

Sistemas Termodinámicos

Thermodynamic systems

Martha L. Ignacio-Martínez ^a, Sbeydi L. Vázquez-Flores ^b, Adolfo Briseño-Sánchez ^c, Alberto Atilano-León ^d.

Abstract:

Listening to talk about thermodynamics generates us a great unknown, being a word so immersed in science and complex, we assume that it can only be addressed in fields of specialization; however, it is present in our environment. This branch of physics has a practical aspect, since it is applied for the analysis of thermodynamic systems. A thermodynamic system is a part of the physical universe to be studied, through its elements, properties and changes or processes that occur in it from the modification of variables such as pressure, volume and temperature.

By being in contact with these systems, the need to address and deepen them grows; so, this research aims to disseminate information about thermodynamic systems in order to familiarize us for future relevant applications and industry case studies.

Keywords:

Energy, limit, matter, system

Resumen:

El escuchar hablar acerca de la termodinámica nos genera una gran incógnita, al ser una palabra tan inmersa en la ciencia y compleja, damos por hecho que sólo se puede abordar en campos de especialización; sin embargo, está presente en nuestro entorno. Esta rama de la física tiene un aspecto práctico, puesto que se aplica para el análisis de sistemas termodinámicos. Un sistema termodinámico es una parte del universo físico a estudiar, a través de sus elementos, propiedades y cambios o procesos que ocurren en él a partir de la modificación de las variables como la presión, volumen y temperatura.

Al estar en contacto con estos sistemas, la necesidad de abordarlos y profundizar en ellos crece; por lo que la presente investigación tiene como propósito difundir información acerca de los sistemas termodinámicos con el fin de familiarizarnos para futuras aplicaciones pertinentes y casos prácticos en la industria.

Palabras Clave:

Energía, límite, materia, sistema

1.1 Introducción

La Termodinámica es la rama de la física encargada de estudiar las transformaciones e interacciones de la energía en forma de calor y trabajo, así como describir los estados de equilibrio a nivel microscópico. [1]

A través de esta definición se conciben diferentes conceptos tales como los sistemas termodinámicos, que conforman una parte del universo físico y que pueden o

no intercambiar energía y materia con el entorno. Este intercambio origina una clasificación de los tipos de sistemas, entre los cuales se encuentran los sistemas cerrados, abiertos y aislados. Dichos sistemas están delimitados por una frontera o pared, que pueden ser reales o imaginarias y, además, pueden impedir el intercambio (de materia y energía) con el entorno. Cabe mencionar, que un sistema termodinámico puede permanecer en equilibrio térmico, gracias a la Ley cero de

^a Autor de Correspondencia, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, <https://orcid.org/0000-0002-3424-7525>, Email: ig337033@uaeh.edu.mx

^b Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, <https://orcid.org/0000-0002-4801-9523>, Email: va35389@uaeh.edu.mx

^c Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, <https://orcid.org/0000-0002-4732-4804>, Email: br355019@uaeh.edu.mx

^d Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, <https://orcid.org/0000-0002-2710-8033>, Email: at419735@uaeh.edu.mx

la Termodinámica; y a su vez, en dichos sistemas pueden generarse cambios o transformaciones en una de sus variables (presión, temperatura y volumen).

En la actualidad, los sistemas termodinámicos han sido de gran utilidad en las diferentes industrias y en la vida cotidiana, desde las naves espaciales hasta los termos que utilizamos para mantener caliente nuestras bebidas. Es por ello, que la presente investigación está enfocada en el estudio de los sistemas termodinámicos.

1.2 Sistemas termodinámicos

Un sistema termodinámico es una porción del universo, siendo así un objeto de estudio; donde se puede estudiar la transferencia de materia y energía. Un sistema termodinámico debe poseer un gran número de partículas o grados de libertad, es decir, debe de ser suficientemente grande y estar limitado del entorno por una frontera. [2,3]

La definición del sistema y sus alrededores son un punto fundamental para el análisis y solución de problemas termodinámicos. [4]

1.2.1 Elementos del Sistema

Los sistemas termodinámicos se caracterizan por la conformación de sus elementos, los cuales son:

- Entorno: suele ser llamado como medio rodeante. Es la región que rodea al sistema y que en alguna medida se ve afectada por los procesos que ocurren en el sistema. [2]
- Límite: es el borde de separación entre el sistema y el entorno. Este borde puede ser real o imaginario. [2,4]
- Universo: está formado por el sistema examinado y con su entorno con el que interacciona durante su evolución. Por definición, en la termodinámica es considerado un sistema aislado. [2]

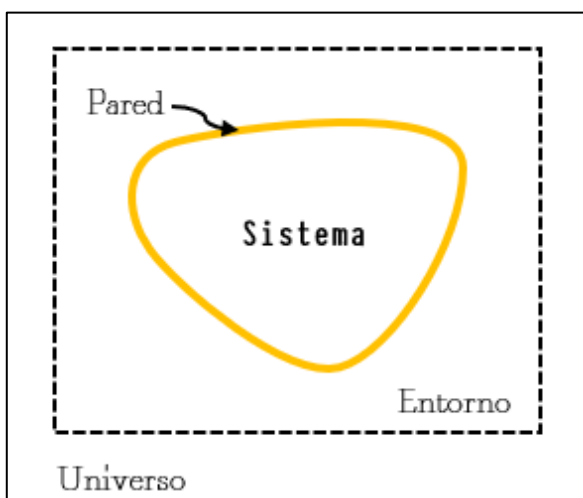


Figura 1. Representación de un sistema termodinámico con sus elementos: pared y entorno. (Autoría propia).

1.2.2 Propiedades

Una propiedad es aquella característica del sistema que no depende de la forma en que fue adquirida, es decir, no depende de la historia ni de su entorno, sino de las condiciones en el momento de la medida. Estas propiedades pueden ser:

- Intensivas: son aquellas características específicas de un determinado sistema, que no dependen de su tamaño físico; es decir, estas propiedades son de igual magnitud para todo el sistema en general en cualquier condición. Algunas de ellas son: presión, temperatura, densidad, etc. [3,5]
- Extensivas: dependen de la cantidad de masa del sistema; es decir, son aditivas, como todas aquellas clases de energía. Algunas propiedades extensivas son: entropía (magnitud física que permite determinar la parte de la energía que no puede utilizarse para producirse el trabajo, es central para la segunda Ley de la Termodinámica), entalpía (cantidad de calor que el sistema absorbe o libera), volumen, contenido de energía, entre otras. [3,5]

1.2.3 Tipos de sistemas

Los sistemas se clasifican en función a sus paredes o límites que lo separa del entorno, estos pueden ser:

- Sistemas abiertos: permiten la transferencia de materia y energía a través de sus límites, la materia contenida no es necesariamente constante. También son conocidos como volumen de control debido a la transferencia de materiales hacia el medio exterior que genera un proceso de flujo de materia, es por ello que se elige esta región espacial para analizar los procesos de flujo. El volumen en este tipo de sistema permanece constante. La superficie límite que encierra el volumen de control es una barrera física real o imaginaria, esta superficie es denominada como de control.

Presenta propiedades extensivas como entalpía, entropía y energía libre. Estos sistemas, al ser un volumen de control, se le aplica el Primer Principio para sistemas abiertos, que es:

$$E_2 - E_1 = Q + W_x + \sum_k \int h_{tx} dm_k \quad (1)$$

Esto quiere decir, que el incremento de energía ($E_2 - E_1$) en ese volumen de control es debido al calor aplicado (Q) sobre él, al trabajo (W_x) en el eje aplicado y a la suma de las entalpías totales de la materia que entra y la resta de las entalpías (h_{tx}) totales que salen.

Estos sistemas tienen diversas aplicaciones en las industrias, por ejemplo, en la industria mecánica como la fabricación de turbinas y toberas; un ejemplo más común es el cuerpo humano o un refrigerador abierto. [2,6]

- **Sistemas Cerrados:** la masa permanece constante en estos sistemas, es por ello que se denominan masa de control. Sus límites sólo permiten la transferencia de energía en forma de trabajo y calor. Sus paredes que rodean al sistema son impermeables y el volumen de estos no tiene que ser fijo. Estos sistemas, en el ámbito industrial tienen una amplia aplicación, tal como en los teléfonos celulares y las baterías; más comúnmente podemos observarlos como un balón de fútbol y en la cocina, como una olla exprés. [2,7]
- **Sistemas Aislados:** no permiten el intercambio de materia y energía con su entorno, debido a que se encuentran en equilibrio termodinámico. Estos sistemas presentan paredes rígidas, adiabáticas e impermeables. Los sistemas aislados son fáciles de observar en la industria y en la vida cotidiana, algunos ejemplos de ellos son las naves espaciales, aviones, las cajas fuertes y los termos. [2,8]

