

Tehtävä 1 (max 7 pistettä)

Alla on yhteensä kuusi osatehtävää, joista vain yksi vaihtoehdoista on oikein. Kussakin osatehtävässä on kaksi väitettä A ja B ja vastausvaihtoehdot ovat:

- Väite A on totta, B ei
- Väite B on totta, A ei
- Molemmat väitteet ovat totta
- Molemmat väitteet ovat väärin
- En tiedä / en vastaa

Tämä tehtävä arvostellaan siten, että jokaisesta oikeasta vastauksesta saa yhden pisteen ja jokaisesta väärästä vastauksesta vähennetään yksi piste. En tiedä vastaus on aina nolla pistettä. Pistelasku alkaa 1 pisteestä, joten jos vastaa kaikkiin kuuteen kohtaan f) en tiedä / en vastaa, saa tehtävästä yhden pisteen. Tehtävästä ei saa miinuspisteitä ja maksimipistemäärä on 7 (6 +1). Halutessani voi perustella vastauksesi lyhyesti. Arvaamista ei suositella.

1.1 Entalpia

- A: Puhtaiden aineiden entalpia-asteikko on kiinnitetty siten, että stabiilissa olomuodossa olevien yhdisteiden muodostumisentalpia $\Delta H_{f,298}$ on nolla standarditilassa.
- B: Ionien entalpia-asteikko vesiliuoksissa on kiinnitetty siten, että vety-ionin $H^+(aq)$ muodostumisentalpia ΔH_f standarditilassa on aina 0.

1.2 Entropia

- A: Suljetun systeemin entropian muutos reversiibelissä prosessissa on aina nolla.
- B: Systeemin entropian muutos kiertoprosessissa on aina nolla.

1.3 Termodynaaminen tasapaino

- A: Kemiallinen reaktio vakio lämpötilassa ja -paineessa on tasapainoissa, kun systeemin entropia saavuttaa maksimin.
- B: Termodynaamisessa tasapainossa liunneen yhdisteen kemiallinen potentiaali on liuosfaasissa pienempi kuin sen kanssa tasapainossa olevassa puhtaassa yhdisteessä.

1.4 Liuokset ja seokset

- A: Ideaaliseoksen sekoitusentalpia on vakio lämpötilassa ja -paineessa nolla.
- B: Yhdisteen aktiivisuus seoksessa yhdisteen standarditilassa on 1.

1.5 Aktiivisuuskerroin

Kirjallisuudesta löytyy tieto, että yhdisteen aktiivisuuskertoimen arvo on 1.5. Tästä voidaan päätellä, että

- A: Yhdisteen standarditila on puhdas aine.
- B: Yhdisteen käyttäytyminen poikkeaa positiivisesti Raoultin laista.

1.6 Reaktiokinetiikka

- A: Nollannen kertaluvun reaktion reaktionopeus ei riipu lähtöaineen alkupitoisuudesta.
- B: Peräkkäisessä reaktiossa $A \rightarrow B \rightarrow C$, yhdisteen B pitoisuus riippuu sekä A että C pitoisuudesta.

Esimerkkivastaus (en tiedä) jokaiseen osatehtävään: 1.1 f, 1.2 f, 1.3 f, 1.4 f, 1.5 f, 1.6 f antaa siis 1 pisteen..

Tehtävä 2. (6p)

Kaksi moolia tyypeä $N_2(g)$ siirtyy reversiibelisti tilasta 1 ($0^\circ C$, 1 bar) tilaan 2 ($200^\circ C$, $0.1 m^3$), siten että lämpötila muuttuu portaittain $50^\circ C$ kerralla. Typen lämpökapasiteetti C_p on $3.5 R$, jossa $R = 8.314 J/K mol$.

- Mikä on entalpian muutos prosessissa ? (2 p)
- Mikä on entropia muutos prosessissa ? (2 p)
- Mikä on entropia muutos ympäristössä ? (2 p)

Oleta tyyppikaasu ideaalikaasuksi.

