

ЗАДАЦИ

- I-1 На температури 293,2 K густина 60% воденог раствора метил алкохола износи $0,8946 \text{ g/cm}^3$. Израчунати запремину 1 мола раствора.

Решење:

За решавање овог и сличних задатака потребно је знати следеће односе:

$$V_m = \frac{V}{n_1 + n_2} = \frac{m_{rast}}{\rho(n_1 + n_2)} = \frac{m_1 + m_2}{\rho(n_1 + n_2)} = \frac{n_1 M_1 + n_2 M_2}{\rho(n_1 + n_2)} = \frac{N_1 M_1 + N_2 M_2}{\rho} = \frac{M_s}{\rho}$$

где је: V_m моларна запремина, V укупна запремина, а ρ густина раствора. n_i је број молова, m_i маса, M_i моларна маса и N_i молска фракција компоненте i . M_s је средња моларна маса раствора.

Моларна запремина раствора је интензивна величина, што значи да не зависи од укупне масе система. Зато можемо претпоставити да је маса раствора 100 g. Тада је $m_1=40 \text{ g}$, $m_2=60 \text{ g}$ (Воду означавамо са индексом 1). Познавајући моларне масе обе компоненте ($M_1=18 \text{ g/mol}$, $M_2=32 \text{ g/mol}$), израчунавамо количину обе супстанце у раствору: $n_1=2,222 \text{ mol}$, $n_2=1,875 \text{ mol}$. $n_{\text{укупно}}=4,097 \text{ mol}$

Према томе,

$$V_m = \frac{100 \text{ g}}{0,8946 \text{ gcm}^{-3} \cdot 4,097 \text{ mol}} = 27,28 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$$

- I-2 Одредити парцијалну моларну запремину CH_3OH у 60% воденом раствору на 293,2 K ако је парцијална моларна запремина воде $16,8 \text{ cm}^3/\text{mol}$, а густина раствора $0,8946 \text{ g/cm}^3$.

Решење:

Из релације:

$$V = n_1 \bar{V}_1 + n_2 \bar{V}_2 = \frac{m_{rastv}}{\rho}$$

директно се добија вредност за \bar{V}_2 , претпостављајући поново да имамо 100 g раствора (то је узето сасвим произвољно). \bar{V}_1 и \bar{V}_2 су парцијалне моларне запремине компоненти 1 и 2, респективно.

$$\bar{V}_2 = \frac{1}{n_2} \left[\frac{m_{rastv}}{\rho} - n_1 \bar{V}_1 \right]$$

$$\bar{V}_2 = 39,7 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$$

I-3 Густина 10% раствора NH_4Cl је $1,029\text{g}/\text{cm}^3$, воде $0,9972\text{g}/\text{cm}^3$, а чврстог NH_4Cl $1,536\text{g}/\text{cm}^3$. Колика је промена запремине при образовању 100g 10% раствора NH_4Cl ?

Решење: $0,42\text{ cm}^3$

I-4 Одредити густину 40% раствора метанола у води, ако је у раствору парцијална моларна запремина воде $17,5\text{ cm}^3/\text{mol}$, а метанола $39,0\text{cm}^3/\text{mol}$.

Решење: $0,934\text{ g}/\text{cm}^3$

I-5 Парцијална моларна запремина NaCl у воденом раствору који садржи 1000 g воде дата је релацијом:

$$\bar{V}_2(\text{cm}^3\text{mol}^{-1}) = 16,4 + 5n_2 - 3,6n_2^2$$

Наћи релацију која даје зависност парцијалне моларне запремине воде од броја молова NaCl . Узети да моларна запремина воде износи $18.0685\text{ cm}^3/\text{mol}$.

Решење:

Гибс-Дијемова једначина, када је у питању запремина, има следећи облик:

$$n_1 d\bar{V}_1 + n_2 d\bar{V}_2 = 0$$

Диференцирањем релације из текста задатка добија се:

$$d\bar{V}_2 = (5 - 7,2n_2)dn_2$$

Заменом овог израза у Гибс-Дијеву једначину можемо да изразимо $d\bar{V}_1$ као функцију броја молова n_2 :

$$d\bar{V}_1 = \frac{n_2}{n_1}(5 - 7,2n_2)dn_2$$

Интеграцију вршимо тако што доњу границу интеграла бирамо тако да нам \bar{V}_1 постане позната величина. Ако изаберемо чист растварач, односно чисту воду за физичко стање система које одговара доњој граници интеграла, тада на левој страни једнакости имамо $\bar{V}_1 = V_1^*$ (моларна запремина чисте воде), а на десној страни једнакости $n_2 = 0$, као доње границе интеграла. Горња граница интеграла је парцијална моларна запремина растварача \bar{V}_1 која одговара неком броју молова растворка n_2 . Све заједно добијамо:

$$\int_{V_1^*}^{\bar{V}_1} d\bar{V}_1 = -\frac{1}{n_1} \int_0^{n_2} (5n_2 - 7,2n_2^2) dn_2 = -\frac{1}{\frac{1000g}{18g \cdot mol^{-1}}} \left(5 \int_0^{n_2} n_2 dn_2 - 7,2 \int_0^{n_2} n_2^2 dn_2 \right)$$