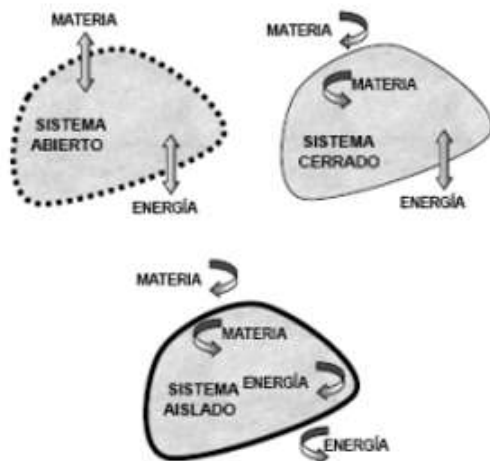


Figura 2. Representación de los tipos de sistemas termodinámicos: cerrado, aislado y abierto. [4]

1.2.4 Tipos de paredes

Un sistema está separado de sus alrededores por diferentes tipos de paredes, algunas de ellas son:

- **Adiabáticas:** permiten la interacción en forma de trabajo entre el sistema y su entorno; es decir, no permiten que un sistema modifique su grado relativo de calentamiento. Es por ello, que se consideran como aislantes térmicos. Algunos ejemplos de materiales con propiedad de aislantes térmicos son la madera, el asbesto; así mismo en algunos hogares estas paredes están representadas como las ventanas de doble cristal, entre otros. [2,9]

- **Diatérmicas:** son conocidas como térmicamente conductoras, ya que permiten el intercambio de energía térmica. Al contrario de las paredes adiabáticas, este tipo de paredes permiten que un sistema modifique su grado relativo de calentamiento. Dentro de los materiales que constituyen excelentes paredes térmicas, podemos encontrar a los metales. [2,9]
- **Móviles:** las paredes móviles permiten la variación de volumen y el sistema, ya que presenta interacción mecánica entre él y su entorno. En la industria mecánica, este tipo de paredes podemos reflejarlas en un embolo o pistón de un motor de explosión. [2, 9]
- **Rígidas:** en un sistema, este tipo de paredes no permite la variación de volumen en él; debido a que se mantiene mecánicamente aislado. Comúnmente podemos encontrar este tipo de paredes en nuestro hogar, un claro ejemplo de ello es el cascarón de un huevo. [2,9]

1.2.5 Estado de equilibrio

Un sistema se encuentra en estado de equilibrio termodinámico cuando al evolucionar a través del tiempo sus variables termodinámicas (temperatura y presión) que describen su estado no varían. El equilibrio termodinámico lleva consigo: [9-11]

- **Equilibrio térmico:** la temperatura es igual en todos los puntos de un sistema.
- **Equilibrio mecánico:** la presión es igual en todos los puntos del sistema.

1.2.6 Ley cero de la termodinámica

Fue enunciada en un principio por Maxwell y llevada a ley por Fowler. Esta ley establece que "si dos sistemas A y B están en equilibrio térmico cada uno de ellos con un tercero C, los sistemas A y B están en equilibrio térmico entre sí". Esta ley es conocida también como principio cero de la termodinámica. [2]

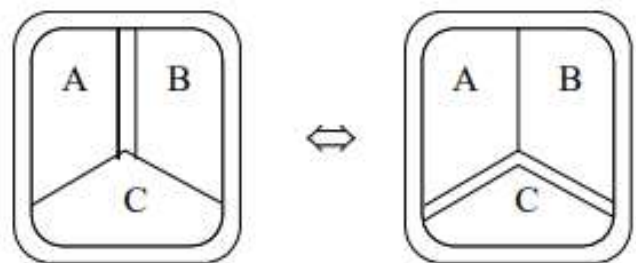


Figura 3. Representación de la Ley cero de la termodinámica. [2]

