

TMT4110 KJEMI

ØVING NR. 8, VÅR 2015



Veiledning: Mandag 02.03.2015 kl. 16-18

Innleveringsfrist: Onsdag 04.03.2015 kl. 1215
Løsningsforslag legges ut på it's learning

OPPGAVE 1

i) Hvilket av følgende utsagn er ikke en av termodynamikkens lover?

- a) Den totale energien i universet er konstant ☐
- b) En spontan prosess er en prosess der entropien i universet øker..... ☐
- c) En reaksjon er spontan hvis $\Delta G > 0$ ☐
- d) Entropien for en perfekt krystall ved 0 K er null..... ☐

ii) Hvilken av følgende beskriver en likevektssituasjon?

- a) $\Delta H^\circ = T\Delta S^\circ$ ☐
- b) $\Delta G^\circ = 0$ ☐
- c) $\Delta C_p = 0$ ☐
- d) $\Delta G = 0$ ☐

iii) Den eksoterme reaksjonen $\frac{1}{2} \text{O}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ foregår i en lukket beholder med konstant volum. Energiutvekslingen med omgivelsene fører til at

- a) den indre energi til beholderen er uendret ☐
- b) den indre energi til beholderen avtar..... ☐
- c) den indre energi til beholderen øker..... ☐
- d) Energi fra omgivelsene tilføres beholderen ☐

iv) En lukket gassbeholder ekspanderer mot et konstant ytre trykk. Arbeidet som utføres på omgivelsene tilsvare

- a) $P\Delta V$ ☐
- b) $-P\Delta V$ ☐
- c) $-V\Delta P$ ☐
- d) $V\Delta P$ ☐

v) Hvilke av følgende prosesser trenger energitilførsel?

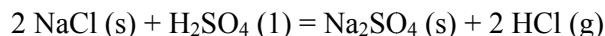
- a) Jern ruster ☐
- b) Oppløsning av salt i vann ☐
- c) En satellitt faller tilbake på jorden..... ☐
- d) Oppløsning av saft i vann ☐

vi) Standard molar entalpi for diamant (karbon) er

- a) 0 J/mol ☐
- b) 2 J/mol ☐
- c) -2000 J/mol ☐
- d) 2000 J/mol ☐

OPPGAVE 2 (Eksamensoppgave des. 96) (Kap. 9 og 10)

Hydrogenklorid kan fremstilles fra natriumklorid ved reaksjon med konsentrert svovelsyre:



- a) Benytt SI til å bestemme ΔH° , ΔS° og ΔG° for denne reaksjonen ved 25 °C. Beregn også likevektskonstanten ved samme temperatur. Vil reaksjonen gå frivillig?
- b) Kommenter fortegnet for den beregnede ΔS° for reaksjonen.
- c) Anta at ΔH° og ΔS° for reaksjonen er uavhengig av temperaturen, og bestem den temperatur der likevektstrykket av hydrogenkloridgassen er 5,0 atm.

OPPGAVE 3 (Kap. 9 og Kap. 10)

- a) Finn fra SI entropien for $\text{O}_2 \text{ (g)}$, $\text{H}_2\text{O (l)}$, $\text{H}_2\text{O (s)}$, C (s) , HCl (g) , HCl (aq) og Fe (s) .
- b) Hvorfor måtte du her slå opp alle tallene?
- c) Hva er ΔS° for reaksjonen $\text{H}_2\text{O (s)} \rightarrow \text{H}_2\text{O (l)}$?
- d) Hva er ΔS° for reaksjonen $\text{H}_2\text{O (l)} \rightarrow \text{H}_2\text{O (g)}$?
- e) S er et mål for graden av uorden i systemet. Jo større S , jo høyere uorden. Kommenter ut fra dette svarene i c) og d).

OPPGAVE 4 (Kap. 10)

- a) Ved vannets normale kokepunkt (100 °C) er den molare fordampningsentalpien $\Delta H_v^\circ = 40,7 \text{ kJ/mol}$. Beregn den molare fordampningsentropien $\Delta S_{\text{vap}}^\circ$ når fordampningen av vann skjer reversibelt ved 100 °C.
- b) Beregn også den molare fordampningsentropien for følgende væsker:

	ΔH_{vap} (kJ mol ⁻¹)	Kokepunkt (K)
Cl ₂ (l)	20,4	238,5
C ₆ H ₆ (l)	30,8	353
CHCl ₃ (l)	29,4	334
PbCl ₂ (l)	104,0	1145

Ifølge den såkalte "Troutons regel" er den molare fordampningsentropien for de fleste normale væsker ca. 88 J/mol K. Kommenter hvorvidt denne regelen gjelder for væskene omtalt i denne oppgaven. Hva kommer eventuelle avvik av?

