

Serie 6

Teorema de Clausius - Ciclos

1. Utilizando la convención gráfica según la cual una máquina simple que entrega trabajo positivo se esquematiza (ver Figura 1)

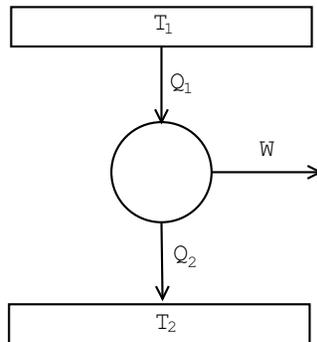


Figure 1:

- (a) Dibujar el gráfico para una estufa eléctrica
- (b) Idem para una heladera (cuál sería en la práctica la fuente fría y cuál la caliente)
- (c) ¿Es posible una máquina como indica la Figura 2? ¿Podría ser reversible? (fijarse que ocurre si se invierte el sentido de las flechas)

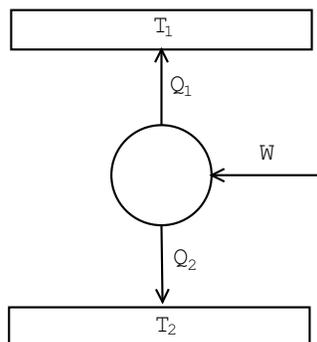


Figure 2:

- (d) ¿Es posible una máquina como indica la Figura 3? Si no, ¿Cul principio se viola?

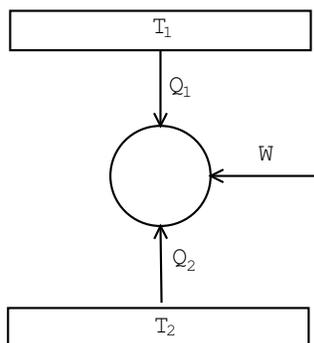


Figure 3:

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 $500^{\circ}K$ 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 $200^{\circ}K$ 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 l. (**Estado D**).
- Se traba el pistón, y se vuelve a poner el gas en contacto con la fuente a $500^{\circ}K$ 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. Demostrar que en la naturaleza no puede haber una máquina que siga un ciclo como el que muestra la Figura 4.
- Las líneas **a** y **c** son adiabáticas reversibles, la línea **b** es una isoterma.

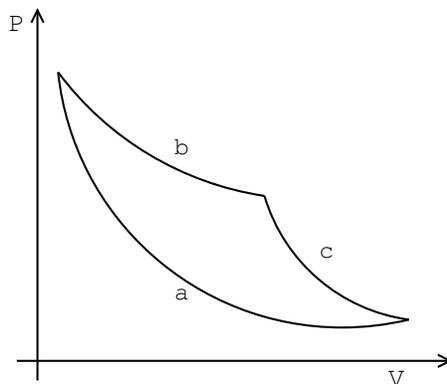


Figure 4:

4. Una máquina térmica trabaja entre $T_1 = 400^\circ K$ y $T_2 = 200^\circ K$, extrayendo en cada ciclo 10 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.

5. La máquina térmica de una “heladera a gas” intercambia calor con las tres fuentes de calor siguiente:
 - I) una llama de gas, que se puede considerar como una fuente de calor a $700^\circ K$, y de la que absorbe Q_1 .
 - II) 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 no perfecta.
 - III) 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 (absorbe un Q_3 negativo).

La máquina térmica no recibe ni entrega trabajo.

 - (a) si la pérdida a la cámara por mala aislación vale 30 cal/min, y la máquina realiza 100 ciclos/min, hallar cuánto debe valer Q_2 /ciclo
 - (b) el mínimo valor de Q_1 /ciclo que debe absorber por ciclo.

6. Una máquina frigorífica reversible de Carnot absorbe calor de una masa de agua a 0°C y lo cede a una habitación que está a 27°C . Se quiere transformar 100 kg. de agua a 0°C en hielo 0°C .

- (a) ¿ Cuántas calorías son cedidas a la habitación?
 (b) ¿ Qu trabajo se requiere para este proceso? Expresarlo en Joules.

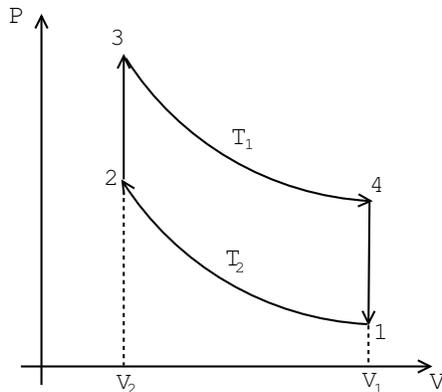
Datos: $1 \text{ cal} = 4.18 \text{ Joule}$

$$\Delta H_{\text{solidificacion (agua)}} = -79.7 \text{ cal/g}$$

7. Calcular la variación de la eficiencia de una máquina reversible cuando:

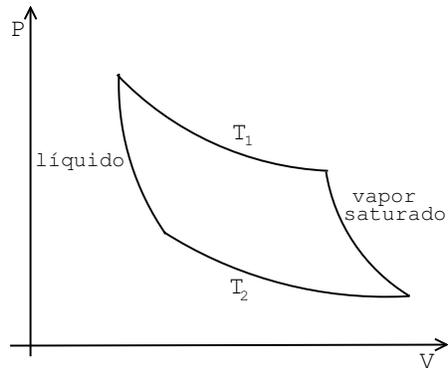
- (a) se aumenta la temperatura de la fuente superior en ΔT
 (b) se disminuye la temperatura de la fuente inferior en ΔT
 (c) ¿Cuál cambio produce un mayor aumento de la eficiencia?

8. El ciclo de Stirling se realiza mediante dos procesos isotérmicos y dos isocoros. Para un gas ideal, según el gráfico



- (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

9. La figura representa un ciclo de vapor saturado:



- (a) dibujar el diagrama T-S
- (b) utilizar la expresión matemática del segundo principio para calcular la eficiencia