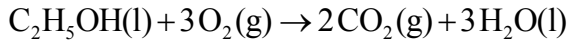


CHEM-A2250 Fysikaalinen kemia BIO-IT:lle
1. välikoe 22.10.2018

HUOM! Ratkaisut on perusteltava ja kaikki tehtävissä esille tulevat suureet määriteltävä.

1.

Kun 3,05 g nestemäisessä olomuodossa olevaa etanolia, C_2H_5OH , poltettiin ylimäärässä happea pommikalorimetrissa, mitattiin kehittyneeksi lämmöksi 90,447 kJ lämpötilassa 25 °C vakio-tilavuudessa.



- a) Laske etanolin palamisreaktion reaktioentalpia $\Delta_r H_m^\circ$ (298 K).
b) Laske a)-kohdan tuloksesta sekä sopivista taulukkoarvoista, etanolin standardinen muodostumisentalpia $\Delta_f H_m^\circ$ (C_2H_5OH , l, 298 K).

2.

1 mol lyijyä, Pb(s), lämmitetään 101 kPa paineessa 298 K lämpötilasta 773 K lämpötilaan, jossa lyijy on sulana.

- a) Laske lyijyn moolientropian standardikasvu ΔS_m° ko. tilanmuutoksessa.
b) Mikä on lyijyn moolientropian standardiarvo lopputilassa?

$$C_{p,m}^\circ(\text{Pb}, s) = \left(23,6 + 10,0 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{T}{K} \right) \text{JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$$

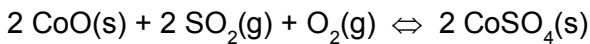
$$C_{p,m}^\circ(\text{Pb}, l) = 32,4 \text{JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$$

$$\Delta_{\text{fus}} H_m^\circ(\text{Pb}, 600 \text{ K}) = 4,81 \text{kJmol}^{-1}$$

$$S_m^\circ(\text{Pb}, s, 298 \text{ K}) = 64,9 \text{JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$$

3.

Tarkastellaan reaktiota



- a) Laske reaktion standardinen reaktioentalpia $\Delta_r H_m^\circ$ ja standardinen reaktioentropia $\Delta_r S_m^\circ$ lämpötilassa 675 °C käyttäen tarvittavia termodynaamisten suureiden taulukkoarvoja. Oleta reaktioon osallistuvien aineiden C_P :t lämpötilasta riippumattomiksi vakioiksi.
b) Laske a)-kohdan tuloksista reaktion standardinen Gibbsin energia $\Delta_r G_m^\circ$ ja tasapainovakio K_p lämpötilassa 675 °C.

4.

Kiinteän hiilidioksidin (ns. hiilihappojään) höyrynpaine 194,65 K lämpötilassa on 101,325 kPa. Sen kolmoispiste on 216,55 K lämpötilassa ja 517,973 kPa paineessa.

- a) Laske hiilidioksidin sublimoitumisentalpian keskimääräinen arvo yo. lämpötilavälillä.
b) Mikä faasimuoto (s, l, g) voi esiintyä hiilidioksidin (g) kanssa tasapainossa 101,325 kPa paineessa? **Perustele vastauksesi!**

5.

Koetuloksista 18 °C lämpötilassa on n-voihapon vesiliuoksen pintajännityksen γ riippuvuudelle n-voihapon konsentraatiosta c (mol dm⁻³) saatu seuraava yhtälö

$$\frac{\gamma}{\gamma^*} = 1 - 0,1785 \cdot \ln \left(1 + \frac{c}{a} \right)$$

jossa $a = 0,0510 \text{ mol dm}^{-3}$ ja $\gamma^* = 72,86 \text{ mN m}^{-1}$. γ^* on puhtaan veden pintajännitys lämpötilassa 18 °C. Liuos oletetaan ideaaliseksi.

Laske n-voihapon pintajännityskonsentraatio (mol cm⁻²), kun n-voihapon konsentraatio liuoksessa on 0,276 mol dm⁻³.

