

Московская предпрофессиональная олимпиада школьников. Химия. 9 класс. Теоретический тур отборочного этапа, 2024/25

5 ноя 2024 г., 10:00 — 20 ноя 2024 г., 23:59

Правила записи ответов

1. При внесении формул пользуйтесь английской раскладкой клавиатуры.
 2. Нижние и верхние индексы указывайте в той же строке, не применяя никаких специфических символов.
Пример: KMnO_4 .
 3. Если в задании требуется указать степень окисления, сначала указывайте знак, потом число.
Пример: +3.
- При вводе ответов с клавиатуры обращайте внимание **на требования**, указанные в задании (единицы измерения, округление, число слов в ответе и прочее).
 - В окна для ответов записывайте нужное количество слов **через пробел, без запятых и других разделителей**.
 - Слова с орфографическими, грамматическими ошибками и опечатками **не засчитываются**.

№ 1, вариант 1

5 баллов

Выберите утверждения, верно характеризующие аммиак.

☐ Образуется при взаимодействии кислот с солями аммония.

☐ Водородный показатель водного раствора равен 1.

☒ Является сырьём для производства аммиачной селитры.

☒ Молекула не содержит неспаренных электронов.

☒ Является сырьём для производства аммофоса.

Правила записи ответов

1. При внесении формул пользуйтесь английской раскладкой клавиатуры.
2. Нижние и верхние индексы указывайте в той же строке, не применяя никаких специфических символов.

Пример: KMnO_4 .

3. Если в задании требуется указать степень окисления, сначала указывайте знак, потом число.

Пример: +3.

- При вводе ответов с клавиатуры обращайтесь внимание **на требования**, указанные в задании (единицы измерения, округление, число слов в ответе и прочее).
- В окна для ответов записывайте нужное количество слов **через пробел, без запятых и других разделителей**.
- Слова с орфографическими, грамматическими ошибками и опечатками **не засчитываются**.

№ 1, вариант 2

5 баллов

Выберите утверждения, верно характеризующие фосфорную кислоту.



При взаимодействии 1 моль кислоты с 3 моль гидроксида натрия образуется фосфат натрия.



Взаимодействует с кремнеземом.



Используется в производстве кормовых добавок.



Бесцветная жидкость (н.у.), хорошо растворимая в воде.



При электролитической диссоциации образует три различных аниона.

