Problemas—Sección 1.7

1.7-1. Un cilindro provisto de un pistón contiene un gas a una presión P. La sección transversal del pistón es 10 cm^2. El pistón se desplaza hacia el interior 1 mm. El trabajo requerido para desplazar el pistón es 0,035 cal. Hállese la presión P en atmósferas.

1.7-2. ¿Cuál es el precio de la energía requerida para elevar una tonelada de material a lo alto del Empire State Building (381 m de altura) si la energía se compra a la compañía de electricidad al precio de 3,63 Pta/kwh?

1.7-3. Un sistema dado es tal que un cambio adiabático cuasiestático en el volumen para números de moles constantes da lugar a un cambio en la presión de acuerdo con la ecuación

$$P = \text{constante } V^{-5/3}$$

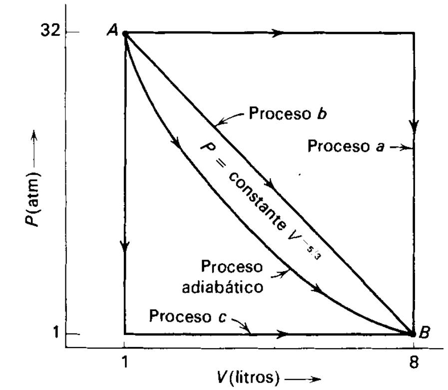
Hállese el trabajo cuasiestático realizado sobre el sistema y el calor neto aportado al mismo en cada uno de los tres procesos que se indican en la figura. Cada proceso se inicia en el estado 4, con una presión de 32 atm y un volumen de 1 litro, y todos ellos terminan en el estado B, con una presión de 1 atm y un volumen de 8 litros.

Proceso a: El sistema se expande desde su volumen inicial al final, aportándosele calor para mantener la presión constante. Se mantiene luego constante el volumen y se extrae calor para reducir la presión a 1 atm.

Proceso b: Se aumenta el volumen y se aporta calor para hacer que la presión disminuya linealmente con el volumen.

Proceso c: Se invierte el orden de las dos etapas del proceso *a*.

Respuesta para el proceso a: $W = -224$ atm-l
$Q = 188$ atm-l



1.7-4. Se instala una pequeña rueda de paletas en el sistema del problema 1.7-3. Su eje se pasa a través de la pared del sistema y se impulsa a 240 rps mediante un motor externo. El par de torsión viscoso en la rueda de paletas es entonces 10^4 dina-cm. Si se deja que el motor realice así trabajo sobre el sistema mientras el volumen se mantiene constante y el sistema permanece aislado adiabáticamente, se encuentra que la presión aumenta a un ritmo dado por

$$\frac{dP}{dt} = \frac{2}{3V} T\omega$$

donde T es el par de torsión viscoso y ω es la velocidad angular de la rueda de paletas.

Utilizando el proceso anterior y el proceso de expansión adiabática descrito en el problema 1.7-3, hállese la energía interna de cualquier estado de equilibrio con presión P y volumen V arbitrarios. Tómese el estado A ($P = 32$ atm, $V = 1$ litro) como estado de referencia.

¿Cuáles son las cantidades de calor puestas en juego en cada etapa separada del proceso a en el problema 1.7-3? ¿Y en cada etapa del proceso c?

Respuesta: Cantidad de calor en la primera etapa del proceso $a = 560$ atm-l.

1.7-5. Se ha encontrado que 2 moles de un sistema particular de un solo componente presentan una dependencia de su energía interna U respecto a su presión y su volumen dada por

$$U = APV^2 \qquad (\text{para } N = 2)$$

donde A = 10 cm^{-3}. Compruébese que al duplicar el sistema se duplica el volumen, la energía y el número de moles, pero la presión permanece inalterada; escríbase la dependencia completa de U respecto a P, V y N para un número de moles arbitrario.

Respuesta: $U = BPV^2/N, \qquad B = 20$ cm^{-3}.

1.7-6. Aceptando que el sistema de los problemas 1.7-3 y 1.7-4 es de un solo componente, demuéstrese que la dependencia funcional completa de U respecto a P, V y N es, de hecho, independiente de N.

1.7-7. Un sistema particular de un solo componente constituido por 1 mol presenta líneas adiabáticas de la forma $PV^{5/3}$ = constante. El sistema está provisto de un agitador, como en el problema 1.7-4. Cuando el agitador realiza determinada cantidad de trabajo, $đW$, el incremento de presion dP (a volumen constante) está dado por

$$đW = (\tfrac{3}{2} V + V^{5/3})\, dP$$

Encuéntrese la energía interna en función de P, V y N.

1.7-8. Demuéstrese que si un sistema de un solo componente es tal que PV^k es constante en un proceso adiabático (siendo k una constante positiva), la energía es

$$U = \frac{1}{k-1} PV + Nf(PV^k/N^k)$$

donde f es una función arbitraria.

Sugerencia: demuéstrese primero que $U - \dfrac{1}{k-1} PV$ es constante en toda adiabática.