

1. Si enunci il secondo principio della termodinamica nella formulazione di Kelvin-Planck.
2. Un blocco di ghiaccio alla temperatura $T_0 = 273^\circ K$ viene posto a contatto con un blocco di ferro alla temperatura $T_1 = 360^\circ K$, in modo che, ad equilibrio raggiunto, una frazione di ghiaccio si è sciolta. La capacità termica del blocco, costante con la temperatura, è $c = 6 \text{ kJ}/^\circ K$, mentre il calore latente di fusione dell'acqua è $\lambda = 3.3 \cdot 10^5 \text{ J/Kg}$. Calcolare:
 - (a) La quantità di ghiaccio fuso;
 - (b) La variazione di entropia del sistema;
 - (c) La variazione di energia interna del sistema.

L'equilibrio termodinamico si raggiunge con lo scambio di calore tra ghiaccio e blocco:

$$m = c \frac{(T_1 - T_0)}{\lambda} = 1.58 \text{ Kg}$$

La variazione di entropia totale è la somma della variazione di entropia del ghiaccio (a temperatura costante) e del ferro (con la temperatura che varia tra T_1 e T_0):

$$\Delta S = \Delta S_g + \Delta S_f = \frac{m\lambda}{T_0} + c \log \frac{T_0}{T_1} = 252.2 \text{ J/K.}$$

Non c'è scambio di calore con l'esterno, nè lavoro prodotto, dunque

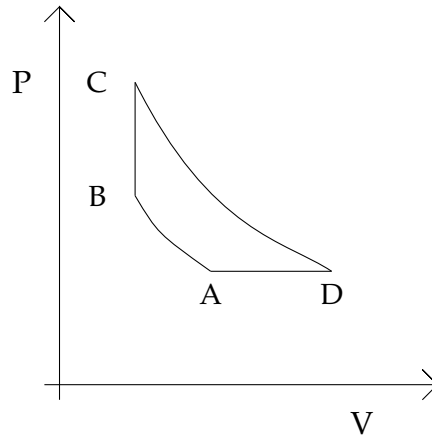
$$\Delta U = 0.$$

3. Una macchina termodinamica lavora compiendo cicli tra due sorgenti A e B a temperatura costante, con $T_B > T_A$, assorbendo i calori Q_A e Q_B e producendo lavoro $L > 0$. Il rendimento della macchina è:

$$\eta \leq 1 - \frac{T_B}{T_A}, \quad \boxed{\eta = 1 + \frac{Q_A}{Q_B}}, \quad \eta = 1 - \frac{T_A}{T_B}, \quad \boxed{\eta = \frac{L}{Q_B}}, \quad \eta = \frac{L}{Q_A}.$$

4. Una mole di gas ideale biatomico compie un ciclo reversibile costituito da due trasformazioni adiabatiche AB e CD , collegate da una trasformazione isocora BC e da una isobara DA . Le temperature del gas negli stati A , C e D sono rispettivamente $T_A = 270^\circ K$, $T_C = 600^\circ K$ e $T_D = 300^\circ K$. Si calcoli
 - (a) la temperatura dello stato B ;
 - (b) il lavoro prodotto nel ciclo;

(c) il rendimento η del ciclo.



AB e CD sono adiabatiche, dunque vale $T_A V_A^{\gamma-1} = T_B V_B^{\gamma-1}$ e $T_C V_C^{\gamma-1} = T_D V_D^{\gamma-1}$ e vale anche $V_B = V_C$ e $V_D T_A = V_A T_D$ (isobara). Dunque

$$T_B = T_C (T_A / T_D)^\gamma = 517.7\text{K}.$$

Per il primo principio della termodinamica

$$L = Q_{BC} + Q_{DA} = n c_V (T_C - T_B) + n c_P (T_D - T_A) = 837.6\text{J}.$$

Infine, l'unico calore assorbito è $Q_{BC} = 1710.6\text{J}$, dunque

$$\eta = L / Q_{BC} = 0.49.$$