AINEIDEN STANDARDISUUREITA LÄMPÖTILASSA 25 °C

Aine	$\Delta_f H_m^\circ$	S_m°	$C_{P,m}^\circ$
	kJ mol^{-1}	$\text{J K}^{-1} \text{mol}^{-1}$	$\text{J K}^{-1} \text{mol}^{-1}$
C (graphite)	0	6	9
C (diamond)	2	2	6
CO (g)	-111	198	29
CO ₂ (g)	-393	214	37
Co (s)	0	30	25
Co (g)	425	179	23
CoCl ₂ (s)	-313	109	78
CoO (s)	-238	53	55
CoSO ₄ (s)	-888	118	130
CoS (s)	-83		
H ₂ (g)	0	131	29
H ₂ O (l)	-285	70	75
H ₂ O (g)	-242	189	34
O ₂ (g)	0	205	29
S (s, rhombic)	0	32	23
S (s, monoclinic)	0,3	33	24
SO ₂ (g)	-297	248	40
SO ₃ (g)	-396	257	51

CHEM-A2250 Fysikaalinen kemian BioIT:lle

1. välikokeen kaavoja

$$R = 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}, \quad 1 \text{ atm} = 101,325 \text{ kPa}, \quad N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$dw_{\text{rev}} = -P_{\text{ext}} dV = -PdV$$

$$\Delta U = q_V = \int_{T_i}^{T_f} C_V dT \text{ ja } \Delta H = q_P = \int_{T_i}^{T_f} C_P dT$$

$$\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V \left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_P \left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T = -1$$

$$\left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_H = \mu_{J-T}$$

$$\Delta H_{R,m}^{\circ} = \sum_i \nu_i \cdot \Delta H_{f,m}^{\circ}(i)$$

$$\Delta H_{R,m}^{\circ} = \Delta U_{R,m}^{\circ} + RT \cdot \Delta \nu_g$$

$$\Delta H_{R,m}^{\circ}(T_f) = \Delta H_{R,m}^{\circ}(T_i) + \int_{T_i}^{T_f} \Delta C_{P,m}^{\circ} dT$$

$$\Delta C_{P,m}^{\circ} = \sum_i \nu_i \cdot C_{P,m}^{\circ}(i)$$

$$dS = \frac{dq_{\text{rev}}}{T}$$

$$\Delta S_{R,m}^{\circ} = \sum_i \nu_i \cdot S_m^{\circ}(i)$$

$$\Delta S_{R,m}^{\circ}(T_f) = \Delta S_{R,m}^{\circ}(T_i) + \int_{T_i}^{T_f} \frac{\Delta C_{P,m}^{\circ} dT}{T}$$

$$\left[\frac{\partial \left(\frac{\Delta G}{T} \right)}{\partial \left(\frac{1}{T} \right)} \right]_P = \Delta H \text{ ja } \frac{d \ln K_P}{dT} = \frac{\Delta H_{R,m}^{\circ}}{RT^2} \text{ kun } P \text{ on vakio}$$

$$\Delta G_{R,m}^{\circ} = -RT \cdot \ln K_P$$

$$\Delta G_{R,m}^{\circ}(T) = \Delta H_{R,m}^{\circ}(T) - T \cdot \Delta S_{R,m}^{\circ}(T)$$

$$\frac{dP}{dT} = \frac{\Delta H_m}{T \cdot \Delta V_m} \quad \text{ja} \quad \frac{dP}{dT} = \frac{P \cdot \Delta H_m}{RT^2}$$

KÄÄNNÄ!

$$\Delta P = \frac{2\gamma}{r}$$

$$\ln \frac{P_{\text{höyry}}^{\text{pisara}}}{P^*} = \frac{V_{\text{m}}^{\text{neste}}}{RT} \cdot \frac{2\gamma}{r} \quad \text{ja} \quad \ln \frac{P_{\text{höyry}}^{\text{kupla}}}{P^*} = -\frac{V_{\text{m}}^{\text{neste}}}{RT} \cdot \frac{2\gamma}{r}$$

$$\gamma_{\text{SV}} = \gamma_{\text{SL}} + \gamma_{\text{LV}} \cdot \cos \theta$$

$$h = \frac{2\gamma \cos \theta}{r \rho_{\text{neste}} g}$$

$$\Gamma_2^\sigma = -\frac{1}{RT} \left(\frac{\partial \gamma}{\partial \ln \left(\frac{c_2}{c^0} \right)} \right)_T = -\frac{c_2}{RT} \left(\frac{\partial \gamma}{\partial c_2} \right)_T$$

$$\Theta = \frac{KP}{1 + KP}$$