

Física 2 - Práctico 8

Máquinas Térmicas

Instituto de Física, Facultad de Ingeniería, Universidad de la República

8.1. Eficiencia de una planta de potencia

Una planta de potencia que utiliza carbón como combustible consume 382 toneladas de carbón por hora, produciendo un trabajo útil a razón de 755 MW. El calor liberado por la combustión de 1 kg de carbón es de 28 MJ. Calcule la eficiencia de esta planta de generación de potencia.

8.2. Eficiencia de dos máquinas térmicas

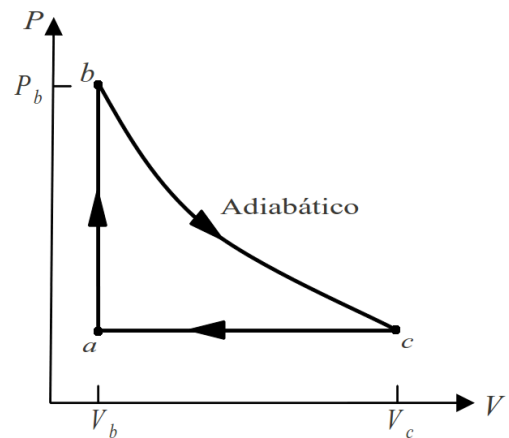
La máquina A produce por ciclo cinco veces el trabajo que produce la máquina B. Además recibe el triple y libera el doble de calor que la máquina B. Determine la eficiencia de cada una de las máquinas.

8.3. Máquina térmica de tres estados

Una cierta cantidad de gas ideal monoatómico recorren el ciclo mostrado en la figura. El proceso bc es una expansión adiabática reversible. Se sabe que $P_b = 10,4 \text{ atm}$, $V_b = 1,22 \text{ m}^3$ y $V_c = 9,13 \text{ m}^3$. Calcular:

- El calor absorbido por el gas.
- El calor liberado por el gas.
- El trabajo neto efectuado por el gas.
- La eficiencia del ciclo de trabajo de la planta.

Describe los pasos precisos para llevar a cabo cada etapa del ciclo utilizando un pistón que encierre al gas.



8.4. Límites termodinámicos para la conversión de calor en trabajo

Un inventor pretende haber inventado cuatro máquinas térmicas que operan entre depósitos de calor a 400 K y 300 K. Se sabe que

- para la **Máquina A**: $Q_{in} = 200 \text{ J}$, $Q_{out} = -175 \text{ J}$, $W = 40 \text{ J}$
- para la **Máquina B**: $Q_{in} = 500 \text{ J}$, $Q_{out} = -200 \text{ J}$, $W = 400 \text{ J}$
- para la **Máquina C**: $Q_{in} = 600 \text{ J}$, $Q_{out} = -200 \text{ J}$, $W = 400 \text{ J}$
- para la **Máquina D**: $Q_{in} = 100 \text{ J}$, $Q_{out} = -90 \text{ J}$, $W = 10 \text{ J}$

¿Qué ley de la termodinámica, la primera, la segunda o ninguna, viola cada máquina?

8.5. Refrigerador con fuente fría

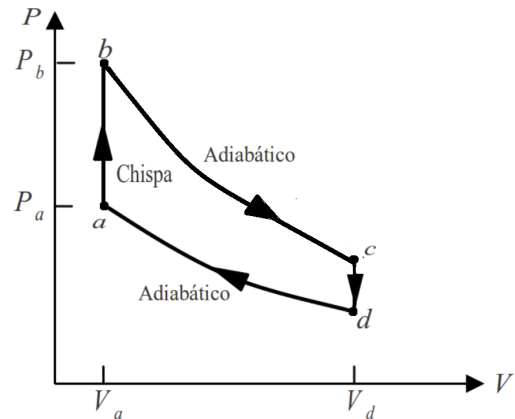
Para hacer hielo un refrigerador extrae 185 kJ de calor del congelador a -12°C . El refrigerador tiene un coeficiente de performance $k = 5,7$ y la temperatura ambiente es de 26°C .

