

Рабочий лист №1

Дата " 2 " ноября 20 25 г.

Шифр 9-03
(заполняется оргкомитетом)

9

(класс участия)

Оценка работы

(таблица заполняется по итогам проверки работы членами жюри олимпиады)

№ задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Итого (итоговый балл, подпись председателя жюри)
Балл	12,5	13,5	7	9	0											42,5 +0,25

N1

① По описанию первого получения полагается, что $X - Si$, $A - SiF_4$, $B - SiO_2$, $Y - F_2$, $C - SiC$.
 $2F_2 + Si \rightarrow SiF_4$, $\rho_{F_2} = 3,42 \frac{g}{l}$, $\rho_{SiF_4} = 1,527 \frac{g}{l}$,
 $n_{SiF_4} = \frac{7,28}{104} = 0,07 \text{ моль}$, $n_{F_2} = 0,07 \cdot 2 = 0,14 \text{ моль}$, $PV = nRT \Rightarrow$
 $n_{F_2} = \frac{PV}{RT} = \frac{101,325 \cdot 3,42}{8,314 \cdot 298} = 0,14 \Rightarrow \frac{n_{F_2}}{n_{SiF_4}} = \frac{0,14}{0,07} = 2$, что соответствует стехиометрии реакции $\Rightarrow$ вещества определены верно.
 Ответ: $X - Si$, $Y - F_2$, $A - SiF_4$, $B - SiO_2$, $C - SiC$.

Реакции: 1) $SiF_4 + 4K^{nap} \rightarrow Si \downarrow + 4KF \uparrow$

2) $SiO_2 + 4HF \rightarrow 2H_2O + SiF_4 \uparrow$

3) $SiO_2 + 2C \rightarrow Si + 2CO \uparrow$

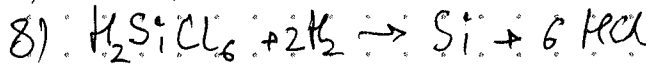
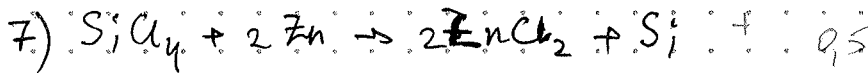
4) $SiO_2 + 3C \rightarrow SiC + 2CO \uparrow$ ($Si + C \rightarrow SiC$) + 78

② $D - SiCl_4$, $E - H_2SiCl_6$. $\omega_{SiCl_4} = \frac{35,453 \cdot 4}{35,453 \cdot 4 + 28,086} = 0,8347 = 83,47\%$
 $\omega_{H_2SiCl_6} = \frac{35,453 \cdot 6}{35,453 \cdot 6 + 2 \cdot 1,008 + 28,086} = 0,876 = 87,6\%$, $\omega_{H_2SiCl_6} - \omega_{SiCl_4} = 87,6 - 83,47 = 4,13\% \approx 4,75\%$

Ответ: $D - SiCl_4$, $E - H_2SiCl_6$

Реакции: 5) $Si + 2Cl_2 \rightarrow SiCl_4$

6) $Si + 6HCl \rightarrow H_2SiCl_6 + 2H_2 \uparrow$



9) 3) Осаждение кремния, выращивание полупроводниковых элементов.

$$4) C_T = C_0 \left(1 + (k-1) \cdot e^{-k \frac{x}{L_0}} \right) = 1 \left(1 + (0,07-1) \cdot e^{-0,07 \frac{400}{25}} \right) = 1 - 0,3034 = 0,69656 \text{ ppm} \quad \text{Ответ: } C_T = 0,69656 \text{ ppm} + 0,5$$

$$5) 0,01 \text{ ppm} \geq C_0 \cdot \left(1 + (0,07-1) \cdot e^{-0,07 \frac{400}{25}} \right)^x, \text{ где } x - \text{кол-во повторов. При } 0,01 \leq 1 \left(1 - 0,93 \cdot e^{-1,12} \right)^x, x \leq \log_{(1-0,93 \cdot e^{-1,12})} 0,01 = \frac{\lg 0,01}{\lg (1-0,93 \cdot e^{-1,12})} = \frac{-2}{-0,157} = 12,736 \Rightarrow$$