Решавањем ових једноставних интеграла степене функције и заменом бројне вредности за моларну запремину воде ($V_1^* = 18,0685 \text{ cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$) добија се коначно решење:

$$\bar{V}_1 = 18,0685 - 0,0450n_2^2 + 0,0432n_2^3$$

- I-6 Зависност запремине воденог раствора NaCl, који садржи 1000 g воде од састава дат је релацијом:

$$V(\text{cm}^3) = 1003 + 16,4m + 2,5m^2 - 1,2m^3$$

Одредити парцијалну моларну запремину NaCl и воде у 0.5m раствору. “m” означава молалитет раствора.

Решење: $\bar{V}_1 = 18,07 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$; $\bar{V}_2 = 18,00 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$

Пошто је молалитет једнак броју молова растворка у 1000 g воде, следи да је $m = n_2$ у горњој једначини. То значи да диференцирањем једначине по m , а затим заменом $m=0,5$ добијамо \bar{V}_2 . Израчунавањем укупне запремине V за $m=0,5$, \bar{V}_1 се може израчунати из једначине $V = n_1\bar{V}_1 + n_2\bar{V}_2$.

- I-7 Колика је промена енталпије када се 1 мол сумпорне киселине дода количини од 200 молова воде на 25°C? Користити приложену таблицу.

Решење:

Обзиром да су у табlici наведене вредности релативних парцијалних моларних енталпија, поћи ћемо од следеће релације:

$$\Delta H = n_1 \bar{L}_1 + n_2 \bar{L}_2 - n_2 L_2^*$$

где је L_2^* релативна моларна енталпија растворка. Вредности за \bar{L}_1 и \bar{L}_2 за $n_1/n_2 = 200$ читавају се из табеле. Вредност за L_2^* дата је на крају табеле. Према томе:

$$\Delta H = 200 \text{ mol} \cdot (-2,16 \text{ cal} \cdot \text{mol}^{-1}) + 1 \text{ mol} \cdot 5842 \text{ cal} \cdot \text{mol}^{-1} - 1 \text{ mol} \cdot 23540 \text{ cal} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\Delta H = -18130 \text{ cal}$$

I-8 Колика је промена енталпије када се раствору који садржи 1 mol сумпорне киселине на 400 молова воде на 25°C одузме половина воде? Користити приложену таблицу.

Решење:

Треба наћи промене енталпија које прате формирање раствора са 400 и са 200 молова воде. Тражена промена енталпије једнака је разлици енталпија крајњег и почетног стања система.

$$\Delta H_1 = 400 \text{ mol} \cdot (-1,54 \text{ cal} \cdot \text{mol}^{-1}) + 1 \text{ mol} \cdot (5638 \text{ cal} \cdot \text{mol}^{-1} - 23540 \text{ cal} \cdot \text{mol}^{-1}) = -18518 \text{ cal}$$

$$\Delta H_2 = 200 \text{ mol} \cdot (-2,16 \text{ cal} \cdot \text{mol}^{-1}) + 1 \text{ mol} \cdot (5842 \text{ cal} \cdot \text{mol}^{-1} - 23540 \text{ cal} \cdot \text{mol}^{-1}) = -18130 \text{ cal}$$

$$\Delta H = \Delta H_2 - \Delta H_1 = -18130 - (-18518) = 388 \text{ cal}$$

I-9 Израчунати топлоту растварања 40g сумпорне киселине у 160g воде, ако је интегрална топлота растварања за овај раствор једнака -71,71 kJ/mol.

Решење: -29,27 kJ

I-10 Израчунати диференцијалну топлоту растварања H₂SO₄ за 84,5% раствор, ако је за тај раствор интегрална топлота растварања једнака -27,8 kJ/mol, а диференцијална топлота растварања воде износи -18,92 kJ/mol.

