

ТЕОРИСКИ ПРОБЛЕМИ

(Запишете го начинот на решавање и одговорот на предвиденото место за тоа! Решавањето надвор од предвиденото место нема да се прегледува!)

Задача 1.

Со цел да го определи идентитетот на непознат кристалохидрат од типот $MCl_2 \cdot xH_2O$, хемичар се одлучил да изведе серија од хемиски постапки. Најпрво, хемичарот забележал дека целосната дехидратација на кристалохидратот секогаш ја намалува неговата маса за 36,4 % од првичната вредност. Дополнително е најдено дека хлоридните јони од 1,26 g непознат кристалохидрат може да се преведат во најмногу 1,82 g сребро хлорид. Врз основа на дадените податоци определете со кој кристалохидрат ракувал хемичарот и именувајте го според правилата и препораките на IUPAC. (12)

Дехидратацијата на кристалохидратот ја отстранува кристалната вода од неговата структура. Според тоа, намалувањето за 36,4 % е всушност масениот удел на вода во целиот кристалохидрат:

$$w(H_2O) = \frac{m(H_2O)}{m(MCl_2 \cdot xH_2O)} = \frac{n(H_2O) M(H_2O)}{n(MCl_2 \cdot xH_2O) M(MCl_2 \cdot xH_2O)} = \frac{x M(H_2O)}{M(MCl_2 \cdot xH_2O)} \quad [3]$$

$$w(H_2O) = \frac{x \cdot 18 \frac{g}{mol}}{[M(M) + 70,9 + 18x] \frac{g}{mol}} \quad [1]$$

Оваа равенка има две непознати, па треба да користиме податоци од таложето на сребро хлорид. Хлоридните јони од кристалохидратот ќе ги поврземе со сребро хлоридот:

$$n(MCl_2 \cdot xH_2O) : n(AgCl) = 1 : 2 \quad [1]$$

$$n(MCl_2 \cdot xH_2O) = \frac{1}{2} n(AgCl)$$

$$\frac{m(MCl_2 \cdot xH_2O)}{M(MCl_2 \cdot xH_2O)} = \frac{1}{2} \cdot \frac{m(AgCl)}{M(AgCl)} \quad [1]$$

$$\frac{1,26 g}{[M(M) + 70,9 + 18x] \frac{g}{mol}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1,82 g}{143,3 \frac{g}{mol}} \quad [1]$$

Добиената равенка е, повторно, со две непознати и со првата равенка сочинува систем од две линеарни равенки со две непознати величини. Со преуредување на овие две равенки се добива систем во следниот облик (мерните единици се испуштени заради поедноставување на изразот):

$$\begin{cases} 0,114 x + 0,006 y = 0,810 \\ 11,45 x - 0,364 y = 25,81 \end{cases} \quad [2]$$

Во горниот систем равенки со y е означена моларната маса на непознатиот метал. Решението на овој систем равенки е $x = 4$ и $y = 55,2$. Метал со моларна маса најблиска до 55,2 g/mol е манган (54,9 g/mol), па непознатиот кристалохидрат е манган(II) хлорид тетрахидрат. [3 (2 за најдени метал и x и 1 поен за точно именување на солта)]

Задача 2.

(А) Колкава маса железо(II) сулфат хептахидрат треба да растворите во тиквичка до финален волумен од 500 mL, за приготвување раствор со концентрација на железо(II) сулфат која ќе изнесува $0,50 \text{ mol/dm}^3$? (3)

Во задачав се бара маса на кристалохидрат, а е дадена концентрацијата на безводната сол. Затоа ќе изразиме количински однос на кристалохидратот и соодветната безводна сол:

$$n(\text{FeSO}_4) : n(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 1 : 1$$

$$n(\text{FeSO}_4) = n(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})$$

$$c(\text{FeSO}_4)V(p-p) = \frac{m(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})}{M(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})} \quad [1]$$

$$m(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = c(\text{FeSO}_4)V(p-p)M(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 0,50 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 0,500 \text{ L} \cdot 277,9 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \quad [1]$$

$$m(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 69,5 \text{ g} \quad [1]$$

(Б) Растворот на железо(II) сулфат од задачата под (А) бил заборавен на отворено некое време. По извесно време, најдено е дека масената концентрација на железо(II) јоните во растворот изнесувала $36,3 \text{ mg/mL}$. Колку mL вода отпариле од растворот? Претпоставете дека не доаѓа до оксидација на присутните железо(II) јони во растворот. (6)

