

Név:

Oktató: Bencze L. Sziráki L. Szalay Zs. Sor: Oszlop:

### I. Fizikai kémia ZH, 2010. március 18.

- Írja le a termodinamika második axiómáját! Mit nevezünk egyszerű rendszernek? (2 pont)
- Egy egykomponensű termodinamikai rendszer fundamentális egyenlete a következő:

$$s = s_0 + R \ln \left( \left( \frac{u}{u_0} \right)^c \frac{v}{v_0} \right),$$

ahol  $R > 0$ ,  $c > 0$ ,  $u_0 > 0$ ,  $s_0 > 0$  és  $v_0 > 0$  konstansok.

- Adja meg az  $S(U, V, N)$  és  $U(S, V, N)$  fundamentális egyenleteket! (1 pont)
  - Ellenőrizze a negyedik axióma érvényességét erre az egyenletre! (2 pont)
  - Adja meg a nyomást a hőmérséklet, a térfogat és az anyagsűrűség függvényében! (3 pont)
- Egy gázkeverék három folyamatból álló cikluson megy át. ( $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$ ). A rendszer belsőenergia-függvénye:  $U = 1,5 pV + \text{const}$ . A  $B$  ( $V_B = 0,0300 \text{ m}^3$ ) és  $C$  ( $V_C = 0,0500 \text{ m}^3$ ) pontok között a rendszert a  $P / \text{kPa} = 1,00 \cdot 10^2 + 1,00 \cdot 10^6 (0,0200 - V / \text{m}^3)^2$  görbén mozgatjuk, az  $A \rightarrow B$  folyamat izobár, a  $C \rightarrow A$  izochor.
    - Számolja ki a munkavégzést, a hőközlést és a belső energia megváltozását a három folyamatban. (3 pont)
    - Növeljük a rendszer térfogatát  $0,0500 \text{ m}^3$ -re, a  $B$  pontból indulva, a cikluson kívüli  $D$  pontig adiabatikus folyamatban (az adiabata egyenlete  $P^3 V^5 = \text{állandó}$ ). Számolja ki ekkor a munkavégzést, a hőközlést és a belső energia megváltozását! (2 pont)
    - Ábrázolja az említett folyamatokat és pontokat a  $P - V$  síkon! (1 pont)
  - $n$  mól ideális gáz adiabatikusan a  $T^7 P^{-2} = \text{konstans}$  egyenlet szerint az  $A (P, V, T)$  állapotból  $B (P/2, V_1, T_1)$  állapotba jut, a kezdeti nyomás  $P = 10^5 \text{ Pa}$ , a kezdeti hőmérséklet  $T = 300 \text{ K}$ .
    - \*\*Adja meg a  $V(T, P)$  függvény megváltozását ( $\Delta V$ ) a teljes differenciál felhasználásával! (+2 pont)
    - \*\*Számolja ki a  $\Delta U$ ,  $\Delta H$ ,  $Q$ ,  $W$ ,  $\Delta S$  mennyiségeket a folyamat során! (+2 pont)
  - Két, ideális gázt tartalmazó rendszer a következő állapotegyenletekkel rendelkezik:

$$\frac{1}{T_1} = \frac{5}{2} R \frac{n_1}{U_1} \quad \text{és} \quad \frac{1}{T_2} = \frac{7}{2} R \frac{n_2}{U_2}$$

A két rendszer anyagot át nem eresztő, hővezető és flexibilis fallal van elválasztva, a környezettől pedig teljesen el van szigetelve. Az egyensúly beállása után  $n_1 = 6 \text{ mol}$  és  $n_2 = 3 \text{ mol}$ ,  $V_1 = 6 \text{ dm}^3$  és  $U_1 = 10 \text{ kJ}$ .

- Mekkora a teljes rendszer energiája és térfogata, a részrendszerek hőmérséklete és nyomása? (2 pont)
- Az elválasztó dugattyút lerögzítjük, és hőszigetelő réteggel látjuk el. Ezután az 1-es részrendszerrel további  $10 \text{ kJ}$  energiát közlünk. Mekkora lesz ennek a részrendszernek a hőmérséklete, nyomása? (2 pont)
- Ezután a hőszigetelő réteget és a dugattyút rögzítését eltávolítjuk, majd megvárjuk, amíg beáll az egyensúly. Mekkora lesz ekkor az egyensúlyi hőmérséklet és nyomás, illetve a részrendszerek térfogata? (2 pont)

Összefüggések:

$$0 = SdT - VdP + \sum_{i=1}^k n_i d\mu_i \quad \alpha \equiv \frac{1}{V} \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_{P,n} \quad dn_A = -\nu_A d\xi \quad \sum_{i=1}^r \nu_i A_i = 0 \quad \left( \frac{\partial \mu}{\partial T} \right)_P = -s \quad \left( \frac{\partial \mu}{\partial P} \right)_T = v$$

$$\Delta U = Q + W \quad \kappa_T \equiv -\frac{1}{V} \left( \frac{\partial V}{\partial P} \right)_{T,n} \quad c_V = \frac{1}{n} \left( \frac{\partial U}{\partial T} \right)_{V,n} \quad P = -\left( \frac{\partial U}{\partial V} \right)_{S,n} \quad c_P = -\frac{1}{n} \left( \frac{\partial H}{\partial T} \right)_{P,n} \quad H = U + PV$$

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

$$\frac{\mu}{T} = -\left( \frac{\partial S}{\partial n} \right)_{V,U} \quad F = U - TS \quad G = H - TS \quad c_V \equiv \frac{T}{n} \left( \frac{\partial S}{\partial T} \right)_{V,n} \quad U = TS - PV + \sum_{i=1}^k \mu_i n_i \quad c_P \equiv \frac{T}{n} \left( \frac{\partial S}{\partial T} \right)_{P,n}$$