Решење:

$$\Delta H_{\text{int}} = \frac{\Delta H}{n_2} = \frac{n_1}{n_2} \Delta \bar{H}_1 + \Delta \bar{H}_2 \quad \Rightarrow \quad \Delta \bar{H}_2 = \Delta H_{\text{int}} - \frac{\frac{m_1}{M_1}}{\frac{m_2}{M_2}} \Delta \bar{H}_1 =$$

$$= -27,8 \text{ cal} \cdot \text{mol}^{-1} - \frac{\frac{15,5 \text{ g}}{18,015 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}}{\frac{84,5 \text{ g}}{98,078 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}} \cdot (-18,92 \text{ cal} \cdot \text{mol}^{-1}) = -27,8 + 18,92 = -8,88 \text{ cal} \cdot \text{mol}^{-1}$$

I-11 Одредити колика се количина топлоте ослободи када се 1 mol сумпорне киселине дода раствору који садржи 1 mol сумпорне киселине на 400 молова воде. Користити приложену таблицу.

Решење: Ослободи се 17742 cal.

I-12 При мешању 125,4 g Bi са 9,73 g Mg ослободи се 16200 J топлоте. Колика је парцијална моларна топлота растварања Bi ако је за магнезијум -34900 J/mol?

Решење: -3709,4 J/mol

I-13 Парцијалне моларне топлоте растварања Si и Mn у раствору који садржи 70% (молских) Si су -3800 и -83500 J/mol. Одредити количину топлоте која се ослободи при прављењу 1 kg раствора овог састава.

Решење: Ослободи се 767 kJ

I-14 Промена енталпије када се n_2 молова NaCl раствори у 1000 g H₂O дата је изразом:

$$\Delta H(J) = 3862n_2 + 1992n_2^{\frac{3}{2}} - 3038n_2^2 + 1019n_2^{\frac{5}{2}}$$

Наћи израз за: а) $\Delta \bar{H}_2$, б) L_2^* , в) \bar{L}_2 , г) \bar{L}_1

Решење: а) $3862 + 2988n_2^{\frac{1}{2}} - 6076n_2 + 2547,5n_2^{\frac{3}{2}} \text{ J/mol}$, б) -3862 J/mol

$$\text{в) } 2988n_2^{\frac{1}{2}} - 6076n_2 + 2547,5n_2^{\frac{3}{2}} \text{ J/mol г) } -\frac{1}{55,56} \left(996n_2^{\frac{3}{2}} - 3038n_2^2 + 1528,5n_2^{\frac{5}{2}} \right)$$

I-15 Колика је маса по молу раствора који се добије мешањем 1 mol-а CCl₄ и 3 mol-а SnCl₄.

Решење:

$$m = m_1 + m_2 = n_1M_1 + n_2M_2 \Rightarrow \frac{m}{n_1 + n_2} = N_1M_1 + N_2M_2 = \\ = 0,25 \cdot 153,812 \text{ g/mol} + 0,75 \cdot 260,502 \text{ g/mol} = 233,8 \text{ g/mol}$$

I-16 Густина Cu је 8,9 g/ml, а Zn 7,1 g/ml. Колика је моларна запремина легуре која садржи 38 тежинских процената Zn, ако је запремина адитивна функција састава.

Решење: 8.1 ml/mol

I-17 У 20% воденом раствору CH₃OH парцијална моларна запремина воде је 18 ml/mol, а метанола 37,8 ml/mol. Колика је моларна запремина раствора?

Решење: 20,44 ml/mol

I-18 На 288 К густина етанола C_2H_5OH је 0,7936 g/ml, густина воде 0,9991g/ml и густина 50% раствора етанола у води 0,9179g/ml. Ако је контракција запремине воде занемарљива, колики је однос специфичне запремине чистог етанола и етанола у 50% воденом раствору?

Решење:

Специфична запремина чистог етанола (скраћено EtOH) једнака је:

$$v_{EtOH} = \frac{1}{\rho_{EtOH}} = \frac{1}{0,7936 \text{ g/ml}} = 1,260 \text{ ml/g}$$

Запремина етанола у 50% раствору у коме нема контракције воде једнака је:

$$V_{EtOH(50\%)} = V_{50\%} - V_{H_2O(50\%)} = \frac{m_{50\%}}{\rho_{50\%}} - \frac{m_{H_2O(50\%)}}{\rho_{H_2O}} = \frac{100 \text{ g}}{0,9179 \text{ g/ml}} - \frac{50 \text{ g}}{0,9991 \text{ g/ml}}$$

Специфична запремина етанола, у 50% раствору, одавде је једнака:

$$v_{EtOH(50\%)} = \frac{V_{EtOH(50\%)}}{m_{EtOH(50\%)}} = \frac{\frac{100 \text{ g}}{0,9179 \text{ g/ml}} - \frac{50 \text{ g}}{0,9991 \text{ g/ml}}}{50 \text{ g}} = 1,178 \text{ ml/g}$$

Следи:

$$\frac{v_{EtOH}}{v_{EtOH(50\%)}} = \frac{1,260}{1,178} = 1,070$$

I-19 За мешање Cu и Ag на 1428 К имамо следеће податке за молске уделе и одговарајуће моларне енталпије:

N_{Ag}	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
$\Delta H_m(\text{kJ/mol})$	1,38	2,41	3,14	3,60	3,81	3,77	3,46	2,81	1,71

Наћи графички диференцијалне топлоте растварања компоненти у раствору са $N_{Ag} = 0,7$.

