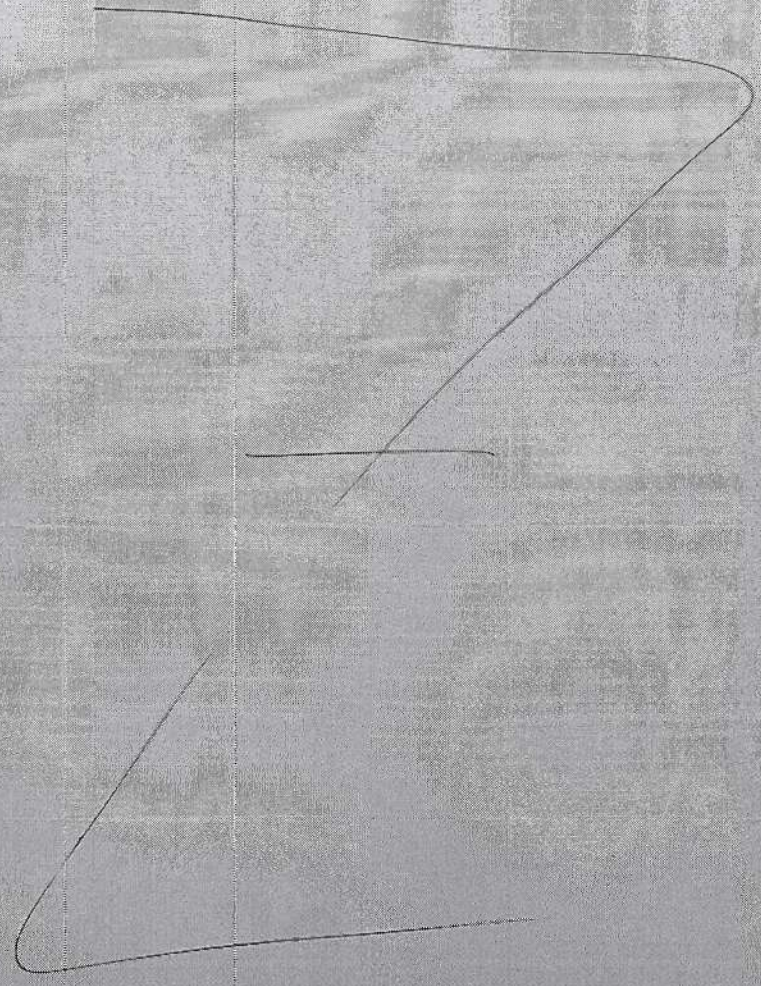
Олимпиада школьников «Гранит науки» Шифр работы Х38-038
БЛАНК ОЛИМПИАДНОЙ РАБОТЫ (не заполнять)

ВАРИАНТ № 2

Оценка выполнения олимпиадной работы
(заполняется проверяющим)

	№ задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
Первая проверка	Полученный балл	2	8	15	20	20	5					70
	Σ баллов прописью	семьдесят.						Подпись проверяющего				
								Подпись проверяющего				
Вторая проверка	№ задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
	Полученный балл	2	8	15	20	20	5					70
	Σ баллов прописью	семьдесят						Подпись проверяющего				
								Подпись проверяющего				



Вариант № 2

Задание 1.

1) продукты реакции

$K_2CrO_4 + KI + H_2O \rightarrow I_2 + Cr(OH)_3 + KOH$

2) метод электронного баланса

$2 \mid Cr^{+6} + 3\bar{e} \rightarrow Cr^{+3}$

$3 \mid 2I^- - 2\bar{e} \rightarrow I_2^0$

$2Cr^{+6} + 6I^- = 2Cr^{+3} + 3I_2^0$

+ 25. 05 верно.

3) молекулярное уравнение

$2K_2CrO_4 + 6KI + 8H_2O \rightarrow 3I_2 + 2Cr(OH)_3 + 10KOH$ —

4) ионное уравнение

$2CrO_4^{2-} + 6I^- + 8H_2O \rightarrow 3I_2 + 2Cr(OH)_3 + 10OH^-$ —

Задание 2.

(1) $2Al + 2NaOH + 2H_2O \xrightarrow[\text{расплав}]{t^\circ} 2NaAlO_2 + 3H_2\uparrow$ эл. баланс см в конце задачи

$2Al + 2Na^+ + 2OH^- + 2H_2O \rightarrow 2Na^+ + 2AlO_2^- + 3H_2$

$2Al + 2OH^- + 2H_2O \rightarrow 2Na^+ + 2AlO_2^- + 3H_2$ 2б.