№ 2, вариант 1

5 баллов

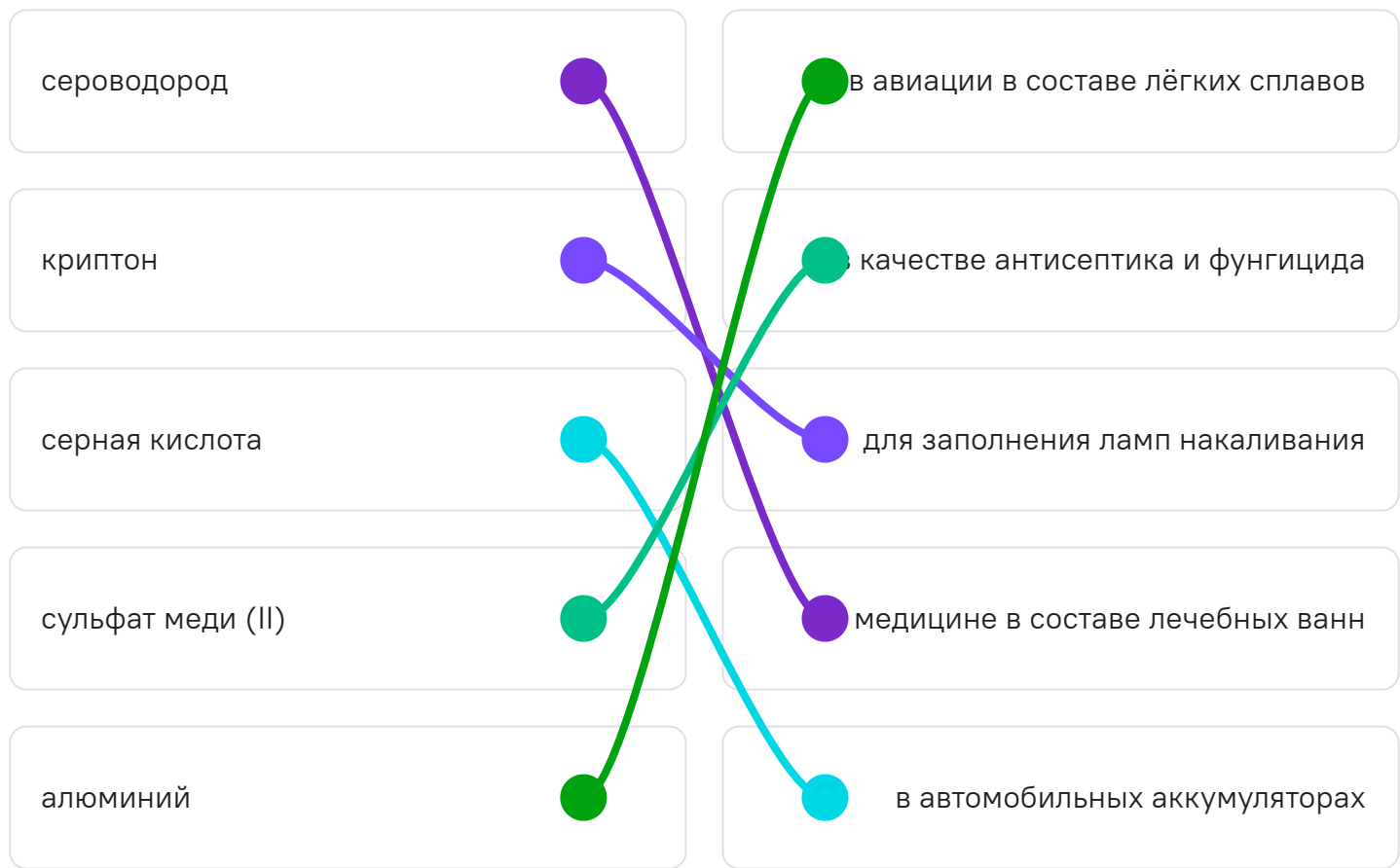
Установите соответствие между названием химического вещества и областью его применения.



№ 2, вариант 2

5 баллов

Установите соответствие между названием химического вещества и областью его применения.



№ 3, вариант 1

10 баллов

К раствору объемом 200 мл, содержащему 0,01 М хлорида цинка, добавили 50 мл 1 М раствора вещества X. В ходе реакции вначале наблюдалось образование белого осадка, который при дальнейшем добавлении раствора вещества X полностью растворился.

Раствор какого вещества X использовали?

☐ гидроксид меди (II)

☐ азотная кислота

☐ хромат калия

☒ гидроксид натрия

☐ фторид лития

Найдите массовую долю (%) вещества X в исходном растворе. Плотности всех растворов принять равными 1 г/мл. В ходе решения значения округлите до тысячных, ответ округлите до десятых.

☐ 0,4 %

☐ 2,2 %

☒ 4,0 %

☐ 6,5 %

☐ 8,0 %

№ 3, вариант 2

10 баллов

К раствору объемом 100 мл, содержащему 0,03 М хлорида цинка, добавили 75 мл 1,1 М раствора вещества X. В ходе реакции вначале наблюдалось образование белого творожистого осадка, который при дальнейшем добавлении раствора вещества X полностью растворился.

Раствор какого вещества X использовали?

☐ гидроксид железа (III)

☐ серная кислота

☒ гидроксид калия

☐ хромат калия

☐ фторид лития

Найдите массовую долю (%) вещества X в исходном растворе. Плотности всех растворов принять равными 1 г/мл. В ходе решения значения округлите до тысячных, ответ округлите до десятых.

