

4.2. Критерии оценки заданий итогового тура

4.2.1. Задания 9 класса

Задача № 9-1

- I. 1) Сплавление дихромата калия с серой приводит к окислению серы до сульфат-иона, как наиболее стабильного соединения серы и оксида хрома (III): $K_2Cr_2O_7 + S = Cr_2O_3 + K_2SO_4$
- $$\begin{array}{l} 1 \mid 2Cr^{6+} + 6e = 2Cr^{3+} \\ 1 \mid S^0 - 6e = S^{+6} \end{array}$$
- 2) Cr_2O_3 обладает слабовыраженными основными свойствами, поэтому при сплавлении с щелочью образует хроматы (III) или хромиты:
 $Cr_2O_3 + 2KOH = 2KCrO_2 + H_2O$
- 3) Бром в щелочной среде является хорошим окислителем:
 $2KCrO_2 + 3Br_2 + 8KOH = 6KBr + 2K_2CrO_4 + 4H_2O$
- $$\begin{array}{l} 2 \mid CrO_2^- + 4OH^- - 3e = CrO_4^{2-} + 2H_2O \\ 3 \mid Br_2 + 2e = 2Br^- \end{array}$$
- 4) Протекает реакция обмена и образуется хромовая кислота, однако серная кислота является сильным дегидратирующим агентом, поэтому хромовая кислота дегидратируется до хромового ангидрида (оксида хрома (VI)):
 $K_2CrO_4 + H_2SO_4 = CrO_3 + K_2SO_4 + H_2O$
- 5) KJ является восстановителем:
 $K_2Cr_2O_7 + 6KJ + 14HCl = 2CrCl_3 + 3J_2 + 7H_2O + 8HCl$
- $$\begin{array}{l} 1 \mid Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e = 2Cr^{3+} + 7H_2O \\ 3 \mid 2J^- - 2e = J_2 \end{array}$$
- 6) $CrCl_3 + 3NaOH = Cr(OH)_3 + 3NaCl$
- II. CrO_3 как сказано выше является ангидридом хромовой и дихромовой кислоты. Причем дихромовая кислота образуется в результате частичной дегидратации хромовой кислоты. Следовательно CrO_3 проявляет кислотные свойства: $2KOH + CrO_3 = K_2CrO_4 + H_2O$.

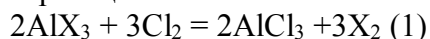
Разбалловка

Уравнения реакций 1, 3, 5: с написанием электронного или электронно-ионного баланса	3*2=6б.
без написания электронного или электронно-ионного баланса	3*1=3б.
Уравнения реакций 2,4	2*1=2б.
Уравнение реакции 6, если продуктом является CrO_3	1 б.
если продуктом является H_2CrO_4	0,5 б.
Кислотно-основные свойства соединения D	1 б.
ИТОГО	10 б.

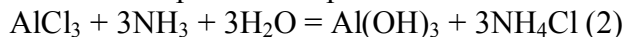
Задача № 9-2

Так как после обработки обоих растворов хлором и упаривания раствора получился один и тот же кристаллогидрат, то это соединение является гексагидратом хлорида алюминия, а растворы исходных солей могут быть только галогенидами.

При обработке хлором протекает реакция:



При обработке раствором аммиака происходит реакция:



При нагревании $\text{Al}(\text{OH})_3$ разлагается в соответствии с уравнением:



$$v(\text{Al}_2\text{O}_3) = 0,5 v(\text{AlX}_3)$$

$$v_1(\text{Al}_2\text{O}_3) = 0,5m/M_1$$

$$v_2(\text{Al}_2\text{O}_3) = 0,5m/M_2$$

$$m_1(\text{Al}_2\text{O}_3)/m_2(\text{Al}_2\text{O}_3) = v_1(\text{Al}_2\text{O}_3)/v_2(\text{Al}_2\text{O}_3) = M_2/M_1 = 2$$

Галогенид	AlCl_3	AlBr_3	AlI_3	1	2	M_2/M_1
Мол. масса	133,5	266,7	408	AlCl_3	AlBr_3	2
				AlBr_3	AlI_3	1,52
				AlCl_3	AlI_3	3

В первом растворе находится соль AlCl_3 , во втором - AlBr_3 .

Взяли 100 г раствора обеих солей, следовательно, $m(\text{AlCl}_3) = m(\text{AlBr}_3) = 5(\text{г})$.