(2) $2Al + 3H_2SO_4 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + 3H_2\uparrow$ эл. баланс см. в конце задачи

$2Al + 6H^+ + 3SO_4^{2-} \rightarrow 2Al^{3+} + 3SO_4^{2-} + 3H_2$ 2б.

$2Al + 6H^+ \rightarrow 2Al^{3+} + 3H_2$

(3) $Al_2(SO_4)_3 + 6KOH \rightarrow 2Al(OH)_3 + 3K_2SO_4$

$2Al^{3+} + 3SO_4^{2-} + 6K^+ + 6OH^- \rightarrow 2Al(OH)_3 + 6K^+ + 3SO_4^{2-}$

$Al^{3+} + 3OH^- \rightarrow Al(OH)_3$ 1б.

(4) $Al(OH)_3 + KOH \rightarrow K[Al(OH)_4]$

$Al(OH)_3 + K^+ + OH^- \rightarrow K^+ + [Al(OH)_4]^-$ 1б.

$Al(OH)_3 + OH^- \rightarrow [Al(OH)_4]^-$

Вариант № 2

Задание 2 (продолжение)

(5) $2K[Al(OH)_4] \xrightarrow{t^\circ} Al_2O_3 + 2KOH + 3H_2O$

(6) $2Al_2(SO_4)_3 \xrightarrow{t^\circ} 2Al_2O_3 + 6SO_2\uparrow + 3O_2\uparrow$

(7) $Al_2O_3 + 3SO_3 \rightarrow Al_2(SO_4)_3$

1б. 1б.

Электронный баланс для 1-ой р-ции:

$Al^0 - 3\bar{e} \rightarrow Al^{+3} \quad | \; 2$

$2H^+ + 2\bar{e} \rightarrow H_2 \quad | \; 3$

$2Al^0 + 6H^+ \rightarrow 2Al^{+3} + 3H_2$

Электронный баланс для 2-ой р-ции:

$Al^0 - 3\bar{e} \rightarrow Al^{+3} \quad | \; 2$

$2H^+ + 2\bar{e} \rightarrow H_2 \quad | \; 3$

$2Al^0 + 6H^+ \rightarrow 2Al^{+3} + 3H_2$

Вариант № 2

Задача 3.

(1) $2K_2MnO_4 + Cl_2 \rightarrow 2KMnO_4 + 2KCl$ A – $KMnO_4$

$Mn^{+6} - \bar{e} \rightarrow Mn^{+7}$ | 2

$Cl_2 + 2\bar{e} \rightarrow 2Cl^-$ | 1

$2Mn^{+6} + Cl_2 \rightarrow 2Mn^{+7} + 2Cl^-$

$2MnO_4^{2-} + Cl_2 \rightarrow 2MnO_4^- + 2Cl^-$

3б.

(2) $2KMnO_4 + 3NaNO_2 + H_2O \rightarrow 2KOH + 2MnO_2 + 3NaNO_3$

$Mn^{+7} + 3\bar{e} \rightarrow Mn^{+4}$ | 2

$N^{+3} - 2\bar{e} \rightarrow N^{+5}$ | 3

$2Mn^{+7} + 3N^{+3} \rightarrow 2Mn^{+4} + 3N^{+5}$

$2MnO_4^- + 3NO_2^- + H_2O \rightarrow 2OH^- + 2MnO_2 + 3NO_3^-$

3б.

(3) $MnO_2 + 4HCl \rightarrow MnCl_2 + Cl_2 + 2H_2O$ B – Cl_2

$Mn^{+4} + 2\bar{e} \rightarrow Mn^{+2}$ | 1

$2Cl^- - 2\bar{e} \rightarrow Cl_2$ | 1

$Mn^{+4} + 2Cl^- \rightarrow Mn^{+2} + Cl_2$ $MnO_2 + 4H^+ + 2Cl^- \rightarrow Mn^{+2} + Cl_2 + 2H_2O$

3б.

(4) $4Cl_2 + H_2S + 4H_2O \rightarrow 8HCl + H_2SO_4$ C – H_2SO_4

$S^{-2} - 8\bar{e} \rightarrow S^{+6}$ | 1

$Cl_2 + 2\bar{e} \rightarrow 2Cl^-$ | 4

$S^{-2} + 4Cl_2 \rightarrow S^{+6} + 8Cl^-$

$4Cl_2 + H_2S + 4H_2O \rightarrow 10H^+ + 8Cl^- + SO_4^{2-}$

3б.

