

Ülesannete lahendused*

10. klass

Tallinna XVIII koolinoorte keemiaolümpiaadi koolivoor 2017/ 2018 õ. a

1. (10p)

1. Raua mehaaniline eraldamine segust magneti abil (0,5)

Механическое отделение железа при помощи магнита из смеси металлов

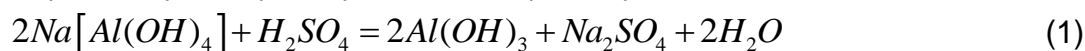
2. Metallide segu töötlemine leelise lahusega alumiiniumi lahustamiseks (0,5)

Обработка смеси металлов раствором щелочи для растворения алюминия



3. Komplekssoola lahuse töötlemine väävelhappe lahusega (0,5)

Обработка раствором серной кислоты раствора комплексной соли



4. Alumiiniumhüdroksiidi töötlemine vesinikbromiidhappe lahusega (0,5)

Обработка раствором бромистоводородной кислоты гидроксида алюминия



5. Sula alumiiniumbromiidi elektrolüüs (0,5)

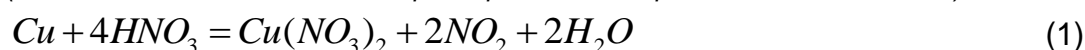
Электролиз расплава бромида алюминия



6. Vase lahustamine lämmastikhappes vase kullast eraldamiseks (0,5)

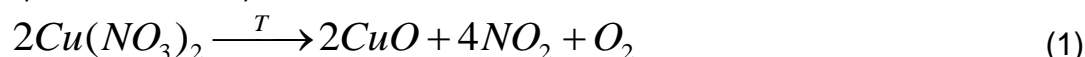
Растворение меди в азотной кислоте для отделения меди от золота

(оставшееся золото можно собрать различными физическими методами)



7. Vasknitraadi kuumutamine (0,5)

Прокаливание нитрата меди



8. Vase redutseerimine vesinikuga tema oksiidist (0,5)

Восстановление меди из его оксида водородом



10p

2. (10p)

NB! Ülesande lahendamiseks pole otseselt vaja arvutada iga lahuse kontsentratsiooni. Kui õpilane otsustab kontsentratsiooni arvutada, siis

Cu₃(PO₄)₂ ei lahustu vees.

Cu₃(PO₄)₂ не растворяется в воде

(0,5)

$$k_A(\text{Cu}^{2+}/\text{CuSO}_4) = k_A(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}(\text{NO}_3)_2)$$

$$c = m(\text{sool})/M(\text{sool})/V(\text{lahus}),$$

$$c = m(\text{соль})/M(\text{соль})/V(\text{раствор})$$

$$M(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 295,5 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 249,5 \text{ g/mol}$$

Esimene lahenduskäik (iga lahuse kontsentratsiooni arvutamine annab 0,5 p)

$$V(\text{lahus}) \approx (99,0 \text{ g} + 1,0 \text{ g}) / 1,0 \text{ g/cm}^3 \cdot 1 \text{ dm}^3 / 1000 \text{ cm}^3 = 0,10 \text{ dm}^3$$

$$c(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) \approx 1,0 \text{ g} / 295,5 \text{ g/mol} / 0,10 \text{ dm}^3 \approx \mathbf{0,034 \text{ M}}$$
 (0,5)

$$c(\text{CuSO}_4) \approx 1,0 \text{ g} / 249,5 \text{ g/mol} / 0,10 \text{ dm}^3 \approx \mathbf{0,041 \text{ M}}$$
 (0,5)

Teine lahenduskäik (suhte arvutamine annab 1 p)

Eeldame, et lahuste ruumalad on võrdsed, siis $c \sim 1/M(\text{sool})$.

Предполагаем, что объемы растворов равны, тогда $c \sim 1/M(\text{соль})$.

$$\text{Seega } c(\text{CuSO}_4) : c(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = M(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) : M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})$$

$$c(\text{CuSO}_4) : c(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = \mathbf{295,5 : 249,5 > 1}$$

