOBARA:  $P = \text{CTE}$ ;  $W = P \Delta V$ ;  $Q = n \cdot C_p \cdot \Delta T$ ;  $\Delta U = n C_v \Delta T$

3. TRANSFORMACIÓN ISOTERMA:  $T = \text{CTE}$ ;  $W = Q = pV \ln V/v$  ;  $\Delta U = \text{CTE}$ ;

4. TRANSFORMACIÓN ADIABÁTICA:  $Q = 0$ ;  $W = -\Delta U = -n C_v \Delta T$

1. DEFINE EL CARÁCTER ESPONTÁNEO DE LOS PROCESOS QUE NO HACE EL PRIMER PRINCIPIO.
2. W SE PUEDE CONVERTIR EN Q SIN MODIFICAR EL MEDIO.
3. PARA QUE Q SE CONVIERTA EN W, PARTE DE EL HA DE PASAR AL MEDIO EN UN PROCESO CÍCLICO.
4. PROCESO REVERSIBLE: ESTADOS INTERMEDIOS DE EQUILIBRIO.  
MODIFICACIÓN INFINITESIMAL  
INFINITAMENTE LENTA  
RENDIMIENTO SUPERIOR AL PROCESO REVERSIBLE  
IRREALIZABLE EN LA PRÁCTICA.
5. PROCESO IRREVERSIBLE: SUS ESTADOS INTERMEDIOS NO SON DE EQUILIBRIO.
6. ENTROPIA: FUNCIÓN DE ESTADO QUE INDICA EL GRADO DE DESORDEN DE UN SISTEMA. EN PROCESOS REVERSIBLES , SU VARIACIÓN A T CONSTANTE ES:  $\Delta S = Q_{rev}/T$  (clausius)
7. EN LOS SISTEMAS AISLADOS  $Q=0$  Y  $\Delta S=0$
8. EN LOS PROCESOS REVERSIBLES DE UN SISTEMA AISLADO  $\Delta S=0$
9. EN LOS PROCESOS IRREVERSIBLES DE UN SISTEMA AISLADO  $\Delta S>0$
10. NO ES POSIBLE UN PROCESO ESPONTÁNEO QUE  $\Delta S<0$

1. **CARNOT:** 'PARA QUE SE PUEDA OBTENER TRABAJO A PARTIR DEL Q, ES NECESARIO QUE PARTE DE ÉSTE PASE DE UN FOCO A TEMPERATURA ALTA A OTRO A TEMPERATURA INFERIOR'.
2. **KELVIN:** 'ES IMPOSIBLE UN PROCESO QUE ABSORBA Q DE UN FOCO Y LO TRANSFORME EN UNA CANTIDAD EQUIVALENTE DE TRABAJO'.
3. SI EL **PROCESO ES CICLICO:**  $\Delta U=0$  Y  $W=Q$ 
  - 3.1  $Q=0$  Y  $W=0$  SIN INTERÉS
  - 3.2  $Q<0$  Y  $W<0$  PROCESOS DE ROZAMIENTO
  - 3.3  $Q>0$  Y  $W>0$  PROCESO: TRANSFORMACIÓN INTEGRAL DE Q EN W. NO CONTRADICE EL PRIMER PRINCIPIO. PERO NO ES POSIBLE. TIENE QUE HABER UNA SEGUNDA FUENTE DE Q
- 4: **RESUMEN:** NO PUEDE EXISTIR EL MOVIL PERPETUO DE SEGUNDA ESPECIE

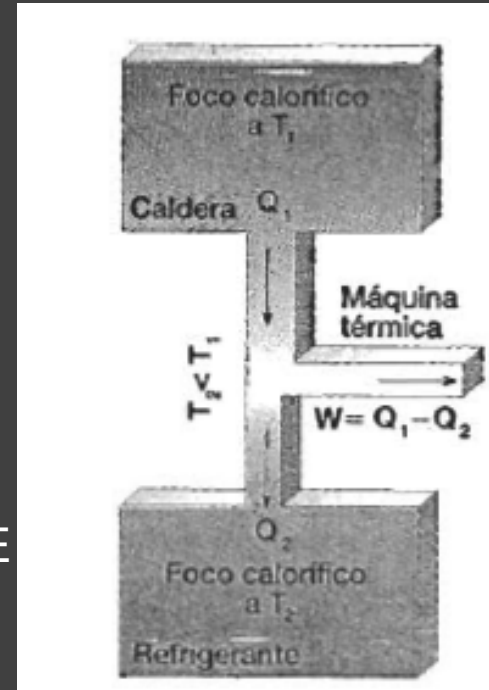


## SEGUNDO PRINCIPIO

1. PARA QUE UN SISTEMA REALICE TRABAJO ES NECESARIO DOS FOCOS CALORÍFICOS A DISTINTA TEMPERATURA  $T_1 > T_2$  CAPACES DE INTERCAMBIAR CON EL SISTEMA  $Q_1$  Y  $Q_2$

