

**BIOFÍSICA**  
**CICLO 2015**

**Termodinámica y Bioenergética**

---

# ¿CUÁL ES EL OBJETO DE ESTUDIO DE LA TERMODINÁMICA?

Estudia los efectos de los cambios de temperatura, presión y volumen de los sistemas físicos a un nivel macroscópico.

*Entorno: parte del universo que “rodea” al sistema y con el que interactúa.*

*Sistema físico: parte de la realidad que se aísla para su estudio*

# INTERÉS DEL ESTUDIO TERMODINÁMICO

*UNIVERSO = SISTEMA + ENTORNO o MEDIO  
AMBIENTE*

## TIPOS DE SISTEMAS

Sistema cerrado

Sistema abierto

Sistema aislado

Sistema adiabático

# INTERÉS DEL ESTUDIO TERMODINÁMICO

**Entorno o Medio Ambiente:** Todo lo que no forma parte del sistema, pero que puede influirlo.

**Interacciones sistema-entorno:**

**Interacciones Mecánicas :** El sistema realiza trabajo (+W) sobre el entorno o el entorno realiza trabajo sobre el sistema ( - W)

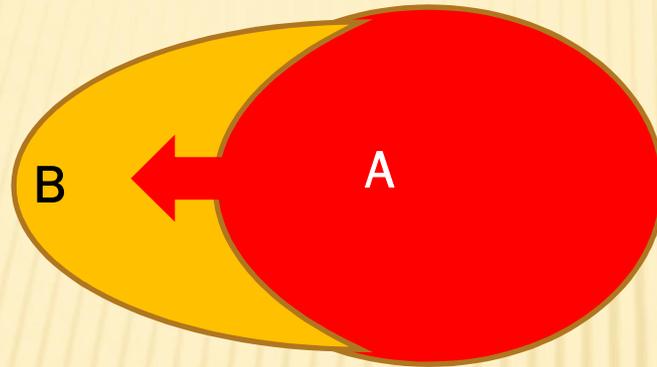
**Estado de un sistema termodinámico:** queda determinado cuando se conocen sus variables de estado o sus coordenadas termodinámicas.

# INTERÉS DEL ESTUDIO TERMODINÁMICO

Variables de estado o coordenadas de estado:

- ❖ Presión absoluta
- ❖ Volumen absoluto
- ❖ Temperatura absoluta
- ❖ Variables termodinámicas: energía interna, entalpía, entropía, energía libre.

# EQUILIBRIO TÉRMICO



$T_A > T_B$ : transferencia de Q

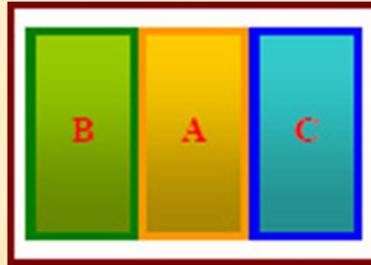
$T_A = T_B$  equilibrio térmico



# EQUILIBRIO TERMODINÁMICO

Si las **MAGNITUDES o COORDENADAS TERMODINÁMICAS** son iguales en todo punto del sistema y constantes en el tiempo, el sistema está en equilibrio

# LEY CERO DE LA TERMODINÁMICA



Es decir una vez que se ha alcanzado el equilibrio térmico si:

$$T_B = T_A \quad \text{y} \quad T_A = T_C$$

Se sigue inmediatamente en virtud de la Ley Cero de la termodinámica que:

$$T_B = T_C$$

# 1ª LEY DE LA TERMODINÁMICA

*“El intercambio total de energía, a través de los límites del sistema, es igual a la variación de la energía interna ( $\Delta U$ ) del sistema”.*



W sistema sobre entorno  
→ expansión → W (+)  
W entorno sobre sistema  
→ compresión → W (-)

Q radiación o conducción.  
Q entorno al sistema → Q (+)  
Q sistema al entorno → Q (-)

# ENERGÍA INTERNA ( U ) Y SUS PROPIEDADES

$$\Delta U = U_{\text{final}} - U_{\text{inicial}} = Q - W$$

## Propiedades de U:

- Magnitud de Estado termodinámico
- $\Delta U$  no depende del “camino” de transformación del sistema, sino sólo de su estado inicial y final.
- U de un gas ideal sólo es función de la temperatura

# TRABAJO TERMODINÁMICO

Representa un **modo de interacción** entre el sistema y el entorno.