CuSO₄ lahuses on kõrgeim Cu²⁺-ioonide kontsentratsioon, mistõttu neeldub valgus selles lahuses kõige intensiivsemalt. *В растворе CuSO₄ концентрация Cu²⁺-ионов самая высокая, поэтому свет поглощается в этом растворе наиболее интенсивнее.* (1)

b) AgCl ei lahustu vees. AgCl küllastunud lahuses on Ag⁺- ja Cl⁻-ioonide kontsentratsioonid madalad, mistõttu on sellel lahusel kõige madalam elektrijuhtivus. *AgCl не растворяется в воде. В насыщенном растворе AgCl концентрации Ag⁺- и Cl⁻ ионов низкие, поэтому электропроводность этого раствора самая низкая.* (0,5)

$$k_B(\text{KCl}) = k_B(\text{NH}_4\text{Cl})$$

$$c = m(\text{sool})/M(\text{sool})/V(\text{lahus})$$

$$c = m(\text{соль})/M(\text{соль})/V(\text{раствор})$$

$$M(\text{KCl}) = 74,5 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{NH}_4\text{Cl}) = 53,5 \text{ g/mol}$$

Esimene lahenduskäik (iga lahuse kontsentratsiooni arvutamine annab 0,5 p)

$$V(\text{lahus}) \approx 100,0 \text{ g} / 1,0 \text{ g/cm}^3 \cdot 1 \text{ dm}^3 / 1000 \text{ cm}^3 = 0,10 \text{ dm}^3$$

$$c(\text{KCl}) \approx 1,0 \text{ g} / 74,5 \text{ g/mol} / 0,10 \text{ dm}^3 \approx \mathbf{0,13 \text{ M}}$$
 (0,5)

$$c(\text{NH}_4\text{Cl}) \approx 1,0 \text{ g} / 53,5 \text{ g/mol} / 0,10 \text{ dm}^3 \approx \mathbf{0,19 \text{ M}}$$
 (0,5)

Teine lahenduskäik (suhte arvutamine annab 1 p)

Eeldame, et lahuste ruumalad on võrdsed. siis: $c \sim 1/M(\text{sool})$.

Предполагаем, что объемы растворов равны, тогда: $c \sim 1/M(\text{соль})$.

$$c(\text{KCl}) : c(\text{NH}_4\text{Cl}) = M(\text{NH}_4\text{Cl}) : M(\text{KCl}) = 53,5 : 74,5 < 1$$

NH₄Cl lahusel on kõrgeim kontsentratsioon ja seega ka kõrgeim elektrijuhtivus.

У раствора NH₄Cl самая высокая концентрация, поэтому и самая высокая электропроводность. (1)

c) CCl₄ ei moodusta veega tõelist lahust.

CCl₄ не образует с водой истинного раствора. (0,5)

$$c = m(\text{sool})/M(\text{sool})/V(\text{lahus}),$$
$$c = m(\text{соль})/M(\text{соль})/V(\text{раствор})$$



$$M(\text{RbCl}) = 120,9 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{CaCl}_2) = 111 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{AlCl}_3) = 133,5 \text{ g/mol}$$

Esimene lahenduskäik (iga lahuse kontsentratsiooni arvutamine annab 0,5 p; lisaks kolme lahuse summaarse ionide sisalduse arvutamine annab 0,5 p)

$$V(\text{lahus}) \approx 100,0 \text{ g} / 1,0 \text{ g/cm}^3 \cdot 1 \text{ dm}^3 / 1000 \text{ cm}^3 = 0,10 \text{ dm}^3$$

$$c(\text{RbCl}) \approx 1,0 \text{ g} / 120,9 \text{ g/mol} / 0,10 \text{ dm}^3 \approx 0,083 \text{ M} \quad (0,5)$$

$$c(\text{CaCl}_2) \approx 1,0 \text{ g} / 111 \text{ g/mol} / 0,10 \text{ dm}^3 \approx 0,090 \text{ M} \quad (0,5)$$

$$c(\text{AlCl}_3) \approx 1,0 \text{ g} / 133,5 \text{ g/mol} / 0,10 \text{ dm}^3 \approx 0,075 \text{ M} \quad (0,5)$$

$$\Sigma c_{\pm}(\text{RbCl}) = 0,17 \text{ M}, \Sigma c_{\pm}(\text{CaCl}_2) = 0,27 \text{ M} \text{ ja } \Sigma c_{\pm}(\text{AlCl}_3) = 0,30 \text{ M} \quad (0,5)$$

Teine lahenduskäik (suhte arvutamine annab 2 p)

Eeldame, et lahuste ruumalad on võrdsed. Siis $c \sim 1/M(\text{sool})$.

