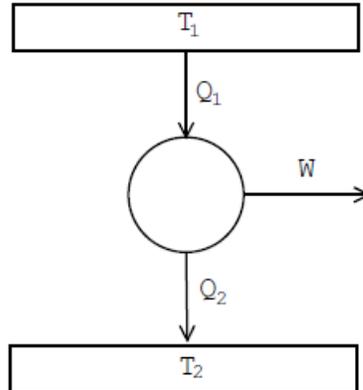


SERIE 6: TEOREMA DE CLAUSIUS - CICLOS

1. Utilizando la convención gráfica según la cual una máquina simple que entrega trabajo positivo se esquematiza como indica la figura:



- (a) Haga el esquema de una estufa eléctrica  
 (b) Haga el esquema para una heladera. Cuál es en la práctica la fuente fría y cuál la caliente?)  
 (c) Es posible una máquina como la indicada en la fig. 1a)? Puede ser reversible? Y una como la que se indica en la fig. 1b)?

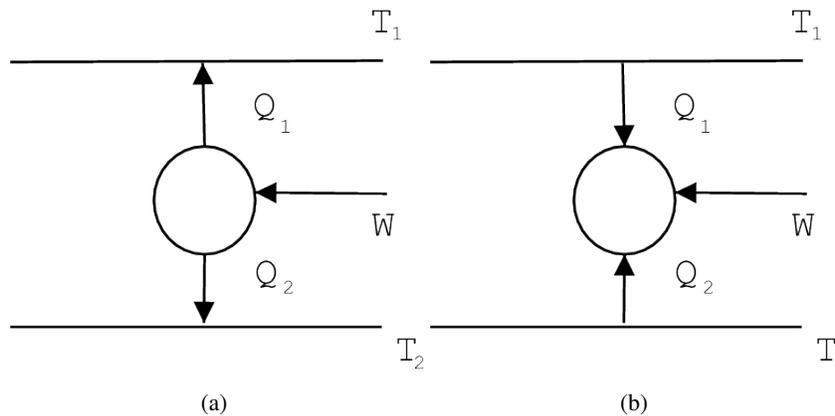


Figure 1: ¿Es posible?

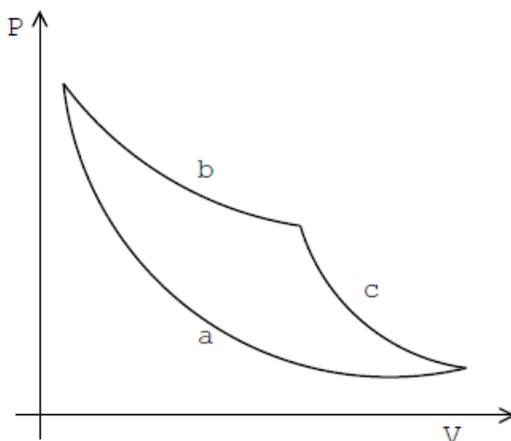
2. Se tiene el siguiente ciclo irreversible, realizado por un mol de gas ideal: Estado A: el gas se halla en equilibrio en contacto con una fuente a 500K y ocupando un volumen de 10 ℓ. Se expande en forma reversible isotérmica hasta un volumen de 20 ℓ. (Estado B). Se traba el pistón. Se pone el gas en contacto con una fuente térmica a 200K y se espera que llegue el equilibrio con el pistón trabado (Estado C). Se lo comprime en forma isotérmica irreversible, con una presión externa aplicada de 3 atm., hasta que alcanza

el volumen de  $10 \ell$ . (Estado D).

Se traba el pistón, y se vuelve a poner el gas en contacto con la fuente a  $500K$  alcanzándose el estado A.

Calcule el trabajo entregado en el ciclo y piense una manera de realizar el ciclo "al revés", es decir, que el gas vaya de A a D, luego de D a C, de C a B y finalmente a A. Observar que el trabajo entregado será distinto que el correspondiente al ciclo "al derecho" cambiado de signo.

3. Para enfriar un ambiente se abre la puerta de la heladera y se la hace funcionar. ¿Qué habría pasado con la temperatura del cuarto después de algún tiempo?
4. En una cocina hay una heladera y un equipo de aire acondicionado que da al exterior. Se pretende mantener la cocina a una temperatura constante de  $17^\circ C$  y al congelador de la heladera a una temperatura constante de  $-3^\circ C$ . Por mala aislación en congelador absorbe de la cocina  $200 \text{ cal/min}$ . La temperatura externa es de  $27^\circ C$ . Sabiendo que el refrigerador tiene una eficiencia del 60% de uno ideal y que el equipo de aire acondicionado tiene una eficiencia del 50% del ideal. Calcule la potencia eléctrica consumida entre ambos artefactos.
5. Demostrar que en la naturaleza no puede haber una máquina que siga un ciclo como el que se muestra en la figura. Las líneas a y c son adiabáticas reversibles, la línea b es una isoterma.



