

# TERMODINÁMICA

1.º Bach

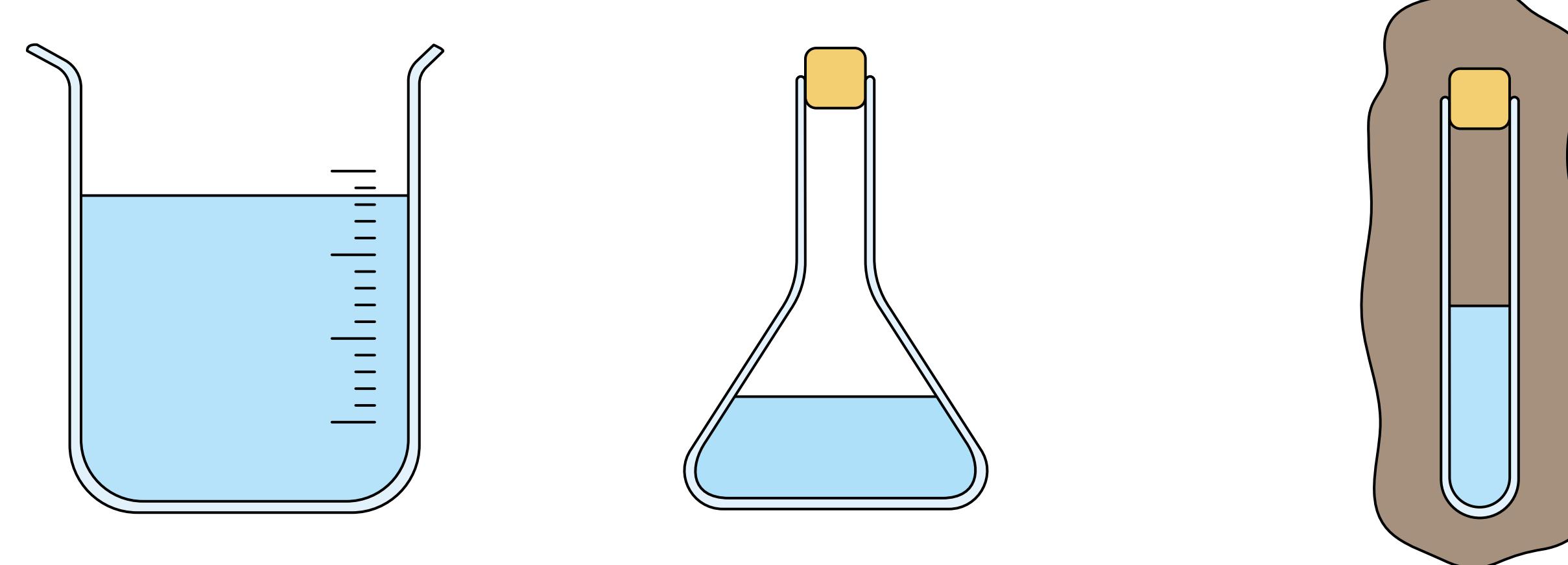
Rodrigo Alcaraz de la Osa, Ángela Alcaraz de la Osa y Alba López Valenzuela



La **TERMODINÁMICA** es una rama de la física que se ocupa del **calor**, el **trabajo** y la **temperatura**, y su **relación** con la **energía**, la **entropía** y las **propiedades físicas** de la **materia** y la **radiación**.

## Sistemas termodinámicos

Un **sistema termodinámico** es una porción de materia delimitada para su estudio. En relación con el **entorno**, los sistemas termodinámicos se clasifican en:



**SISTEMA ABIERTO**  
intercambia materia y energía con el entorno

**SISTEMA CERRADO**  
intercambia energía pero no materia con el entorno

**SISTEMA AISLADO**  
no intercambia ni materia ni energía con el entorno

Adaptada de <https://www.nagwa.com/en/explainers/259104205403/>.