☐ 0,6 %

☒ 6,2 %

☐ 7,4 %

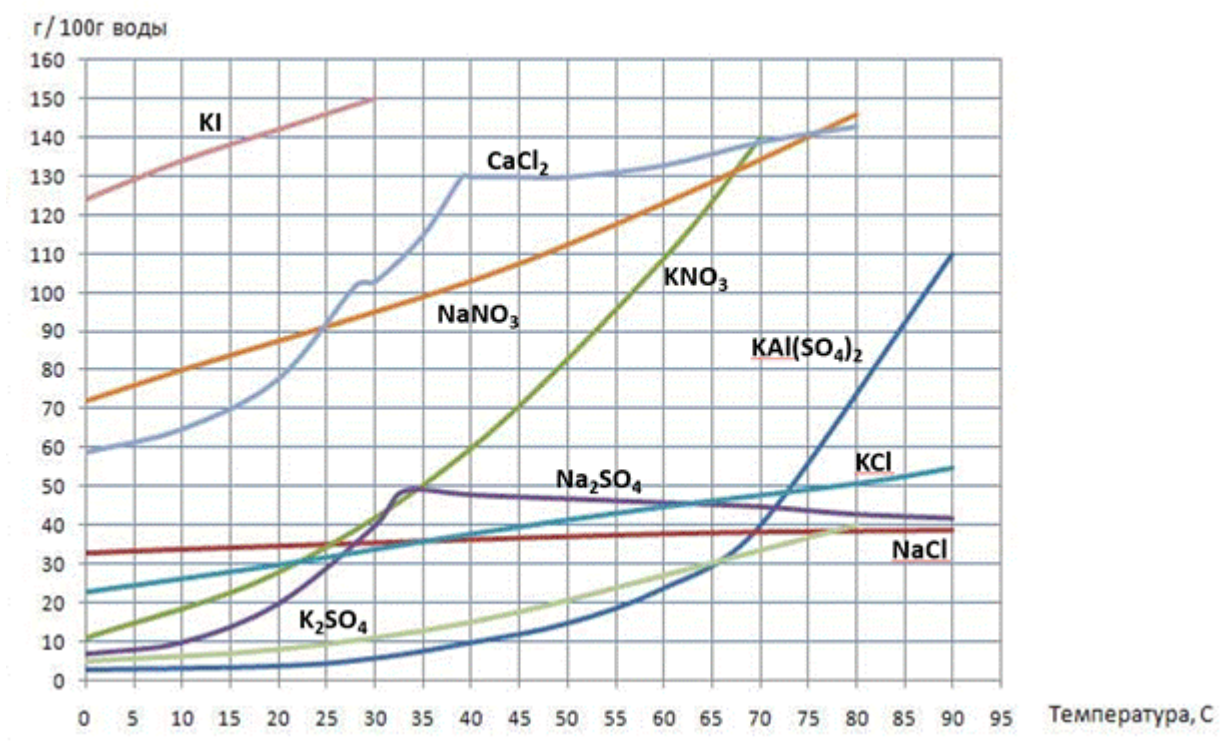
☐ 8,3 %

☐ 54,1 %

№ 4, вариант 1

10 баллов

Ниже приведена зависимость растворимости некоторых безводных солей в 100 г воды от температуры.



На сколько граммов растворимость чилийской селитры в 250 г воды при 25°С превышает растворимость сильвина?