6. Una máquina térmica trabaja entre  $T_1 = 400K$  y  $T_2 = 200K$ , extrayendo en cada ciclo  $10 \text{ kcal.}$ , de la fuente de calor a  $T_1$ . La eficiencia de la máquina es un 40% de la máxima posible. Hallar:
  - (a) el trabajo por ciclo
  - (b) el calor entregado a la fuente de calor a  $T_2$ , por ciclo.
7. La máquina térmica de una heladera a gas intercambia calor con las siguientes fuentes de calor: 1) una llama de gas, que se puede considerar una fuente de calor a  $700^\circ K$ , y de la que absorbe  $Q_1$ ; 2) una cámara frigorífica, de la que absorbe el calor  $Q_2$ , y a la que se puede considerar como una fuente de calor a  $-10^\circ C$  (esta temperatura se mantiene constante, porque la máquina debe absorber la misma cantidad de calor por ciclo que el que entra a la cámara en el mismo tiempo debido a la aislación imperfecta); 3) el aire de la habitación en que se halla la heladera, que constituye una fuente de calor a  $20^\circ C$  y al que entrega calor  $Q_3$ . La máquina térmica no recibe ni entrega trabajo.
  - (a) Si la pérdida a la cámara por mala aislación vale  $30 \text{ cal/min}$ , y la máquina térmica realiza  $100 \text{ ciclos/min}$ , hallar cuanto debe valer  $Q_2/\text{ciclo}$ .
  - (b) Hallar el mínimo valor de  $Q_1/\text{ciclo}$  que debe absorber.

8. Calcular la variación de la eficiencia de una máquina reversible que opera entre dos fuentes cuando:
- (a) se aumente la temperatura de la fuente superior en  $\Delta T$
  - (b) se disminuye la temperatura de la fuente inferior en  $\Delta T$
  - (c) ¿Qué cambio produce un mayor aumento de la eficiencia?
9. El ciclo de Stirling se realiza mediante dos procesos isotérmicos y dos isocoros. Para un gas ideal, según el gráfico

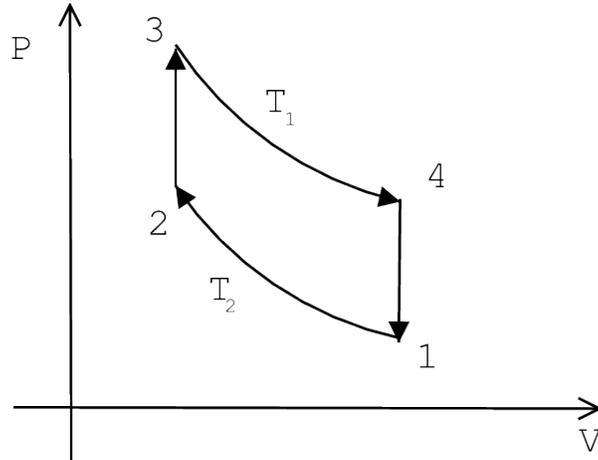
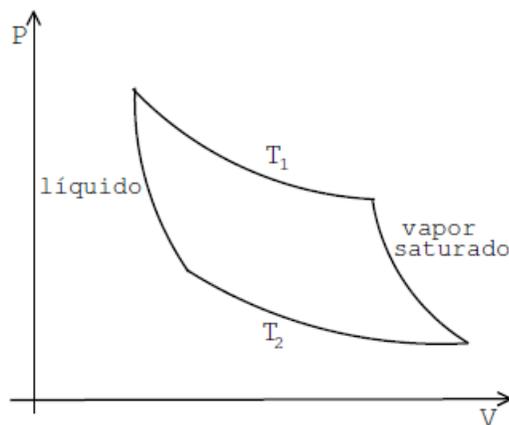


Figure 2: Ciclo de Stirling

- (a) Dibujar el ciclo en el plano  $T - S$ , suponiendo que la sustancia es un gas ideal.
  - (b) Demostrar que  $Q_{23} = -Q_{41}$
  - (c) Hallar la eficiencia.
10. La figura representa un ciclo de vapor saturado:



- (a) Dibujar el ciclo en un diagrama T-S.
- (b) Utilizar la expresión matemática del segundo principio para calcular la eficiencia.