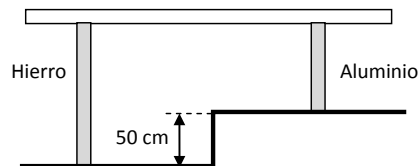


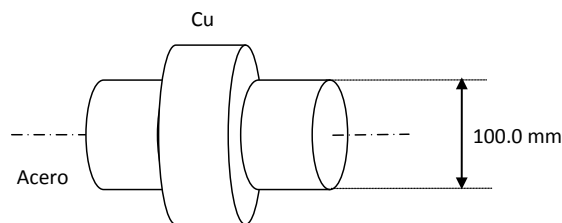
1. Un termómetro mal calibrado marca $-0.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ cuando mide una mezcla de agua y hielo en equilibrio térmico. Cuando ese mismo termómetro se pone en contacto con una mezcla de agua líquida y vapor de agua en equilibrio térmico, marca $100.6\text{ }^{\circ}\text{C}$. ¿Cuál es la temperatura real cuando el termómetro marca $65\text{ }^{\circ}\text{C}$? ¿Existe alguna temperatura en la cual la indicación del termómetro sea correcta? (Sol: $64.75\text{ }^{\circ}\text{C}$, $40\text{ }^{\circ}\text{C}$)

2. La plataforma de la figura es horizontal y está apoyada en 2 columnas; una de aluminio y otra de hierro. Determinar las longitudes de las columnas a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ para que la plataforma permanezca horizontal a cualquier temperatura. Sabemos que $\alpha_{\text{hierro}}=12\cdot 10^{-6}\text{ K}^{-1}$ y $\alpha_{\text{aluminio}}=24\cdot 10^{-6}\text{ K}^{-1}$. (Sol: 1 m y 0.5 m)



3. A $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ una vasija de vidrio tiene un volumen interno de 1000.0 cm^3 . La vasija se llena completamente de mercurio (Hg) líquido también a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ (El Hg se mantiene en estado líquido hasta llegar al punto de fusión $-38.9\text{ }^{\circ}\text{C}$). En esta situación, vasija y contenido son suavemente y cuidadosamente calentados hasta los $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. ¿Cuál es el volumen de Hg derramado en este proceso? ($\alpha_{\text{vidrio}}=9\cdot 10^{-6}\text{ K}^{-1}$, $\beta_{\text{Hg}}=0.18\cdot 10^{-3}\text{ K}^{-1}$) (Sol: 15.3 cm^3)

4. Una abrazadera de cobre de 100.0 mm de diámetro interior rodea a un cilindro de acero de 100.0 mm de diámetro exterior, de forma que no queda ninguna holgura entre ellas cuando se encuentran a temperatura ambiente ($20\text{ }^{\circ}\text{C}$). Se desea separar ambas piezas, para lo cual es necesario que exista entre ellas una holgura (diferencia entre sus radios) de 0.1 mm . Para crear esa holgura procedemos a calentar las piezas, aprovechando así sus diferentes coeficientes de expansión térmica ($\alpha_{\text{Cu}}=17\cdot 10^{-6}\text{ K}^{-1}$ y $\alpha_{\text{acero}}=11\cdot 10^{-6}\text{ K}^{-1}$). ¿Qué temperatura será necesario alcanzar para separar estas piezas? (Sol: $353\text{ }^{\circ}\text{C}$)