Решење:

Диференцијалне топлоте растварања се добијају методом одсечка из дијаграма $\Delta H_m = f(N_{Ag})$.

I-20 Зависност топлоте растварања по молу смесе Si-Mn од молског удела силицијума N_{Si} , описује се једначином:

$$\Delta H_m (kJ/mol) = -104,7N_{Si} + 104,7N_{Si}^3$$

Наћи парцијалну моларну топлоту растварања мангана у раствору са 25 атомских процената Si.

Решење:

$$\Delta \bar{H}_1 = \Delta H_m - N_2 \frac{d\Delta H_m}{dN_2} \Rightarrow \Delta \bar{H}_{Mn} = \Delta H_m - N_{Si} \frac{d\Delta H_m}{dN_{Si}}$$

$$\Delta \bar{H}_{Mn} = -104,7N_{Si} + 104,7N_{Si}^3 - N_{Si}(-104,7 + 3 \cdot 104,7N_{Si}^2) = -2 \cdot 104,7N_{Si}^3$$

$$\Delta \bar{H}_{Mn} = -2 \cdot 104,7 \cdot 0,25^3 = -3,27 kJ/mol$$

Табела релативних парцијалних моларних енталпија воде и сумпорне киселине уз задатке I-7, I-8 и I-11

Релативна парцијална моларна енталпија воде (\bar{L}_1) и сумпорне киселине (\bar{L}_2) у воденом раствору на 25°C			
Молалитет, m	$\frac{n_{H_2O}}{n_{H_2SO_4}}$	\bar{L}_1 (cal·mol ⁻¹)	\bar{L}_2 (cal·mol ⁻¹)
0	∞	0	0
0,00108	51200	0,01	1665
0,00217	25600	0,03	2234
0,00434	12800	0,06	2889
0,00867	6400	- 0,13	3725
0,01734	3200	- 0,26	4318
0,03469	1600	- 0,48	4811
0,06938	800	- 0,91	5280
0,1388	400	- 1,54	5638
0,2775	200	- 2,16	5842
0,5551	100	- 2,68	5888
1,1101	50	- 5,70	6065
2,2202	25	- 24,4	6681
3,7004	15	- 89,8	7896
5,551	10	- 233	9632
6,938	8	- 362	10777
9,251	6	- 570	12222
13,876	4	- 1043	14581
18,502	3	- 1477	16089
27,75	2	- 2318	18216
55,51	1	- 4731	21451
111,01	0,5	- 6743	23102
∞	0		23540 = L_2^\bullet

Задачу за I колоквијум из Релативне термодинамике

1. $V = 293,2 \text{ K}$
 60% метил алкохол
 $\rho = 0,8946 \text{ g/cm}^3$
 $n = 1 \text{ mol}$ раствора
 $V_m = ?$

$$V_m = \frac{V}{n_1 + n_2} = \frac{\frac{m}{\rho_{\text{раствора}}}}{n_1 + n_2} = \frac{m_1 + m_2}{\rho(n_1 + n_2)} = \frac{n_1 M_1 + n_2 M_2}{\rho(n_1 + n_2)}$$

$$= \frac{n_1 M_1}{\rho(n_1 + n_2)} + \frac{n_2 M_2}{\rho(n_1 + n_2)} = \frac{N_1 M_1}{\rho} + \frac{N_2 M_2}{\rho} = \frac{N_1 M_1 + N_2 M_2}{\rho} = \frac{M_s}{\rho}$$

$$\left. \begin{aligned} m_1 &= 40 \text{ g}; M_1 = 18 \text{ g/mol}; n_1 = 2,222 \text{ mol} \\ m_2 &= 60 \text{ g}; M_2 = 32 \text{ g/mol}; n_2 = 1,875 \text{ mol} \end{aligned} \right\} n_{\text{ук}} = 4,097 \text{ mol}$$

$$V_m = \frac{100 \text{ g}}{4,097 \text{ mol}} = 24,28 \frac{\text{cm}^3}{\text{mol}}$$

