

PROBLEMA 9.17

Lavoro da un termos di caffè III **

Il sistema è ancora quello precedente, ma cambiamo ancora le regole del gioco. Possiamo solo trasferire calore dal termos all'ambiente mediante una macchina termica ciclica, o lasciare il pistone libero di muoversi.

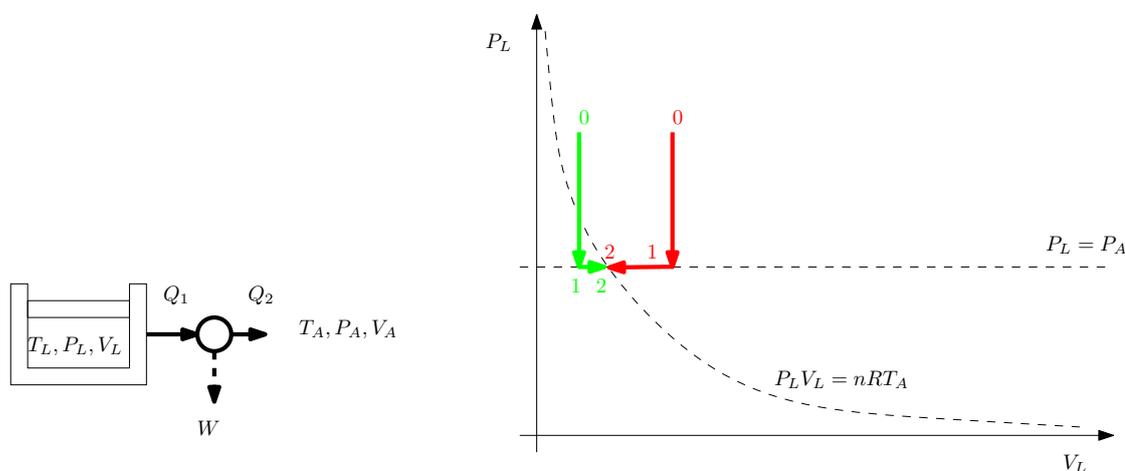
Soluzione

Figura 9.13.: La trasformazione rappresentata nel piano P_L, V_L . Si tratta di una isocora (pistone bloccato) seguita da un'isobara (pistone libero). I colori rosso e verde si riferiscono a due diverse condizioni iniziali.

Dobbiamo portare la pressione e la temperatura del termos agli stessi valori dell'ambiente. Utilizzeremo una macchina termica reversibile per trasferire calore dal termos all'ambiente esterno. La macchina lavora come schematizzato in Figura 9.13. Dato che dobbiamo lavorare in maniera reversibile per prima cosa lasceremo il pistone fissato, ed estrarremo calore fino a quando la pressione del gas sarà uguale a quella ambientale. Avremo quindi una trasformazione reversibile a volume costante nella quale

$$Q_1 = -C(T_1 - T_0) = -C \left(\frac{P_A V_0}{nR} - \frac{P_0 V_0}{nR} \right)$$

e

$$\Delta S = C \log \frac{T_1}{T_0} + \frac{Q_2}{T_A} = 0$$

dato che l'entropia non deve cambiare. Il lavoro ottenuto in questa prima fase sarà

$$W_1 = Q_1 - Q_2 = \frac{C V_0}{nR} (P_0 - P_A) + C T_A \log \frac{T_1}{T_0}$$

Adesso possiamo liberare il pistone e far raggiungere al gas la temperatura finale. A seconda delle condizioni iniziali per fare questo dovremo estrarre ancora calore (caso rappresentato in rosso nella figura) o aggiungerlo (caso rappresentato in verde). Avremo comunque

$$Q_1 = -(C + nR)(T_A - T_1)$$

e

$$\Delta S = (C + nR) \log \frac{T_A}{T_1} + \frac{Q_2}{T_A} = 0$$

che danno una seconda frazione di lavoro utile uguale a

$$W_2 = Q_1 - Q_2 = -(C + nR)(T_A - T_1) + (C + nR) T_A \log \frac{T_A}{T_1}$$

Il totale

$$W = W_1 + W_2 = C(T_0 - T_A) + (C + nR) T_A \log \frac{T_A}{T_0} + P_A (V_0 - V_2) + nRT_A \log \frac{P_0}{P_A}$$

coincide ancora una volta coi risultati ottenuti precedentemente.