



Termodinámica

- Es la ciencia que trata de las transformaciones de la energía y de las relaciones entre las propiedades físicas de las sustancias afectadas por dichas transformaciones. (WARK)
- Es la parte de la Física que estudia a la energía y sus manifestaciones, la dirección y las formas de transmisión de ésta, y las propiedades que guardan alguna relación con dicha energía. (GONZÁLEZ OROPEZA, NÚÑEZ OROZCO)



Termodinámica

La termodinámica trata acerca de la transformación de energía térmica en energía mecánica y el proceso inverso, la conversión de trabajo en calor. Puesto que casi toda la energía disponible de la materia prima se libera en forma de calor, resulta fácil advertir por qué la termodinámica juega un papel tan importante en la ciencia y la tecnología.
(TIPPENS)



Energía es la capacidad latente o aparente que poseen los cuerpos para producir cambios en ellos mismos o en el medio que los rodea. (JARAMILLO)

En termodinámica se considera que la energía se puede transferir como calor, trabajo y flujo másico.

Aunque los principios de la termodinámica han existido desde la creación del universo, esta ciencia surgió como tal hasta la construcción de las primeras máquinas a vapor atmosféricas por Thomas Savery en 1697 y Thomas Newcomen en 1712, las cuales eran muy lentas e ineficientes, pero abrieron el camino para el desarrollo de una nueva ciencia.



Un sistema termodinámico es una región del espacio tridimensional o una cantidad de materia, delimitada por una superficie arbitraria.

La superficie que delimita el sistema termodinámico es conocida como frontera. Dicha frontera puede ser real o imaginaria, hallarse en reposo o en movimiento, y variar de tamaño o forma.



Las fronteras se pueden clasificar en función de las interacciones que permiten, o no, que se establezcan entre el sistema y su entorno.

Tipo de interacción	Frontera	Permiten interacciones
Flujo de masa	Permeable	Sí
	Impermeable	No
Influencia mecánica	Rígida móvil o estática	Sí
	Rígida inmóvil	No
Influencia térmica	Diatérmica	Sí
	Adiabática	No



La región del espacio físico que queda fuera de las fronteras recibe el nombre de “entorno o medio ambiente”. El término entorno se reduce a la región específica que interactúa de alguna manera con el sistema y tiene, por tanto, una influencia sobre él que puede cuantificarse.

“Cualquier análisis termodinámico comienza con la selección del sistema, sus fronteras y su entorno”.

El análisis de procesos termodinámicos incluye el estudio de las transferencias de masa y energía a través de las fronteras del sistema.



Tipos de sistemas

Abiertos

Cerrados

Un sistema abierto es aquel en el que tanto la masa como la energía pueden atravesar las fronteras del mismo. Dicho sistema también se conoce como volumen de control y a su frontera se le conoce como superficie de control.

Un sistema cerrado o masa de control es un sistema en el que la masa no atraviesa la frontera del mismo. Se permite que la energía cruce las fronteras del sistema y que la sustancia cambie su composición química mientras permanezca dentro de las fronteras.



Cuando ni la masa ni la energía atraviesan la frontera, el sistema se conoce como sistema aislado, que es un caso particular del sistema cerrado.

¿Qué fronteras debe tener un sistema aislado?



A partir de observaciones experimentales la primera ley de la termodinámica establece que la energía no se puede crear ni destruir durante un proceso: sólo puede cambiar de forma.