5. Una lata de spray de 125.00 cm^3 de volumen contiene gas a una presión igual al doble de la atmosférica y a una temperatura de $22\text{ }^{\circ}\text{C}$. En estas condiciones la lata es lanzada dentro de una hoguera (algo realmente peligroso, ¡no hacerlo jamás!). Cuando la temperatura de la lata (y su contenido) alcanzan los $195\text{ }^{\circ}\text{C}$, ¿Cuál es la presión dentro de la lata?. Resolver primero el problema despreciando el efecto debido al cambio de volumen de la lata. Resolver el problema otra vez, pero teniendo en cuenta que el aluminio del que está hecha la lata se expande con un coeficiente de dilatación lineal $\alpha=11\cdot 10^{-6}\text{ K}^{-1}$. Comparar ambos resultados y encontrar el error cometido cuando se desprecia la dilatación de la lata. (Sol: 3.1723 atm , 3.1543 atm , 0.57%)
6. En el interior de un calorímetro (uno muy grande) se mezclan 100 l de agua a $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ con 50 l de agua a $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ y 75 l de alcohol a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. ¿Cuál es la temperatura de la mezcla al alcanzarse el equilibrio? ($\rho_{\text{alcohol}}=0.8\text{ g/cm}^3$, $c_{\text{alcohol}}=0.58\text{ kcal kg}^{-1}\text{ K}^{-1}$) (Sol: $28.1\text{ }^{\circ}\text{C}$)
7. En un calorímetro se mezclan las siguientes sustancias: 100 g de hielo a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, 40 g de agua a $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ y 10 g de vapor de agua a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Encontrar el estado final de esta mezcla. ($L_f=80\text{ cal/g}$, $L_v=540\text{ cal/g}$) (Sol: $5\text{ g de hielo y }145\text{ g de agua líquida a }0\text{ }^{\circ}\text{C}$)
8. Un proyectil de cobre a $38\text{ }^{\circ}\text{C}$ es detenido por un obstáculo cuando su velocidad es de 490 m/s . Calcular la temperatura del proyectil si se supone que la mitad de la energía cinética se invierte en calentarlo. $c_{\text{Cu}}=0.0922\text{ cal g}^{-1}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ (Sol: $193.4\text{ }^{\circ}\text{C}$)
9. En un calorímetro de 240 g que contiene 750 cm^3 de agua a $20.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ se echa una moneda de 100 g a $98\text{ }^{\circ}\text{C}$ y la temperatura sube a $21.0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Determinar la cantidad de cobre y oro de la moneda. $c_{\text{Cu}}=0.0922\text{ cal g}^{-1}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, $c_{\text{Au}}=0.031\text{ cal g}^{-1}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, calor específico del calorímetro = $0.09\text{ cal g}^{-1}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$. (Sol: Cu $14,7\%$, Au $85,3\%$)

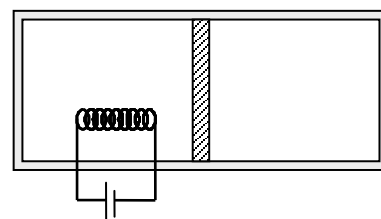
10. Hallar la cantidad de agua a 50 °C que es necesario echar en un calorímetro donde tenemos 10 kg de hielo a -8 °C, para que en el equilibrio final tengamos agua y hielo a partes iguales. (calor específico del hielo 0.5 kcal/kg K; calor latente de fusión del hielo 80 kcal/kg) (Sol: 4.88 kg)

11. a) Un calorímetro de cobre de 100 g contiene 150 g de agua y todo el sistema se encuentra a 0 °C. Se introducen 100 g de plomo a 200 °C. Si $c_{Cu}=0.0922 \text{ cal g}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ y $c_{Pb}=0.031 \text{ cal g}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ hallar la temperatura final del sistema. b) Si inicialmente había, en lugar de agua, 8 g de hielo en equilibrio con los 150 g de agua, ¿cuál sería el estado de equilibrio del sistema? (Sol: a) 3.8 °C, b) 0 °C)

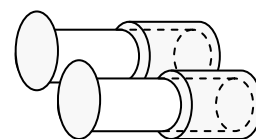
12. En un calorímetro sin pérdidas cuyo equivalente en agua es 500 g hay 4500 g de agua a 50 °C. Se echan en él 2 kg de hielo a 0 °C y se introduce 1kg de vapor de agua a 100 °C. Calcula el estado final de equilibrio. ($L_f=80 \text{ cal/g}$, $L_v=540 \text{ cal/g}$) (Sol: 91.2 °C)

13. El calor específico de los metales, a bajas temperaturas, puede expresarse como $c=k_1T+k_3T^3$ donde T está en Kelvin. Para el Cu $k_3=2.48 \cdot 10^{-7} \text{ cal g}^{-1} \text{ K}^{-4}$ y $k_1=2.75 \cdot 10^{-6} \text{ cal g}^{-1} \text{ K}^{-2}$ ¿Qué energía se necesita para elevar la temperatura de 15 g de Cu desde 5 K hasta 30 K? (Sol: 0.77 cal)