## Variables termodinámicas

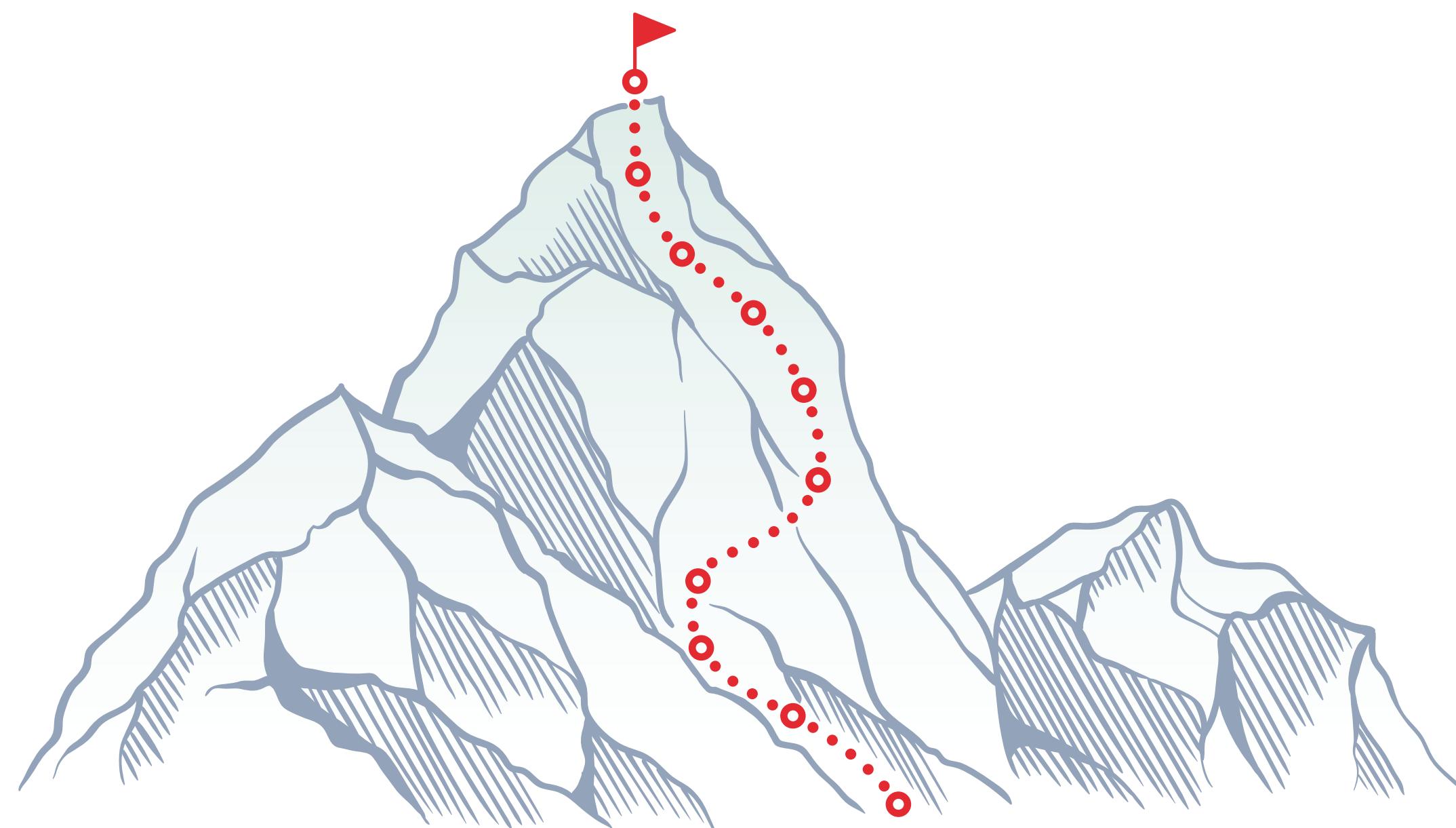
Las **variables termodinámicas** son las **propiedades** que **definen** el **estado** de un sistema **termodinámico**. Pueden ser:

**Intensivas** No dependen de la cantidad de materia (temperatura, presión, densidad, concentración, etc.).

**Extensivas** Dependen de la cantidad de materia (masa, volumen, energía interna, entalpía, entropía, etc.).

## Funciones de estado

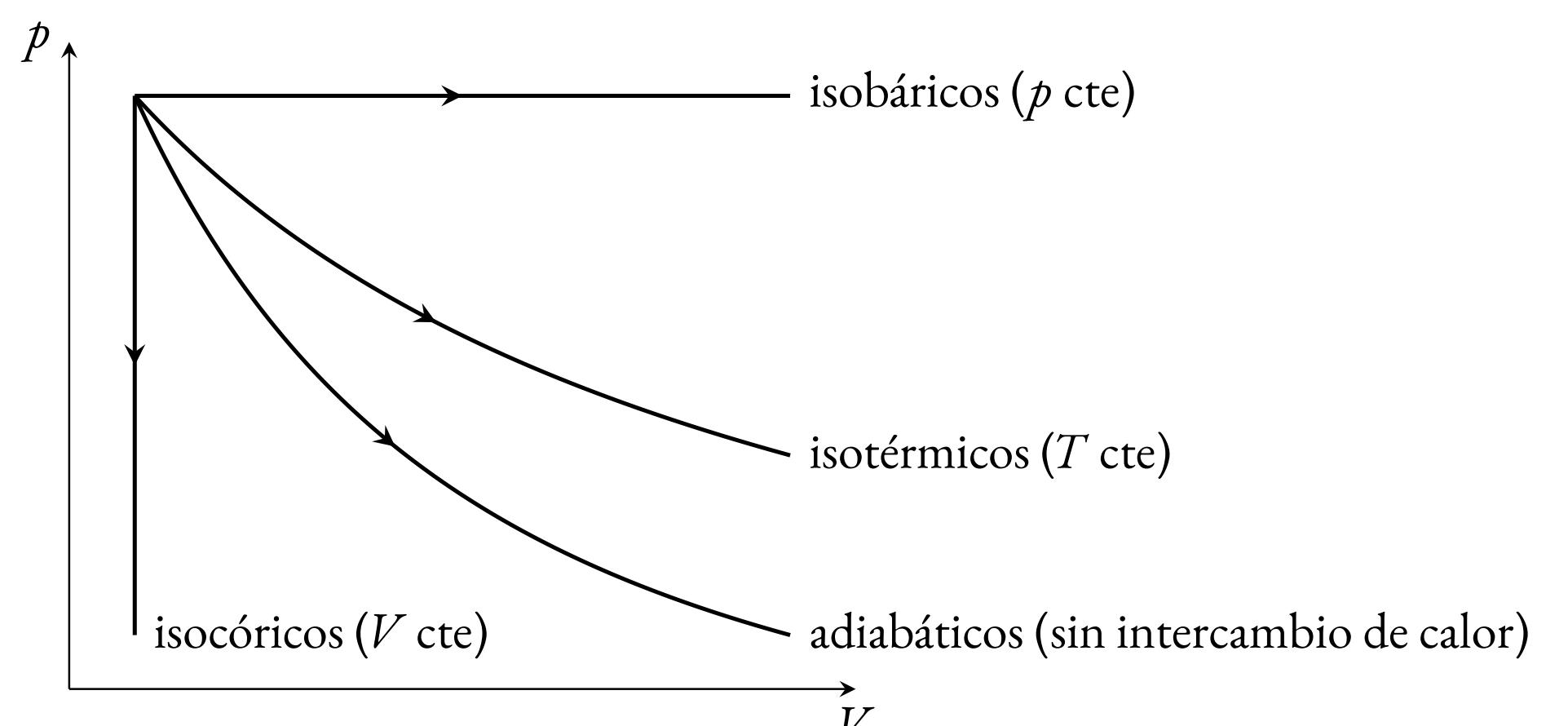
Algunas variables termodinámicas reciben el nombre de **FUNCIONES DE ESTADO** porque su valor depende únicamente de los estados inicial y final del sistema y no del camino seguido para pasar de un estado a otro. Son **FUNCIONES DE ESTADO** el **VOLUMEN**, la **PRESIÓN**, la **TEMPERATURA**, la **ENERGÍA INTERNA**, la **ENTALPÍA**, la **ENTROPÍA** y la **ENERGÍA DE GIBBS**. El **CALOR** y el **TRABAJO** NO SON **FUNCIONES DE ESTADO**.