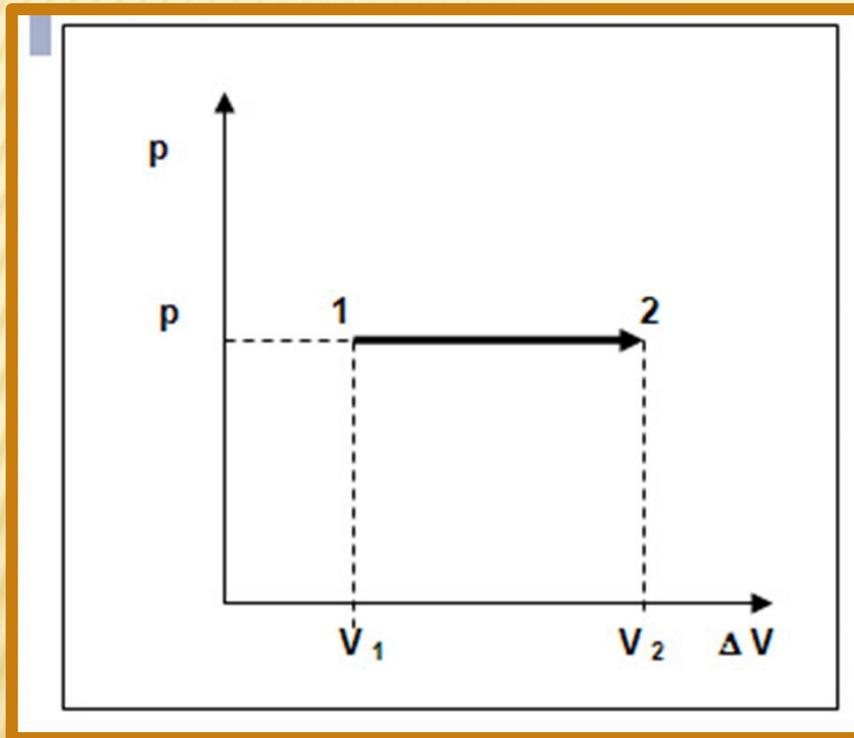
Usando el modelo de un **gas ideal**, se define:

✓ El trabajo del sistema sobre el entorno o trabajo positivo (+)

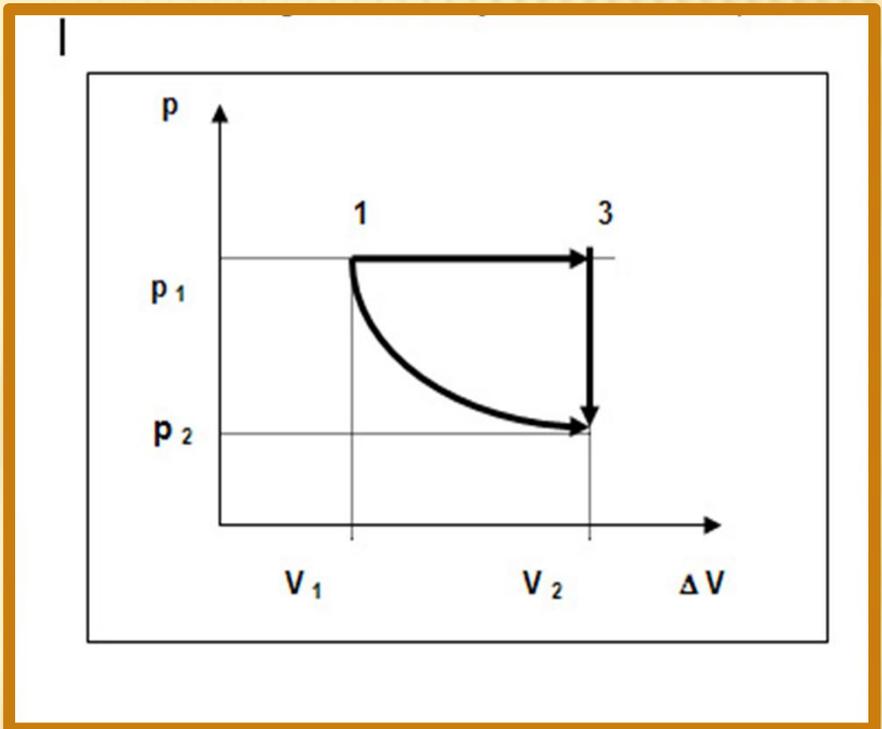
✓ El trabajo del entorno sobre el sistema o trabajo negativo (-)