2. $\bar{V}_2 = ?$
 60% CH_3OH , $T = 293,2 \text{ K}$
 $\rho = 0,8946 \text{ g/mol}$
 $\bar{V}_1 = 16,8 \frac{\text{cm}^3}{\text{mol}}$

$$V = n_1 \bar{V}_1 + n_2 \bar{V}_2 = \frac{m_{\text{раствора}}}{\rho}$$

$$m_{\text{раствора}} = 100 \text{ g}; n_1 = \frac{40 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} = 2,222 \text{ mol};$$

$$n_2 = \frac{60 \text{ g}}{32 \text{ g/mol}} = 1,875 \text{ mol};$$

$$\bar{V}_2 = \frac{\frac{m_{\text{раствора}}}{\rho} - n_1 \bar{V}_1}{n_2} = \frac{\frac{100 \text{ g}}{0,8946 \text{ g/cm}^3} - 2,222 \text{ mol} \cdot 16,8 \frac{\text{cm}^3}{\text{mol}}}{1,875 \text{ mol}} = 39,7 \frac{\text{cm}^3}{\text{mol}}$$

3. NH_4Cl , 10%, 100g
 $\rho = 1,029 \text{ g/ml}$
 H_2O : $\rho_1 = 0,9972 \text{ g/ml}$
 NH_4Cl : $\rho_2 = 1,536 \text{ g/ml}$
 $\Delta V = ?$

$$\left\{ V = \frac{100 \text{ g}}{1,029 \text{ g/ml}} = 97,18 \text{ ml} \right.$$

$$V' = V_1 + V_2 = 96,76 \text{ cm}^3$$

$$\Delta V = V - V' = 0,42 \text{ ml}$$

$$\rightarrow V_1 = \frac{90 \text{ g}}{0,9972 \text{ g/ml}} = 90,25 \text{ ml}$$

$$\rightarrow V_2 = \frac{10 \text{ g}}{1,536 \text{ g/ml}} = 6,51 \text{ ml}$$

4. 40% CH_3OH
 $\rho = ?$
 $\bar{V}_1 = 17,5 \frac{\text{ml}}{\text{mol}}$
 $\bar{V}_2 = 39,0 \frac{\text{ml}}{\text{mol}}$
 $\rho = ?$

$$V = \bar{V}_1 n_1 + \bar{V}_2 n_2 = 17,5 \frac{\text{ml}}{\text{mol}} \cdot \frac{60 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} + 39 \frac{\text{ml}}{\text{mol}} \cdot \frac{40 \text{ g}}{32 \text{ g/mol}} = 107,08 \text{ ml}$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{100 \text{ g}}{107,08 \text{ ml}} = 0,934 \text{ g/ml}$$

5. $m_1 = 1000 \text{ g H}_2\text{O}$
 $\bar{V}_2 = 16,4 + 0,5 n_2 - 3,6 n_2^2 \left[\frac{\text{cm}^3}{\text{mol}} \right]$, NaCl
 $\bar{V}_1 = ?$
 $V_1^* = 18 \frac{\text{ml}}{\text{mol}}$

$$n_1 d\bar{V}_1 + n_2 d\bar{V}_2 = 0$$

$$d\bar{V}_2 = (0,5 - 7,2 n_2) dn_2 = (0,5 - 7,2 n_2) dn_2$$

$$d\bar{V}_1 = -\frac{n_2 d\bar{V}_2}{n_1} = -\frac{n_2}{n_1} (0,5 - 7,2 n_2) dn_2$$

$$\int_{V_1}^{\bar{V}_1} d\bar{V}_1 = -\frac{1}{n_1} \int_0^{n_2} (0,5 n_2 - 7,2 n_2^2) dn_2 = -\frac{1}{\frac{1000 \text{ g}}{18 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}} \left(0,5 \int_0^{n_2} n_2 dn_2 - 7,2 \int_0^{n_2} n_2^2 dn_2 \right) =$$

$$= -0,018 \text{ mol}^{-1} \left(0,5 \cdot \frac{n_2^2}{2} \Big|_0^{n_2} - 7,2 \cdot \frac{n_2^3}{3} \Big|_0^{n_2} \right) = -0,018 \text{ mol}^{-1} (0,25 n_2^2 - 2,4 n_2^3) =$$

$$= -0,045 n_2^2 + 0,0432 n_2^3$$

$$\bar{V}_1 \Big|_{V_1}^{\bar{V}_1} = -0,045 n_2^2 + 0,0432 n_2^3 \rightarrow \bar{V}_1 = V_1 - 0,045 n_2^2 + 0,0432 n_2^3$$

$$\bar{V}_1 = 18 - 0,045 n_2^2 + 0,0432 n_2^3 \left[\frac{\text{cm}^3}{\text{mol}} \right]$$