**METÁFORA ÚTIL:** la altura de una montaña (función de estado) depende de la base (estado inicial) y la cima (estado final), no de la ruta que tomes. El esfuerzo para subir (trabajo, calor) depende de la senda que sigas. Fuente: <https://depositphotos.com/vector/mountain-climbing-route-top-rock-red-flag-business-journey-785336924.html>.

## Procesos termodinámicos

Un **proceso termodinámico** es la **transformación** que experimenta un sistema termodinámico al pasar de un estado inicial a un estado final. Los procesos termodinámicos pueden ser **reversibles** o **irreversibles**, dependiendo de si es posible revertir el proceso sin dejar cambios en el entorno. Según las **condiciones** en las que se realicen, tenemos procesos:



## Intercambios de energía entre sistemas: calor y trabajo

La **energía** se puede **intercambiar/transferir** mediante **calor** o **trabajo**. En el SI se mide en julios (J), aunque por razones históricas en química es habitual medirla en calorías (1 cal = 4.18 J). Otra unidad habitual es la atmósfera-litro (1 atm L = 101.3 J).

### Calor Q

El **CALOR** se transfiere entre dos cuerpos que tienen **DIFERENTE TEMPERATURA** y siempre fluye del cuerpo con mayor temperatura al de menor temperatura, hasta que ambos alcanzan el **EQUILIBRIO TÉRMICO**. El **CALOR TRANSFERIDO**,  $Q$ , viene dado por:

