

Варианты 1 и 5

4. Серебристо-белый легкоплавкий металл **A** реагирует с сухим хлором с образованием бинарного, чрезвычайно гигроскопичного соединения **B**. Реакцией **B** и NaCl можно получить комплексное соединение **B**, содержащие 9.80% натрия. Взаимодействие водного раствора **B** с раствором Na_2CO_3 приводит к выделению газа **Г** и образованию осадка **Д**. Осадок **Д** растворяется в серной кислоте с образованием соли **Е**. При охлаждении раствора, содержащего **Е** и K_2SO_4 , выпадает кристаллогидрат двойной соли **Ж**, содержащей 7.56% калия.

а) Определите неизвестные вещества **A – Ж** и запишите уравнения всех реакций. Состав соединений **B** и **Ж** подтвердите расчётом.

б) Качественно охарактеризуйте кислотно-основные свойства гидратированных оксидов элементов в высшей степени окисления 2-5 периодов той группы, к которой принадлежит металл **A**.



Ga_2O_3 – амфотерная кислота.
 В) VO_2 и $\text{Ni}(\text{OH})_2$ – исключаются Na-Cs
 В) $\text{Pb}(\text{OH})_2$ и $\text{Sn}(\text{OH})_2$ – исключаются Ca-Ba
 А) Cu_2O и Ga_2O_3 – амфотерные основания, $\text{Ga}(\text{OH})_3$ несколько слабее кристаллогидрат двойного сульфата – скорее всего, квасцы $\text{M}(\text{OH})_3 \cdot \text{M}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ или $\text{M}(\text{OH})_2 \cdot \text{M}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
 Проверим квасцы: $\omega_K = \frac{39.1}{39.1 + 4 + (32.06 + 16 \times 4) \times 2 + 18 \times 12} = 0.0756$
 $\text{In}(\text{OH})_3$ практически лишён амфотерности
 $\text{In}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl} = \text{InCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
 7) Проверим $\text{Na}_m \text{GaCl}_{m+3}$. Пусть $m=1$ (для некрпного Ga^{3+} вероятен тетраэдр с крупными Cl⁻): $\omega_K = \frac{22.99}{22.99 + 69.7 + 35.45 \times 4} = 0.0980$ - совпадает

Баллы:
 5 реакций по 1 баллу
 Сравнение свойств 1 балл.
 Типичная ошибка – не проводя расчётов Al вместо Ga, ставил 1-2 балла, если реакции были правильными с точностью до

Варианты 2 и 6

- 4. Серебристо-белый металл **А** сгорает на воздухе с образованием желтоватого соединения **Б**, содержащего 27.24 % кислорода. **Б** растворяется в воде, причём в растворе образуется соединение **В**, содержащие ионы металла **А**. **Б** реагирует с оксидом углерода (IV), давая соль **Г** и газ **Д**. Избыток **В** реагирует с серной кислотой, причём получается соль **Е**. Если смешать крепкие растворы соли **Е** и сульфата алюминия и сильно охладить раствор, образуется кристаллогидрат двойной соли **Ж**, содержащий 61.45% кислорода

а) Определите неизвестные вещества **А – Ж** и запишите уравнения всех реакций. Состав соединений **Б** и **Ж** подтвердите расчётом.

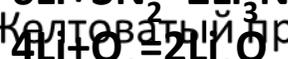
б) Перечислите продукты сгорания в сухом воздухе металлов 2-6 периодов той группы, к которой принадлежит **А**.



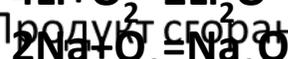
Баллы:

- 5 баллов за 5 реакций + 1 балл за продукты сгорания
- Типичная ошибка – не указывать Li_3N в продуктах сгорания лития -0.5б

1) Металл, исключаем все неметаллы



2) Желтоватый продукт сгорания – исключаем Li, Be-Ba, Al, Sn



3) Продукт сгорания растворяется в воде → щелочной металл



$\text{M} + \text{O}_2 = \text{MO}_2$ (K, Rb, Cs)

4) Образует квасцы – калий, рубидий или цезий

5) Проверим расчётом для квасцов: $\text{M}^i\text{Al}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

$$\omega(\text{O}) = \frac{16 \times 8 + 16 \times 12}{A + 26,98 + (32,1 + 16 \times 4) \times 2 + 18 \times 12} = 0,6145 \rightarrow A = 85,5 \rightarrow \text{Rb}$$

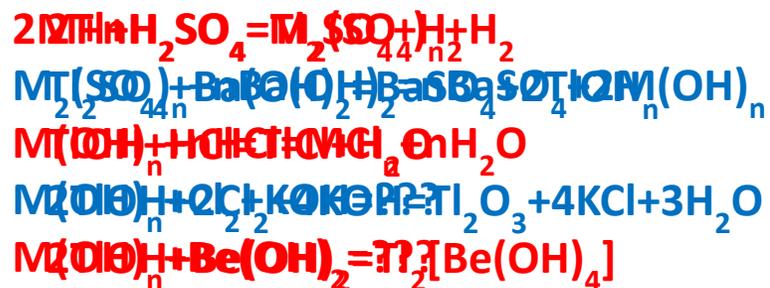
6) Проверим надпероксид RbO_2 $16 \times 2 / (85,5 + 32) = 27,24$ - подходит