2. PARA QUE EL SISTEMA PRODUZCA TRABAJO SE HA DE CUMPLIR:  $Q_1 + Q_2 > 0$

3. EL UNICO CASO POSIBLE ES  $Q_1 > 0$  Y  $Q_2 < 0$  . LA DIFERENCIA ENTRE EL CALOR ABSORBIDO DEL FOCO CALIENTE Y EL CEDIDO AL FOCO FRÍO SE TRANSFORME EN  $W$  Y POR TANTO:  $W = Q_1 - Q_2$



4. RENDIMIENTO MÁQUINA TÉRMICA

$$\eta = \frac{W}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

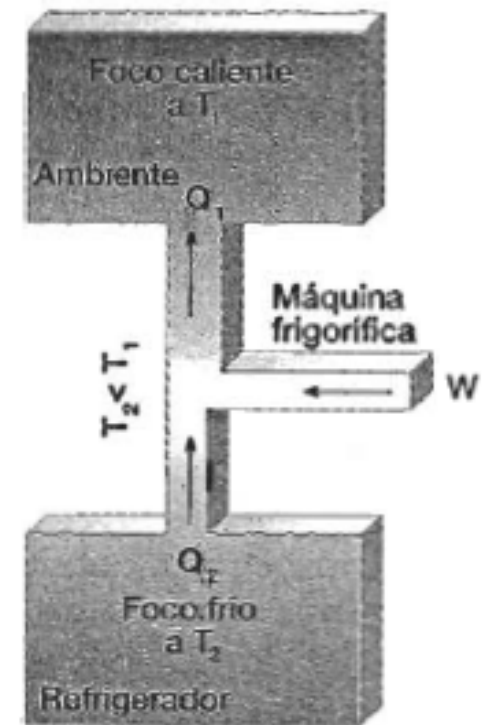
MÁQUINAS TÉRMICA

1. FUNCIONAN A LA INVERSA QUE LAS TÉRMICAS.

2. ABSORBEN  $Q_2$  DE FOCO FRÍO Y CEDEN  $Q_1$  AL FOCO CALIENTE CONSUMIENDO  $W$ .

3. EFICIENCIA:

$$\varepsilon = \frac{Q_2}{W} = \frac{Q_2}{Q_1 - Q_2}$$



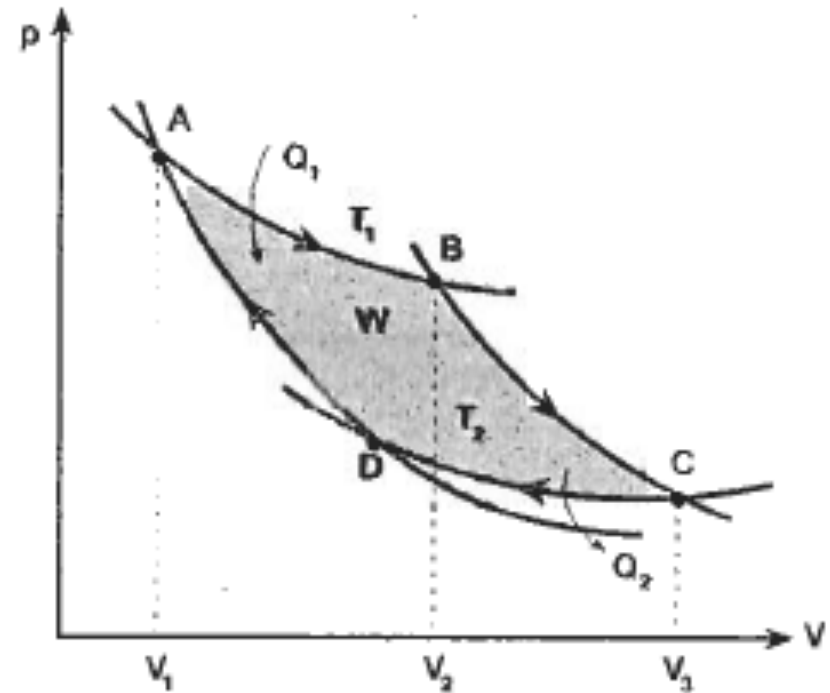
MÁQUINAS FRIGORÍFICAS

1. PROCESO CÍCLICO.
2. 2 ISOTERMAS Y 2 ADIABÁTICAS
3. PROCESO REVERSIBLE
4. SOLIDO, LIQUIDO, GAS.
5. PUEDE CAMBIAR DE FASE
6. SU AREA ES EL W NETO