+

(5) $BaCl_2 + H_2SO_4 \rightarrow BaSO_4\downarrow + 2HCl$ D – ~~H2S~~ $BaSO_4$

$Ba^{2+} + SO_4^{2-} \rightarrow BaSO_4$

Вариант № 2

Задание 4.

A – K_2MnO_4

По набору цветов определяем, что соль сод MnO_4^{2-}, катион – щелочной металл, т.к. нет точно указания, какой именно щелочной металл – пусть калий.

(1) $3K_2MnO_4 + 2H_2O \rightarrow 2KMnO_4 + MnO_2 + 4KOH$

$MnO_4^{2-} - \bar{e} \rightarrow MnO_4^-$ | 2

$MnO_4^{2-} + 2H_2O + 2\bar{e} \rightarrow MnO_2 + 4OH^-$ | 1

$3MnO_4^{2-} + 2H_2O \rightarrow 2MnO_4^- + MnO_2 + 4OH^-$

(2) $3K_2MnO_4 + 2H_2SO_4 \rightarrow 2KMnO_4 + MnO_2 + 2K_2SO_4 + 2H_2O$

$MnO_4^{2-} - \bar{e} \rightarrow MnO_4^-$ | 2

$MnO_4^{2-} + 4H^+ + 2\bar{e} \rightarrow MnO_2 + 2H_2O$ | 1

$3MnO_4^{2-} + 4H^+ \rightarrow 2MnO_4^- + MnO_2 + 2H_2O$

(3) $2K_2MnO_4 + Cl_2 \rightarrow 2KMnO_4 + 2KCl$

$MnO_4^{2-} - \bar{e} \rightarrow MnO_4^-$ | 2

$Cl_2 + 2\bar{e} \rightarrow 2Cl^-$ | 1

$2MnO_4^{2-} + Cl_2 \rightarrow 2MnO_4^- + 2Cl^-$

+20.

(4) $KCl + AgNO_3 \rightarrow AgCl\downarrow + KNO_3$

$Cl^- + Ag^+ \rightarrow AgCl$

$n(K_2MnO_4) = \frac{m}{M} = \frac{\rho V \omega}{M} = \frac{1,2\ г/мл \cdot 30 \cdot 10^3\ мл \cdot 0,07}{197\ г/моль} = 12,8$ моль

$n(Cl_2) = \frac{n(K_2MnO_4)}{2} = \frac{12,8\ моль}{2} = 6,4$ моль

$V(Cl_2) = n \cdot V_m = 6,4\ моль \cdot 22,4\ л/моль = 143,4\ л$

$n(AgCl) = n(K_2MnO_4) = 12,8$ моль

$m(AgCl) = n \cdot M = 12,8\ моль \cdot 143,5\ г/моль = 1836,8\ г$

Ответ: $V(Cl_2) = 143,4\ л$

$m(AgCl) = 1836,8\ г$

Вариант № 2

Задача 5.

$Cu + Hg(NO_3)_2 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + Hg$

$n(Hg(NO_3)_2) = \frac{m}{M} = \frac{m_{р\text{-}ра} \cdot \omega}{M} = \frac{350\,г \cdot 0{,}35}{324{,}6\,г/моль} = 0{,}3774$ моль

Пусть прореаг. x моль меди:

$\Delta m = -63{,}5x + 200{,}6x = 5{,}5\,г$

$x = 0{,}04$ моль

Состав р-ра: $n(Hg(NO_3)_2) = 0{,}3774 - 0{,}04 = 0{,}3373$ моль

$n(Cu(NO_3)_2) = 0{,}04$ моль

+

$Hg(NO_3)_2 + Na_2S \rightarrow HgS\downarrow + 2NaNO_3$

$Cu(NO_3)_2 + Na_2S \rightarrow CuS\downarrow + 2NaNO_3$

$n(Na_2S)_{исх} = \frac{m}{M} = \frac{\rho V \omega}{M} = \frac{600\,мл \cdot 1{,}21\,г/мл \cdot 0{,}15}{78\,г/моль} = 1{,}396$ моль

$n(Na_2S)_{прореаг} = n(Hg(NO_3)_2) + n(Cu(NO_3)_2) = 0{,}3373 + 0{,}04 = 0{,}3773$ моль

$n(Na_2S)_{ост} = n(Na_2S)_{исх} - n(Na_2S)_{прореаг} = 1{,}396 - 0{,}3773 = 1{,}0186$ моль