Tehtävä 3. (6p)

Yksi mooli metallista kuparia, jonka lämpötila on $0^\circ C$ asetetaan termiseen kontaktiin eritetyssä systeemissä toisen, samanpainoisen kuparinpalan kanssa, jonka lämpötila on $100^\circ C$. Paine on 1 bar. Kuparin lämpökapasiteetti: $C_p(J/K mol) = 22.64 + 6.28 \cdot 10^{-3} (T/K)$,

- Laske systeemin loppulämpötila. (3p)
- Kuinka paljon lämpöä siirtyy kuparipalasta toiseen? (3p)

Tehtävä 4.

Kennon $Pt|H_2(1 bar) |HCl(aq) |Hg_2Cl_2(s)|Hg(l)$ jännitteeksi mitattiin $0.412 V$ kun HCl -liuoksen pitoisuus oli $0.075 mol/kg$. Lämpötila oli $25^\circ C$.

- Laske 0.075 molaalisen suolahapon aktiivisuus (3p)
- Mikä on 0.075 molaalisen suolahapon keskiaktiivisuuskertoimen arvo ? (3p)

HCl eli suolahappo on vahva elektrolyytti, joten se hajoaa vedessä kokonaan H^+ ja Cl^- -ioneiksi.

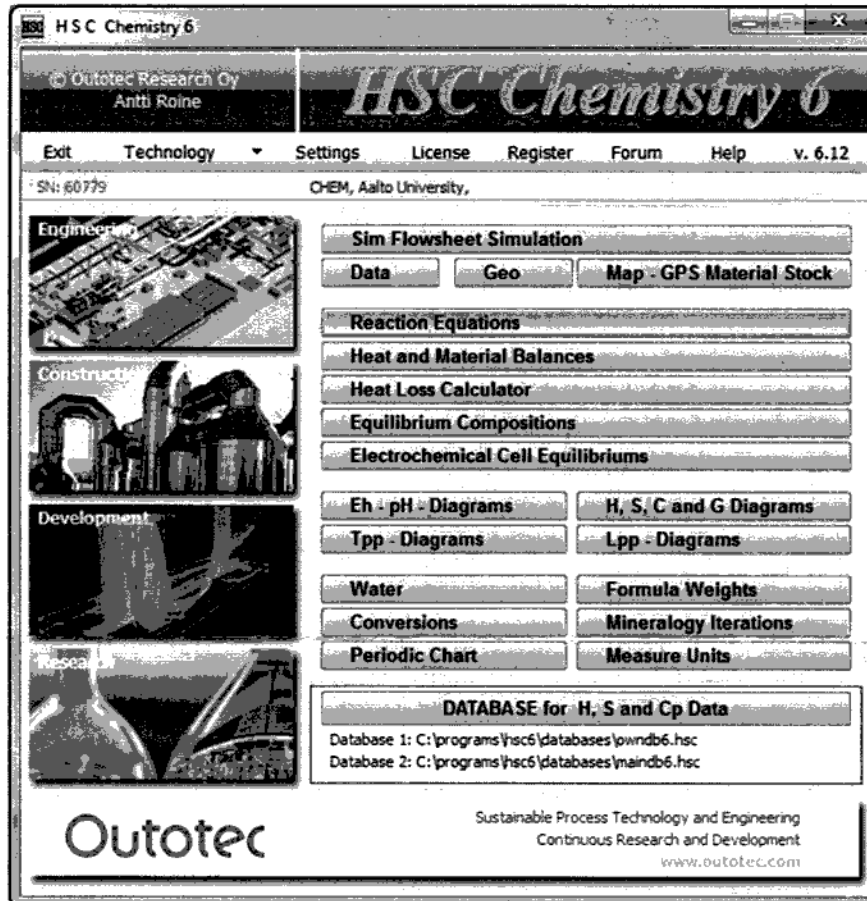
Standardipotentiaalien (E°) arvoja

| | |
|---------------------------------------|----------|
| $Zn^{2+} + 2e^- = Zn(s)$ | -0.763 V |
| $Fe^{2+} + 2e^- = Fe(s)$ | -0.440 V |
| $Cd^{2+} + 2e^- = Cd(s)$ | -0.403 V |
| $Pb^{2+} + 2e^- = Pb(s)$ | -0.126 V |
| $2 H^+ + 2e^- = H_2(g)$ | 0.000 V |
| $AgCl(s) + e^- = Ag(s) + Cl^-$ | 0.222 V |
| $Hg_2Cl_2(s) + 2e^- = 2Hg(l) + 2Cl^-$ | 0.268 V |
| $Cu^{2+} + 2e^- = Cu(s)$ | 0.337 V |
| $Ag^+ + e^- = Ag(s)$ | 0.799 V |
| $Cl_2 + 2e^- = 2 Cl^-$ | 1.360 V |