Предполагаем, что объемы растворов равны, тогда $c \sim 1/M(\text{sool})$.

$$\Sigma c_{\pm}(\text{RbCl}) : \Sigma c_{\pm}(\text{CaCl}_2) : \Sigma c_{\pm}(\text{AlCl}_3) = 2/M(\text{RbCl}) : 3/M(\text{CaCl}_2) : 4/M(\text{AlCl}_3)$$

$$\Sigma c_{\pm}(\text{RbCl}) : \Sigma c_{\pm}(\text{CaCl}_2) : \Sigma c_{\pm}(\text{AlCl}_3) = 2/120,9 : 3/111 : 4/133,5$$

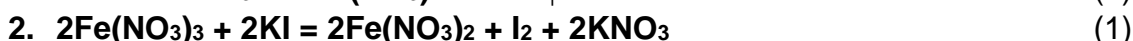
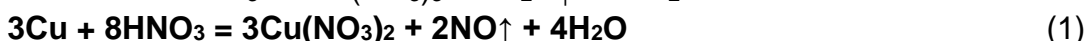
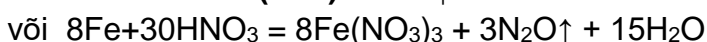
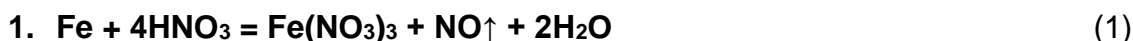
$$\Sigma c_{\pm}(\text{RbCl}) : \Sigma c_{\pm}(\text{CaCl}_2) : \Sigma c_{\pm}(\text{AlCl}_3) \approx 1/60 : 1/37 : 1/33$$

Summaarne ionide sisaldus on suurim AlCl₃ lahuses, mistõttu on sellel lahusel kõige madalam külmumistemperatuur. *Суммарное содержание ионов в растворе AlCl₃ наибольшая, поэтому у этого раствора самая низкая температура замерзания.*

(1)

10p

3. (10p)



3. $n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)_{\text{Fe}+\text{Cu}} = 0,05000 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,04090 \text{ dm}^3 = 0,002045 \text{ mol}$

$$n(\text{I}_2)_{\text{Fe}+\text{Cu}, 100\text{cm}^3} = \frac{0,002045\text{mol}}{2 \cdot 5,000\text{cm}^3} \cdot 100,0\text{cm}^3 = 0,02045 \text{ mol}$$

$$n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)_{\text{Cu}} = 0,05000 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,01023 \text{ dm}^3 = 0,0005115 \text{ mol}$$

$$n(\text{I}_2)_{\text{Cu}, 100\text{cm}^3} = \frac{0,0005115\text{mol}}{2 \cdot 25\text{cm}^3} \cdot 100\text{cm}^3 = 0,001023 \text{ mol}$$

$n(\text{Cu}) = 0,002046 \text{ mol}$ (1)

$n(\text{I}_2)_{\text{Fe}} = 0,02045 \text{ mol} - 0,001023 \text{ mol} \sim 0,01943 \text{ mol}$

$n(\text{Fe}) = 0,03886 \text{ mol}$ (1)

4. $m(\text{Cu}) = 0,002046 \text{ mol} \cdot 63,55 \text{ g/mol} = 0,1300 \text{ g}$

$m(\text{Fe}) = 0,03886 \text{ mol} \cdot 55,85 \text{ g/mol} = 2,170 \text{ g}$

$m(\text{монета}) = 0,1300 \text{ g} + 2,170 \text{ g} = 2,300 \text{ g}$ (1)

$$P(\text{Cu}) = \frac{0,1300\text{g}}{2,300\text{g}} \cdot 100\% = 5,65\%$$
 (0,5)

$$P(\text{Fe}) = \frac{2,170\text{g}}{2,300\text{g}} \cdot 100\% = 94,35\%$$
 (0,5)

5. Tärklise lahust kasutatakse indikaatorina.

Раствор крахмал добавляют в качестве индикатора

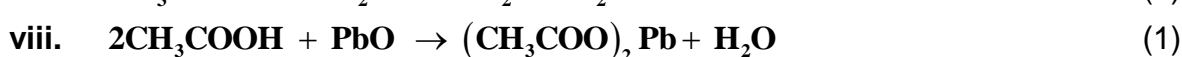
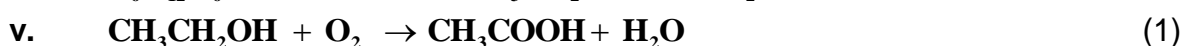
(1)

10p

4. (10p)



glükoos fruktoos (0,5)



10p

* Keemiaolümpiaadi koolivooru komisjon võib iseseisvalt hinnata võimalikke alternatiivseid lahendusvariante.