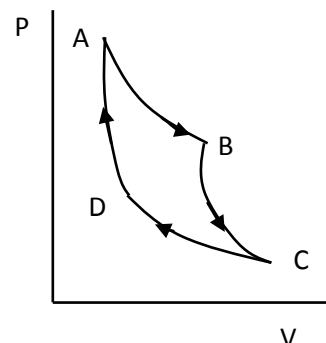
14. Tenemos un sistema adiabático formado por dos subsistemas separados por un émbolo, también adiabático, que se puede mover sin rozamiento. Inicialmente cada uno de los subsistemas tiene 54 l de un gas perfecto cuya capacidad calorífica molar a presión constante es $c_p' = 4 \text{ cal mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ a 1 atm de presión y 0 °C. Mediante una resistencia eléctrica se suministra calor al subsistema de la izquierda, lo cual le hace expandirse hasta que su presión es de 4 atm. Calcular la temperatura final en cada subsistema, el trabajo que realiza el de la izquierda sobre el de la derecha y el calor suministrado por la resistencia. (Sol: $T_{izda} = 1638 \text{ K}$, $T_{dcha} = 546 \text{ K}$, $W = 5493 \text{ J}$ y $Q = 32960 \text{ J}$)



15. Una locomotora choca contra un amortiguador neumático formado por dos cilindros gemelos de 25 cm de diámetro y 75 cm de longitud donde hay aire a 100 kPa y 22 °C, haciendo retroceder 60 cm los émbolos del cilindro. Calcular la presión y la temperatura final del aire encerrado y el trabajo de compresión en cada cilindro suponiendo que el proceso es adiabático. ($c_v=20.78 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$, $\gamma=1.4$) (Sol: 952 kPa, 562 K, -8322 J)



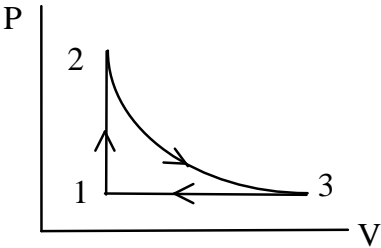
16. Un mol de gas ideal ($\gamma=1.4$) recorre el ciclo de Carnot de la figura. En A la presión es de 25 atm y la temperatura de 600 K. En el punto C, la presión es de 1 atm y la temperatura de 400K. Calcular la presión y el volumen en todos los puntos del ciclo, el trabajo realizado por el ciclo y el rendimiento. (Sol: $W=2990.6 \text{ J}$, $\text{rendimiento}=0.33$)



17. Un motor de Carnot funciona entre dos focos de 300 y 400K. Si en cada ciclo el motor recibe 1200 cal del foco a 400K ¿Cuánto calor cede al foco frío? Si el motor funciona como frigorífico y absorbe 1200 cal del foco frío ¿Cuánto calor cede al foco caliente? (Sol: -900 cal, -1600 cal)

18. Un mol de un gas ideal ($\gamma=1.4$) está inicialmente a la presión de una atmósfera y a una temperatura de 0 °C. El gas se calienta a volumen constante hasta una temperatura $T_2 = 150 \text{ }^{\circ}\text{C}$ y después se expande adiabáticamente hasta que su presión es de nuevo de una atmósfera. El gas se comprime ahora a presión constante hasta volver al estado inicial.

- Dibujar el diagrama PV del ciclo completo
- ¿Cuál es la temperatura T_3 a la que llega después de la expansión adiabática? (Sol: 373.2 K)
- Calcular el rendimiento del ciclo (Sol: 0.06)
- Calcular el rendimiento de un motor de Carnot que opere entre las mismas temperaturas extremas. (Sol: 0.35)