☐ 35 г

☐ 60 г

☒ 150 г

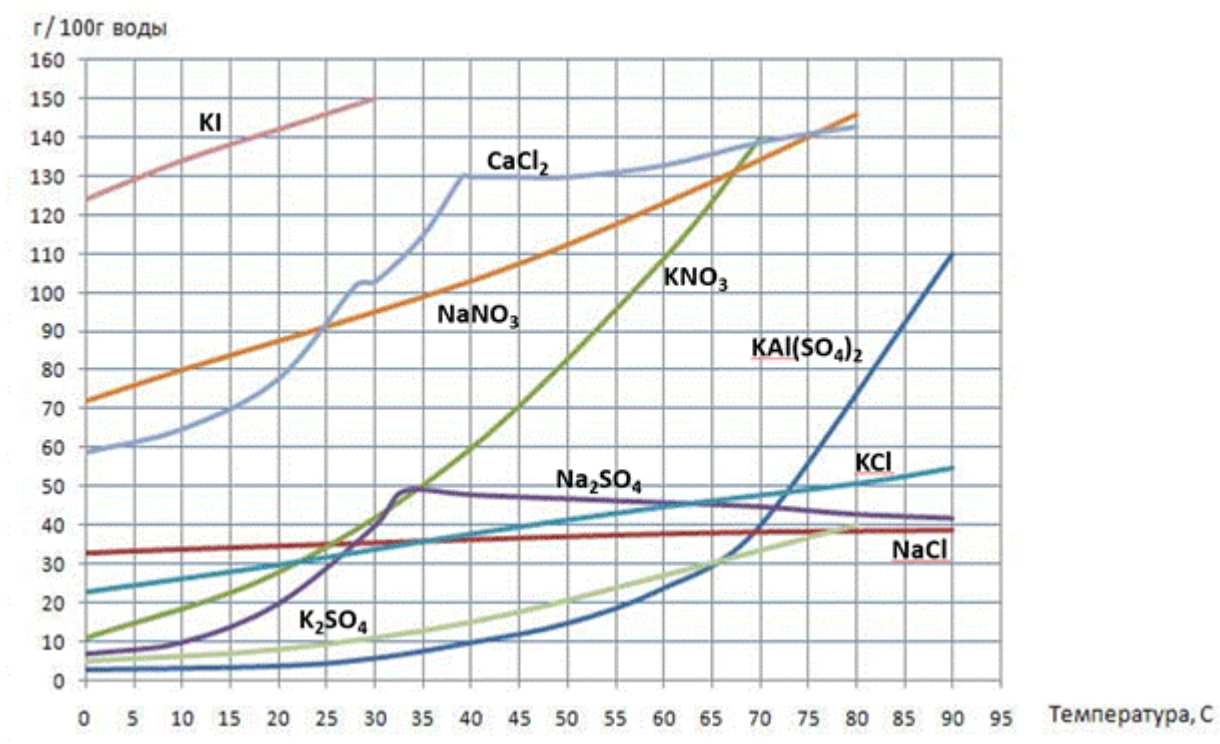
☐ 175 г

☐ при данной температуре растворимость солей равна

№ 4, вариант 2

10 баллов

Ниже приведена зависимость растворимости некоторых безводных солей в 100 г воды от температуры.



На сколько граммов растворимость индийской селитры в 250 г воды при 60°C превышает растворимость глауберовой соли?

☐ 65 г

☐ 74 г

☒ 163 г

☐ 188 г

☐ при данной температуре растворимость солей равна

№ 5, вариант 1

35 баллов

При гидролизе сульфида алюминия выделилось 500 мл (н.у.) газа, который затем пропустили через 150 мл раствора нитрата свинца (II) с массовой концентрацией 70 г/л, в результате чего наблюдалось выпадение осадка. Значения в ходе решения округлите до тысячных. Ответы выразите в граммах, округлите до десятых.

Найдите массу исходной соли.

1.1

Найдите массу выпавшего в ходе второй реакции осадка.

5.3

Найдите массу непрореагировавшего нитрата свинца (II).

3.3

№ 5, вариант 2

35 баллов

При гидролизе сульфида алюминия выделилось 90 мл (н.у.) газа, который затем пропустили через 300 мл раствора нитрата свинца (II) с массовой концентрацией 20 г/л, в результате чего наблюдалось выпадение осадка. Значения в ходе решения округлите до тысячных. Ответы выразите в граммах, округлите до десятых.

Найдите массу исходной соли.

0.2

Найдите массу выпавшего в ходе второй реакции осадка.

9.6

Найдите массу непрореагировавшего нитрата свинца (II).

4.6

№ 6, вариант 1

35 баллов

Смесь ортофосфата кальция, кокса и песка нагревали в электрической печи, получив продукт **A**, способный самовоспламеняться на воздухе. Его сожгли в избытке кислорода. Возникающий в результате этой реакции, твёрдый продукт **Б** прореагировал с едким натром в таком соотношении, что в образовавшемся веществе **В** белого цвета содержится один атом водорода. При прокаливании вещества **В** образуется пиррофосфат натрия.

Напишите молекулярную формулу вещества **В**.

Na₂HPO₄

Определите тип/типы связей атомов в молекуле ортофосфата кальция.



ковалентная полярная



ковалентная неполярная



ионная



металлическая



водородная

Вычислите массу вступившего в реакцию вещества **A**, если образовалось 28,1 г твёрдого продукта **Б**. Фактический выход реакции составил 76 %. Результат округлите до сотых.

