

# Práctico 5: 2da Ley y Entropía

Ing. Forestal - UdelaR

Termodinámica - 2024

## Ejercicios

1. A los serpentines del evaporador en la parte posterior de la sección del congelador de un refrigerador doméstico entra refrigerante 134a a 120 Kpa con una calidad de 20% y sale a 120 Kpa y  $-20^{\circ}\text{C}$ . Si el compresor consume 450W y el COP del refrigerador es 1.2:
  - a) el flujo másico del refrigerante
  - b) la tasa de rechazo del calor hacia el aire de la cocina
2. Se considera una máquina térmica que funciona en ciclo de Carnot donde el fluido del trabajo es agua. La transferencia de calor al agua ocurre a  $300^{\circ}\text{C}$  proceso durante el cual el agua cambia de líquido saturado a vapor saturado. El agua cede calor a  $40^{\circ}\text{C}$ :
  - a) Representar el ciclo en un diagrama T - s.
  - b) Encontrar la calidad del agua al principio del proceso y cuando se termina de ceder calor.
  - c) Determinar el trabajo neto que se obtiene por kilogramo de agua y la eficiencia térmica del ciclo.
3. Un refrigerador que se usa para enfriar alimentos en un comercio debe producir 10000 kJ de efecto de enfriamiento y tiene un coeficiente de desempeño de  $\text{COP}=1.35$ . ¿Cuántos kW de potencia necesitará este refrigerador para operar?
4. Determine el trabajo de entrada del compresor requerido para comprimir isentrópicamente agua de 100 kPa a 1MPa asumiendo que el agua existe como:
  - a) líquido saturado
  - b) vapor saturado en el estado inicial
5. Se considera una máquina térmica que funciona en ciclo de Carnot, donde el fluido del trabajo es agua. La transferencia de calor al agua ocurre a  $300^{\circ}\text{C}$ , proceso durante el cual el agua cambia de líquido saturado a vapor saturado. El agua cede calor a  $40^{\circ}\text{C}$ .
  - a) Representar el ciclo en un diagrama Ts.
  - b) Encontrar la calidad del agua al principio del proceso y cuando se termina de ceder calor.
  - c) Determinar el trabajo neto que se obtiene por kilogramo de agua y la eficiencia térmica del ciclo.
6. Un conjunto de pistón y cilindro accionado mediante un resorte (como se muestra en la Figura 1) contiene agua a 100 kPa y  $\nu = 0.07237\text{m}^3\text{kg}^{-1}$ . El agua se calienta hasta una presión de 3 MPa por medio de una bomba de calor reversible que extrae calor Q de una fuente a 300 K. Se sabe que el agua pasará por el estado de vapor saturado a 1.5 MPa. Determinar:
  - la temperatura final
  - la transferencia de calor al agua
  - el trabajo es suministrado a la bomba de calor.
  - realizar el diagrama  $T - s$  del proceso.

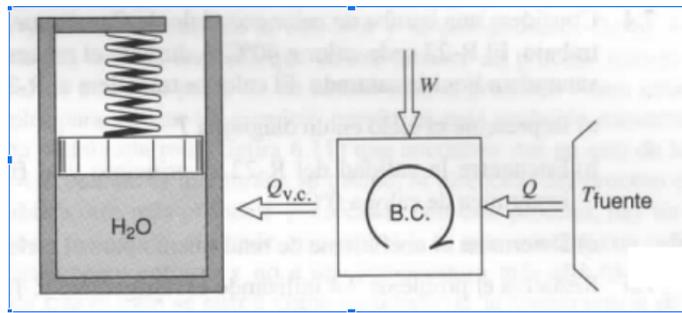


Figure 1: Ejercicio 6

7. Un intercambiador de calor a contracorriente como el que se muestra en la figura se utiliza para enfriar aire a 540 K y 400 kPa hasta 360 K por medio de un suministro de 0.05 kgs<sup>-1</sup> de agua a 20°C y 200 kPa. El flujo de aire es de 0.5 kg s<sup>-1</sup> en una tubería de 10 cm de diámetro:
- Encontrar la velocidad de entrada del aire
  - la temperatura de salida del agua
  - la generación total de entropía en el proceso.

Nota: Para el análisis, despreciar los términos de variación de energía cinética.

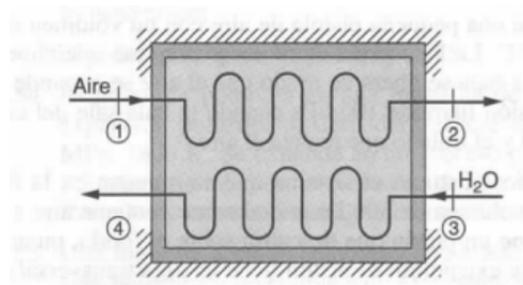


Figure 2: Ejercicio 7

8. La máquina cíclica que se muestra en la Figura 3 (izq.) recibe 325 kJ de una fuente de energía a 1000 K. Rechaza 125 kJ a una fuente de energía a 400 K y el ciclo produce 200 kJ de trabajo. ¿Es este ciclo reversible irreversible o imposible?