Ejemplos en sistemas cerrados:

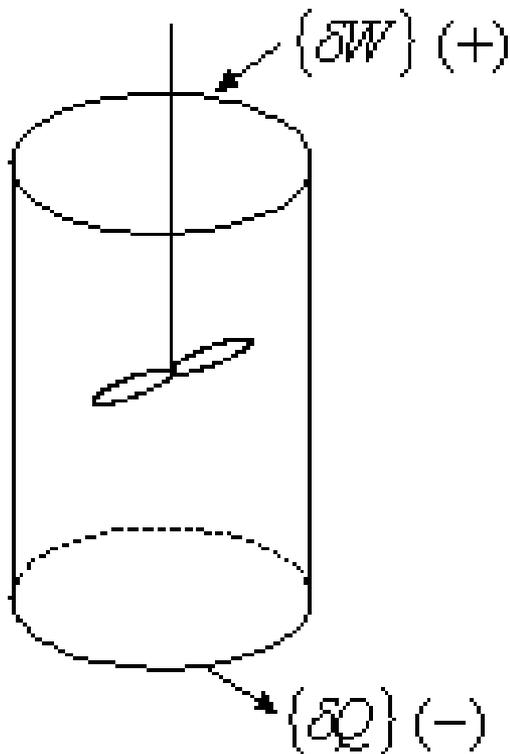
- Calentar una papa
- Calentar agua en un recipiente
- Calentar una habitación con un calentador eléctrico
- En lugar de un calentador eléctrico usar una rueda de paletas

Nota: considerando que los sistemas tienen fronteras adiabáticas



Sea un sistema en el que hay interacciones de trabajo y de calor.

Las interacciones totales de calor y trabajo son:



$$\int \{\delta W\} \quad ; \quad \int \{\delta Q\}$$

Del experimento de Joule:

$$\oint [\{\delta W\} + \{\delta Q\}] = \oint [\{\delta W\}] + \oint \{\delta Q\} \equiv 0$$



$$\oint [\{\delta W\} + \{\delta Q\}] = 0$$

Por analogía con $\oint d\pi = 0$ ($\pi = \text{cualquier propiedad}$)

¿Qué tal que $\{\delta W\} + \{\delta Q\} = dE$?

Parece que la suma de las diferenciales del trabajo y del calor (que cada una no es propiedad de la sustancia) es la diferencial de una propiedad de la sustancia.

$$\{\delta Q\} + \{\delta W\} = dE$$



donde E parece ser una propiedad de la sustancia. Por lo tanto, gracias a los experimentos de Joule se puede escribir:

$$\oint dE = 0$$

Como E exhibe el comportamiento matemático de las propiedades de las sustancias, entonces E debe ser una propiedad de la sustancia.

E es la energía termodinámica o energía almacenada.



Para una masa identificable, se puede escribir:

$$\{\delta Q\} + \{\delta W\} = dE$$

Integrando:

$$\int_I^II \{\delta Q\} + \int_I^II \{\delta W\} = E_{II} - E_I$$

Primera Ley de la Termodinámica para un sistema cerrado



$$[E] = ML^2T^{-2} \quad [E]_u = J = N \cdot m = \frac{kg \cdot m^2}{s^2}$$

Para un sistema cerrado: $\Delta E = m \int_I^II [\quad]$

Por lo tanto la E es una propiedad extensiva.

Donde: $e = \frac{E}{m}$

y e = la energía termodinámica específica.



Es posible que en el sistema exista energía en numerosas formas: interna (sensible, latente, química y nuclear), cinética, potencial, eléctrica y magnética, por lo que la suma de ellas constituye la energía termodinámica E (también llamada energía total del sistema).

En ausencia de efectos magnéticos, eléctricos y de tensión superficial (para sistemas compresibles simples), el cambio en la energía total del sistema durante un proceso es la suma de los cambios en sus energías interna, cinética y potencial, lo cual se expresa como:

$$\Delta E = \Delta EC + \Delta EP + \Delta U$$



La U , energía interna es una propiedad extensiva.

$$u = \text{la } \mathbf{energía\ interna\ específica} = \frac{U}{m}$$

La ecuación:
$$\Delta E_{term} = E_2 - E_1 = \{Q\} + \{W\}$$

contiene toda la información necesaria para escribir la ecuación de conservación de la energía en un sistema cerrado, por lo que se le conoce como balance energético general para un sistema cerrado.

