

Università degli Studi di Siena  
Corso di Laurea FTA - A.A. 2015/16  
Corso di Fluidi e Termodinamica  
Esame del 22/6/2016

- 1) Ad una boa di volume 200 l e massa 20 kg è appesa una catena di massa 100 kg e volume trascurabile. Alla catena è attaccato un corpo di volume trascurabile. Qual è la massima massa di tale corpo, in modo che non affondi? Se invece si appenda una massa pari a metà di quella massima, che frazione di volume della boa affiora?
  
- 2) Un cilindro adiabatico munito di pistone perfettamente scorrevole, contiene  $n = 5$  mol di gas ideale biatomico in equilibrio. Raddoppiando bruscamente la pressione esterna, il gas raggiunge lo stato di equilibrio finale. Sapendo che volume e temperatura iniziali sono  $V_1$  e  $T_1 = 300\text{K}$ , calcolare la variazione di entropia tra i due stati.
  
- 3) Un gas perfetto biatomico inizialmente alla pressione  $p_0$ , si espande reversibilmente fino ad un volume finale doppio di quello iniziale  $V_0$ . Calcolare il lavoro compiuto assumendo due differenti trasformazioni: isoterma e adiabatica.  
In quale trasformazione il lavoro fatto dal sistema è maggiore?  
Calcolare inoltre la variazione di energia interna e il calore scambiato in ciascuna trasformazione.

## SOLUZIONI

1)

$$\text{a) } m_{boa}g + m_{catena}g + m_xg - V_{boa}\rho_{acqua}g = 0;$$

$$m_x = V_{boa}\rho_{acqua} - m_{boa} - m_{catena} = 80 \text{ Kg};$$

$$\text{b) } m_{boa}g + m_{catena}g + m_xg/2 - (1 - f)V_{boa}\rho_{acqua}g = 0;$$

$$f = 1 - \frac{m_{boa} + m_{catena} + m_x/2}{V_{boa}\rho_{acqua}} = 20 \text{ \%}.$$

2)

Dalla prima legge della termodinamica, per  $Q = 0$  si ha

$$\Delta U = -\mathcal{L}, \quad \Rightarrow \quad nC_V(T_2 - T_1) = 2p_1(V_1 - V_2).$$

Tenendo presente l'equazione di stato, si ricava

$$nC_V(T_2 - T_1) = 2p_1 \left( \frac{nRT_1}{p_1} - \frac{nRT_2}{2p_1} \right).$$

Da cui

$$T_2 = \frac{2\gamma - 1}{\gamma} T_1 = 385,7 \text{ K},$$

essendo, per un gas biatomico,  $\gamma = 1,4$ .

La variazione di entalpia risulta

$$\Delta H = \Delta U + \Delta(pV) = C_p(T_2 - T_1) = 12,46 \text{ kJ}.$$

La variazione di entropia:

$$\Delta S = nC_V \ln \frac{T_2}{T_1} + nR \ln \frac{V_2}{V_1} = nC_V \ln \frac{T_2}{T_1} + nR \ln \frac{T_2}{2T_1} = 7,8 \text{ J/K},$$

dove si è tenuto conto dell'equazione di stato.

3) trasformazione da  $p_0 V_0$  a  $2V_0$

Non si conoscono né il numero di moli né la temperatura iniziale.  
Poiché le trasformazioni sono reversibili si può calcolare il lavoro come

$$L = \int_{V_0}^{2V_0} p dV$$

Adiabatica  $pV^\gamma = p_0V_0^\gamma$  dove  $\gamma = 7/5$

$$L_{adiab} = \int_{V_0}^{2V_0} p dV = \int_{V_0}^{2V_0} \frac{p_0V_0^\gamma}{V^\gamma} dV = \left. \frac{p_0V_0^\gamma}{1-\gamma} V^{1-\gamma} \right]_{V_0}^{2V_0} = \frac{p_0V_0}{1-\gamma} [2^{1-\gamma} - 1] = \frac{5p_0V_0}{2} [1 - 2^{-2/5}]$$

Isoterma  $pV = p_0V_0$

$$L_{isot} = \int_{V_0}^{2V_0} p dV = \int_{V_0}^{2V_0} \frac{p_0V_0}{V} dV = p_0V_0 \ln(V) \Big|_{V_0}^{2V_0} = p_0V_0 \ln 2$$