IZPIT IZ FIZIKALNE KEMIJE ZA ŠTUDENTE FARMACIJE 29.3.1993

1. Izračunaj spremembo entropije 10 molov vode, če jo segrejemo pri P = 1 Bar od 10°C do 200°C. Na voljo imaš naslednje podatke:
tekoča voda — c_p = 75,31 [J/mol K]
H_2O para — c_p = 30,00 + 10,71.10^{-3}T + 0,33.10^{5}T^{-2} (J/mol K)
ΔH_{isp} (pri 100°C) = 41,09 kJ/mol.

2. Znano je, da pri adiabatni reverzibilni ekspanziji idealnega plina tlak hitreje pada z volumnom kot pri reverzibilni izotermni ekspanziji tega plina. Če več, da je za plin $(c_v)_{mol} = 3/2 R$, določi, kolikokrat je naklon $(\partial P/\partial V)$ za izotermno ekspanzijo manjši od naklona za adiabatno ekspanzijo.

3. Iz zaprtega tanka delno napolnjenega z vodo pri temperaturi 82°C počasi izsesavamo plinsko fazo. Izračunaj, pri katerem tlaku bo začela voda vreti!
ΔH_{isp} za vodo = 2260 J/g

4. Koncentracija vodne raztopine neke snovi, ki v vodi ne disociira, je podana z molskim ulomkom te snovi, x_2 = 0,1. Kolikšna bo temperatura zmrzišča raztopine, če se le-ta obnaša idealno in je krioskopska konstanta enaka k_k = 1,86 Kmol^{-1}kg.

5. Za disociacijo PCl_5 (pl) → PCl_3 (pl) + Cl_2 (pl) je pri 300°C $K_p = 8 \cdot 10^{-9}$. Izračunaj stopnjo disociacije pri dani temperaturi in celotnem tlaku P = 2 At.

6. Za galvanski člen :
st. el. | HCl (m=0,05 mol kg^{-1}) | $AgCl_{(trd.)}$ | Ag
izmerimo pri 25°C napetost 0,5084 V. Vrednosti za standardna elektrodna potenciala poznamo; $E^\circ_{st.el.}$ = - 0,1862 V; $E^\circ_{Ag/AgCl/Cl^-}$ = 0,2224 V. Izračunaj:
a) srednji koeficient aktivnosti solne kisline,
b) aktivnost solne kisline,
c) pH (predpostavi, da je $\gamma_{H^+} = \gamma_{Cl^-}$).

IZPIT, 29.3.1993

① $n = 10\ mol\ H_2O$

$P = 1\ bar$

$T_1 = 10°C = 283K$

$T_2 = 200°C = 473K$

① segrevanje vode 10° - 100°C

② 100° izparevanje

③ 100° - 200° - segrevanje pare

C_p (tekoča voda) $= 75{,}31\ J/mol\cdot K$

C_p (vodna para) $= 30{,}00 + 10{,}71\cdot10^{-3}\,T + 0{,}33\cdot10^{5}\,T^{-2}\ \ [J/mol\,K]$

$\Delta H_{izp}\ (T = 100°C) = 41{,}09\ kJ/mol$

$$\Delta S_1 = n\cdot C_p\cdot \ln\frac{T_2}{T_1} = 10\,mol\cdot 75{,}31\ J/mol\,K\cdot \ln\frac{373}{283}$$

$\Delta S_1 = 207{,}8\ J/K$

$$\Delta S_2 = \frac{n\cdot \Delta H_{izp}}{T_2} = \frac{10\,mol\cdot 41090\ J/mol}{373K}$$

$\Delta S_2 = 1101{,}6\ J/K$

$$\Delta S_3 = \int_{T_1}^{T_2}\frac{dQ}{T} = \int_{T_1}^{T_2}\frac{n\cdot C_p\,dT}{T}$$

$$\Delta S_3 = n\int_{T_1}^{T_2}\left(\frac{30{,}00}{T} + 10{,}71\cdot10^{-3} + 0{,}33\cdot10^{5}\,T^{-3}\right)dT$$

$$\Delta S_3 = n\left(30{,}00\ln\frac{T_2}{T_1} + 10{,}71\cdot10^{-3}\left[T_2 - T_1\right] - \frac{1}{2}\,0{,}33\cdot10^{5}\left[T_2^{-2} - T_1^{-2}\right]\right)$$

$$\Delta S_3 = 10\,mol\cdot\left(30\cdot\ln\frac{473}{373} + 10{,}71\cdot10^{-3}\,(473-373) - 0{,}5\cdot0{,}33\cdot10^{5}\left(473^{-2} - 373^{-2}\right)\right)\frac{J}{mol\,K}$$

$\Delta S_3 = 82{,}14\ J/K$

$$\Delta S = \Delta S_1 + \Delta S_2 + \Delta S_3 = 207{,}8\ J/K + 1101{,}6\ J/K + 82{,}14\ J/K$$

$\Delta S = 1391{,}9\ J/K$

② ADIABA.

$P\cdot V^{\varkappa} = konst.$

$P\cdot dV^{\varkappa}\cdot\varkappa\cdot V^{\varkappa-1} + V^{\varkappa}\cdot dP = 0$

$P\cdot dV^{\varkappa}\cdot\varkappa\cdot V^{\varkappa-1} = -V^{\varkappa}\cdot dP$

$$\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right) = -\frac{P\cdot\varkappa\cdot V^{\varkappa-1}}{V^{\varkappa}} = -\frac{P\cdot\varkappa}{V}$$

$V^{\varkappa-1-\varkappa} = V^{-1}$

IZOT.

