

1. (6p) 2.50 mol ideaalikaasua, jonka lämpökapasiteetti  $C_{V,m} = 3/2R$ , on lämpötilassa  $T = 450$  K ja paineessa  $P = 1.00$  bar. Kaasu laajenee reversiibelisti ja adiabaattisesti kunnes sen tilavuus kahdentuu. Tällöin sen lämpötila on 283 K. Laske  $q$ ,  $w$ ,  $\Delta U$ ,  $\Delta H$ ,  $\Delta S$ ,  $\Delta S_{surr}$ , ja  $\Delta S_{total}$ , kun ympäristön lämpötila on 300 K.
2. (3p) Standardinen muodostumisentalpia kaasumaiselle vedelle on  $\Delta H_{f,m}^{\circ}(H_2O, g) = -241.82$  kJ mol<sup>-1</sup>. Laske kaasumaisen veden muodostumisentalpia 100 °C lämpötilassa ja 1 bar paineessa. Oleta, että lämpökapasiteetit ovat lämpötilasta riippumattomia.

	H <sub>2</sub> O(g)	H <sub>2</sub> (g)	O <sub>2</sub> (g)
$C_p$ (J K <sup>-1</sup> mol <sup>-1</sup> )	33.58	28.82	29.36

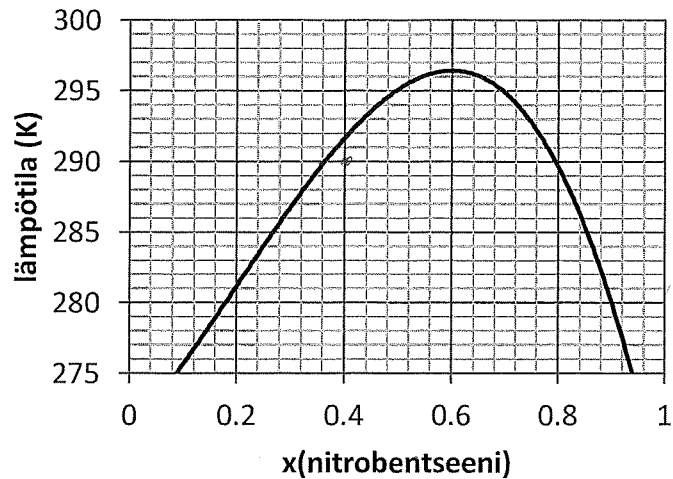
3. (6p) Laske  $\Delta H_m$  kun reaktio  $CO(g) + \frac{1}{2} O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$  tapahtuu 4 bar paineessa ja 298.15 K lämpötilassa. Reaktion  $\Delta H_m^{\circ} = -282.984$  kJ mol<sup>-1</sup> ja oletetaan, että lämpökapasiteetit eivät riipu paineesta. Lähde liikkeelle seuraavista yhteyksistä:

$$dH = TdS + VdP \text{ ja } \left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_P = \frac{C_P}{T}$$

4. (6p) Reaktio  $Fe_2N(s) + 3/2H_2(g) \rightleftharpoons 2Fe(s) + NH_3(g)$  on tasapainossa kokonaispaineessa 1 bar ja lämpötilassa 700 K. Tällöin  $\frac{P_{NH_3}}{P_{H_2}} = 2.165$ , kun reaktion alussa kaasufaasissa oli läsnä vain vetyä  $H_2(g)$  ja  $Fe_2N(s)$  on systeemissä ylimäärin.
- a) Laske tasapainovakio  $K_P$  lämpötilassa 700 K.
- b) Laske tasapainovakio  $K_P$  lämpötilassa, kun  $\Delta G_f^{\circ}(Fe_2N, s) = 12.6$  kJ mol<sup>-1</sup> ja  $\Delta G_f^{\circ}(NH_3, g) = -16.5$  kJ mol<sup>-1</sup>.
- c) Laske  $\Delta H_{reaktio}^{\circ}$  olettaen, että sen arvo ei muutu kyseisellä lämpötilavälillä.
5. (3p) Nestemäisen hiilitetrakloridin höyrynpaine 290 K lämpötilassa on 10.539 kPa ja 74.518 kPa lämpötilassa 340 K. Hiilitetrakloridin höyrystymisentalpia  $\Delta H_{vap} = 32.1$  kJ mol<sup>-1</sup>. Laske normaali kiehumispiste ja höyrystymisentropia,  $\Delta S_{vap}$ , normaalikiehumispisteessä hiilitetrakloridille.
6. (3p) Amalgaami, jossa 1.152 g metallia on liuotettu 100.0 g elohopeaa, lämmitetään kiehuvaaksi. Tällöin elohopean osapaine on 754.1 Torr ja kokonaispaine on 768.8 Torr. Oleta seoksen noudattavan Raoultin lakia ja laske on liuotetun metallin moolimassa?  $M_{Hg} = 200.59$  g mol<sup>-1</sup>

JATKUU KÄÄNTÖPUOLELLA!

7. (3p) Heksaani-nitrobentseeni –seoksen lämpötila-koostumus diagrammi on esitetty oheisessa kuvassa. Seos, jossa on 50 g heksaania (0.59 mol  $C_6H_{14}$ ) ja 50 g nitrobentseeniä (0.41 mol  $C_6H_5NO_2$ ), on lämpötilassa  $T = 290$  K. Mikä on muodostuneiden nestefaasien koostumus? Missä lämpötilassa muodostuu vain yksi faasi?



8. (6p) Hopeakloridi  $AgCl$  on niukkaliukoinen suola. Mittausten mukaan liuenneen hopeakloridin konsentraatio kylläisessä vesiliuoksessa  $25$  °C lämpötilassa on  $1.274 \times 10^{-5}$  mol  $dm^{-3}$ . Oleta, että Debye-Hückelin rajalaki on voimassa ja laske hopeakloridin liukoisuustulo.