16.10

№ 6, вариант 2

35 баллов

Над поверхностью налитого в колбу раствора едкого натра пропускали электрические разряды, при этом воздух в колбе окрашивался в бурый цвет, который исчезал через некоторое время. После выпаривания полученного раствора **A**, установили, что твёрдый остаток представляет собой смесь двух солей. Одна из них (вещество **B**) бесцветна, и при лёгком нагревании её с концентрированной серной кислотой отгоняется жидкость **B**, в которой растворяется медь.

Напишите молекулярную формулу жидкости **B**.

HNO₃

Определите тип/типы связей атомов в молекуле едкого натра.



ковалентная полярная



ковалентная неполярная



ионная



металлическая



водородная

Вычислите массу образовавшейся соли, если в реакцию с жидкостью **B** вступило 34,6 г меди. Фактический выход реакции составил 63 %. Результат округлите до сотых.

63.80

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ХИМИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП. 9 КЛАСС**

Задача 1.1

Ответ: 345

Задача 1.2

Ответ: 135

Задача 2.1

Ответ: 1Б 2Д 3А 4В 5Г

Задача 2.2

Ответ: 1Г 2В 3Д 4Б 5А

Задача 3.1

Ответ: 1) – 4, 2) – 2

Ответ: 2

Решение:

Под описание реакции подходит реакция солей цинка с избытком гидроксида натрия.

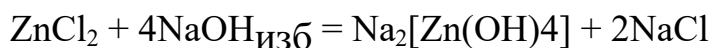
Убедимся, что гидроксид натрия в избытке. Для этого найдем количества вещества реагентов:

$$n(\text{ZnCl}_2) = C(\text{ZnCl}_2) \cdot V_p(\text{ZnCl}_2) = 0,01 \cdot 200 \cdot 10^{-3} = 0,002 \text{ моль}$$

$$n(\text{NaOH}) = C(\text{NaOH}) \cdot V_p(\text{NaOH}) = 1 \cdot 50 \cdot 10^{-3} = 0,05 \text{ моль}$$

Гидроксид натрия действительно в избытке.

Запишем конечное уравнение реакции (без превращения хлорида цинка в нерастворимый гидроксид цинка):



Найдем массу раствора гидроксида натрия:

$$m_p(\text{NaOH}) = V_p(\text{NaOH}) \cdot \rho = 50 \cdot 1 = 50 \text{ г}$$

$$m(\text{NaOH}) = n(\text{NaOH}) \cdot M(\text{NaOH}) = 0,05 \cdot 40 = 2 \text{ г}$$

$$\omega(\text{NaOH}) = (m(\text{NaOH})) / (m_p(\text{NaOH})) \cdot 100\% = 2/50 \cdot 100\% = 4\%$$

Задача 3.2

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ХИМИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП. 9 КЛАСС**

Ответ: 1) – 3. 2) – 3

Ответ: 3

Решение:

Под описание реакции подходит реакция солей цинка с избытком гидроксида калия.

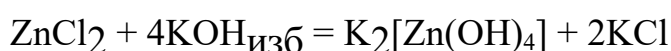
Убедимся, что гидроксид калия в избытке. Для этого найдем количества вещества реагентов:

$$n(\text{ZnCl}_2) = C(\text{ZnCl}_2) \cdot V_p(\text{ZnCl}_2) = 0,03 \cdot 100 \cdot 10^{-3} = 0,003 \text{ моль}$$

$$n(\text{KOH}) = C(\text{KOH}) \cdot V_p(\text{KOH}) = 1,175 \cdot 10^{-3} = 0,083 \text{ моль}$$

Гидроксид калия действительно в избытке.

Запишем конечное уравнение реакции (без превращения хлорида алюминия в нерастворимый гидроксид алюминия):



Найдем массу раствора гидроксида калия:

$$m_p(\text{KOH}) = V_p(\text{KOH}) \cdot \rho = 75 \cdot 1 = 75 \text{ г}$$

$$m(\text{KOH}) = n(\text{KOH}) \cdot M(\text{KOH}) = 0,083 \cdot 56 = 4,620 \text{ г}$$

$$\omega(\text{KOH}) = (m(\text{KOH})) / (m_p(\text{KOH})) \cdot 100\% = 4,620 / 75 \cdot 100\% = 6,2\%$$

Задача 4.1

Ответ: 3

Решение: чилийская селитра - NaNO_3 , сильвин - KCl . При 25 °С растворяется 90 г и 30 г в 100 г воды, следовательно, в 250 г в 2,5 раза больше.