**El  $W$  termodinámico, depende del estado inicial y final del sistema.**

# TRABAJOS TERMODINÁMICOS

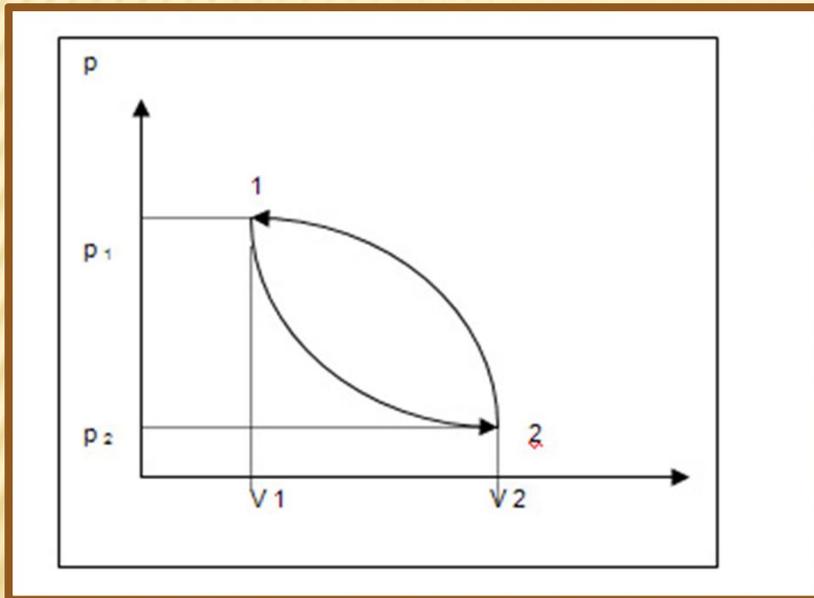


$$W \text{ isobárico} = p \cdot \Delta V$$



$$W \text{ isotérmico} = \int p \cdot dV = R.T. \ln (V_f / V_i)$$

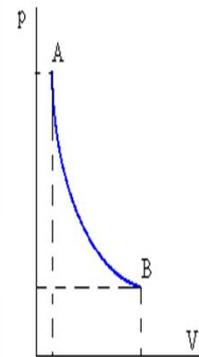
# TRABAJOS TERMODINÁMICOS



$W$  cíclico =  $W$  neto

## Adiabática o aislada térmicamente, $Q=0$

La [ecuación de una transformación adiabática](#) la hemos obtenido a partir de un modelo simple de gas ideal. Ahora vamos a obtenerla a partir del primer principio de la Termodinámica.



### Ecuación de la transformación adiabática

Del primer principio  $dU = -pdV$

$$nc_v dT = -\frac{nRT}{V} dV \quad \frac{dT}{T} = -\frac{R}{c_v} \frac{dV}{V}$$

Integrando

$$\ln T + \frac{R}{c_v} \ln V = \text{cte} \quad TV^{\frac{R}{c_v}} = \text{cte} \quad PV^{\frac{R}{c_v} + 1} = \text{cte}$$

Si  $Q=0 \Rightarrow W = -\Delta E = -n c_v (T_B - T_A)$

# TRANSFORMACIÓN O PROCESO TERMODINÁMICO

*Es el cambio, a través del tiempo, del estado termodinámico de un sistema.*

## *Tipos de Procesos*

- *A presión constante o isobárico.*
- *A volumen constante o isocórico o isométrico o isovolumétrico*
- *A temperatura constante o isotérmico*
- *Sin intercambio de  $Q$  o adiabático*

# EL 1º PRINCIPIO Y LAS DIFERENTES TRANSFORMACIONES

$$\Delta U = Q - W$$

- Si la transformación no es cíclica  $\Delta U \neq 0$
- Si no se realiza trabajo mecánico  $\Delta U = Q$
- Si el sistema está aislado térmicamente  $\Delta U = -W$
- Si el sistema realiza trabajo,  $U$  disminuye
- Si se realiza trabajo sobre el sistema,  $U$  aumenta
- Si el sistema absorbe calor al ponerlo en contacto térmico con un foco a temperatura superior,  $U$  aumenta.
- Si el sistema cede calor al ponerlo en contacto térmico con un foco a una temperatura inferior,  $U$  disminuye.

# OTRAS MAGNITUDES TERMODINÁMICAS

## ENTALPÍA ( H )

$$\Delta U = Q - W \quad \Rightarrow \quad Q = \Delta U + W$$

$$\Delta H = \Delta U + W$$

*Cuando W es un trabajo de expansión o de compresión, se considera :*

$$\Delta H = Q$$



Proceso exotérmico :  
 $\Delta H (-)$

Proceso endotérmico:  
 $\Delta H (+)$

## EJEMPLOS DE $\Delta H$ :



Agua en proceso de congelamiento con cesión de Q (Proceso Exotérmico)  $\Delta H (-)$

Agua en proceso de fusión con absorción de Q (Proceso Endotérmico)  $\Delta H (+)$



# PROPIEDADES DE H

- Es función de estado: depende solo del estado inicial y final del sistema, NO del camino de su transformación.
- En los seres vivos, donde los procesos ocurren con pequeños cambios de volumen, el  $W \rightarrow 0 \Rightarrow \Delta H = \Delta U$  y se denomina también, **cambio calórico**.
- En procesos bioquímicos y químicos, se aplica el **cambio entálpico** y se mide en kcal/mol y en kJ/mol

# PROCESO O TRANSFORMACIÓN REVERSIBLE E IRREVERSIBLE

**PROCESO REVERSIBLE:** *El sistema tiene un estado inicial, se transforma y vuelve al estado inicial, SIN QUE EL ENTORNO SUFRA VARIACIÓN ALGUNA.*

**PROCESO IRREVERSIBLE:** *El sistema tiene un estado inicial, se transforma y pasa a un estado final, mientras que el ENTORNO SUFRE VARIACIONES COMPENSADORAS de las que ocurren en el sistema.*

# PROCESOS BIOLÓGICOS

- ❑ *En mayoría, son IRREVERSIBLES y ESPONTÁNEOS.*
- ❑ *Ocurren en una DIRECCIÓN DADA.*
- ❑  *$\Delta U$  ni  $\Delta H$  son útiles para PREDECIR LA DIRECCIÓN del proceso.*

Se requieren magnitudes termodinámicas nuevas para predecir la dirección de ocurrencia de un proceso irreversible o espontáneo:

**ENERGÍA LIBRE y ENTROPÍA**