1.2.7 Procesos termodinámicos

Un sistema experimenta un proceso o transformación termodinámica cuando al modificar una de sus variables cambia de estado a través del tiempo. Estos procesos involucran flujos de energía (en forma de calor y/o trabajo) entre el sistema y su entorno. [2, 11]

Estos procesos se conforman de diferentes elementos, tales como:

- Estado inicial: estado en el que comienza el sistema. Está descrito por una presión, una temperatura y un volumen inicial (P_i , T_i , V_i).
- Estado final: en el que termina el sistema. Descrito por una presión, una temperatura y un volumen final (P_f , T_f , V_f).
- Trayectoria: serie de estados por los que pasa el sistema.

Los procesos termodinámicos pueden darse a partir de las variables termodinámicas, es decir, si permanecen constantes o no. Los principales procesos son: [9,10]

- Isobaro: la presión del sistema permanece constante ($P=\text{cte}$). La transferencia de calor dentro o fuera del sistema funciona, pero también cambia la energía interna del sistema. A medida que cambia la temperatura, el volumen cambiará de forma que pueda mantener la presión. Un ejemplo de este proceso se da al meter un globo en una nevera y se observa que se encoje.
- Isotérmico: la temperatura permanece constante ($T=\text{cte}$). La energía depende de la temperatura; cuando el volumen aumenta la presión disminuye. Al generarse este tipo de proceso, el calor entregado al sistema es igual al trabajo realizado por el mismo. Un claro ejemplo es cuando un globo en una máquina de hacer vacío, aumenta su volumen a medida que se va haciendo el vacío.
- Isocórico: el volumen permanece constante ($V=\text{cte}$). Cualquier cambio de temperatura viene acompañado de un cambio de presión. Al darse este proceso, el sistema no ejerce ni recibe trabajo. Un ejemplo es cuando el vapor de una olla de presión va aumentando su presión a medida que se calienta.
- Adiabático: todas las variables del sistema cambian. Este es un proceso en sistemas aislados, en el que no se intercambia calor con los alrededores. Este proceso puede ser rápido. Un ejemplo es la compresión de un pistón en una bomba de inflado de ruedas de bicicleta.

Agradecimiento

Agradecemos a la Dra. Lizeth Martínez Ayala, profesora de la Escuela Superior de Tepeji de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, por orientarnos en la realización del presente trabajo, siendo una guía fundamental para la publicación de este trabajo.

Referencias

- [1] Müller, E. (2002). Termodinámica Básica. Sevilla, España: Equinoccio.
- [2] Gómez-Acebo, T. (2005). Termodinámica. Donostia-San Sebastián (España): tecnun.
- [3] Gil-Atanacio Julio C, L. A.-C.-S.-M. (2020). Sistemas Termodinámicos. TEPEXI Boletín Científico de la Escuela Superior Tepeji del Río. Obtenido de <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/tepexi/article/view/6415/7747>
- [4] CORACE, J. J. (2008). Sistemas termodinámicos. FÍSICA II, 1- 4. Obtenido de <http://ing.unne.edu.ar/pub/fisica2/T1.pdf>.
- [5] Francis Weston Sears, G. L. (2002). Termodinámica teoría cinética y termodinámica estadística. México: Reverté.
- [6] Katz, M. (2010). XV Termodinámica de sistemas. Calor y termodinámica. Obtenido de <http://www.rlabato.com/isp/qui/fisica3-2010-015.pdf>.
- [7] IZA, L. G. (2007). Algunos términos de las ciencias de la ingeniería que generan. Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/849/84934090.pdf>.
- [8] RENEDO, C. J. (2018). Termodinámica y Mecánica de Fluidos. Obtenido de <https://personales.unican.es/reneDoc/Traspereancias%20WEB/Trasp%20Termo%20y%20MF/00%20GRADOS/TD%2001.pdf>
- [9] Levine, I. (2004). Físicoquímica. España: Mc Graw Hill. Domingo.
- [10] Domingo, A. M. (2015). Apuntes de los temas de termodinámica. España: Creative commons. Obtenido de http://oa.upm.es/38735/1/amd-apuntes-termodinamica-v3_0.pdf.
- [11] Rolle, K. C. (2006). Termodinámica. México: Pearson.