$m(Na_2S) = n(Na_2S)_{ост.} \cdot M = 1{,}0186\,моль \cdot 78\,г/моль = 79{,}451\,г$

$m_{р\text{-}ра} = m_{р\text{-}ра}(Hg(NO_3)_2) + m(Cu) - m(Hg) + m_{р\text{-}ра}(Na_2S) - m(HgS) - m(CuS) =$

$= 350 + 0{,}04 \cdot 63{,}5 - 0{,}04 \cdot 200{,}6 + 600\,мл \cdot 1{,}21\,\frac{г}{мл} - 0{,}3373\,моль \cdot 232{,}6\,\frac{г}{моль} -$

$- 0{,}04\,моль \cdot 95{,}5\,г/моль = 988{,}24\,г$

$\omega(Na_2S) = \frac{m(Na_2S)}{m_{р\text{-}ра}} = \frac{79{,}451\,г}{988{,}24\,г} \cdot 100\% = 8{,}04\%$

Ответ: 8,04 %.

Олимпиада школьников «Гранит науки» Шифр работы К 38-038
БЛАНК ОЛИМПИАДНОЙ РАБОТЫ (не заполнять)

Вариант № 2

Задача 6.

① • ковеллин CuS Пусть в нем один атом серы, тогда $M = \frac{32}{0,3351} = 95,5 \xrightarrow{-S} 63,5 = Cu$

• сфалерит ZnS Пусть в нем один атом серы, тогда $M = \frac{32}{0,33} = 97 \xrightarrow{-S} 65 = Zn$

• пирит $= FeS_2$

• SiO_2, CaO и Al_2O_3

② $FeS_2 \rightarrow FeS + S$

$2CuS \rightarrow Cu_2S + S$

$S + O_2 \rightarrow SO_2$

$2FeS + 3O_2 \rightarrow 2FeO + 2SO_2$ $\quad 2FeO + SiO_2 = 2FeO \cdot SiO_2$

$2Cu_2S + 3O_2 \rightarrow 2Cu_2O + 2SO_2$

$2ZnS + 3O_2 \rightarrow 2ZnO + 2SO_2$

$Cu_2O + FeS \rightarrow Cu_2S + FeO$ – основная р-ция в пирометаллургии меди

Благодаря быстрому протеканию этой р-ции медь ост. в виде сульфида и концентрируется в штейне. Железо в значительной степени переходит в шлак в виде $2FeO \cdot SiO_2$ $\Rightarrow$ сод Cu в штейне 1.

Для получения меди: $2Cu_2S + 3O_2 \rightarrow 2Cu_2O + 2SO_2$

$Cu_2S + 2Cu_2O \rightarrow 6Cu + SO_2$

58.

③ $Cu_a Zn_b Fe_c S_d Si_e Ca_f Al_g O_h$

$a:b:c:d:e:f:g:h = \frac{12}{63,5} : \frac{2,1}{65,4} : \frac{33,28}{56} : \frac{43,12}{32} : \frac{2,33}{28} : \frac{0,72}{40} : \frac{0,79}{27} : \frac{3,66}{16} =$

$= 0,19 : 0,032 : 0,594 : 1,41 : 0,083 : 0,018 : 0,03 : 0,23 =$

$= \frac{95}{9} : \frac{16}{9} : 33 : \frac{235}{3} : \frac{83}{18} : 1 : \frac{5}{3} : \frac{115}{9} = 95 : 16 : 297 : 705 : 41,5 : 9 : 15 : 115 =$

Cu Zn Fe S Si Ca Al O

$= 190 : 32 : 594 : 1410 : 83 : 18 : 30 : 230$

$83\,SiO_2 \cdot 18\,CaO \cdot 15\,Al_2O_3 \cdot 190\,CuS \cdot 32\,ZnS \cdot 594\,FeS_2$ – в-во А

лист 2/8

Олимпиада школьников «Гранит науки» Шифр работы К 38-038
БЛАНК ОЛИМПИАДНОЙ РАБОТЫ (не заполнять)

Вариант № 2

задача 6 (продолжение)

$M(A) = 100\ г/моль$ (подробнее на листе 7/8)

$n(A) = \frac{1000 \cdot 10}{100} = 0{,}334$ моль

$n(FeO) = 0{,}334 \cdot 180 = 59{,}6436$ моль

$n(MnO) = 0{,}334 \cdot 32 \cdot \frac{1}{5} = 0{,}6682$ моль

лист 8/8