

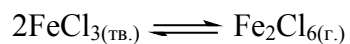
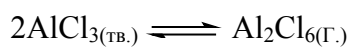
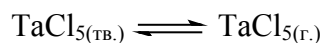
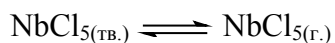
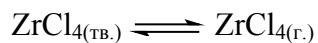
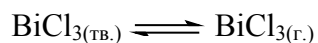
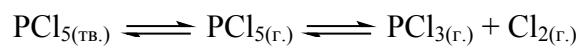
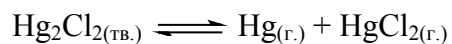
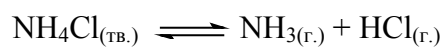
Девятый класс

Задача 9-1. (автор А.И.Жиров)

1.

Название вещества	Формула	M_r (тв.)	M_r (газ)	Состав газ. фазы
Хлористый аммоний	NH_4Cl	53,5	28,88	NH_3 , HCl
Хлористая ртуть	Hg_2Cl_2	472	237,04	Hg , HgCl_2
Хлорная ртуть	HgCl_2	271,5	271,98	HgCl_2
Фосфорный хлорангидрид	PCl_5	208,25	140,04	PCl_5 , PCl_3 , Cl_2
Висмутовый хлорангидрид	BiCl_3	315,3	327,74	BiCl_3
Цирконовый хлорангидрид	ZrCl_4	233	235,34	ZrCl_4 (HfCl_4)
Ниобовый хлорангидрид	NbCl_5	270,16	317,74	TaCl_5 , (NbCl_5)
Танталовый хлорангидрид	TaCl_5	358,2	277,2	NbCl_5 (TaCl_5)
Хлористый алюминий	AlCl_3	133,3	269,7	Al_2Cl_6
Хлорное железо	FeCl_3	161,8	328,9	Fe_2Cl_6

2.



Задача 9-2. (автор А.И.Жиров)

1. Иод в щелочном растворе диспропорционирует:

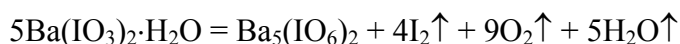


Количество NaOH было $25 : 40 = 0,625$ (моль). Количество иода - $79 : 253,8 = 0,311$ (моль). Что вполне соответствует стехиометрии данной реакции (гидроксид натрия в небольшом избытке).

При добавлении хлорида бария в полученный раствор может выпадать только иодат бария (иодид бария, как и хлорид натрия хорошо растворим в воде). Количество добавленного хлорида бария составляет $60 \times 0,2 : 208,2 = 0,0576$ (моль) - избыток. Количество выпавшего иодата бария может составлять $0,311 : 6 = 0,0518$ (моль) или $0,0518 \times 487,1 = 25,2$ г (безводного иодата бария).

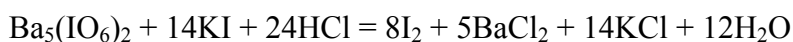
Следовательно, выпадать может гидрат. Для моногидрата масса выпавшего осадка соответствует $0,0518 \times 505,1 = 26,16 \approx 26$ (г). Состав осадка : $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

Можно полагать, что темный порошок, образующийся из летучих продуктов разложения - иод. Его количество составляет $10,5 : 253,8 = 0,0414$ (моль), что составляет $0,0414 : 0,0519 = 0,797$ или 80% иода исходного иодата. Тогда уравнение термического разложения будет иметь вид:

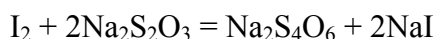


Потеря массы составляет $(4 \times 253,8 + 9 \times 32 + 5 \times 18) : 5 \times 505,13 = 0,5516$ или 55,16%.

Количество периодата бария для анализа составляет $1 : 1132,45 = 8,83 \cdot 10^{-4}$ (моль).

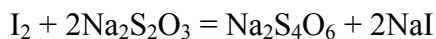
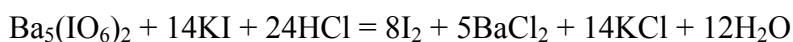
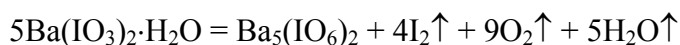
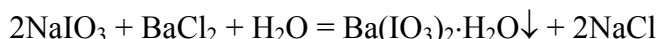


Количество KI составляет $25 \times 0,20 : 165,9 = 0,030$ (моль) - избыток. Количество образовавшегося иода $8,83 \cdot 10^{-4} \times 14 = 7,06 \cdot 10^{-4}$ (моль). Концентрация полученного раствора - 0,0706 М.



