

1. Írja le az entrópia függvény tulajdonságait! (2 pont)
 2. Egy egykomponensű termodinamikai rendszer energia-alapú fundamentális egyenlete

$$U = \frac{S^3}{nV} \left(\frac{R}{\vartheta} \right)^{2/3},$$

ahol $R > 0$ és $\vartheta > 0$ konstansok.

- a) Adja meg a rendszer entrópia-alapú fundamentális egyenletét! (1 pont)
 b) Írja fel az állapotegyenleteket! (1 pont)
 c) Írja fel a nyomást az T, V és n változók függvényében! (2 pont)
 d) Írja fel az adiabata egyenletét ebben a rendszerben! (2 pont)
 e) Mutassa meg, hogy a III. és IV. axiómák érvényesek erre a rendszerre! (2 pont)
3. Három folyamatból álló ciklust végzünk ideális gázzal ($A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$). A rendszer belsőenergia-függvénye: $U = 1,5pV + \text{const}$. Az $A \rightarrow B$ folyamat izoterm, a $B \rightarrow C$ izochor, a $C \rightarrow A$ adiabatikus. Az állapotok koordinátái ($V_A = 2 \text{ m}^3$, $p_A = 3,15 \text{ bar}$, $T_A = 187,70 \text{ K}$), ($V_C = 1 \text{ m}^3$, $p_C = 10 \text{ bar}$, $T_C = 297,95 \text{ K}$) és ($V_B = 1 \text{ m}^3$, $T_B = 187,70 \text{ K}$).

- a. Ábrázolja a fenti folyamatokat a P - V síkon! Mekkora a gáz anyagmennyisége? Mekkora a B állapotban a nyomás? (2 pont)
 b. Számítsa ki a munkavégzést, a hőközlést és a belső energia megváltozását a három folyamatban! (5 pont)

Szorgalmi feladat

- c. Ábrázolja az említett folyamatokat és pontokat a T - S síkon! (1 pont)
 d. Adja meg az adiabata egyenletét a P - V síkon! (2 pont)

4. Két gázállapotú rendszer a következő állapotegyenletekkel rendelkezik:

$$\frac{1}{T^{(1)}} = \frac{3}{2} R \frac{n^{(1)}}{U^{(1)}} \quad \text{és} \quad \frac{1}{T^{(2)}} = \frac{5}{2} R \frac{n^{(2)}}{U^{(2)}},$$

ahol R az egyetemes gázállandó. Az összetett rendszer izolált. A két rendszert kezdetben egy hőszigetelő, nem mozdítható fal választja el egymástól. Ekkor az első gáz anyagmennyisége $n^{(1)} = 5 \text{ mol}$, hőmérséklete $T^{(1)} = 300 \text{ K}$, míg a második gáz anyagmennyisége $n^{(2)} = 3 \text{ mol}$, hőmérséklete pedig $T^{(2)} = 400 \text{ K}$. Mennyi a rendszer összenergiája? Mi lesz az egyensúlyi hőmérséklet, ha a fal hőáteresztővé válik? Mennyi energiája lesz ekkor a részrendszereknek? (3 pont)

Szorgalmi feladat

Mennyi hőt ad le a rendszer, ha az egyensúly beállása után a teljes rendszert körülvevő adiabatikus falat diatermális falra cseréljük, és a rendszert $T = 273 \text{ K}$ hőmérsékletű termosztátba merítjük? (1 pont)

Hasznos összefüggések:

$$0 = SdT - VdP + \sum_{i=1}^k \mu_i dn_i \quad dn_A = -\nu_A d\xi \quad \sum_{i=1}^r \nu_i A_i = 0 \quad \left(\frac{\partial \mu}{\partial T} \right)_p = -S_m \quad \left(\frac{\partial \mu}{\partial p} \right)_T = V_m$$

$$\Delta U = Q + W \quad \alpha \equiv \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p \quad \kappa_T \equiv -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T \quad c_p \equiv \frac{T}{n} \left(\frac{\partial S}{\partial T} \right)_p \quad c_v \equiv \frac{T}{n} \left(\frac{\partial S}{\partial T} \right)_V \quad H = U + PV$$

$$G = U - TS + PV \quad dU = TdS - PdV + \sum_{i=1}^k \mu_i dn_i \quad dS = \frac{1}{T} dU + \frac{P}{T} dV - \sum_{i=1}^k \frac{\mu_i}{T} dn_i \quad dQ = TdS \quad dW = -PdV$$

$$\frac{\mu}{T} = - \left(\frac{\partial S}{\partial N} \right)_{V,U} \quad p = - \left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_{S,N} \quad F = U - TS$$