Количеството на растворено железо (и соединение воопшто) не се менува при испарувањето на вода:

$$n(\text{Fe}^{2+}) = n(\text{FeSO}_4) = \text{const.}$$

На пример, количеството на железо(II) јони пред и по испарувањето вода мора да се запази:

$$n_1(\text{Fe}^{2+}) = n_2(\text{Fe}^{2+})$$

$$c_1(\text{Fe}^{2+})V_1(p-p) = c_2(\text{Fe}^{2+})V_2(p-p) \quad [1]$$

Волуменот на растворот по отпарување на дел од водата е:

$$V_2(p-p) = V_1(p-p) - V(\text{H}_2\text{O}). \quad [1]$$

Количинскиот однос пак, на железо(II) јоните и железо(II) сулфат е 1:1, па:

$$n(\text{Fe}^{2+}) = n(\text{FeSO}_4)$$

На почеток, овие количества биле: $n_1(\text{Fe}^{2+}) = n(\text{FeSO}_4)$. За да ја добиеме $c_1(\text{Fe}^{2+})$ ќе го поделиме ова равенство со $V_1(p-p)$ од двете негови страни. На таков начин се добива:

$$c_1(\text{Fe}^{2+}) = c(\text{FeSO}_4)$$

Сега, равенството $c_1(\text{Fe}^{2+})V_1(p-p) = c_2(\text{Fe}^{2+})V_2(p-p)$ преуредено во корисна форма е:

$$c(\text{FeSO}_4)V_1(p-p) = c_2(\text{Fe}^{2+}) [V_1(p-p) - V(\text{H}_2\text{O})] \quad [1]$$

Количествената концентрација е поврзана со масената концентрација преку:

$$c(\text{Fe}^{2+}) = \gamma(\text{Fe}^{2+})/M(\text{Fe}^{2+}):$$

$$c(\text{FeSO}_4)V_1(p-p) = \frac{\gamma(\text{Fe}^{2+})}{M(\text{Fe}^{2+})} [V_1(p-p) - V(\text{H}_2\text{O})] \quad [1]$$

Единствена непозната во последното равенство е волуменот на испарена вода:

$$V(\text{H}_2\text{O}) = V_1(p-p) \cdot \frac{c_2(\text{Fe}^{2+}) - c(\text{FeSO}_4)}{c_2(\text{Fe}^{2+})} = V_1(p-p) \cdot \left(1 - \frac{c(\text{FeSO}_4)M(\text{Fe}^{2+})}{\gamma(\text{Fe}^{2+})}\right)$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 0,500 \text{ L} \cdot \left(1 - \frac{0,50 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 55,85 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{36,3 \frac{\text{g}}{\text{L}}}\right)$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 0,115 \text{ L} = 115 \text{ mL} \quad [2]$$

Задача 3.

Фероникел претставува легура на железо и никел која се користи во индустријата за производство на челици. Знаејќи дека примерок од фероникел со маса од 962 mg при реакција со доволен вишок концентрирана азотна киселина дава 1,267 L азот диоксид (мерен при 40 °C и стандарден притисок), пресметајте ги масените удели на двата метали во составот на анализираната легура.

Помош: Условите при кои е мерен волуменот на азот диоксид во оваа задача не се стандардни. При решавањето искористете ја равенката за состојба на идеален гас: $pV=nRT$, каде R е универзална гасна константа чија вредност изнесува $8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$. (12)

Во овој случај и двата метали реагираат со концентрирана азотна киселина, а равенките се:



3 (по 1 поен за
равенка и по 0,50
за израмнување)

Количеството ослободен азот диоксид е сума од азот диоксидот ослободен од едниот и другиот метал:

$$n(\text{NO}_2) = n(\text{NO}_2)_{\text{Fe}} + n(\text{NO}_2)_{\text{Ni}} \quad [1]$$

Според стехиометријата на прикажаните редокс процеси имаме:

$$n(\text{NO}_2)_{\text{Fe}} : n(\text{Fe}) = 3 : 1 \Rightarrow n(\text{NO}_2)_{\text{Fe}} = 3n(\text{Fe})$$

$$n(\text{NO}_2)_{\text{Ni}} : n(\text{Ni}) = 3 : 1 \Rightarrow n(\text{NO}_2)_{\text{Ni}} = 3n(\text{Ni})$$

Вкупното количество ослободен азот диоксид е:

$$n(\text{NO}_2) = 3n(\text{Fe}) + 3n(\text{Ni}) \quad [2]$$

Сега ја преуредуваме равенката за да фигурираат масени удели (бидејќи тие се бараат), а количеството ослободен азот диоксид го изразуваме преку равенката за однесување на идеален гас:

$$\frac{p \cdot V(\text{NO}_2)}{R \cdot T} = 3 \frac{m(\text{Fe})}{M(\text{Fe})} + 3 \frac{m(\text{Ni})}{M(\text{Ni})}$$

$$\frac{p \cdot V(\text{NO}_2)}{3R \cdot T} = \frac{w(\text{Fe})m(\text{легура})}{M(\text{Fe})} + \frac{w(\text{Ni})m(\text{легура})}{M(\text{Ni})} \quad \boxed{2}$$

Легурата е бинарна, па сумата на уделите на двата метала мора да изнесува 1:

$$\frac{p \cdot V(\text{NO}_2)}{3R \cdot T \cdot m(\text{легура})} = \frac{w(\text{Fe})}{M(\text{Fe})} + \frac{1 - w(\text{Fe})}{M(\text{Ni})} \quad \boxed{1}$$