La variación de energía del sistema es igual a la transferencia neta de energía al sistema mediante la interacción de calor mas la transferencia neta de energía al sistema mediante la interacción trabajo.



El cambio en la energía potencial

Otro de los efectos que se puede obtener al transferir energía a un sistema termodinámico es un cambio de altura con respecto a un nivel de referencia en el campo gravitacional.

Sea la expresión mecánica: $\{\delta W\} = F \cdot ds$

de la Segunda Ley de Newton $F = m g$

sustituyendo $\{\delta W\} = m g ds$

Pero si $dz = ds$ (considerando la dirección del campo gravitacional).



$$\{\delta W\} = m g dz$$

Integrando:

$$\int_1^2 \{\delta W\} = mg \int_1^2 dz \Rightarrow {}_1\{W\}_2 = mg(z_2 - z_1) = \Delta EP$$

$\therefore \Delta EP = m g (z_2 - z_1)$ (caso especial que no depende de la trayectoria) 1858 William Rankine



Cambio en la energía cinética

Sea la expresión mecánica: $\{\delta W\} = F ds$

de la Segunda Ley de Newton: $F = ma = m \left(\frac{d\vec{v}}{dt} \right)$

Para un dt tenemos $ds = \vec{V} dt$

por lo tanto: $\{\delta W\} = m \left(\frac{d\vec{v}}{dt} \right) \vec{v} dt = m \vec{v} d\vec{v}$

Integrando: $\int_1^2 \{\delta W\} = m \int_1^2 \vec{v} d\vec{v} = \frac{1}{2} m (\vec{V}_2^2 - \vec{V}_1^2) = \Delta EC$

$\therefore \Delta EC = \frac{1}{2} m (\vec{V}_2^2 - \vec{V}_1^2)$ (Caso especial que no depende de la trayectoria) 1856 Lord Kelvin



Podemos concluir que la expresión de la primera ley de la termodinámica la usamos con mayor frecuencia sin hacer uso de la energía termodinámica o total E , de manera que dicha expresión queda como:

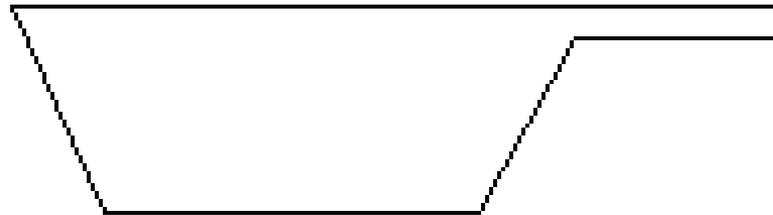
$$\{Q\} + \{W\} = \Delta EC + \Delta EP + \Delta U$$



Enseguida analizaremos un sistema particular que con mucha frecuencia se utiliza en análisis termodinámicos.

Sea el sistema:

$$\text{Inicialmente } Z_0, \vec{V}_0 = 0$$



$$\text{Finalmente } Z_1 = Z_0, \vec{V}_1 = 0$$

En la mayoría de los fenómenos, la contribución de la energía mecánica a la energía termodinámica es despreciable.



Normalmente, la primera ley de la termodinámica para un sistema cerrado se escribe como:

$$\{Q\} + \{W\} = \Delta EC + \Delta EP + \Delta U$$

Donde: $\Delta EC = 0$ y $\Delta EP = 0$

Por lo tanto: $\{Q\} + \{W\} = \Delta U = m\Delta u = m(u_f - u_i)$

Que se identifica, con mucha frecuencia, como primera ley de la termodinámica para un sistema cerrado.



Debemos recordar que el trabajo que se expresa en esta ecuación representa los diversos tipos de trabajo que se podrían manejar.

$$\{W\} = \{W\}_{\text{exp}} + \{W\}_{\text{eje}} + \{W\}_{\text{otro tipo}}$$

En las diferentes expresiones de conservación de energía hay un convenio de signos implícito en el que la energía suministrada a un sistema mediante transferencia de calor o de trabajo tiene un valor numérico positivo y las interacciones que extraen energía de un sistema tienen valores numéricos negativos.