6. $m_1 = 1000 \text{ g} = 1 \text{ kg}$, $n_1 = 55,56 \text{ mol}$

$$V(\text{cm}^3) = 1000 + 16,4 m + 2,5 m^2 - 1,2 m^3$$

$$\bar{V}_2 = ?$$

$$\bar{V}_1 = ?$$

(0,5 m паровор, m - моларный вес)

$$n_2 = m = 0,5 \left[\frac{\text{mol}}{\text{kg}} \right]$$

$$\bar{V}_2 = 16,4 + 2 \cdot 2,5 m - 1,2 \cdot 3 m^2 =$$

$$= 16,4 + 5 m - 3,6 m^2$$

$$\bar{V}_2 = 16,4 + 5 \cdot 0,5 - 3,6 (0,5)^2 = 18 \frac{\text{cm}^3}{\text{mol}}$$

$$V = 1000 + 16,4 \cdot 0,5 + 2,5 \cdot 0,25 - 1,2 \cdot 0,125 = 1008,675 \text{ ml}$$

$$\bar{V}_1 = \frac{V - n_2 \bar{V}_2}{n_1} = \frac{1008,675 \text{ ml} - 0,5 \text{ mol} \cdot 18 \frac{\text{cm}^3}{\text{mol}}}{55,56 \text{ mol}} = 18 \frac{\text{cm}^3}{\text{mol}}$$

7. $\Delta H = ?$

1 mol H_2SO_4 на 200 mol H_2O , $\vartheta = 25^\circ\text{C}$
(Корректируй таблицу из книги.)

$$\Delta H = n_1 \bar{L}_1 + n_2 \bar{L}_2 - n_2 L_2^* = 200 \text{ mol} \left(-2,16 \frac{\text{cal}}{\text{mol}} \right) + 1 \text{ mol} \cdot 5842 \frac{\text{cal}}{\text{mol}} - 1 \text{ mol} \cdot 23540 \frac{\text{cal}}{\text{mol}} = -18130 \text{ cal}$$

8. 1 mol H_2SO_4

400 mol H_2O

$$\rightarrow -\frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$$

$$\Delta H = ?$$

$$400 \text{ mol}: \Delta H_1 = n_1 \bar{L}_1 + n_2 \bar{L}_2 - n_2 L_2^* = 400 \text{ mol} \left(-1,54 \frac{\text{cal}}{\text{mol}} \right) + 1 \text{ mol} \left(5638 \frac{\text{cal}}{\text{mol}} - 23540 \frac{\text{cal}}{\text{mol}} \right)$$

$$\Delta H_1 = -18518 \text{ cal}$$

$$200 \text{ mol}: \Delta H_2 = 200 \text{ mol} \left(-2,16 \frac{\text{cal}}{\text{mol}} \right) + 1 \text{ mol} \left(5842 \frac{\text{cal}}{\text{mol}} - 23540 \frac{\text{cal}}{\text{mol}} \right) = -18130 \text{ cal}$$

$$\Delta H = \Delta H_2 - \Delta H_1 = (-18130 + 18518) \text{ cal} = 388 \text{ cal}$$

(Корректируй таблицу из книги.)

9. 40 g H_2SO_4

160 g H_2O

$$\rightarrow \Delta H_{\text{int.}} = -71,71 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} = \frac{\Delta H}{n_2}$$

$$\rightarrow \Delta H = -71,71 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \cdot \frac{40 \text{ g}}{98 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = -29,27 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

10. $\bar{H}_2 = ?$

H_2SO_4 , 84,5%

$$\Delta H_{\text{int.}} = -27,8 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

$$\bar{H}_1 = -18,92 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

$$\Delta H_{\text{int.}} = \frac{\Delta H}{n_2} = \frac{n_1}{n_2} \Delta \bar{H}_1 + \Delta \bar{H}_2$$

$$\bar{H}_2 = \Delta H_{\text{int.}} - \frac{\frac{n_1}{M_1}}{\frac{n_2}{M_2}} \Delta \bar{H}_1 = -27,8 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} - \frac{15,5 \text{ g}}{18 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \cdot \frac{84,5 \text{ g}}{98 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \cdot (-18,92 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}})$$

$$\bar{H}_2 = -8,9 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$



$$\Delta H_2 = n_1 \bar{L}_1 + n_2 \bar{L}_2 - n_2 L_2^\circ = 400 \text{ mol} \left(-2,16 \frac{\text{cal}}{\text{mol}}\right) + 2 \text{ mol} (5842 - 23540) \frac{\text{cal}}{\text{mol}} = -36260 \text{ cal}$$

$$\Delta H_1 = 400 \text{ mol} \left(-1,54 \frac{\text{cal}}{\text{mol}}\right) + \left(5638 \frac{\text{cal}}{\text{mol}} - 23540 \frac{\text{cal}}{\text{mol}}\right) \cdot 1 \text{ mol} = -18518 \text{ cal}$$

$$\Delta H = \Delta H_2 - \Delta H_1 = 18518 \text{ cal} - 36260 \text{ cal} = -17742 \text{ cal} \text{ (osnovogiu ee)}$$