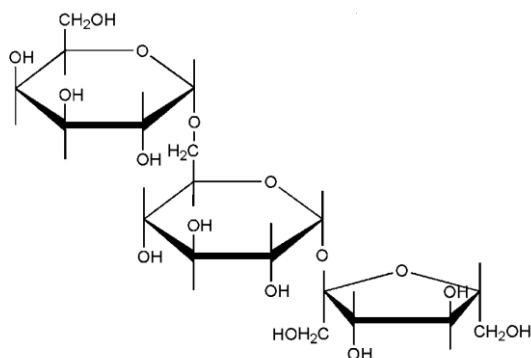
Во последнава равенка единствена непозната величина е масениот удел на железо, за кој се добива:

$$w(\text{Fe}) = M(\text{Fe}) \frac{\frac{p \cdot V(\text{NO}_2) \cdot M(\text{Ni})}{3 \cdot R \cdot T \cdot m(\text{легура})} - 1}{M(\text{Ni}) - M(\text{Fe})} = 0,054 = 5,4 \% \quad \boxed{2}$$

Масениот удел на никел пак, мора да изнесува $100 \% - 5,4 \% = 94,6 \%$. $\boxed{1}$

Задача 4.

На сликата подолу е претставена структурата на трисахаридот познат како рафиноза.



А) При целосна хидролиза на рафинозата се добива: **галактоза, глюкоза и фруктоза.** (3)

В) Врската помеѓу првата и втората моносахаридна единица е **$\alpha(1 \rightarrow 6)$** , додека пак врската помеѓу втората и тртата моносахаридна единица е **$\alpha(1 \rightarrow 2)$** . (2)

С) При додавање на Фелингов реагенс кон воден раствор од овој трисахарид ќе се добие позитивна/**негативна** (заокружи) реакција поради **тоа што нема слободна полуацетална ОН група.** (2)

5. ЗАМИСЛЕН ЕКСПЕРИМЕНТ

Лаборант приготвил 4 раствори и тоа 2 од нив биле водни раствори од јаглехидрати (еден моносахарид и еден полисахарид), еден воден раствор од протеини и раствор од липиди во хексан. Растворите ги ставил во 4 стаклени шишиња, но заборавил да им стави етикети додека ги приготвувал, па шишињата се измешале. Бидејќи лаборантот ги имал сите хемикалии потребни за изведување на тестовите со кои би можел да докаже што има во шишињата, решил да направи неколу експерименти. За таа цел, најпрво шишињата ги означил со броевите **1, 2, 3 и 4**.

(секој точен одговор во оваа задача носи по 1 поен)

I. За првиот експеримент од секое шише претурил во епрувета по 1 mL од секој од растворите и во секој раствор внимателно по сидовите на епруветата додал по 1 mL концентрирана азотна киселина а потоа додал и 1 mL 10 % раствор од NaOH и при тоа забележал дека само во епруветата во која што претурил од шишето број **2** има појава на жолтопортокалов талог:

- Во шишето број **2** имало воден раствор од протеини.
- Реакција која била изведена за неговото докажување се вика ксантопротеинска.
- Оваа реакција се случува поради присуството на аминокиселински остатоци со ароматичен прстен.

II. Потоа истражувањето го продолжил врз останатите три раствора. Повторно од шишињата претурил во три чисти епрувети по 1 mL од секој од растворите и во секој раствор додал по 1 mL од реагенс кој што имал жолта боја. При ова забележал дека во една епрувета растворот се обоил жолтеникаво, во другата се формирале два слоја (еден жолт и еден безбоен) додека растворот од шишето број **4** добил темно сина боја.

- Реагенсот со жолта боја е Лугалов раствор (I/KI).
- Растворот во шишето со број **4** е скроб (полисахарид).

За да открие што има во останатите две шишиња направил уште еден експеримент. За таа цел имал намера да употреби два реагенса означени како **R1** и **R2**.

Постапката била следната: зел две епрувети и во секоја ставил по 2 mL од реагенсот **R1**, а потоа уште по 2 mL од реагенсот **R2** и на крај во едната епрувета додал додал 3 mL од растворот од шишето со број **1** а во другата 3 mL од растворот од шишето со број **3**. При тоа се случиле следните промени:

- Реагенсот **R1** имал светлосина боја, која по додавање на **R2** значително потемнела.
- Во епруветата означена со **3** се појавил црвен талог, а во епруветата со растворот од шишето број **1** повторно се појавиле два слоја.

РЕЗУЛТАТИ ОД НАПРАВЕНИТЕ РЕАКЦИИ:

а) Реагенсот **R1** е **Фелинг 1 (раствор од CuSO₄)**.

б) Реагенсот **R2** е **Фелинг 2 (калиум натриум тартарат + КОН)**.

в) Во шишето број **3** имало **моносахарид (глюкоза, фруктоза)**.

г) Растворот во шишето со број **1** е **раствор од липиди во хексан**. Тоа може да се заклучи врз основа на тоа што **се формираат два слоја од хексанот во кој е растворен липидот и водата. Односно, растворувачите не се мешаат.**