P. Universidad Católica de Chile
FIZ0211: Termodinámica y Teoría Cinética
Profesor: M. Bañados
Primer semestre de 2011

Tarea 1

Fecha de entrega: Miércoles 6 de Abril (en ayudantía)

Problema 1. Para un cierto sistema se encuentra que si el volumen se mantiene constante en el valor V_0 y la presión se varía desde P_0 hasta un valor arbitrario P', el calor transferido al sistema es

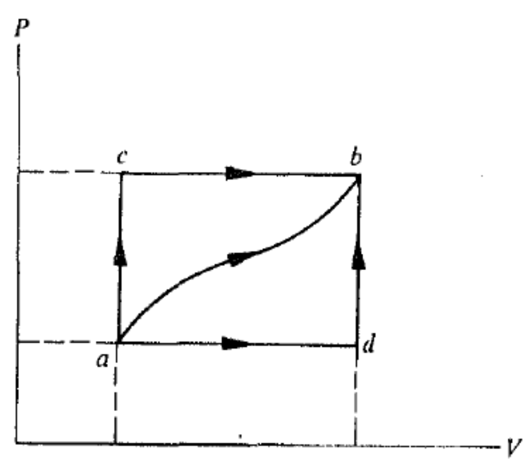
$$Q' = A(P' - P_0),$$

donde A es una constante positiva. Además, se sabe que las adiabatas del sistema son de la forma

$$PV^\alpha = \text{constante},$$

con $\alpha > 1$. Encuentre la energía $U(P, V)$ del sistema en términos de P_0, V_0, A, $U_0 \equiv U(P_0, V_0)$ y α.

Problema 2. Cuando un sistema pasa del estado a al estado b (ver figura), a lo largo de la trayectoria acb, recibe un flujo de calor de 80 J y el sistema realiza un trabajo de 30 J. (a) ¿Cuánto calor fluye en el sistema a lo largo de adb si el trabajo realizado es 10 J? (b) El sistema vuelve del estado b al estado a a lo largo de la trayectoria curva. El trabajo realizado es 20 J. ¿Cuánto calor absorbe o cede el sistema? (c) Si $U_a = 0$ y $U_d = 40$ J, determine el calor absorbido en los procesos ad y db (notar el orden de los procesos).



La eficiencia de un ciclo se define como la razón entre el trabajo total $|W|$ hecho por el sistema (aquí $|W| = -W$, pues el sistema hace trabajo, y luego $W < 0$ en nuestra convención de signo) y el calor absorbido por el sistema. Como en un ciclo se cumple que $\Delta U = 0$, se tiene que $|W| = Q_{\text{neto}} = Q_{\text{in}} + Q_{\text{out}} = |Q_{\text{in}}| - |Q_{\text{out}}|$, donde Q_{in} y Q_{out} son los calores absorbido y cedido por el sistema, respectivamente. De esto se deduce la siguiente fórmula para la eficiencia de un ciclo:

$$\eta = \frac{|W|}{Q_{\text{in}}} = 1 - \left| \frac{Q_{\text{out}}}{Q_{\text{in}}} \right| .$$

Para los siguientes ciclos, suponga que el sistema corresponde a un gas ideal, en el que $\gamma = C_P/C_V$ es una constante conocida (de modo que la ecuación adiabática se escribe como $PV^\gamma =$ const.).

Problema 3. Ciclo de Lenoir (figura de la izquierda): aquí el proceso $A \to B$ es isocórico, el proceso $B \to C$ es adiabático, y el proceso $C \to A$ es isobárico. Demuestre que la eficiencia del ciclo es

$$\eta = 1 - \gamma \left(\frac{r-1}{r^\gamma - 1} \right),$$

donde $r = V_C/V_A$ $(r > 1)$ es la razón de compresión.

Problema 4. Ciclo de Brayton-Joule (figura de la derecha): aquí los procesos $A \to B$ y $C \to D$ son adiabáticos, y los procesos $B \to C$ y $D \to A$ son isobáricos. Demuestre que la eficiencia del ciclo es

$$\eta = 1 - \beta^{\frac{\gamma-1}{\gamma}},$$

donde $\beta = P_A/P_B$ $(\beta < 1)$ es la razón de presiones.