Al igual que el calor, el trabajo es una interacción de energía que ocurre entre el sistema y su entorno. Si la energía que cruza la frontera de un sistema cerrado no es calor, debe ser trabajo.

El trabajo mecánico en un desplazamiento finito desde la posición 1 a la posición 2, se obtiene integrando:

$$W_{mec} = \int_{s_1}^{s_2} \overline{F}_{ext} \cdot d\overline{s}$$



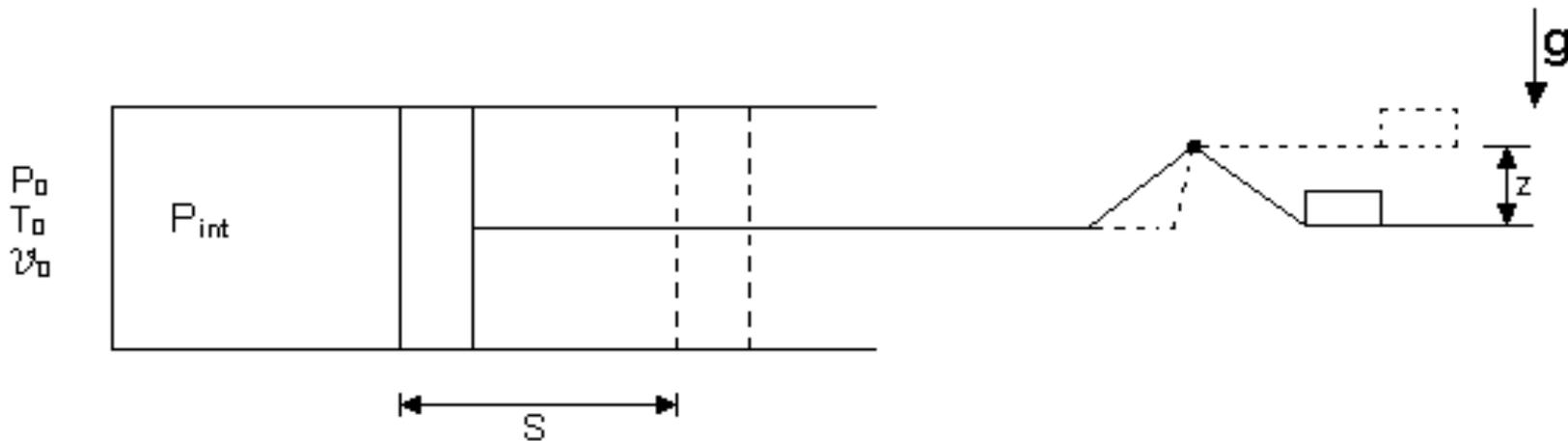
Definición termodinámica de Trabajo

El trabajo es una energía en tránsito entre, al menos, dos sistemas o entre un sistema y su entorno, como una diferencia de una propiedad intensiva, que no sea la temperatura. Por ejemplo, la diferencia de presiones entre un sistema de paredes no rígidas y su entorno, la cual puede producir una fuerza, originando un desplazamiento y por consiguiente un trabajo mecánico.

$$\int_1^2 \{ \delta W \} = - \int_1^2 P dV$$



Se dice que un sistema realiza trabajo cuando se puede conseguir que el único efecto exterior al sistema sea el cambio de posición de un cuerpo en un campo gravitacional.



$$P_{\text{int}} = \frac{F_{\text{int}}}{A} \Rightarrow F_{\text{int}} = P_{\text{int}} A$$

$$[W] = \frac{ML}{T^2} L = ML^2 T^{-2}$$

$$[W]_u = \frac{kg \ m \ m}{s^2} = Nm$$



FIN

Por ahora