Задача 4.2

Ответ: 2

Решение: индийская селитра - KNO_3 , глауберова соль – Na_2SO_4 . При 25 °С растворяется 110 г и 45 г в 100 г воды, следовательно, в 250 г в 2,5 раза больше.

Задача 5.1

Ответ: 1) 1,1 (1,0-1,2). 2) 5,3 (5,0-5,6). 3) 3,3 (3,1-3,5)

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ХИМИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП. 9 КЛАСС**

Решение:

Запишем уравнение реакции гидролиза бинарной соли сульфида алюминия:



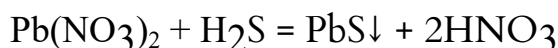
Выделившийся газ – сероводород. Количество сероводорода можно посчитать следующим образом:

$$n(\text{H}_2\text{S}) = (V(\text{H}_2\text{S})/V_m) = (500 \cdot 10^{-3})/22,4 = 0,022 \text{ моль}$$

Тогда массу исходной бинарной соли также можно посчитать:

$$m(\text{Al}_2\text{S}_3) = n(\text{Al}_2\text{S}_3) \cdot M(\text{Al}_2\text{S}_3) = (n(\text{H}_2\text{S}) \cdot M(\text{Al}_2\text{S}_3))/3 = (0,022 \cdot 150)/3 = 1,1 \text{ г}$$

Реакция нитрата свинца (II) с сероводородом:



Начальная масса и количество вещества $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$:

$$m_0(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = T(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) \cdot V_p = 70 \cdot 150 \cdot 10^{-3} = 10,5 \text{ г}$$

$$n_0(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = (m_0(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2))/(M(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2)) = 10,5/331 = 0,032 \text{ моль}$$

Нитрат свинца (II) – в избытке, поэтому:

$$n_{\text{прореаг}}(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = n(\text{H}_2\text{S}) = 0,022 \text{ моль}$$

Масса выпавшего осадка сульфида свинца (II):

$$m(\text{PbS}) = n(\text{PbS}) \cdot M(\text{PbS}) = n(\text{H}_2\text{S}) \cdot M(\text{PbS}) = 0,022 \cdot 239 = 5,3 \text{ г}$$

Количество вещества непрореагировавшей соли свинца:

$$n_{\text{непрореаг}}(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = n_0(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) - n_{\text{прореаг}}(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = 0,032 - 0,022 = 0,010 \text{ моль}$$

Масса непрореагировавшей соли свинца:

$$m_{\text{непрореаг}}(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = n_{\text{непрореаг}}(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) \cdot M(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = 0,010 \cdot 331 = 3,3 \text{ г}$$

Задача 5.2

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ХИМИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП. 9 КЛАСС**

При гидролизе сульфида алюминия выделилось 90 мл (н.у.) газа, который затем пропустили через 300 мл раствора нитрата свинца (II) с массовой концентрацией 20 г/л, в результате чего наблюдалось выпадение осадка. Значения в ходе решения округлите до тысячных. Ответы выразите в граммах, округлите до десятых.

1) Найдите массу исходной соли.

Ответ: 1) 0,2 (0,1-0,2). 2) 9,6 (9,1-10,1). 3) 4,6 (4,3-4,8)

Решение:

Запишем уравнение реакции гидролиза бинарной соли сульфида алюминия:



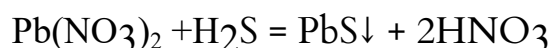
Очевидно, что выделившийся газ – сероводород. Количество сероводорода можно посчитать следующим образом:

$$n(\text{H}_2\text{S}) = (V(\text{H}_2\text{S}))/V_m = (90 \cdot 10^{-3})/22,4 = 0,004 \text{ моль}$$