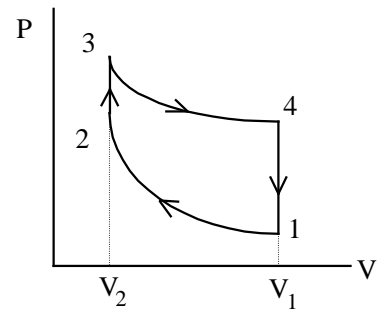
19. La sustancia activa de una máquina térmica es un mol de un gas ideal ($c_p' = 20.79 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$). El ciclo empieza con una presión $P_1 = 1 \text{ atm}$ y $V_1 = 24.6 \text{ l}$. A continuación el gas se calienta a volumen constante hasta que su presión es $P_2 = 2 \text{ atm}$. Luego se expande a presión constante hasta que alcanza un volumen de 32 l . Después el gas se expande a temperatura constante hasta que su presión vuelve a ser una atmósfera. Para finalizar, realiza un proceso a presión constante hasta que vuelve al estado inicial.
- Dibujar el diagrama PV del ciclo.
 - Calcular el trabajo realizado, el calor añadido y la variación de energía interna en cada etapa del ciclo. (Sol: $\Delta U_{12} = 3740 \text{ J}$, $Q_{12} = 3740 \text{ J}$, $W_{12} = 0$, $\Delta U_{23} = 2251 \text{ J}$, $Q_{23} = 3753 \text{ J}$, $W_{23} = 1502 \text{ J}$, $\Delta U_{34} = 0 \text{ J}$, $Q_{34} = 4496 \text{ J}$, $W_{34} = 4496 \text{ J}$, $\Delta U_{41} = -5990 \text{ J}$, $Q_{41} = -9990 \text{ J}$, $W_{41} = -4000 \text{ J}$)
 - Hallar el rendimiento del ciclo. (Sol: 0.12)
20. 10 moles de un gas diatómico ($\gamma = 1.4$) se encuentran inicialmente a una presión de $P_A = 5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ y ocupando un volumen de $V_A = 249 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$. Se expande adiabáticamente (proceso AB) hasta ocupar un volumen $V_B = 479 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$. A continuación el gas experimenta una transformación isoterma (proceso BC) hasta una presión $P_C = 1 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. Posteriormente se comprime isobáricamente (proceso CD) hasta el volumen inicial. Por último, experimenta una transformación a volumen constante (proceso DA) que le devuelve al estado inicial.
- Representar gráficamente este ciclo en un diagrama P-V.
 - Calcular el valor de las variables termodinámicas desconocidas en los estados A, B, C y D. (Sol: $P_A = 5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, $V_A = 249 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$, $T_A = 1530 \text{ K}$, $P_B = 2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, $V_B = 479 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$, $T_B = 1178 \text{ K}$, $P_C = 1 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, $V_C = 958 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$, $T_C = 1178 \text{ K}$, $P_D = 1 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, $V_D = 249 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$, $T_D = 306 \text{ K}$)
 - Hallar el calor, el trabajo y la variación de energía interna, en julios, en cada etapa del ciclo. (Sol: $\Delta U_{AB} = -71544 \text{ J}$, $Q_{AB} = 0 \text{ J}$, $W_{AB} = 71544 \text{ J}$, $\Delta U_{BC} = 0 \text{ J}$, $Q_{BC} = 66384 \text{ J}$, $W_{BC} = 66384 \text{ J}$, $\Delta U_{CD} = -177234 \text{ J}$, $Q_{CD} = -248128 \text{ J}$, $W_{CD} = -70900 \text{ J}$, $\Delta U_{DA} = 248778 \text{ J}$, $Q_{DA} = 248778 \text{ J}$, $W_{DA} = 0 \text{ J}$)
 - Calcular el rendimiento. (Sol: 0.21)
21. Un motor trabaja con 0.1 moles de un gas ideal monoatómico, siguiendo el ciclo de la figura con $T_1 = 300 \text{ K}$, $P_1 = 1 \text{ atm}$ y $T_2 = 600 \text{ K}$. El proceso 2-3 es isoterma. Encontrar
- Presión, volumen y temperatura en todos los puntos del ciclo. (Sol: $P_1 = 1.013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, $V_1 = 2.462 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$, $T_1 = 300 \text{ K}$, $P_2 = 2.026 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, $V_2 = 2.462 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$, $T_2 = 600 \text{ K}$, $P_3 = 1.013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, $V_3 = 4.924 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$, $T_3 = 600 \text{ K}$)
 - Calor, trabajo y variación de energía interna en todos los procesos. (Sol: $\Delta U_{12} = 372.30 \text{ J}$, $Q_{12} = 372.30 \text{ J}$, $W_{12} = 0$, $\Delta U_{23} = 0$, $Q_{23} = 345.77 \text{ J}$, $W_{23} = 345.77 \text{ J}$, $\Delta U_{31} = -372.30 \text{ J}$, $Q_{31} = -621.60 \text{ J}$, $W_{31} = -249.30 \text{ J}$, $\eta = 0.134$)
 - Rendimiento de este ciclo como motor térmico. (Sol: 0.134)
- 
22. Una masa de un gas ($\gamma = 1.67$) a 27°C y a una presión de 2 atmósferas ocupa un volumen de 0.05 m^3 en un estado inicial 1. El gas se expande adiabáticamente hasta alcanzar otro estado 2 y, a continuación, se calienta a volumen constante hasta alcanzar un estado 3 desde el cual, en un proceso isoterma, vuelve al estado inicial. El trabajo realizado por el gas en el proceso adiabático es de 800 calorías.
- Representar los procesos en un diagrama PV
 - Calcular la presión volumen y temperatura en los estados 1, 2 y 3. (Sol: $P_1 = 2 \text{ atm}$, $V_1 = 50 \text{ l}$, $T_1 = 300 \text{ K}$, $P_2 = 1.08 \text{ atm}$, $V_2 = 72.4 \text{ l}$, $T_2 = 234 \text{ K}$, $P_3 = 1.38 \text{ atm}$, $V_3 = 72.4 \text{ l}$, $T_3 = 300 \text{ K}$)
 - Calcular el trabajo, calor y variación de energía interna en todos los procesos, expresados en julios. (Sol: $\Delta U_{12} = -3349 \text{ J}$, $Q_{12} = 0 \text{ J}$, $W_{12} = 3349 \text{ J}$, $\Delta U_{23} = 3349 \text{ J}$, $Q_{23} = 3349 \text{ J}$, $W_{23} = 0 \text{ J}$, $\Delta U_{31} = 0 \text{ J}$, $Q_{31} = -3749 \text{ J}$, $W_{31} = -3749 \text{ J}$)
 - ¿Qué representa este ciclo: un motor o un refrigerador? De acuerdo con la respuesta a esta pregunta, evaluar su rendimiento. (Sol: 8.4)