$P\cdot V = konst$

$PdV + VdP = 0$

$PdV = -VdP$

$$\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right) = -\frac{P}{V}$$

$C_V = \frac{3}{2}R$, $C_P = C_V + R = \frac{5}{2}R$, $\varkappa = \frac{C_P}{C_V} = \frac{\frac{5}{2}R}{\frac{3}{2}R} = \frac{5}{3}$

$\left(\frac{dp}{dV_K}\right) : \left(\frac{dp}{dV}\right) = -\frac{p \cdot \kappa}{\kappa} \cdot \left(-\frac{V}{p}\right) = \kappa$

za adiabatno je κ veći,

za izotermno je 3/5 manji kot za adiabatno.

(3.) $T = 82°C = 355{,}15\,K$

$\Delta H_{izp} = 2260\ J/g$

$T = ?$

$\ln \frac{p}{p_0} = -\frac{\Delta H_{izp}(H)}{R}\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0}\right)$ $\quad p_0 = 1{,}013 \cdot 10^5\ Pa$, $T_0 = 273{,}15\,K$

$p = 0{,}58117 \cdot 10^5\ Pa$

(4.) $x_2 = 0{,}1$

$K_K = 1{,}86\ \frac{K \cdot kg}{mol}$ $\quad \Delta T = K_K \cdot m$

$\Delta T = 1{,}86\ \frac{K \cdot kg}{mol} \cdot 6{,}17\ \frac{mol}{kg}$

$\Delta T = 11{,}48\,K$

$x_2 = \frac{n_2}{n_1 + n_2} = \frac{n_2}{\frac{m_1}{M_1} + n_2}$

$0{,}1 = \frac{m}{55{,}556\ mol + m}$

$5{,}556 + 0{,}1m = m$

$5{,}556 = 0{,}9m$

$m = 6{,}17\ \frac{mol}{kg}$

$T_z = -11{,}48\,°C$

Zakaj ne $x_2 = M_1 \cdot N_1$?

(5.) $PCl_5\,(pl) \rightarrow PCl_3\,(pl) + Cl_2\,(pl)$ $\quad T = 300°C$

$n_0(1-\alpha)$ $\quad n_0\alpha$ $\quad n_0\alpha$ $\quad K_p = 8 \cdot 10^{-3}$

$P = 2\,At$

$K_p = \frac{\frac{\alpha}{2+\alpha} \cdot p \cdot \frac{\alpha}{2+\alpha} \cdot p}{\frac{(1-\alpha)}{2+\alpha} \cdot p} = \frac{\alpha^2 \cdot p}{1-\alpha^2}$ $\quad \alpha = ?$

$n = n_0(1-\alpha) + n_0\alpha + n_0\alpha = n_0(1-\alpha+\alpha+\alpha) = n_0(1+\alpha)$

$x_1 = \frac{1-\alpha}{1+\alpha}$ $\quad x_1 = \frac{n_0(1-\alpha)}{n_0(1+\alpha)}$ $\quad x_i = \frac{n_i}{n}$

$x_2 = x_3 = \frac{\alpha}{1+\alpha}$

$$8 \cdot 10^{-9} = \frac{\alpha^2 \cdot \frac{2\alpha}{1+\alpha}}{1-\alpha^2}$$

$$8 \cdot 10^{-9} - 8 \cdot 10^{-9}\alpha^2 = 2\alpha^2$$

$$8 \cdot 10^{-9} = 2{,}000000008\,\alpha^2$$

$$\alpha = 6{,}32 \cdot 10^{-5}$$ W

(6) St. el. | HCl ($m = 0{,}05\ mol \cdot kg^{-1}$) | AgCl (ind) | Ag

$T = 25°C$

$E = 0{,}5084\ V$

$E^\circ_{St.el.} = -0{,}1262\ V$

$E^\circ_{Ag/AgCl/Cl^-} = 0{,}2224\ V$

$\gamma_\pm = ?$ $a_{HCl} = ?$

$pH = ?$ ($\gamma_{H^+} = \gamma_{Cl^-}$)

$AgCl + e \rightleftharpoons Ag + Cl^-$ |

$HCl \rightleftharpoons H^+ + e^- + Cl^-$

$AgCl + \frac{1}{2}H_2 \rightleftharpoons Ag + Cl^- + H^+$

$$E = E^\circ - \frac{RT}{F} \cdot \ln (a_{H^+} \cdot a_{Cl^-})$$

$$a_{HCl} = a_{H^+} \cdot a_{Cl^-} = m_{H^+} \cdot m_{Cl^-} = m^2 \cdot \gamma_\pm^2$$

$$E^\circ - E = \frac{RT}{F} \cdot \ln (m^2 \cdot \gamma_\pm^2)$$

$\gamma_\pm = 0{,}89$

$a_{HCl} = 1{,}88 \cdot 10^{-3}\ \frac{mol}{ion}$

$pH = -\log a_{H^+}$

$pH = 1{,}35$

$a_{H^+} = m \cdot \gamma^+ = 0{,}05 \cdot 0{,}89$

$= 0{,}0445$