SIN CAMBIO DE ESTADO

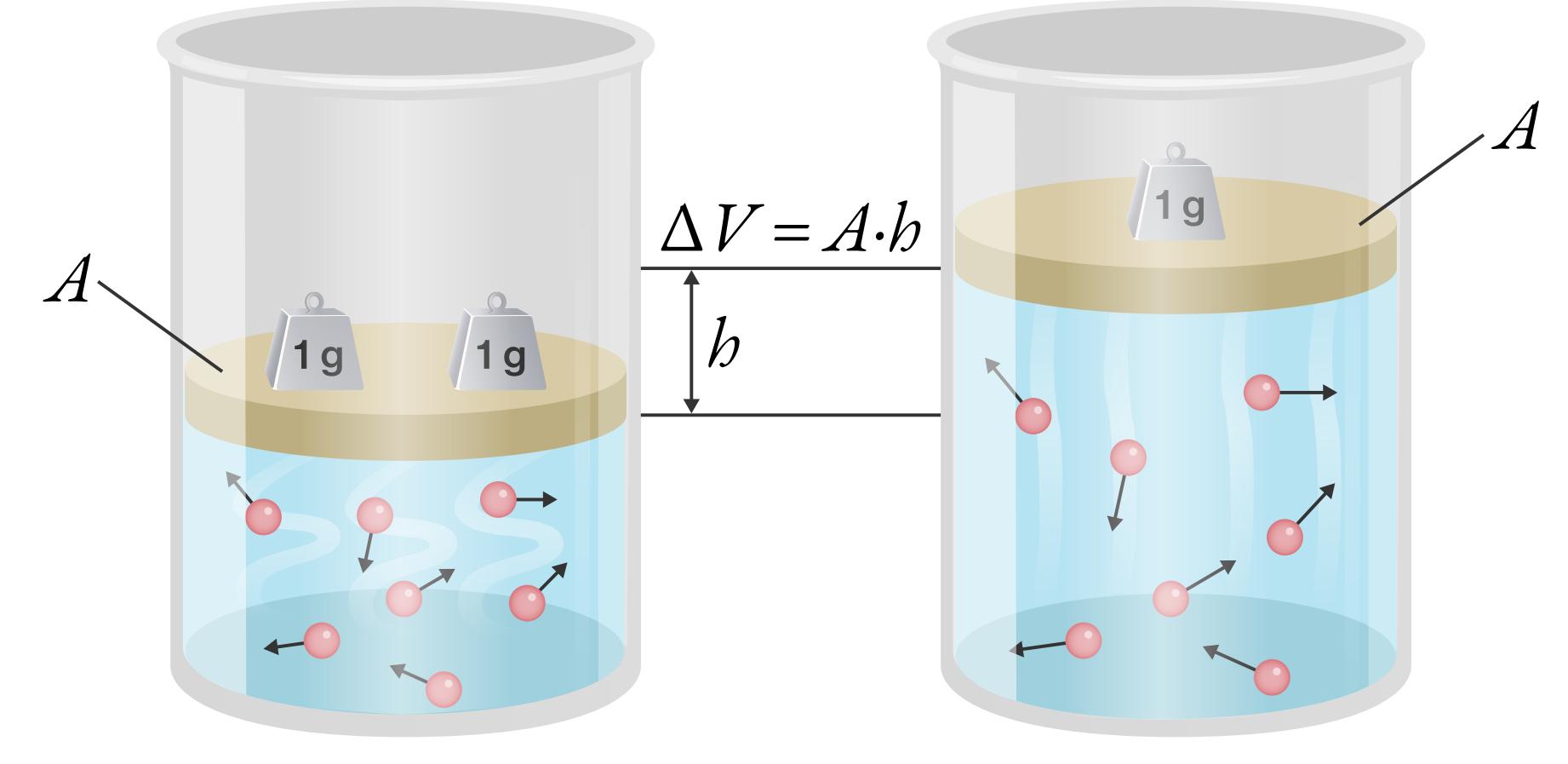
$$Q = mc\Delta T$$

donde  $m$  es la masa del cuerpo,  $c$  el calor específico,  $\Delta T$  la variación de temperatura y  $L$  el calor latente (de fusión o de vaporización).

### Trabajo W

El **TRABAJO** se transfiere cuando entre dos cuerpos se realizan **FUERZAS** que provocan desplazamientos o cambios en sus dimensiones.

**Trabajo de expansión a presión constante** Supongamos que el gas que está dentro del cilindro se expande contra una presión exterior constante  $p$ :



Traducida y adaptada de

<https://www.coursehero.com/sg/general-chemistry/thermodynamic-work/>.

El trabajo realizado por el gas puede expresarse como:

$$W = \vec{F} \cdot \Delta \vec{r} = -p \cdot A \cdot h = -p \cdot \Delta V$$

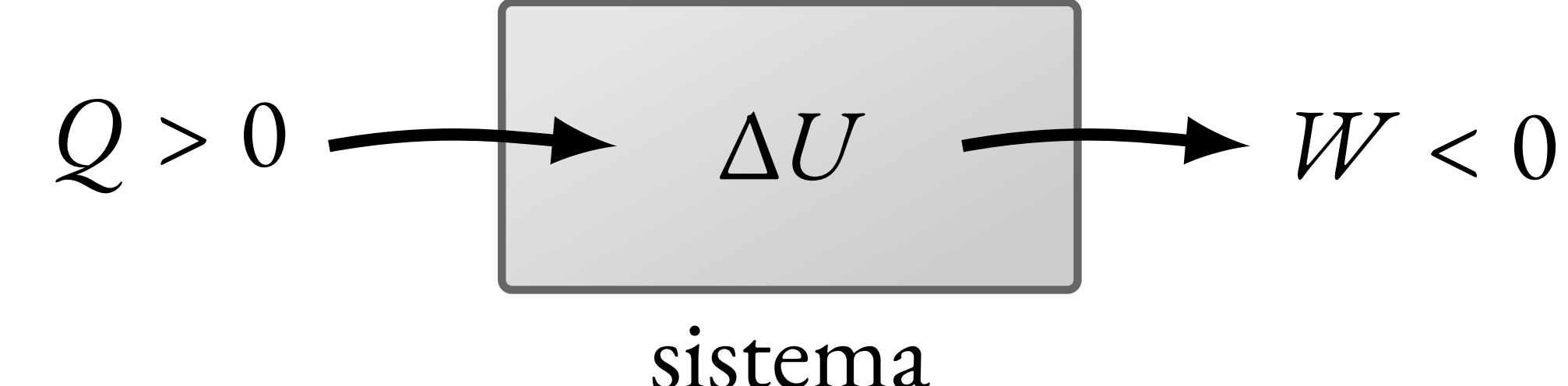
## Primer principio de la termodinámica

Todo sistema, a una determinada presión y temperatura, posee una **energía interna**  $U$ , que es la suma de la energía cinética de todas sus partículas y de la energía potencial debida a las interacciones entre ellas. El **primer principio de la termodinámica** establece que:

"La variación de la energía interna de un sistema es igual a la suma del calor absorbido por el sistema y del trabajo realizado sobre él."

$$\Delta U = Q + W$$

$$\Delta U = U_{\text{productos}} - U_{\text{reactivos}}$$



Según el **criterio IUPAC**, el **calor  $Q$**  es **positivo** cuando es **absorbido** por el sistema y **negativo** cuando es **cedido** por el sistema. El **trabajo  $W$**  es **positivo** cuando es **realizado sobre** el sistema y **negativo** cuando es **realizado por** el sistema. Adaptada de [https://tikz.net/heat\\_baths/](https://tikz.net/heat_baths/).

En función de las **condiciones** en las que se lleva a cabo el proceso, el **primer principio de la termodinámica** puede tomar **distintas formas**:

Proceso isocórico ( $V$  cte)

$$\Delta U = Q_V$$

Proceso isobárico ( $p$  cte)

$$\Delta U = Q_p - p\Delta V$$

Proceso isotermo ( $T$  cte)

$$\Delta U = 0$$

Proceso adiabático ( $Q = 0$ )

$$\Delta U = W = -p\Delta V$$

## Transferencias de calor en procesos químicos

### A volumen constante

Tiene lugar en los **PROCESOS ISOCÓRICOS**. En este caso, el trabajo realizado es nulo ( $W = 0$ ) y la variación de energía interna se iguala al calor transferido:

$$\Delta U = Q_V$$

### A presión constante: ENTALPÍA

Tiene lugar en los **PROCESOS ISOBÁRICOS** (los más habituales con reacciones químicas). En este caso, el trabajo realizado es  $W = -p\Delta V$  y la variación de energía interna es:

$$\Delta U = Q_p - p\Delta V \Rightarrow Q_p = \Delta U + p\Delta V$$

Si definimos una nueva función de estado, la **ENTALPÍA  $H$** , como:

$$H = U + pV,$$

podemos escribir:

$$Q_p = \Delta H = \Delta U + p\Delta V = Q_V + p\Delta V$$

Para un **GAS IDEAL** a **TEMPERATURA CONSTANTE**:

$$pV = nRT \Rightarrow p\Delta V = \Delta nRT,$$

por lo que:

$$Q_p = Q_V + \Delta nRT$$

Si no hay variación de moles (gaseosos),  $\Delta n = 0 \Rightarrow Q_p = Q_V$ .