OPPGAVE 5 (Kap. 10)

- 3 mol Xe (g) varmes opp fra 300 til 500 K ved 1 atm. Beregn ΔS . (Hvilke(n) antakelse(r) vil du gjøre?)
- Hva vil ΔS bli dersom Xe (g) varmes opp fra 300 til 500 K ved konstant volum?
- Anta at Xe (s) varmes opp fra T_1 til T_2 . (Xe er fremdeles i fast form ved T_2 .) Vil du forvente noen forskjell mellom ΔS beregnet ved henholdsvis konstant trykk og volum?

OPPGAVE 6 (Kap. 10)

- Formuler termodynamikkens 2. lov.
- Hvilke av følgende hendelser øker universets entropi?: i) Varmer går fra en varm til en kald flate. ii) Vann renner oppover en bakke. iii) En stein ruller oppover en bakke og blir kald. iv) NaCl løses i vann.
- Hva betyr de enkelte leddene i uttrykket $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$?
- Hva er forskjellen mellom ΔG og ΔG° ?
- Hva betyr det at $\Delta G = \Delta G^\circ$ for reaksjonen $\text{H}_2\text{O} (\text{l}) = \text{H}_2\text{O} (\text{g})$?
- Hvorfor er $\Delta G = \Delta G^\circ$ for denne reaksjonen ved 100 °C?
- Hva er ΔG ved likevekt? Hvilken verdi har ΔG° for $\text{H}_2\text{O} (\text{l}) = \text{H}_2\text{O} (\text{g})$ ved 100 °C?
- Bruk ligningen $\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ$ til å beregne kokepunktet for vann.
- For hvilke temperaturer vil koking av vann øke universets entropi dersom $P = 1 \text{ atm}$?

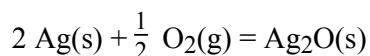
OPPGAVE 7 (Kap. 10)

- Utlede van't Hoff's ligning: $\ln K = -\frac{\Delta H^\circ}{RT} + \frac{\Delta S^\circ}{R}$
- Bruk denne ligningen til å vise at: $\ln \left(\frac{K_1}{K_2} \right) = \frac{\Delta H^\circ}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$
 $K_1 = K$ ved $T = T_1$.
- Likevektskonstanten for en gitt reaksjon er $1,2 \times 10^{-3}$ ved 25 °C. Hva er likevektskonstanten ved 100 °C hvis $\Delta H^\circ = -81 \text{ kJ}$?

- d) Hva er likevektskonstanten for samme reaksjon ved 100 °C hvis $\Delta H^\circ = 81 \text{ kJ}$?
- e) Hva er likevektsreaksjonen for fordampning av vann?
- f) Skriv opp uttrykket for likevektskonstanten for reaksjonen i e).
- g) Hva er likevektskonstanten for fordampning av vann ved 100 °C?
- h) Vis at ligningen i b) kan omformes til $\ln \frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{\Delta H_{\text{vap}}}{R} \right) \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$ hvor P_{T_1} er damptrykket ved $T = T_1$, og ΔH_{vap} er fordampningsvarmen.

OPPGAVE 8 (Kap. 9 og 10)

- a) Beregn ΔH° og ΔG° ved 25 °C for reaksjonen:



- b) Til hvilken temperatur må vi varme opp sølvoksidet for at det skal spaltes til elementene, Ag (s) og O₂ (g), i luft? Vi regner med at lufttrykket er 1,00 atm og at O₂-innholdet i luften er 21 vol%.

Vi antar også at ΔH° og ΔS° for reaksjonen ovenfor er uavhengig av temperaturen.

Fasit:

2a) $K = 2,24$

2c) 331 K

3c) $29 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

3d) $119 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

4a) 109 J/K

5a) 32 J/K

5b) 19 J/K

6h) 94,8°C

7c) $1,7 \times 10^{-6}$

7d) 0,86

8a) $\Delta H^\circ = -31 \text{ kJ}$, $\Delta G^\circ = -11 \text{ kJ}$

8b) 421 K