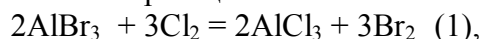
$$v(\text{AlCl}_3) = 5/133,5 = 0,0374 \text{ (моль)}$$

$$v(\text{AlBr}_3) = 5/266,7 = 0,0187 \text{ (моль)}$$

$$V(\text{Cl}_2)_{\text{н.у.}} = 1 \cdot 293/273 = 1,073 \text{ (л)}$$

$$v(\text{Cl}_2) = 1,073/22,4 = 0,0479 \text{ (моль)}$$

Учитывая, что происходит химическая реакция:



можно утверждать, что Cl_2 находится в избытке.

$$v(\text{AlCl}_3) = v_1(\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 0,0374 \text{ (моль)}$$

$$v(\text{AlBr}_3) = v_2(\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 0,0187 \text{ (моль)}$$

$$m_1(\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 9,03 \text{ г}$$

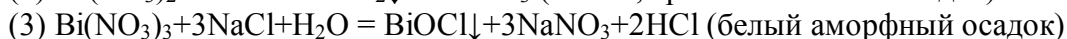
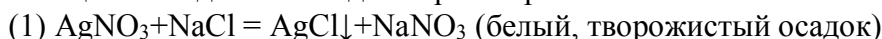
$$m_2(\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 4,52 \text{ г}$$

Разбалловка

Написание уравнений реакций (1) – (3)	3·1 б. = 3 б.
Вывод о том, что исходные соли – галогениды	0,5 б.
Расчет соотношения молярных масс исходных солей	2 б.
Определение исходных солей	2·1 б. = 2 б.
Расчет количества хлора при н.у.	0,5 б.
Расчет массы полученных кристаллогидратов	2·1 б. = 2 б.
ИТОГО	10 б.

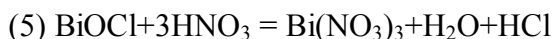
Задача № 9-3

Реакции осаждения исходного раствора:



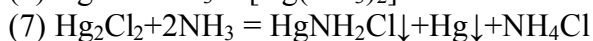
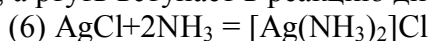
Характерным свойством хлорида свинца является его растворимость в горячей воде, поэтому фильтрат 2 содержит хлорид свинца, а осадок 2 остальные катионы.

Из хлоридов серебра, ртути и оксохлорида висмута только оксохлорид висмута растворяется в азотной кислоте:



Таким образом, фильтрат 3 содержит катионы Bi^{3+} , а осадок 3 хлориды серебра и ртути.

Концентрированный аммиак растворяет хлорид серебра с образованием комплексной соли, а ртуть вступает в реакцию диспропорционирования:



Итоговая таблица:

Номер	Фильтрат	Осадок
2	PbCl_2	$\text{AgCl}; \text{BiOCl}; \text{Hg}_2\text{Cl}_2$
3	Bi^{3+}	$\text{AgCl}; \text{Hg}_2\text{Cl}_2$
4	Ag^+	Hg: HgNH_2Cl

Разбалловка

Написание уравнений реакций

7x16.=76.

Определение состава фильтратов и осадков 2 -4

6x0,56.=36.

ИТОГ

106.

Задача № 9-4

1) Уравнения реакций взаимодействия



2) Объём хлора при нормальных условиях

$$V_0(\text{Cl}_2) = \frac{PVT_0}{TP_0} = \frac{99,07 \cdot 1,4 \cdot 273}{298 \cdot 101,325} = 1,254 \text{ л.}$$

3) Массы оксидов, необходимые для получения 1,254 л хлора (при н. у.)

$$m(\text{CrO}_3) = \frac{V_0(\text{Cl}_2) \cdot 2M(\text{CrO}_3)}{3V_M(\text{Cl}_2)} = \frac{1,254 \cdot 200}{67,2} = 3,732 \text{ г};$$

$$m(\text{MnO}_2) = \frac{V_0(\text{Cl}_2) \cdot M(\text{MnO}_2)}{V_M(\text{Cl}_2)} = \frac{1,254 \cdot 86,94}{22,4} = 4,867 \text{ г};$$

$$m(\text{CeO}_2) = \frac{V_0(\text{Cl}_2) \cdot 2M(\text{CeO}_2)}{V_M(\text{Cl}_2)} = \frac{1,254 \cdot 344}{22,4} = 19,258 \text{ г.}$$