кол-во очисток округляется в большую сторону ($C_T < 0,01 \text{ ppm}$) $\Rightarrow x \leq 13$. $C_T = 1 \left(1 + (0,07-1) \cdot e^{-0,07 \frac{400}{25}} \right)^{13} = 9,0878 \cdot 10^{-3} \text{ ppm} = 0,0090878 \text{ ppm}$
 Ответ: Повторять 13 раз. $C_T = 0,0090878 \text{ ppm}$

6) П.к. $(k-1) \cdot e^{-k \frac{x}{L_0}}$ имеет отрицательный знак, тем больше L_0 , тем меньше по модулю $(k-1) \cdot e^{-k \frac{x}{L_0}}$, тем больше степени очистки больше при увелич. L_0 (выраж. $(1-(k-1)e^{-\frac{x}{L_0}})$ увеличивается).
 Ответ: эффективность повысится +15
 (12,5)

$$1) M = \frac{m}{n} = \frac{8VNa}{z} \quad \text{Н/2} \quad \text{Теравским - CaTiO3, пострукт. 1 ед/ячейку} \quad M_x = \frac{5,09 \cdot 3,91^3 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 10^{-24}}{1} = 183,166 \text{ моль}$$

$M_y =$ Осадок, ~~кроме всего~~, MO_2 (амфотерны). Если

$X - M^I M^II O_3$, то $M_{M^I} + M_{M^{II}} = 183,166 - 16 \cdot 3 = 135,166 \text{ моль}$. При кипячении Y в H_2SO_4 выпад. осадок. пары $- I_2$. $\Rightarrow Y - M^3 M^4 I_3$, при кипячении образ. сульфат одного из металлов ($PbSO_4$ или $U_3(SO_4)_4$) или оксид в более высокой

с.д. Если немет. $- I$, его ат. лежат на границах, то диаметр ячейки меньше, $2 \frac{4,49}{\sqrt{2}} = 6,28 \text{ Å} \Rightarrow$

$$M_y = \frac{6,28^3 \cdot 4,84 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 10^{-24}}{1} = 721,333 = M_{M^3} + M_{M^4} + 3M_I = M_{M^3} + M_{M^4} = 340,333, \text{ если в ос. выпадает } PbSO_4, \text{ то пусть } M_3 - Pb, \text{ и } M_{M^4} = 340,333$$

Дополнительный рабочий лист
(без рабочего листа №1 недействителен)

Дата "2" мая 2025 г.

Шифр 9-03
(заполняется оргкомитетом)

- $207,2 \approx 133,133 \approx Cs$, сходится по валентности, $\Rightarrow$
 ~~$Y - CsPbI_3$~~ $Y - CsPbI_3$. Тогда $O_2 - PbSO_4$, м.к.ом.
изострукт. $O_1 \Rightarrow O_1$ - скорее всего, сульфат M^{+2} .
 $M_{M1} + M_{M2} = 135,166 \Rightarrow$ скорее всего, в ос. O_1 - сульфат M_2 .
 M_2 Ca Sr

M_{M2} 95,088 47,546
 $\approx Mo$ $\approx Ti$
 $CaMoO_3$ $SrTiO_3$
Тогда, $O_1 - CaSO_4$ $O_1 - SrSO_4$
в р-ре H_2MoO_4 в р-ре $Ti(SO_4)_2$ Оба варианта подходят
Ответ: $Y - CsPbI_3$ Ответ: $Y - CsPbI_3$
 $O_2 - PbSO_4$, $II - I_2$, $X - CaMoO_3$, $X - SrTiO_3$
 $O_1 - SrSO_4$

