

1. (6p) 2.50 mol ideaalikaasua, jonka lämpökapasiteetti $C_{V,m} = 3/2R$, on lämpötilassa $T = 450$ K ja paineessa $P = 0.500$ bar. Kaasua puristetaan kokoon reversiibelisti ja isotermisesti kunnes sen paine on 1.00 bar. Laske q , w , ΔU , ΔH , ΔS , ΔS_{surr} , ja ΔS_{total} , kun ympäristön lämpötila on 300 K.
2. (6p) Pb(s) standardientropia $S^\circ = 64.80$ J K⁻¹ mol⁻¹ 298.15 K lämpötilassa. Lyijyn sulamispiste on 600.55 K ja sulamisentalpia 4770 J mol⁻¹. Kiinteän lyijyn lämpökapasiteetti noudattaa yhtälöä:

$$\frac{C_{P,m}(\text{Pb},s)}{\text{J mol}^{-1} \text{K}^{-1}} = 22.13 + 0.01172 \frac{T}{\text{K}} + 1.00 \times 10^{-5} \frac{T^2}{\text{K}^2}.$$

ja nestemäisen lyijyn yhtälöä:

$$\frac{C_{P,m}(\text{Pb},l)}{\text{J K}^{-1} \text{mol}^{-1}} = 32.51 - 0.00301 \frac{T}{\text{K}}.$$

Laske nestemäisen lyijyn Pb(l) entropia 500°C lämpötilassa ja 1 bar paineessa.

3. (6p) Tarkastellaan reaktiota $\text{C}_2\text{H}_6(g) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_4(g) + \text{H}_2(g)$. Alussa reaktioastiassa vain $\text{C}_2\text{H}_6(g)$ lämpötilassa 1000 K ja 1 bar kokonaispaineessa. Tasapainossa seoksen koostumus mooliprosentteina on $\text{H}_2(g)$: 26%, $\text{C}_2\text{H}_4(g)$: 26%, and $\text{C}_2\text{H}_6(g)$: 48%.
 - a) Laske K_p lämpötilassa 1000 K.
 - b) Kun $\Delta H_R^\circ = 137.0$ kJ mol⁻¹ on lämpötilasta riippumaton, laske ΔG_R° lämpötilassa 298.15 K.
 - c) Laske ΔA_R° lämpötilassa 298.15 K.
4. (3p) Nestemäisen heptaanin moolitilavuus 20 °C lämpötilassa ja 101 325 Pa paineessa on $V_m = 146.6$ cm³ mol⁻¹ ja sen isoterminen puristuvuus $\kappa = 1.4 \times 10^{-9}$ Pa⁻¹. Mikä on heptaanin moolitilavuus 20 °C lämpötilassa ja 2×10^6 Pa paineessa?
5. (3p) Veden normaali sulamispiste on 273.15 K ja $\Delta H_{fusion}^\circ = 6010$ J mol⁻¹. Kuinka paljon veden sulamispiste alenee 100 bar paineessa? Oleta, että nestemäisen veden ja jään tiheydet pysyvät vakioina ja ovat 997 and 917 kg m⁻³, vastaavasti. $M(\text{H}_2\text{O}) = 18.02$ g mol⁻¹.
6. (3p) Kryptonin höyrynpaine noudattaa alla annettua yhtälöä. Kiinteälle kryptonille $a = 10065$ ja $b = 7.1770$ ja nestemäiselle kryptonille $a = 9377.0$ ja $b = 6.92387$. Laske kryptonin kolmoispisteen lämpötila ja paine.
$$\log_{10} \frac{P}{\text{Torr}} = b - 0.05223 \frac{a}{T}$$
7. (3p) Käyttäen hyväksi Debye–Hückelin rajalakeja laske keskiaktiivisuuskerroin, γ_{\pm} , 5.0×10^{-3} molaaliselle $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. Oleta suolan dissosioituvan täysin.

8. (3p) Piirrä PT -faasidiagrammi aineelle, jolle:

- (i) neste kiehuu 1 bar paineessa 200 K lämpötilassa ja 2 bar paineessa 300 K lämpötilassa
- (ii) alle 200 K lämpötiloissa kiinteä aine ei sulaa vaan sublimoituu
- (iii) 400 K korkeammilla lämpötiloilla ei pystytä määrittämään kiehumispistettä
- (iv) kiinteä aine 1 bar paineessa sulaa lämpötilassa 205 K

9. (3p) Alla olevassa kuvassa on esitetty kahden orgaanisen liuottimen, heksaanin ja heptaanin, binäärisen seoksen höyrynpaine-koostumus diagrammi 70 °C lämpötilassa.

- a) Mitä faaseja on länä kirjainten A, B ja C osoittamissa kohdissa?
- b) Seos käyttäytyy lähes ideaalisesti. Mitä tämä tarkoittaa ja miten se näkyy kuvaajassa?
- c) Kun seos sisältää 1 mol sekä heksaani että heptaania, missä höyrynpaineessa seos alkaa kiehua 70 °C lämpötilassa? Mikä on tällöin heksaanin mooliosuus neste- ja höyryfaaseissa?