4) Массы 37 %-ной хлороводородной кислоты

$$m_1 = \frac{m(\text{CrO}_3) \cdot 12M(\text{HCl}) \cdot 100\%}{2M(\text{CrO}_3) \cdot \omega(\text{HCl})} = \frac{3,732 \cdot 12 \cdot 36,5 \cdot 100}{2 \cdot 100 \cdot 37} = 22,0894 \text{ г};$$

$$m_2 = \frac{m(\text{MnO}_2) \cdot 4M(\text{HCl}) \cdot 100\%}{M(\text{MnO}_2) \cdot \omega(\text{HCl})} = \frac{4,867 \cdot 4 \cdot 36,5 \cdot 100}{86,94 \cdot 37} = 22,0899 \text{ г};$$

$$m_3 = \frac{m(\text{CeO}_2) \cdot 8M(\text{HCl}) \cdot 100\%}{2M(\text{CeO}_2) \cdot \omega(\text{HCl})} = \frac{19,258 \cdot 8 \cdot 36,5 \cdot 100}{2 \cdot 344 \cdot 37} = 22,0904 \text{ г.}$$

Разбалловка

Написание уравнений реакций (1) – (3)

1·3 = 3 б.

Приведение объёма хлора к нормальным условиям

1 б.

Расчёт массы вступающего в реакцию оксида

1·3 = 3 б.

Расчёт массы хлороводородной кислоты, вступающей в реакцию с определённым оксидом

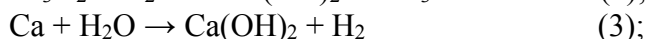
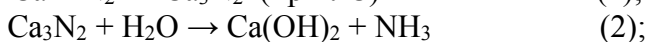
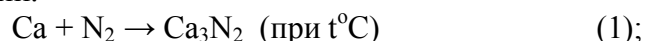
1·3 = 3 б.

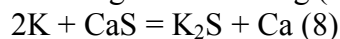
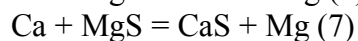
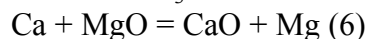
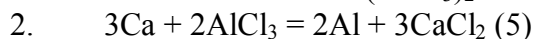
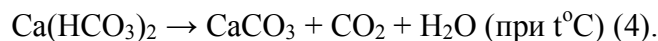
ИТОГО

10 б.

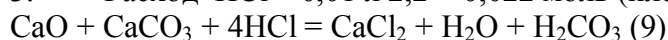
Задача № 9-5

1. Вещество X – кальций.





3. Расход HCl $0,01 \text{ л} \cdot 2,2 = 0,022$ моль (плотность кислоты считаем близкой к 1 г/см^3)



Мольное отношение $\text{Ca}^{2+}:\text{HCl} = 1:2$

Количество вещества кальция $0,022/2 = 0,011$ моль

Количество вещества $\text{CaO} - x$, $\text{CaCO}_3 - (0,011-x)$

Масса смеси:

$$56x + 100(0,011-x) = 1,056$$

$$x = 0,001$$

масса CaO $0,001 \times 56 = 0,056$ г

Остальное – карбонат кальция (1 г).

Состав смеси: 5,3% оксида кальция, 94,7% карбоната.

4. 1) это аммиак (NH_3) – газ с резким запахом, обладает основными свойствами, при растворении в воде ведет себя, как слабое основание.

2) $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ – гидрокарбонат кальция – наряду с гидрокарбонатом магния обуславливают временную жесткость воды. При кипячении такой воды происходит разложение гидрокарбонатов и образование нерастворимых в воде карбонатов кальция и магния, называемых накипью (уравнение (4)).

3) Реакция (1) позволяет перевести азот воздуха в твердое соединение при высокой температуре, именно эта реакция используется при вакуумировании электровакуумных приборов.

Разбалловка

Определение X^*	1 б.
Написание уравнений реакций (1) – (4)	$4 \cdot 0,75 \text{ б.} = 3 \text{ б.}$
Написание уравнений вытеснения металлов кальцием и получения кальция.	$4 \cdot 0,75 \text{ б.} = 3 \text{ б.}$
Расчет количества молей HCl и Ca^{2+}	$2 \cdot 0,5 \text{ б.} = 1 \text{ б.}$
Расчет состава смеси	1 б.
Комментарии к подсказкам	1 б.
ИТОГО	10 б.

*Написание участников в качестве X магния считается верным ответом, при этом изменится лишь количественный состав смеси оксида и карбоната.

Он составит:

масса MgO $0,001 \times 40 = 0,04$ г (3,8%)

масса MgCO_3 $1,056 - 0,04 = 1,016$ г (96,2%)