

Principio de Equivalencia

o Primer Principio de la Termodinámica

Cuando un sistema se pone en contacto con otro más frío que él, tiene lugar un proceso de igualación de las temperaturas de ambos. Para explicar este fenómeno, los científicos del siglo XVIII conjeturaron que una sustancia que estaba presente en mayor cantidad en el cuerpo de mayor temperatura fluía hacia el cuerpo de menor temperatura. Según se creía, esta sustancia hipotética llamada *calórico* era un fluido capaz de atravesar los medios materiales. Por el contrario, el primer principio de la termodinámica identifica el calórico, o calor, como una forma de energía. Puede convertirse en trabajo mecánico y almacenarse, pero no es una sustancia material. Experimentalmente se demostró que el calor, que originalmente se medía en unidades llamadas calorías, y el trabajo o energía, medidos en julios, eran completamente equivalentes. Una caloría equivale a 4,186 julios.

Dada la posibilidad de transformar trabajo mecánico en calor y el calor en trabajo mecánico, cabe preguntarse si existe una relación entre la cantidad de calor producida y la energía mecánica cedida por el sistema. El principio de equivalencia entre el calor y el trabajo mecánico es la respuesta que da la experiencia a esta interrogante y se enuncia de la siguiente manera:

Cuando un sistema material que realiza un ciclo, es decir, que parte de un estado inicial dado y vuelve al mismo estado, cambia con el medio exterior trabajo mecánico y calor exclusivamente, si absorbe calor, realiza un trabajo, si desprende ha recibido trabajo, y, en todos los casos la equivalencia que existe entre el trabajo realizado W y la cantidad de calor Q se expresa por la relación:

$$W = J = \text{constante}$$

Q

Esta relación constante J se denomina equivalente mecánico de la unidad de cantidad de calor. Es imprescindible que el sistema haya realizado un ciclo completo de intercambios y vuelto a su estado inicial, sin que se hayan producido más transformaciones energéticas que las de calor en trabajo mecánico o viceversa. Por lo tanto, si el sistema ha sufrido modificaciones químicas en el estado final, por ejemplo, no debe considerarse que ha vuelto a su estado inicial y no se aplica el principio de equivalencia

El equivalente mecánico del calor se ha determinado de muchas formas diferentes, más o menos sencillas, como los frotamientos de un líquido (agua o mercurio) contra paletas, el aplastamiento de una masa de plomo por un choque, la transformación del trabajo en energía eléctrica, empleada a su vez, después de transformada en calor, en calentar el agua de un calorímetro, la producción de un trabajo con una cantidad de calor determinada por medio de una máquina térmica, etc.

Segundo Principio de la Termodinámica

La segunda ley de la termodinámica da una definición precisa de una propiedad llamada entropía. La entropía puede considerarse como una medida de lo próximo o no que se halla un sistema al equilibrio; también puede considerarse como una medida del desorden (espacial y térmico) del sistema. La segunda ley afirma que la entropía, o sea, el desorden, de un sistema aislado nunca puede decrecer. Por tanto, cuando un sistema aislado alcanza una configuración de máxima entropía, ya no puede experimentar cambios: ha alcanzado el equilibrio. La naturaleza parece pues 'preferir' el desorden y el caos. Puede demostrarse que el segundo principio implica que, si no se realiza trabajo, es imposible transferir calor desde una región de temperatura más baja a una región de temperatura más alta.

El principio se divide en dos partes, la primera de las cuales indica la producción de calor va siempre acompañada por una disminución de la temperatura, fenómeno que se suele observar en todas transformaciones de calor en trabajo. La generalización de este resultado experimental constituye el postulado de Carnot, que puede expresarse de la siguiente forma:

En toda maquina térmica, el cuerpo objeto de transformación debe sufrir una disminución de temperatura, y solo podrá producirse trabajo por la perdida de calor del cuerpo que pase de cierta temperatura a otra más baja.

Toda maquina a vapor cuenta con una fuente de calor, la caldera productora de calor y que contiene una cantidad de calor Q_1 . Ésta solo se transforma parcialmente en calor por que el condensador absorbe una cantidad de calor Q_2 que nunca es nula. El trabajo que corresponde a la cantidad de calor perdido será, por consiguiente

$$W = J(Q_1 - Q_2)$$

Si se hubiera transformado todo el calor proporcionado por la caldera en trabajo hubiera quedado

$$Q' = JQ_1$$

El rendimiento teórico será

$$R = \frac{J(Q_1 - Q_2)}{JQ_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$$

$$Q_1 - Q_2$$

Como Q_2 no es nunca nulo, el rendimiento R es siempre menor que la unidad

$$R = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

$$Q_2$$

El teorema que constituye la segunda parte del principio se establece matemáticamente con arreglo al valor del rendimiento R , que acaba de enunciarse y basándose en el principio de equivalencia. Se enuncia de la siguiente manera:

En toda maquina térmica reversible que funciona entre dos temperaturas fijas, el rendimiento teórico máximo es independiente de la naturaleza del cuerpo que sufre la transformación y solo depende de las temperaturas de las fuentes caliente y fría.

Este rendimiento teórico viene dado por la relación

$$R = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

$$T_1 - T_2$$

Siendo T_1 y T_2 las temperaturas absolutas respectivas de las fuentes caliente y fría.

Ley de Boyle – Mariotte

Ley que afirma que el volumen de un gas a temperatura constante es inversamente proporcional a su presión.

PV= constante

Ley de Gay – Lussac

Ley que afirma que el volumen de un gas ideal a presión constante es proporcional a su temperatura absoluta.

Entropía

Magnitud física que multiplicada por la temperatura absoluta de un cuerpo da la energía degradada, o sea la que no puede convertirse en trabajo si no entra en contacto con un cuerpo más frío.

7

2