

Conocimientos básicos

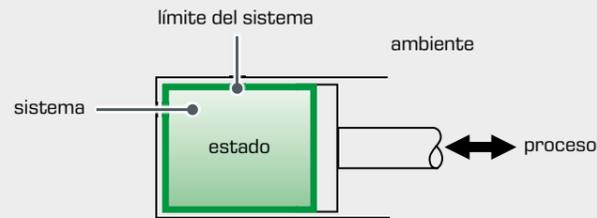
# Variables de estado termodinámicas

## Funciones y variables de estado termodinámicas

Las variables de estado son las propiedades mensurables de un sistema. Para describir el estado de un sistema, deben indicarse como mínimo dos variables de estado independientes.

Las variables de estado termodinámico incluyen:

- presión (p)
- temperatura (T)
- volumen (V)
- cantidad de materia (n)



### De las variables de estado se dejan derivar las funciones de estado:

■ **energía interna (U):** la energía térmica del sistema cerrado en reposo. Los procesos provocan un cambio de la energía interna a través de la energía suministrada desde el exterior.

$$\Delta U = Q + W$$

- ▶ **Q:** energía térmica que alimenta al sistema
- ▶ **W:** trabajo mecánico producido en el sistema que genera el suministro de calor



Un aumento de la energía interna del sistema por ejemplo, una olla a presión

■ **entalpía (H):** definida como la suma de la energía interna y el trabajo de desplazamiento  $p \times V$   
 $H = U + p \times V$

■ **entropía (S):** ofrece información sobre el orden y las respectivas posibilidades de disposición de las partículas en un sistema

El cambio de entropía  $dS$  se denomina **calor reducido**.

$$dS = \delta Q_{rev} / T$$

- ▶  $\delta Q_{rev}$ : cambio de calor reversible
- ▶ **T:** temperatura absoluta



Máquinas de vapor

Cuando se desarrolló la máquina de vapor hace más de 200 años, los físicos se preguntaban por qué solamente un pequeño porcentaje de la energía térmica era transformado en energía mecánica. El término entropía fue introducido por Rudolf Clausius para poder explicar por qué el rendimiento de máquinas motrices térmicas está limitado a un pequeño porcentaje. Las máquinas motrices térmicas transforman una diferencia de temperatura en trabajo mecánico. Las máquinas motrices térmicas incluyen, p. ej., máquinas de vapor, turbinas de vapor o motores de combustión.



Motor V6 de un coche de carreras



Rodete de una turbina de vapor en estado desmontado

## Cambio de estado de los gases

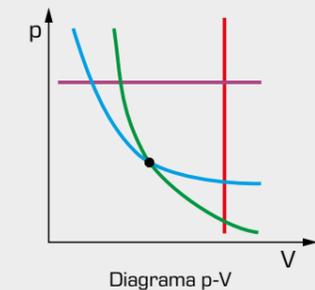
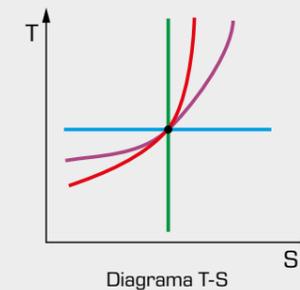
En la física se ha introducido un concepto de modelo idealizado de un gas real para poder explicar de forma simplificada los procesos de los gases. Este modelo supone una simplificación considerable de los estados reales y se denomina gas ideal. En especial, muchos procesos termodinámicos de gases pueden explicarse y ser representados matemáticamente con ayuda de este modelo.

Ecuación de estado para gases ideales:  
 $p \times V = m \times R_g \times T$

- ▶ **m:** masa
- ▶ **R<sub>g</sub>:** constante de los gases ideales

### Cambios de estado de un gas ideal

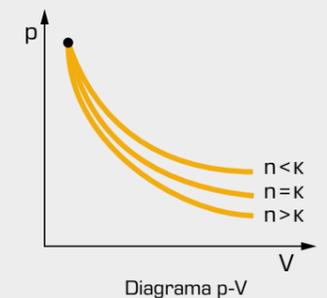
Cambio de estado	isocórico	isobárico	isotérmico	isentrópico
Condición	V = constante	p = constante	T = constante	S = constante
Consecuencia	dV = 0	dp = 0	dT = 0	dS = 0
Ley	p/T = constante	V/T = constante	p × V = constante	p × V <sup>k</sup> = constante
				k = exponente isentrópico



Los cambios de estado se pueden representar visualmente en diagramas.

### Cambios de estado bajo condiciones reales

Cambio de estado	politrópico
Condición	Proceso técnico bajo condiciones reales
Consecuencia	Intercambio de calor con el entorno
Ley	$p \times V^n = \text{constante}$ n = exponente politrópico



Los cambios de estado arriba mencionados son casos especiales del cambio de estado **politrópico**, en el cual una parte del calor es intercambiado con el entorno.

- isocórico n → ∞
- isobárico n = 0
- isotérmico n = 1
- isentrópico n = k

Cambios de estado politrópicos con diferentes intercambios de calor:  
n < k disipación de calor,  
n > k absorción de calor