② Реакции: 1) $SrTiO_3 + 3H_2SO_4 \rightarrow SrSO_4 + 3H_2O + Ti(SO_4)_2$
 $CaMoO_3 + H_2SO_4 \rightarrow H_2Mo$
2) $2CsPbI_3 + 7H_2SO_4 \rightarrow 3I_2 + 3SO_2 + 2PbSO_4 + 2CsHSO_4$
3) $PbSO_4 + 6KOH \rightarrow K_2SO_4 + K_4[Pb(OH)_6] + 6H_2O$

③ $L_{нем-нем}^x = \frac{391}{2} \Rightarrow L_{нем-нем}^x = \frac{391 \cdot \sqrt{2}}{2} \approx 2,77 A$
 $L_{кат-кат}^x = \frac{парам. a^4}{2 \cdot \sqrt{3}} \Rightarrow L_{кат-кат}^x = \frac{3,91}{2 \cdot \sqrt{3}} \approx 3,91 A$
 a^4 опред. ранее, равен 6,28 A, $L_{кат-кат}^y = \frac{парам. a^4}{2 \cdot \sqrt{3}} \approx 6,28 A$
Ответ: $L_{нем-нем}^x = 2,77 A$; $L_{кат-кат}^x = 3,91 A$; $a^4 = 6,28 A$
 $L_{кат-кат}^y = 6,28 A$

④ По описанию Б - Au, $\Rightarrow n_{Au} = \frac{0,452}{196,97} = 2,295 \times 10^{-3} \text{ моль}$
 по описанию Г - Cl_2 , $n_{Cl_2} = \frac{1-0,838}{70,906} = 2,285 \times 10^{-3} \approx n_{Au}$
 $Z_1 - MAuCl_3, \Rightarrow M_{Z_1} = \frac{1}{2,295 \times 10^{-3}} = 435,73 \text{ г/моль}$ ($Cs_2AuAuCl_6$)
 $M_M = 435,73 - 196,97 - 3 \cdot 35,453 = 132,4 \approx Cs \Rightarrow Z_1 - CsAuCl_3$
 по описанию по остальным усл. Z_2 разлаг. $NaCl_2, CsAu$
 $NaCl$. $MCsCl_3 \rightarrow MCl + CsCl + 0,5Cl_2 \Rightarrow 0,0799 \times \frac{35,453}{35,453 \cdot 3 + 132,41} \Rightarrow M_M \approx 204,45 \approx Tl \Rightarrow Z_2 - TlCsTlCl_3$ ($Cs_2TlTlCl_6$)
 $Cs_2TlCl_3 + TlCl \rightarrow 2CsTlCl_3$ $TlCl \rightarrow CsTlCl_3$
 Ответ: $Z_1 - CsAuCl_3, Z_2 - CsTlCl_3$
 А - $CsCl$, Б - Au , В - $TlCl$, Г - $CsTlCl_3$