AB:  $Q_1 > 0$   $W > 0$  a  $T_1$  (FOCO CALIENTE)  
 BC: ADIABATICA:  $W > 0$   $Q = 0$   $T_1 > T_2$   
 CD:  $Q_2 < 0$   $W_2 < 0$  A  $T_2$   
 DA: ADIABATICA:  $W < 0$   $Q = 0$   $T_2 < T_1$

$\Delta U = 0$  PROCESO CÍCLICO  
 $W = |Q_1 - Q_2|$   
 RENDIMIENTO:  
 $\Delta S = 0$

‘El rendimiento de un ciclo de Carnot depende solo de las temperaturas de los dos focos caloríficos y no de la naturaleza del sistema’



RENDIMIENTO

$$\eta = \frac{W}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

**CICLO DE CARNOT**



1. REPRESENTA PROCESOS REVERSIBLES TEMPERATURA-ENTROPIA
2. COMO  $\Delta S=0$  Y  $Q_1/T_1 - Q_2/T_2 = 0$  EL RENDIMIENTO ES:

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{(T_1 - T_2) \cdot (S_2 - S_1)}{T_1 \cdot (S_2 - S_1)} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

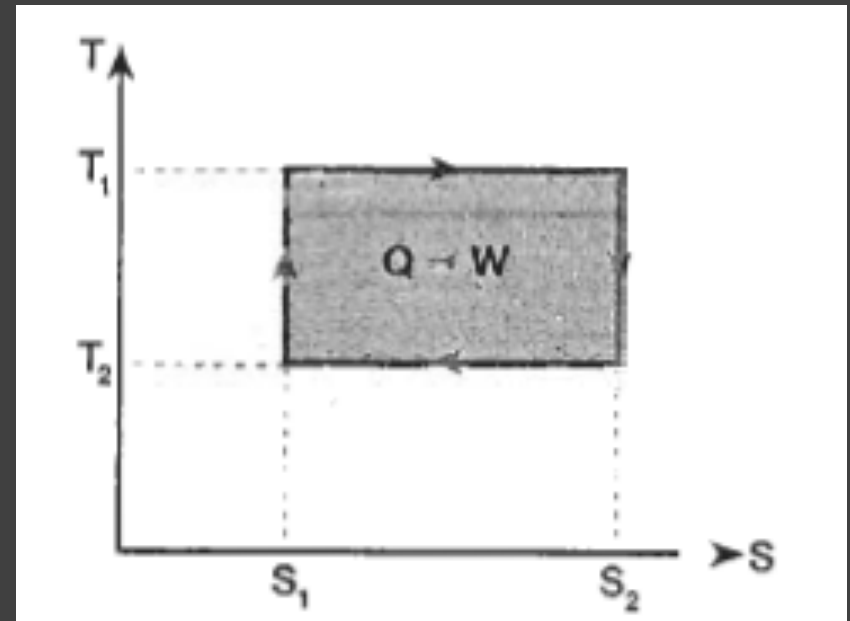
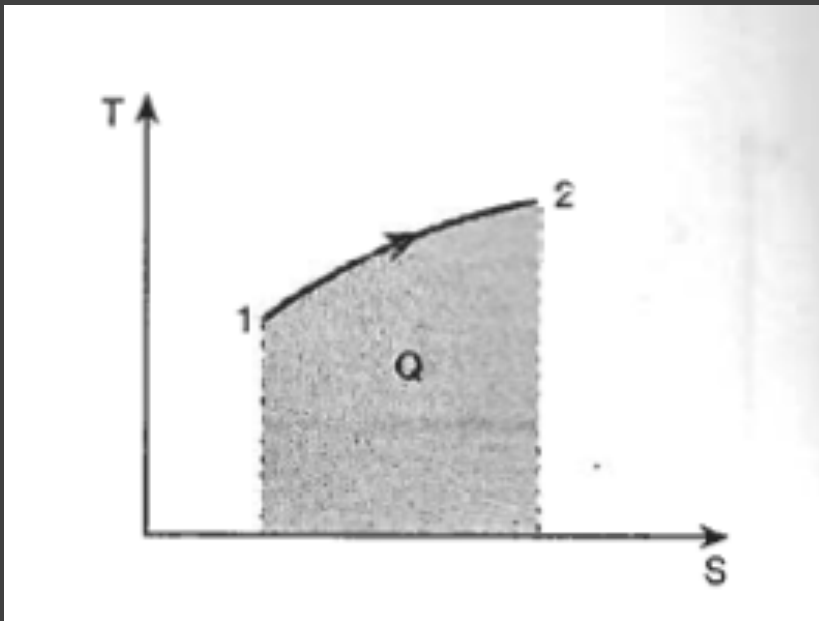


DIAGRAMA ENTRÓPICO