

- Laske loppulämpötila,  $q$ ,  $w$ ,  $\Delta U$  ja  $\Delta H$ , kun yksiatominen ideaalikaasu ( $C_{v,m} = (3/2)R$ ) puristetaan lämpötilasta 300 K adiabaattisesti ja reversiibelisesti alkutilavuudesta 24,0 dm<sup>3</sup> mol<sup>-1</sup> tilavuuteen 2,20 dm<sup>3</sup> mol<sup>-1</sup>.
- Yksi mooli nestemäistä vettä on 100 °C lämpötilassa. Sen annetaan laajeta astiaan, johon on imetty tyhjiö, siten että loppupaine on 0.5 atm. Tällöin systeemi absorboi lämpöä 30 kJ mol<sup>-1</sup>. Laske prosessin  $w$ ,  $\Delta H$ ,  $\Delta S$  ja  $\Delta G$ . Veden höyrystymislämpö on 40.6 kJ mol<sup>-1</sup>.
- Veden ionitulo eli reaktion  $\text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^-$  tasapainovakio, on  $1.00 \times 10^{-14}$  mol<sup>2</sup> dm<sup>-6</sup> 25.0 °C:ssa ja  $1.45 \times 10^{-14}$  mol<sup>2</sup> dm<sup>-6</sup> 30.0 °C:ssa. Laske reaktion  $\Delta H^\circ$  ja  $\Delta S^\circ$ .
  - Laske veden ionitulo 37 °C:ssa.
- 20 g bentseeniä (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) sekoitetaan 250 g:aan toluenia (C<sub>7</sub>H<sub>8</sub>). Oleta liuoksen käyttäytyvän ideaalisesti. Laske puhtaiden aineiden höyrystymislämpö, bentseenin ja toluenin osapaineet seoksessa sekä seoksen kokonaishöyrystymislämpö lämpötilassa 298,15 K. Kiehumispisteet,  $T_b^\circ$  ja mooliset höyrystymisentalpiat ovat:

	$T_b^\circ$	$\Delta H_{\text{vap}}$
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	353,25 K	30,82 kJ mol <sup>-1</sup>
C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	383,78 K	39,20 kJ mol <sup>-1</sup>

- Tarkastele reaktiota  $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ , joka tapahtuu 1 dm<sup>3</sup>:n astiassa ja lämpötilassa 298,15 K. Reaktion alussa lähtöainetta NO<sub>2</sub> on läsnä 1,0 mol ja sen päättyessä tasapainoon 0,053 mol, kun taas tuotetta on 0,4735 mol. Standardiset Gibbsin energiat,  $G^\circ$ , ovat lähtöaineelle 51,39 kJ mol<sup>-1</sup> ja tuotteelle 97,89 kJ mol<sup>-1</sup>. Laske  $\Delta G$ :n ja  $\Delta A$ :n (Helmholzin energia) arvot. Perustelee näiden arvojen avulla reaktion spontaanisuutta.
- Yksi mooli ideaalikaasua lämmitetään reversiibelisti vakioaineessa ( $P_f = 3$  atm) lämpötilasta 300 K lämpötilaan 500 K. Kaasun molaarinen lämpökapasiteetti riippuu lämpötilasta seuraavasti:  $C_{p,m} = a + bT + cT^2$ , missä  $a$ ,  $b$  ja  $c$  ovat vakioita. Määritä
  - $\Delta H$  ja  $\Delta U$  vakioiden  $a$ ,  $b$  ja  $c$  avulla lausuttuna sekä työn  $w$  tarkka numeroarvo, sekä
  - Määritä  $\Delta H$  ja  $\Delta U$  vakioiden  $a$ ,  $b$  ja  $c$  avulla lausuttuna sekä työn  $w$  tarkka numeroarvo, jos prosessi tapahtuu vakioilavuudessa.