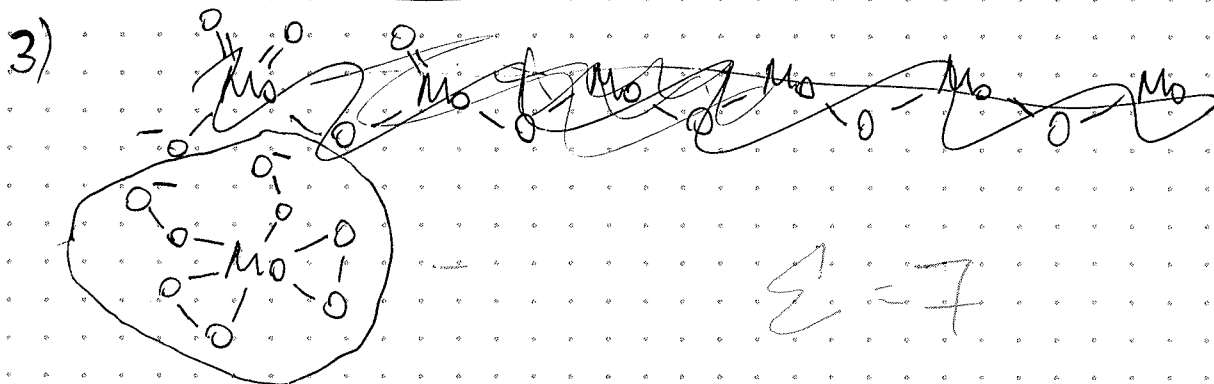
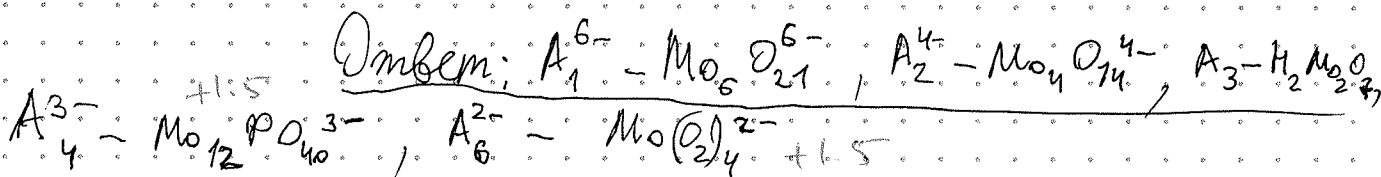
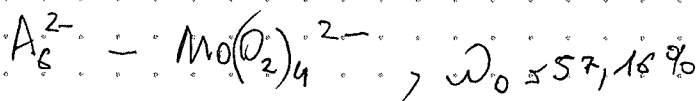
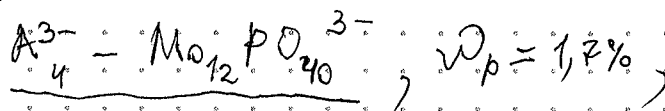
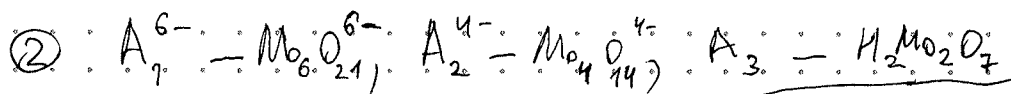
⑤ Реакции: 4) $CsAuCl_3 \xrightarrow{+0} CsCl + Au + Cl_2$ 0,5
 5) $2CsTlCl_3 \xrightarrow{+0} 2CsCl + 2TlCl + Cl_2$ 0,5
 Итого 1,0

⑥ По "Крощкам" в ламинах X - Mo. Его получают из MoS_2 , $\frac{M_{MoS_2}}{M_{Mo}} = \frac{160,072}{95,94} = 1,668 = \frac{1000}{600} \approx \frac{M_{минерала}}{M_{Mo}}$
 X_1 - гидратированное MoS_2 , тогда $X_2 - MoO_3, X_5 - MoCl_5$
 $X_4 - MoCl_4, X_3 - MoO_2, X_4 - MoCl_4$ Соед. $X_6 - X_{10}$
 Содержат монокислоты Mo. Т.к. $X_1 - MoS_2$
 $X_7 - MoO_3, \frac{160,072}{160,072} = 1$, при $X=3$ получаем
 $Na_2MoO_3S - X_7 = X_6 - MoO_3, X_7 - Na_2MoO_3S, X_8 - Na_4MoO_3S_2$
 $X_9 - Na_6MoO_3S_3, X_{10} - Na_8MoO_3S_4, X_{11} - MoS_3$
 Ответ: X - Mo, $X_1 - MoS_2, X_2 - MoO_3, X_3 - MoO_2$
 $X_4 - MoCl_4, X_5 - MoCl_5, X_6 - Na_2MoO_4, X_7 - Na_2MoO_3S, X_8 - Na_4MoO_3S_2$
 $X_9 - Na_6MoO_3S_3, X_{10} - Na_8MoO_3S_4, X_{11} - MoS_3$

Дополнительный рабочий лист
(без рабочего листа №1 недействителен)

Дата " 2 " марта 20 25 г.