23. Una máquina térmica trabaja con 1 mol de un gas ideal ($c_v=3R/2$ and $c_p=5R/2$). El ciclo comienza a 1 atm de presión y 24.6 l de volumen. En primer lugar el gas se calienta a volumen constante hasta que la presión se duplica. Entonces se expande a presión constante, hasta duplicar el volumen. En tercer lugar el gas se enfría a volumen constante, recuperando de nuevo la presión inicial de 1 atm. Finalmente, el gas se comprime a presión constante, recuperando el volumen inicial. Todos los procesos se realizan de forma reversible

- Dibujar el diagrama PV del proceso completo,
- Encontrar el calor, trabajo y la variación de energía interna en todos los procesos. (Sol: $\Delta U_{12}=3738 \text{ J}$, $Q_{12}=3738 \text{ J}$, $W_{12}=0$, $\Delta U_{23}=7476 \text{ J}$, $Q_{23}=12460 \text{ J}$, $W_{23}=4984 \text{ J}$, $\Delta U_{34}=-7476 \text{ J}$, $Q_{34}=-7476 \text{ J}$, $W_{34}=0$, $\Delta U_{41}=-3738 \text{ J}$, $Q_{41}=-6230 \text{ J}$, $W_{41}=-2492 \text{ J}$)
- Encontrar la eficiencia termodinámica de este ciclo y compararla con la de un ciclo de Carnot operando entre idénticas temperaturas máxima y mínima. (Sol: 0.154, 0.75)

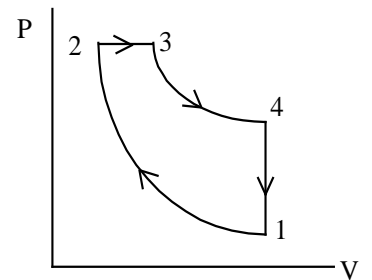
24. Un motor de combustión sigue el ciclo de la figura (ciclo de Otto) donde los procesos 1-2 y 3-4 son adiabáticos. El ciclo comienza en el punto 1 tomando 0.1 moles de aire seco ($\gamma=1.40$) a presión atmosférica y temperatura ambiente (22 °C). Sabemos que la relación de compresión $r=V_1/V_2=8$ y que el trabajo producido por el ciclo es 1600 J. Encontrar:

- Presión del punto 3. (Sol: 55 atm)
- El punto de máxima temperatura y su valor. (Sol: 2041 K)



25. El ciclo de la figura se denomina ciclo Diesel. Supongamos que un motor describe este ciclo, donde todos los procesos son reversibles, usando 0.05 moles de aire (consideraremos que el aire es un gas ideal, básicamente diatómico y de constante adiabática $\gamma=1.4$) y que la relación de compresión $r=V_1/V_2=15$. En el ciclo $P_1=1 \text{ atm}$, $T_1=25 \text{ °C}$ y $V_3=2V_2$. Los procesos 1-2 y 3-4 son adiabáticos. Encontrar:

- Presión, volumen y temperatura en todos los puntos. . (Sol: $P_1=1.013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, $V_1=1.224 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$, $T_1=298.15 \text{ K}$, $P_2=44.89 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, $V_2=8.157 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$, $T_2=880.8 \text{ K}$, $P_3=44.89 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, $V_3=16.31 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$, $T_3=1762 \text{ K}$, $P_4=2.673 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, $V_4=1.224 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$, $T_4=787.2 \text{ K}$)
- Transferencia de calor, variación de energía interna y trabajo en todos los procesos. . (Sol: $\Delta U_{12}=605.66 \text{ J}$, $Q_{12}=0$, $W_{12}=-605.66 \text{ J}$, $\Delta U_{23}=916.01 \text{ J}$, $Q_{23}=1282.41 \text{ J}$, $W_{23}=366.40 \text{ J}$, $\Delta U_{34}=-1013.30 \text{ J}$, $Q_{34}=0$, $W_{34}=1013.30 \text{ J}$, $\Delta U_{41}=-508.37 \text{ J}$, $Q_{41}=-508.37 \text{ J}$, $W_{41}=0$)
- Rendimiento del ciclo como motor y compararlo con un ciclo de máximo rendimiento trabajando con idénticos focos de temperatura. (Sol: 0.604, 0.831)



26. Una nevera desarrolla un ciclo de refrigeración que absorbe calor del congelador a un ritmo de $192 \cdot 10^3 \text{ KJ}$ por día, cuando la temperatura del congelador es de -5 °C y la temperatura del aire de alrededor de la nevera es 22 °C. Determinar la potencia mínima para accionar esta nevera (Sol: 224 W)

27. Una bomba de calor reversible proporciona 20 kW para calentar una casa. La temperatura fuera de la casa es de -10 °C y en el interior de 20 °C. a) ¿Cuál es el coeficiente de eficiencia de esta bomba de calor?, b) ¿Cuál es la mínima potencia que deberá proporcionar el motor de la bomba para trabajar entre esas dos temperaturas?, c) Si la eficiencia del motor de la bomba es del 60%, ¿Cuál es la mínima potencia del motor? (Sol: a) 9.77, b) 2.05 kW, c) 3.41 kW)

28. El congelador de una nevera y sus contenidos se encuentran a 5°C y tienen una capacidad calorífica total de 84 kJ K^{-1} . El congelador está trabajando en una habitación a 25°C . ¿Cuál es la mínima potencia que tendrá que tener el motor del congelador si queremos reducir la temperatura del congelador y de sus contenidos en 1°C en un minuto? (Sol: 101 W)
29. Un cilindro con un pistón móvil está hecho de un material muy buen conductor del calor. El cilindro contiene n moles de un gas ideal ($\gamma=1.50$) y su volumen se controla mediante el pistón móvil. Todo el sistema está sumergido en un baño de agua que se mantiene a temperatura T_0 constante. Inicialmente la presión del gas es 1 atm y todo el sistema se encuentra en equilibrio térmico. A partir de esta situación se realizan las siguientes acciones sobre el gas contenido en el cilindro: 1.- mediante un movimiento rápido, se empuja el pistón comprimiendo el gas hasta un volumen $\frac{1}{4}$ del inicial. 2.- En esta situación se espera el tiempo suficiente para que se restablezca el equilibrio térmico con el baño de temperatura constante. 3. Mediante un movimiento suave y lento, manteniendo el sistema en equilibrio con el baño del agua, se mueve el pistón haciendo que el gas recupere su volumen inicial. Encontrar:
- La máxima temperatura del gas. (Sol: $2T_0$)
 - La máxima presión del gas. (Sol: $8P_0$)
 - El calor transferido en el proceso completo. (Sol: $nRT_0(\ln 4 - 2)$)
30. Un investigador está desarrollando un nuevo tipo de motor que funciona siguiendo un ciclo formado por tres procesos como se detalla a continuación. El ciclo comienza con un volumen de 0.4 l de un gas ideal ($\gamma=1.55$) a 300 K y 1 atm de presión. El primer proceso consiste en una compresión isoterma con una relación de compresión $r=2$. Después el gas sufre un proceso a volumen constante, durante el cual la presión se cuadruplica. Finalmente el gas recupera su estado inicial mediante un proceso que obedece a la ecuación $P=aV^b$, siendo a y b constantes. El investigador está interesado en conocer el rendimiento de este ciclo y compararlo con el rendimiento de un ciclo de Carnot que funcione con las mismas temperaturas máxima y mínima. (Sol: $0.149, 0.75$)

