

hasta que los productos de la combustión están a la presión atmosférica y entonces, en lugar de utilizar el propio pistón para expulsar a los gases restantes, se introduce aire nuevo dentro del cilindro, que sustituye a los productos de la combustión. Para este fin se utiliza en una sola operación lo que anteriormente requería dos carreras independientes del pistón.

6.5. ENUNCIADO DE KELVIN-PLANCK DEL SEGUNDO PRINCIPIO DE LA TERMODINAMICA

En las páginas anteriores se han descrito brevemente y de modo algo superficial cuatro motores térmicos distintos. Existen, naturalmente, más tipos de motores y un número enorme de detalles constructivos, métodos para aumentar el rendimiento térmico, estudios matemáticos, etc., que constituyen el objeto de estudio de la termodinámica técnica. El origen de la termodinámica está en el intento de transformar calor en trabajo y de desarrollar la teoría del funcionamiento de los dispositivos propuestos para ello. Por consiguiente, es lógico que uno de los principios fundamentales de la termodinámica se base en el funcionamiento de los motores térmicos. Reducidas a sus términos más simples, las importantes características de los ciclos de motores térmicos se pueden resumir como sigue:

1. Existe algún proceso o serie de procesos durante los cuales se produce absorción de calor de una fuente externa a alta temperatura (denominada simplemente *fente caliente*).
2. Existe algún proceso o serie de procesos durante los cuales se produce cesión de calor a una fuente externa a temperatura más baja (denominada simplemente *fente fría*).
3. Existe algún proceso o serie de procesos durante los cuales se suministra trabajo al exterior.

Esto se representa esquemáticamente en la Figura 6.5. No se ha construido nunca ningún motor que transforme en trabajo el calor tomado de una fuente sin ceder parte de calor a una fuente a temperatura más baja. Este enunciado negativo, que es resultado de la experiencia técnica, constituye el *segundo principio de la termodinámica*, que se ha formulado de varias formas. El enunciado original de Kelvin es: «Por medio de un agente material inanimado es imposible obtener efectos mecánicos de una porción cualquiera de materia, enfriándola por debajo de la temperatura del más frío de los objetos que la rodean». Según palabras de Planck: «Es imposible construir un motor que, trabajando según un ciclo completo, no produzca otro efecto que elevar un peso y enfriar una fuente caliente». Estos dos enunciados se pueden reunir en otro equivalente, al cual nos referiremos en lo sucesivo como *enunciado de Kelvin-Planck del segundo principio*:

No es posible un proceso cuyo único resultado sea la absorción de calor de una fuente y la conversión de este calor en trabajo.

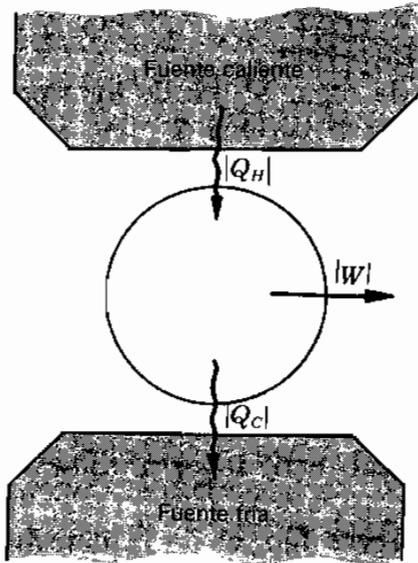


Figura 6.5. Representación simbólica de un motor térmico.

Si el segundo principio no fuese cierto, sería posible impulsar un barco de vapor por el océano extrayendo calor de éste, o hacer funcionar una central térmica tomando calor del aire ambiente. El lector debe observar que ninguna de estas «imposibilidades» contradice el primer principio de la termodinámica. Después de todo, tanto el océano como el aire ambiente contienen una enorme reserva de energía interna que, en principio, puede extraerse en forma de calor. No hay nada en el primer principio que excluya la posibilidad de convertir íntegramente este calor en trabajo. Por consiguiente, el segundo principio no es una consecuencia del primero, sino que constituye por sí mismo una ley —independiente— de la naturaleza, refiriéndose a un aspecto de ella diferente del considerado por el primer principio. Este niega la posibilidad de crear o destruir energía; el segundo niega la posibilidad de utilizar la energía de un modo particular. Una máquina que funciona creando su propia energía, contradiciendo así el primer principio, se denomina *móvil perpetuo de primera especie*. Una máquina que utiliza la energía interna de una sola fuente de calor, contradiciendo el segundo principio, se denomina *móvil perpetuo de segunda especie*.

6.6. FRIGORIFICO

Hemos visto que un motor térmico es un dispositivo mediante el cual un sistema recorre un ciclo, en sentido tal que se absorbe calor mientras la temperatura es alta, se cede una cantidad menor de calor a temperatura inferior y se realiza un trabajo neto sobre el exterior. Si imaginamos un ciclo recorrido en sentido opuesto al de un motor, el resultado sería la absorción de calor a una temperatura baja, la cesión de una cantidad *mayor* de calor a una temperatura alta y un trabajo neto realizado sobre el sistema. Un