Шифр 9-03
(заполняется оргкомитетом)



нч

① По описанию процесса понимаем, что это получение Al, $\Gamma - Al_2O_3$, $\Pi - Na_3AlF_6$, $\text{Ж} - NaHF_2$, $\omega_F = 61,39\%$, $3 - H_2O$, $m_{Al} = 2 \cdot 9 \cdot 27 = 54 \leq m_{H_2O} = 18 \cdot 3$, подходит.

② газы выделились. Ответ: $\Gamma - Al_2O_3$, $\Pi - Na_3AlF_6$, $\text{Ж} - NaHF_2$, $3 - H_2O$ + 4x1

② газы выделились при окисл. с на электроде, где окислялись элементы $\Rightarrow$ газы выделились на аноде +0,5

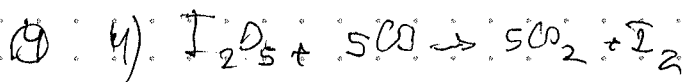
③ I_2O_5 окисляет CO, $\Rightarrow I_2O_5 + 5CO \rightarrow I_2 + 5CO_2$, $\Delta n_{I_2O_5} = \frac{0,268}{333,8} = 7,879 \times 10^{-4} \text{ моль} \Rightarrow n_{CO} = 3,94 \times 10^{-3} \text{ моль}$, $E - BaCO_3$, $n_{BaCO_3} = \frac{39,45}{197,3} =$

$$\begin{aligned}
 &= 0,2 \text{ моль} = n_{\text{CO}_2}, \quad M_{\text{см}}^I = 1,519 \cdot 29 = 44,0512 \text{ г/моль}, \quad M_{\text{см}}^{II} = \\
 &= 29 \cdot 1,583 = 45,327 \text{ г/моль}, \quad \text{не пропар. и непермный} \\
 &\text{CF}_4, \quad 45,327 = x_{\text{CF}_4}^{II} \cdot 88 + (1 - x_{\text{CF}_4}^{II}) \cdot 44 = 44 + 44 x_{\text{CF}_4}^{II}, \\
 &x_{\text{CF}_4}^{II} = 0,03016, \quad x_{\text{CO}_2}^{II} = 1 - 0,03016 = 0,96984, \quad x_{\text{CO}_2}^{II} = 32,16 x_{\text{CF}_4}^{II} \\
 &n_{44,051} = x_{\text{CO}} \cdot 28 + x_{\text{CF}_4} \cdot 88 + x_{\text{CO}_2} \cdot 44 = 28 x_{\text{CO}} + 88 x_{\text{CF}_4} + \\
 &+ 1415,04 x_{\text{CF}_4} = 28 x_{\text{CO}} + 1503,04 x_{\text{CF}_4} = 28(1 - 33,16 x_{\text{CF}_4}) + \\
 &+ 1503,04 x_{\text{CF}_4} = 28 + 574,56 x_{\text{CF}_4}, \quad x_{\text{CF}_4} = 0,0279, \\
 &x_{\text{CO}_2} = 0,898, \quad x_{\text{CO}} = 0,0737
 \end{aligned}$$

$x_{\text{CF}_4}^I = x_{\text{CF}_4}^{II} = 0,0279$ и $\Delta V = 0$.
 Определим: A - CO, B - CO₂, C - CF₄

$y_{\text{CF}_4} = x_{\text{CF}_4} = 2,799\%$ $\Rightarrow$ $x_{\text{CO}_2} = 89,8\%$ $\Rightarrow$ $x_{\text{CO}} = 7,32\%$

128



9