12. $m_{\text{Bi}} = 125,4 \text{ g}$

$m_{\text{Mg}} = 9,73 \text{ g}$

$\Delta H = -16200 \text{ J}$

$\Delta \bar{H}_{\text{Bi}} = ?$

$\Delta \bar{H}_{\text{Mg}} = -34900 \text{ J/mol}$

$$\Delta H = \Delta \bar{H}_{\text{Bi}} n_{\text{Bi}} + \Delta \bar{H}_{\text{Mg}} n_{\text{Mg}}$$

$$\Delta \bar{H}_{\text{Bi}} = \frac{-16200 \text{ J} - (-34900 \text{ J/mol}) \cdot \frac{9,73 \text{ g}}{24 \text{ g/mol}}}{\frac{125,4 \text{ g}}{209 \text{ g/mol}}} = -3418,26 \text{ J/mol}$$

13. Si $0,7n$; $\Delta \bar{H}_1 = -3800 \text{ J/mol}$

Mn $0,3n$; $\Delta \bar{H}_2 = -83500 \text{ J/mol}$

$m_{\text{mix}} = 1 \text{ kg}$; $\Delta H = ?$

$$m_{\text{mix}} = 1000 \text{ g} = m_1 + m_2 = n_1 M_1 + n_2 M_2 =$$

$$= (0,7n \cdot 28 + 0,3n \cdot 55) \text{ g/mol} = 19,6 \text{ g/mol} \cdot n + 16,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}} n =$$

$$= 36,1 n$$

$$n = \frac{1000 \text{ g}}{36,1 \text{ g/mol}} = 27,7 \text{ mol}$$

$$n_1 = 0,7 \cdot 27,7 \text{ mol} = 19,39 \text{ mol}$$

$$n_2 = 0,3 \cdot 27,7 \text{ mol} = 8,31 \text{ mol}$$

$$\rightarrow \Delta H = -3800 \text{ J/mol} \cdot 19,39 \text{ mol} + (-83500 \text{ J/mol}) \cdot 8,31 \text{ mol}$$

$$= -767567 \text{ J} \approx -767 \text{ kJ}$$

14. $n_2 (\text{NaCl})$ y $1000 \text{ g H}_2\text{O}$

$$n_1 = \frac{1000 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} = 55,56 \text{ mol}$$

$$\Delta H (\text{J}) = 3862 n_2 + 1992 n_2^{3/2} - 3038 n_2^2 + 1019 n_2^{5/2}$$

a) $\Delta \bar{H}_2 = ?$; b) $L_2^\circ = ?$; c) $\bar{L}_2 = ?$; d) $\bar{L}_1 = ?$

$$\text{a) } \Delta \bar{H}_2 = \left(\frac{\partial (\Delta H)}{\partial n_2} \right)_{P,T,n_1} = 3862 + 2988 n_2^{1/2} - 6076 n_2 + 2547,5 n_2^{3/2} \text{ [J/mol]}$$

$$\text{b) } \lim_{n_2 \rightarrow 0} \Delta \bar{H}_2 = -L_2^\circ \rightarrow L_2^\circ = -3862 \text{ J/mol}$$

$$\text{c) } \Delta \bar{H}_2 = \bar{L}_2 - L_2^\circ \rightarrow \bar{L}_2 = \cancel{3862} + 2988 n_2^{1/2} - 6076 n_2 + 2547,5 n_2^{3/2} + (-\cancel{3862}) = 2988 n_2^{1/2} - 6076 n_2 + 2547,5 n_2^{3/2} \text{ [J/mol]}$$

$$\text{d) } \Delta H = n_1 \bar{L}_1 + n_2 (\bar{L}_2 - L_2^\circ) = n_1 \bar{L}_1 + n_2 \Delta \bar{H}_2 \rightarrow \bar{L}_1 = \frac{\Delta H - n_2 \Delta \bar{H}_2}{n_1} =$$

$$= -\frac{1}{55,56} (996 n_2^{3/2} - 3038 n_2^2 + 1528,5 n_2^{5/2})$$

15. $1 \text{ mol CCl}_4 + 3 \text{ mol SnCl}_4 \rightarrow m = m_1 + m_2 = n_1 M_1 + n_2 M_2$

$$N_1 = \frac{n_1}{n_1 + n_2} = 0,25 ; N_2 = \frac{n_2}{n_1 + n_2} = 0,75 \text{ mol} ; \frac{m}{n_1 + n_2} = \frac{n_1 M_1 + n_2 M_2}{n_1 + n_2} = N_1 M_1 + N_2 M_2 =$$

$$= 0,25 \cdot 154 \text{ g/mol} + 0,75 \cdot 261 \text{ g/mol} = 234,25 \text{ g/mol}$$