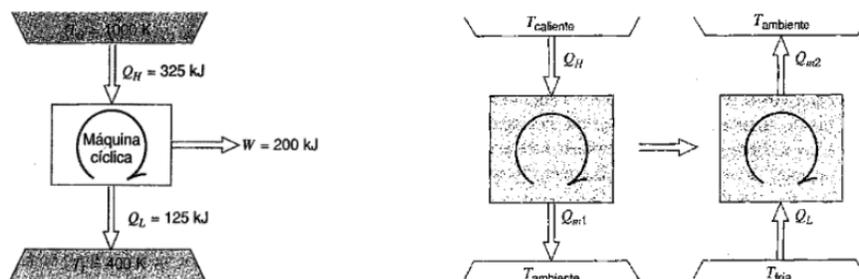


Figure 3: Ejercicio 8

9. Se desea refrigerar un compartimento a -30°C. Se dispone de una fuente a 200°C que se muestra en la Figura 3 (der.) donde la temperatura ambiente es de 30°C. Así se puede realizar trabajo mediante una máquina térmica cíclica que funciona entre la fuente a 200°C y el ambiente. Este trabajo se utiliza para hacer funcionar el refrigerador. Determinar la relación entre la transferencia de calor desde el depósito de 200°C y el calor que se transfiere desde el compartimento a -30°C suponiendo que todos los procesos son reversibles.

10. Una bomba de calor calienta una casa en el invierno y se invierte para enfriarla en el verano. La temperatura interior debe ser de  $20^{\circ}\text{C}$  en el invierno y de  $25^{\circ}\text{C}$  en el verano. Se estima que la transferencia de calor a través de las paredes y los techos es de  $2400\text{ kJ}$  por hora por grado de diferencia de temperatura entre el interior y el exterior:
- Si la temperatura exterior en el invierno es de  $0^{\circ}\text{C}$  ¿cuál es la potencia mínima que se requiere para impulsar la bomba de calor?
  - Para la potencia hallada en a) ¿cuál es la temperatura exterior máxima en el verano para la cual la casa se puede mantener a  $25^{\circ}\text{C}$ ?
11. Se propone construir una central eléctrica de  $1000\text{ MW}$  que utilice vapor como fluido de trabajo. La temperatura máxima del vapor será de  $550^{\circ}\text{C}$  y luego de pasar por un sistema de turbinas el vapor se condensará a una presión de  $10\text{ kPa}$ . Para condensar el fluido de trabajo se utilizará agua de un río como muestra la figura. Estimar el aumento de temperatura en el río corriente abajo de la planta de energía.

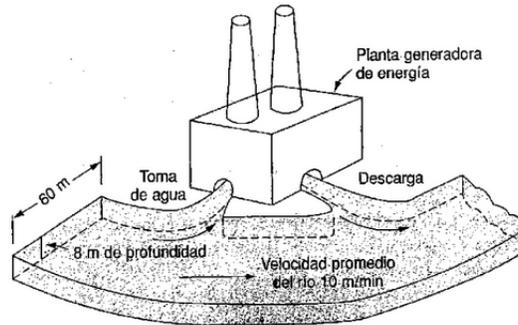


Figure 4: Ejercicio 11

12. Una máquina térmica de Carnot como la que se muestra en la Figura 2 (izquierda) recibe energía desde un reservorio a temperatura  $T_R$  a través de un cambiador de calor donde el calor transferido es proporcional a la diferencia de temperatura como  $\dot{Q}_H = K(T_R - T_H)$ . Rechaza calor a una temperatura baja establecida  $T_L$ . Si se quiere diseñar la máquina térmica de manera que produzca el máximo trabajo se debe demostrar que la temperatura alta  $T_H$  en el ciclo se debe seleccionar como  $T_H = \sqrt{T_L T_R}$ . Suponiendo que  $T_L = 0.6T_R$ , realiza una gráfica de  $\frac{\dot{W}}{K T_R} = f\left(\frac{T_H}{T_R}\right)$  para mostrar que el cociente entre la temperatura alta del ciclo y la temperatura del reservorio verifica:  $T_L < \frac{T_H}{T_R} \leq 1$ .

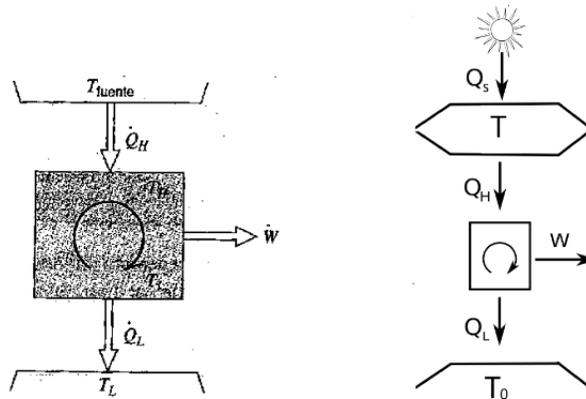


Figure 5: Ejercicio 12