Тогда на титрование 10 мл раствора иода пойдет $2 \times 10 \times 0,0706 : 0,2 = 14,1$ (мл) раствора тиосульфата.

2. Уравнения реакций:

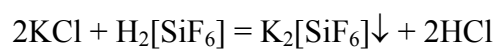


Задача 9-3 (автор А.И.Жиров).

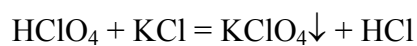
1. Такие реакции могут давать ионы щелочных металлов калиевой подгруппы (калий, рубидий, цезий) и ион аммония (кроме окраски пламени). Исходя из п.2. речь в тексте идет о калии.

2. $\text{HOOCN}(\text{OH})(\text{OH})\text{CHCOOK}$ - гидротартрат калия.

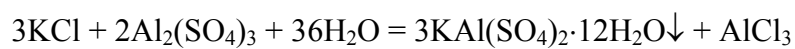
3.



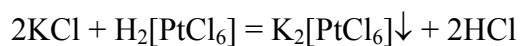
4.



5.



6.



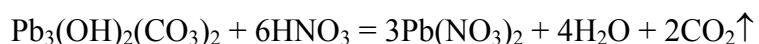
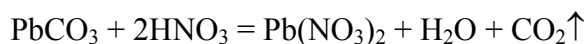
7. Соли калия окрашивают пламя в фиолетовый цвет.

Задача 9-4. (автор А. И. Жиров)

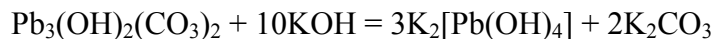
1. Минералы растворяются и в кислотах и в щелочах могут содержать в своем составе амфотерные металлы (алюминий, цинк, свинец). Продукт термического разложения на воздухе - оксид. Данный металл образует два оксида одинакового состава (желтый и темно-красный) и оксид с большим содержанием кислорода (оранжево-красный). Это может соответствовать оксидам свинца: PbO желтый - массикот, PbO темно-красный - глет, оранжево-красный оксид - Pb₃O₄ (свинцовый сурик). Равные потери массы при растворении в кислоте и при прокаливании могут соответствовать углекислому газу. Молярная масса карбоната составит $44 : 0,165 = 266,7$, что достаточно близко к составу PbCO₃ (в пределах точности приведенных данных). Тогда церуссит – PbCO₃.

Гидроцеруссит содержит в своем составе меньшее количество карбоната и может быть основным карбонатом свинца. Определим его состав. Молярная масса (на один карбонат-ион) составляет $44 : 0,113 = 389,4$ (остаток $389,4 - 60 = 329,4$, что более чем в 1,5 раза превышает атомную массу свинца). В расчете на два карбонат-иона молярная масса составляет 778,8 (разность $778,8 - 2 \times 60 - 3 \times 207,2 = 37$, что близко к значению массы двух гидроксогрупп), следовательно состав гидроцеруссита можно записать Pb₃(OH)₂(CO₃)₂.

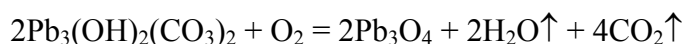
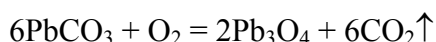
2. Реакции растворения в кислоте:



Реакции растворения в щелочи:



Реакции термического разложения:



Задача 9-5. (автор Ю. Н. Медведев)

1. Бериллий – глиций (из-за сладковатого вкуса соединений бериллия).

Алюминий – глиноземий (глиний) (из-за способа выделения алюминия из глинозема).

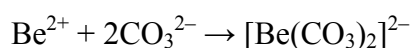
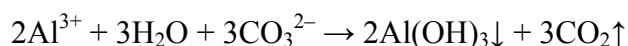
2. Например:

- гидроксиды $\text{Be}(\text{OH})_2$ и $\text{Al}(\text{OH})_3$ не растворимы в воде и амфотерны;
- близкие значения ионного потенциала ($\frac{q}{r} \approx 5.6$);
- одинаковое значение электроотрицательности (по Полингу 1,5).