16. $C_{12}H_{22}O_{11} \rho = 8,9 \text{ g/ml}$, 62%
 $Zn \rho = 7,1 \text{ g/ml}$, 38%

$$n_1 = \frac{62 \text{ g}}{63,5 \text{ g/mol}} = 0,9764 \text{ mol}$$

$$n_2 = \frac{38}{64,5 \text{ g/mol}} = 0,581 \text{ g/mol}$$

$$V_m = \frac{V}{n_1 + n_2} = \frac{\frac{m_1}{\rho_1} + \frac{m_2}{\rho_2}}{\frac{m_1}{M_1} + \frac{m_2}{M_2}} = \frac{\frac{62 \text{ g}}{8,9 \text{ g/ml}} + \frac{38 \text{ g}}{7,1 \text{ g/ml}}}{0,9764 \text{ mol} + 0,581 \text{ mol}} = 7,9 \text{ ml}$$

17. 80% H_2O , $\bar{V}_1 = 18 \text{ ml/mol}$; $n_1 = \frac{m_1}{M_1} = 4,44 \text{ mol}$
 20% CH_3OH , $\bar{V}_2 = 37,8 \text{ ml/mol}$; $n_2 = \frac{m_2}{M_2} = 0,625 \text{ mol}$

$$V_m = \frac{V}{n_1 + n_2} = \frac{n_1 \bar{V}_1 + n_2 \bar{V}_2}{n_1 + n_2}$$

$$V_m = \frac{4,44 \text{ mol} \cdot 18 \text{ ml/mol} + 0,625 \text{ mol} \cdot 37,8 \text{ ml/mol}}{5,065 \text{ mol}} = 20,44 \text{ ml}$$

18. $T = 288 \text{ K}$
 C_2H_5OH , $\rho_1 = 0,7936 \text{ g/ml}$
 H_2O , $\rho_2 = 0,9991 \text{ g/ml}$
 $50\% EtOH$, $\rho_3 = 0,9179 \text{ g/ml}$

$$\frac{V_{C_2H_5OH}}{V_{50\% EtOH}} = ?$$

$$V_{C_2H_5OH} = \frac{1}{\rho_1} = 1,26 \text{ ml/g}$$

$$V_{C_2H_5OH(50\%)} = V_{50\%} - V_{H_2O} = \frac{m_{50\%}}{\rho_3} - \frac{m_{H_2O(50\%)}}{\rho_2} = \frac{100 \text{ g}}{0,9179 \text{ g/ml}} - \frac{50 \text{ g}}{0,9991 \text{ g/ml}}$$

$$V_{C_2H_5OH(50\%)} = \frac{V_{C_2H_5OH(50\%)}}{m_{C_2H_5OH(50\%)}} = 1,178 \text{ ml/g} \Rightarrow \frac{V_{C_2H_5OH}}{V_{C_2H_5OH(50\%)}} = \frac{1,26}{1,178} = 1,070$$

19. $T = 1428 \text{ K}$
 $N_{A_2} = 0,7$

(Диференцијалне тајлотне растварања добивају се методом одлика из дијаграма $\Delta H_m = f(N_{A_2})$ из податка који су даћи у књизи у овом задатку.)

20. $Si - Mn$
 $\Delta H_m \left(\frac{kJ}{mol} \right) = -104,7 N_{Si} + 104,7 N_{Si}^3$

$$\Delta \bar{H}_1 = \Delta H_m - N_2 \frac{d(\Delta H_m)}{dN_2}$$

$$\Delta \bar{H}_{Mn} = \Delta H_m - N_{Si} \frac{d(\Delta H_m)}{dN_{Si}}$$

$$\Delta \bar{H}_{Mn} = ? \quad (25\% \text{ атомске } Si)$$

$$\Delta \bar{H}_{Mn} = -104,7 N_{Si} + 104,7 N_{Si}^3 - N_{Si} (-104,7 + 3 \cdot 104,7 N_{Si}^2) = -2 \cdot 104,7 N_{Si}^3$$

$$\Delta \bar{H}_{Mn} = -2 \cdot 104,7 \cdot 0,25^3 = -3,27 \text{ kJ/mol}$$