Варианты 3 и 7

- 4. Серебристо-белый тяжелый металл **A** растворяется в 20% серной кислоте с выделением газа **B** и образованием соли **B**. Безводная соль **B** содержит 6.35% серы и растворима в воде. К раствору **B** прилили рассчитанное количество гидроксида бария, и отделив осадок **Г** получили раствор соединения **Д**. Раствор **Д** смешали с KOH и пропустили ток хлора, в результате чего образовалось нерастворимое коричневое бинарное соединение **Е**. Раствор **Д** реагирует также с раствором HCl, причем выпадает малорастворимое бинарное соединение **Ж**. Раствор **Д** окрашивает фенолфталеин в малиновый цвет и растворяет гидроксид бериллия с образованием комплексного соединения **З**, содержащего 1.86% бериллия.

а) Определите неизвестные вещества **A – З** и запишите все уравнения реакций. Состав соединений **B** и **З** подтвердите расчётом.

б) Качественно охарактеризуйте окислительные свойства оксидов элементов в высшей степени окисления той группы, к которой принадлежит металл **A**.



Баллы:

- 5 баллов за 5 реакций + 1 балл за сравнение свойств
- Типичная ошибка – Pb^{2+} вместо Tl^+

1) Для **A** и **B** окислительные свойства **A** и **B** не характерны

и **галлий** и **индий** могут быть восстановлены из оксидов сильными

2) восстановителями: – исключаем Ca, Sr, Ba, Pb

3) Содержит 2 атома серы в (приблизительно) очень мало → металл очень

тяжелый, поэтому в основном бериллий – окислитель вследствие инертности

3) **Э** – предположим сульфат $M_2(SO_4)_n$, попробуем различные n (1, 2, 3). Для

$$n=1 \quad Tl_2O + 6HCl = 2TlCl + 2Cl_2 + 3H_2O$$

$$\text{получаем: } \omega_S = \frac{32.01}{2A + 32.01 + 16 \times 4} = 0.0635 \rightarrow A = 204.4 \rightarrow Tl$$

$$4) \text{ Гидроксокомплекс } Tl_2[Be(OH)_4]: \omega_{Be} = \frac{9.012}{204.4 \times 2 + 9.012 + 17 \times 4} = 0.0186 -$$

подходит!

Варианты 4 и 8

- 4. Простое вещество **A** сгорает в кислороде с образованием белого порошка соединения **B**. **B** реагирует при нагревании с Na_2CO_3 с образованием соли **V**, содержащей 27.60 % Na.
- Нагревание **B** в смеси с углем в токе хлора приводит к образованию жидкости **Г**, дымящей на воздухе. **Г** растворяется в концентрированной HCl с образованием комплексной кислоты **Д**. Действием NH_4Cl из кислоты **Д** осаждается соль **Е**, содержащая 8.72% азота.

а) Определите неизвестные вещества **A – E** и запишите все уравнения реакций. Состав соединений **B** и **E** подтвердите расчётом.

б) Качественно охарактеризуйте кислотно-основные свойства гидратированных оксидов элементов в высшей степени окисления 2-5 периодов той группы, к которой принадлежит металл **A**.



Угльная кислота – слабая и неустойчивая, однако сильнейшая в группе:

1) Продукт сгорания белый, исключаем тяжелые щелочные металлы

$\text{CO}_2 + \text{NaOH} = \text{NaHCO}_3$ образующие окрашенные пероксиды и надпероксиды

Кремниевые кислоты H_2SiO_3 и H_2SiO_4 слабее, и взаимодействуют только с конц. щелоча

2) Хлорид жидкий \rightarrow ковалентный \rightarrow бор, кремний, германий, олово или

$\text{H}_2\text{SiO}_3 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$. Из кислот реагируют только с HF

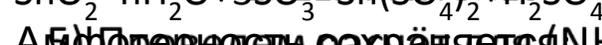
3) H_2SnO_3 другой подобный неметалл

Гидратированный оксид германия растворяется в щелочах, в которых жидкий

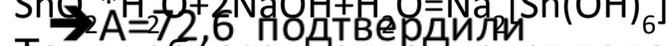
4) *Проводим расчёт на два (В+Х) $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Э}_2\text{O}_n$. Предположим, что А относится к 14-

группе H_2GeO_3 и соединение Na_2AO_3 :

Оксид олова растворяется в кислотах легче, в неводной среде образуя даже сульфат



$$\text{А}(\text{Ф}) \text{ переводы сохраняются } (\text{NH}_4)_2[\text{GeCl}_6] : (\text{Na}) = \frac{2 \times 14}{2 \times 14 + 8 + 72,6 + 6 \times 35,45} = 0,0872$$



$\rightarrow \text{A} = 72,6$ подтвердили
Таким образом, сила кислот падает, а оснований растёт

Баллы:

- 5 баллов за 5 реакций +1 за сравнение свойств
- Типичная ошибка – не проводя расчётов писать реакции для олова. Если все реакции были правильные ставил 2 балла