- a) ¿Cuánto trabajo se requirió para hacer funcionar el congelador?
- b) ¿Cuánto calor se disipó a la habitación?

8.6. Motor con Ciclo Otto

El proceso que sufren los gases en un motor de combustión interna de gasolina puede ser aproximado por el ciclo Otto, mostrado en la figura. Hay dos etapas isócoras y dos adiabáticas. Suponga un gas diatómico ideal y use $V_d/V_a = 4$ (relación de compresión). Suponga además que $P_b = 3P_a$. Asumiendo que el estado a es conocido (se conoce T_a , P_a y V_a):

- a) Determine presión, temperatura y volumen en los estados b, c y d .
- b) Calcule la eficiencia del ciclo.



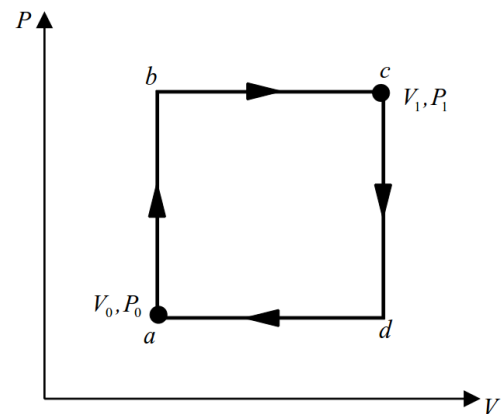
8.7. Máquina de Carnot

- a) Una máquina de Carnot opera entre un depósito caliente a 322 K y un depósito frío a 258 K . Suponga que absorbe 568 J de calor por ciclo del depósito caliente. ¿Cuánto trabajo por ciclo abastece?
- b) Si la misma máquina, trabajando en sentido inverso, funciona como un refrigerador entre los mismos dos depósitos, ¿cuánto trabajo por ciclo debe ser suministrado para absorber 1230 J de calor del depósito frío?
- c) Considere el refrigerador obtenido al hacer marchar una máquina térmica de eficiencia e en reversa. Demuestre que el coeficiente de performance k del refrigerador se relaciona con la eficiencia e según la relación: $e = \frac{1}{k+1}$

8.8. Ciclo de 4 estados

Un cierto gas ideal monoatómico se emplea en una máquina térmica que opera según el ciclo mostrado en la figura. Suponga que $P_1 = 2P_0$, $V_1 = 2V_0$, $P_0 = 101 \text{ kPa}$, $V_0 = 0.0225 \text{ m}^3$ y calcule:

- a) El trabajo generado por la máquina en un ciclo,
- b) El calor total entregado al ciclo.
- c) La eficiencia de la máquina.
- d) ¿Cuál es la eficiencia máxima de una máquina que opere entre las temperaturas más alta y más baja presentes en el ciclo?



Preguntas:

- P1: ¿Por qué es posible calentar un cuarto aislado dejando abierta la puerta del horno, pero no se puede enfriarlo dejando abierta la puerta de la heladera?
- P2: Un inventor propone calentar una casa usando un sistema similar a un refrigerador, que extraiga calor de la tierra y lo vuelque al interior de la casa. Según él, el calor aportado a la casa sería mayor que el trabajo consumido. ¿Usted qué opina?
- P3: Considere una máquina térmica que opera entre T_1 y T_2 con $T_2 < T_1$. Es una pena perder el calor liberado al depósito a T_2 . ¿Por qué no usarlo como depósito de alta temperatura de una segunda máquina térmica y así aprovecharlo? Suponga que esta segunda máquina es igual de eficiente que la primera y libera su calor a $T_3 < T_2$. ¿Cómo se compara el trabajo obtenido de ambas máquinas con el de una máquina igual de eficiente que opere entre T_1 y T_3 ?
- Observación: Las máquinas térmicas no pueden ser máquinas de Carnot porque si fueran máquinas de Carnot, su eficiencia dependería de las temperaturas de operación.