Tehtävä 5. (6p)

Millä HSC ohjelmiston moduulilla on kätevinä ratkaista seuraavat ongelmat:

- Mikä on alumiinin entalpia 1000°C lämpötilassa? (2p)
- Kuinka monta p% diopsiini ($\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$) sisältää happea? (2p)
- Mitkä ovat $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$:n hajoamistuotteet 500°C lämpötilassa? (2p)



Tehtävä 6. (6p)

Toisen kertaluvun reaktion ($A+B \rightarrow R$) nopeusvakioksi mitattiin 300 K lämpötilassa $7.9 \cdot 10^6 \text{ dm}^3/\text{mol s}$. 400 K lämpötilassa nopeusvakioiden arvo oli kymmenkertainen eli $7.9 \cdot 10^7 \text{ dm}^3/\text{mol s}$. Mikä on nopeusvakioiden arvo 500 K lämpötilassa?

Oleta, että reaktionopeusvakio noudattaa Arrheniuksen yhtälöä. Kaasuvakio R on 8.314 J/Kmol .

Termodynaamisia vakioita:

Kaasuvakio $R = 8.314 \text{ J/Kmol}$

Faraday vakio $F = 96485 \text{ C/mol}$

Paine $1 \text{ atm} = 1.01325 \text{ bar}$; $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$

Termodynaamiset relaatiot

Definitions of H , A , and G

$$H = U + PV$$

$$A = U - TS$$

$$G = U + PV - TS = H - TS = A + PV$$

Fundamental Equations

$$dU = T dS - P dV \quad dA = -S dT - P dV$$

$$dH = T dS + V dP \quad dG = -S dT + V dP$$

Extensive Functions as Thermodynamic Potentials

$$dU_{S,V} \leq 0 \quad dA_{T,V} \leq 0$$

$$dH_{S,P} \leq 0 \quad dG_{T,P} \leq 0$$

Maxwell Relations Resulting from the Fundamental Equations

$$\left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_S = -\left(\frac{\partial P}{\partial S}\right)_V \quad \left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T = \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V$$

$$\left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_S = \left(\frac{\partial V}{\partial S}\right)_P \quad \left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_T = -\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P$$

Identities Resulting from the Fundamental Equations

$$\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = T\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V - P \quad \left(\frac{\partial H}{\partial P}\right)_T = V - T\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P$$

$$\left(\frac{\partial U}{\partial S}\right)_V = T = \left(\frac{\partial H}{\partial S}\right)_P \quad \left(\frac{\partial H}{\partial P}\right)_S = V = \left(\frac{\partial G}{\partial P}\right)_T$$

$$\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_S = -P = \left(\frac{\partial A}{\partial V}\right)_T \quad \left(\frac{\partial A}{\partial T}\right)_V = -S = \left(\frac{\partial G}{\partial T}\right)_P$$

Heat Capacities

$$\left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_V = C_v \quad \left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_V = \frac{C_v}{T} \quad \alpha(T, P) = 1/V(\partial V / \partial T)_P$$

$$\left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_P = C_p \quad \left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_P = \frac{C_p}{T} \quad \beta(T, P) = -(1/V)(\partial V / \partial P)_T$$

Tilafunktiot T ja P funktioina

$$V = V(T, P)$$

$$dV = V\alpha dT - V\beta dP$$

$$S = S(T, P)$$

$$dS = \frac{C_p}{T} dT - V\alpha dP$$

$$U = U(T, P)$$

$$dU = (C_p - PV\alpha)dT + V(p\beta - T\alpha)dP$$

$$H = H(T, P)$$

$$dH = C_p dT + V(1 - T\alpha)dP$$

$$F = F(T, P)$$

$$dF = -(S + PV\alpha)dT + PV\beta dP$$

$$G = G(T, P)$$

$$dG = -S dT + V dP$$