Тогда массу исходной бинарной соли также можно посчитать:

$$m(\text{Al}_2\text{S}_3) = n(\text{Al}_2\text{S}_3) \cdot M(\text{Al}_2\text{S}_3) = (n(\text{H}_2\text{S}) \cdot M(\text{Al}_2\text{S}_3))/3 = (0,004 \cdot 150)/3 = 0,2 \text{ г}$$

Реакция нитрата свинца (II) с сероводородом:



Начальная масса и количество вещества $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$:

$$m_0(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = T(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = 20 \cdot 300 \cdot 10^{-3} = 6 \text{ г}$$

$$n_0(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = (m_0(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2))/M(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = 6/331 = 0,018 \text{ моль}$$

Нитрат свинца (II) – в избытке, поэтому:

$$n_{\text{прореаг}}(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = n(\text{H}_2\text{S}) = 0,004 \text{ моль}$$

Масса выпавшего осадка сульфида свинца (II):

$$m(\text{PbS}) = n(\text{PbS}) \cdot M(\text{PbS}) = n(\text{H}_2\text{S}) \cdot M(\text{PbS}) = 0,004 \cdot 239 = 0,96 \text{ г}$$

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ХИМИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП. 9 КЛАСС**

Количество вещества непрореагировавшей соли свинца:

$$n_{\text{непрореаг}}(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = n_0(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) - n_{\text{прореаг}}(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = 0,018 - 0,004 = 0,014 \text{ моль}$$

Масса непрореагировавшей соли свинца:

$$m_{\text{непрореаг}}(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = n_{\text{непрореаг}}(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) \cdot M(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = 0,014 \cdot 331 = 4,6 \text{ г}$$

Задача 6.1

Ответ:

1. Na_2HPO_4
2. 1, 3
3. 16,10 (15,30-16,91)

Решение:

- 1) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 3\text{SiO}_2 + 5\text{C} = 3\text{CaSiO}_3 + 5\text{CO} + 2\text{P}$
- 2) $4\text{P} + 5\text{O}_2 \rightarrow 2\text{P}_2\text{O}_5$ (или P_4O_{10})
- 3) $\text{P}_2\text{O}_5 + 4\text{NaOH} \rightarrow 2\text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- 4) $2\text{Na}_2\text{HPO}_4 \rightarrow \text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O}$

1. В: Na_2HPO_4
2. $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$; ионная и ковалентная полярная
3. $4\text{P} + 5\text{O}_2 \rightarrow 2\text{P}_2\text{O}_5$

$$\begin{aligned} m(\text{P}_2\text{O}_5)_{\text{теор}} &= m_{\text{практ.}} / \eta = 28,1 / 0,76 = 36,973 \approx 36,97 \text{ г} \\ n(\text{P}_2\text{O}_5) &= m / M = 36,97 \text{ г} / (30,97 \times 2 + 16 \times 5) \text{ г/моль} = 0,260 \text{ моль} \\ n(\text{P}) &= 2n(\text{P}_2\text{O}_5) = 0,52 \text{ моль} \\ m(\text{P}) &= n \times M = 0,52 \times 30,97 = 16,104 \approx 16,10 \text{ г} \end{aligned}$$

Задача 6.2

Ответ:

1. HNO_3
2. 1,3
3. 63,80 (60,61-66,99)

Решение:

- 1) $\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}$
- 2) $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$
- 3) $2\text{NO}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{NaNO}_2 + \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- 4) $\text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_{4\text{конц}} \rightarrow \text{NaHSO}_4 + \text{HNO}_3$
- 5) $\text{Cu} + 4\text{HNO}_{3\text{конц}} \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ХИМИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП. 9 КЛАСС**

1. В: HNO_3

2. NaOH ; ионная и ковалентная полярная

3. $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

$n(\text{Cu}) = m/M = 34,6 \text{ г} / 64 \text{ г/моль} = 0,540 \text{ моль}$

$n(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = n(\text{Cu}) = 0,54 \text{ моль}$

$m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2)_{\text{теор}} = n \times M = 0,54 \times (63,54 + 14,00 \times 2 + 16 \times 6) = 101,271 \approx 101,27 \text{ г}$

$m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2)_{\text{практ.}} = m_{\text{теор.}} \times \eta = 101,27 \times 0,63 = 63,800 \approx 63,80 \text{ г}$