Диагональное сходство (диагональная аналогия).

3. Например, берилл (изумруд, воробьевит, аквамарин) $\text{Be}_3\text{Al}_2[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$, эвклаз $\text{BeAlSiO}_4(\text{OH})$. Один из способов разделения ионов Be^{2+} и Al^{3+} заключается во взаимодействии раствора этих солей с избытком раствора карбоната аммония.

При этом происходят реакции:



Гидроксид алюминия остается в осадке, а бериллий – в растворе в виде карбонатного комплекса.

4. Магний взаимодействует с ионами водорода, образующимися при протолизе ионов аммония: $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$, $2\text{H}_3\text{O}^+ + \text{Mg} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + \text{H}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

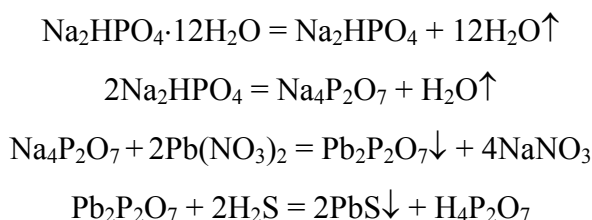
В случае фторида аммония образуется нерастворимая пленка фторида магния.

Растворению бериллия в растворе фторида аммония способствует образование прочных фторидных комплексов бериллия: $\text{Be} + 2\text{H}_3\text{O}^+ + 4\text{F}^- \rightarrow [\text{BeF}_4]^{2-} + \text{H}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

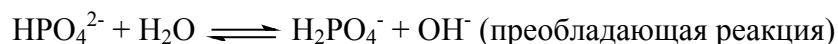
Задача 9-6. (автор А.И.Жиров)

1. HPO_3 - метафосфорная кислота (точнее $(\text{HPO}_3)_n$).
 H_3PO_4 - ортофосфорная кислота
 $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ - гидрофосфат натрия додекагидрат
(Na_2HPO_4 - гидрофосфат натрия)
 $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ - пирофосфат натрия
 $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ - пирофосфат натрия декагидрат
 $\text{Pb}_2\text{P}_2\text{O}_7$ - пирофосфат свинца
 $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ - пирофосфорная кислота
 PbS - сульфид свинца

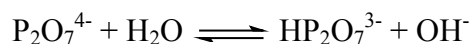
2.



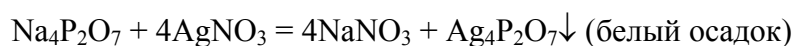
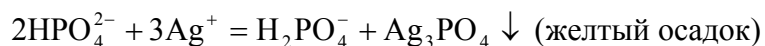
3. По правилу Полинга ортофосфорная кислота по первой стадии является кислотой средней силы (один концевой атом кислорода $\text{pK}_a \approx 2$), слабой кислотой по второй стадии ($\text{pK}_a \approx 7$). Таким образом раствор дигидрофосфата натрия будет иметь щелочную (слабощелочную) реакцию.



Пирофосфорная кислота - средней силы кислота по первой и второй стадии (два фрагмента, но $\text{pK}_{a1} < \text{pK}_{a2}$) и слабая по третьей и четвертой (но $\text{pK}_{a3} < \text{pK}_{a4}$), следовательно, среда раствора пирофосфата натрия будет более щелочная:

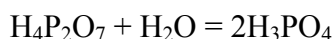


4. Наиболее удобное различие этих анионов при осаждении серебряных солей:



Получаемые осадки легко растворимы в разбавленной азотной кислоте (в отличие от хлорида или иодида серебра).

5. Пусть было 100 г 10%-ного раствора пирофосфорной кислоты. При кипячении пирофосфорная кислота гидролизруется с образованием ортофосфорной кислоты (этот процесс катализируют протоны).



$$178 — 196$$

$$10 — x$$

$$x = 11 \text{ г } \text{H}_3\text{PO}_4$$

Получится 11%-ный раствор ортофосфорной кислоты.

6. Фильтр, воронка для фильтрования.