

Московская предпрофессиональная олимпиада школьников. Химия. 9 класс. Теоретический тур отборочного этапа, 2023/24

1 ноя 2023 г., 10:00 — 20 ноя 2023 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

Учёным-химикам на космическую станцию привезли образцы различных химических веществ. Для организации хранилища необходимо распределить вещества на простые и сложные вещества и разместить их согласно складской нумерации. Выберите из предложенных соединений простые вещества.

неон

вода

озон

водород

метан

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

Для экспериментов по физической химии необходимо доставить в лабораторию простые вещества молекулярного строения. Выберите подходящие соединения из предложенного перечня.

этан

кислород

гелий

алмаз

кремний

№ 2, вариант 1

5 баллов

Сопоставьте понятия и определения.

Сплав	Смесь, включающая несколько компонентов, один из которых находится в жидком состоянии, а другой в виде твердых частиц во взвешенном состоянии.
Суспензия	Дисперсная система с жидкой дисперсионной средой, в которой частицы дисперсной среды образуют трехмерный полимерный каркас.
Гель	Дисперсная система с газовой дисперсной фазой и твердой или жидкой дисперсионной средой.
Пена	Дисперсная система с газовой средой, в которой находятся во взвешенном состоянии мелкие жидкие либо твердые частицы.
Аэрозоль	Материал с характерными свойствами, включающий 2 и более компонентов, из которых как минимум один является металлом.

№ 2, вариант 2

5 баллов

Сопоставьте группы и химические элементы.

щелочные металлы	●	●	F, Cl, Br, J, At
щелочноземельные металлы	●	●	Li, Na, K, Rb, Cs, Fr
халькогены	●	●	He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn
галогены	●	●	O, S, Se, Te, Po
инертные газы	●	●	Ca, Sr, Ba, Ra

№ 3, вариант 1

10 баллов

Как известно, гидроксиды меди нерастворимы в воде. Однако, если добавить к оксиду меди (I) этот реагент, он даст сильное и хорошо растворимое основание. Назовите реагент.

- аммиак
- хлорид бария
- гидроксид натрия
- гидросульфат лития
- сульфат меди

Для получения этого реагента используют реакцию, в которую вступают два простых вещества, являющихся в нормальных условиях газами. Известно, что в реакцию вступило 6 моль самого легкого газа. Укажите, сколько литров реагента получили.

- 91,4 л
- 100,5 л
- 89,6 л
- 22,4 л
- 201,6 л

№ 3, вариант 2

10 баллов

Как известно, гидроксиды меди нерастворимы в воде. Однако, если добавить к оксиду меди (II) этот реагент, он даст сильное и хорошо растворимое основание. Назовите реагент.

хлорид калия

гидросульфат натрия

аммиак

гидроксид натрия

сульфат магния

Для получения этого реагента используют реакцию, в которую вступают два простых вещества, являющихся в нормальных условиях газами. Известно, что в реакцию вступило 2 моль самого распространённого в составе атмосферы Земли газа. Укажите, сколько литров реагента получили.

44,8 л

89,6 л

22,4 л

18,7 л

№ 4, вариант 1

10 баллов

Фазовая диаграмма — это графическое описание составов и относительных количеств фаз в зависимости от химического состава и от внешних условий. В качестве внешних условий может выступать: температура, давление, напряжённость магнитного поля, гравитация, химический потенциал вполне подвижного компонента и т. д.

По принципу непрерывности при непрерывном изменении параметров состояния все свойства отдельных фаз изменяются также непрерывно, постепенно. Фаза — гомогенная часть гетерогенной системы, характеризующаяся одинаковыми физическими и химическими свойствами во всех её частях.

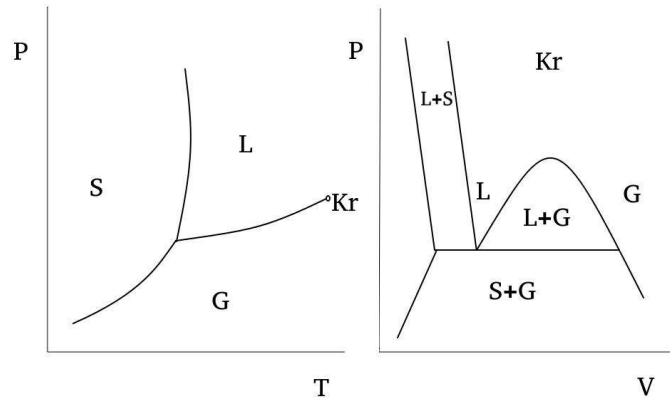


Рисунок 1. Фазовые диаграммы CO_2

На рисунке 1 приведены примеры диаграмм состояния CO_2 . На данной фазовой диаграмме присутствуют твёрдая S , жидкая L и газообразная G фазы. На плоской фазовой диаграмме каждой фазе или фазовой ассоциации соответствует определённый участок.

На рисунке 2 представлена фазовая диаграмма оксида кремния, определите какой переход произойдет при изменении температуры с 1000 до 1500 °C при давлении 0,75 МПа.

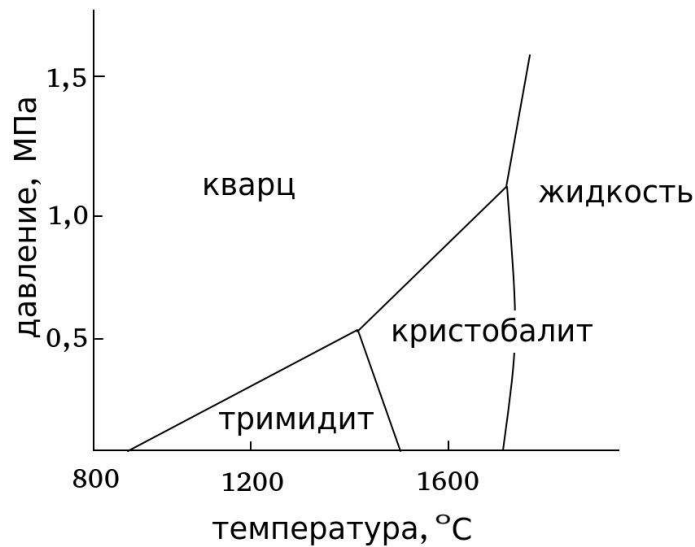


Рисунок 2. Фазовая диаграмма оксида кремния

тридимит-кварц

кварц-кристобалит-жидкость

кварц-кристобалит

кварц-жидкость

кристобалит-жидкость

№ 4, вариант 2

10 баллов

Фазовая диаграмма — это графическое описание составов и относительных количеств фаз в зависимости от химического состава и от внешних условий. В качестве внешних условий может выступать: температура, давление, напряженность магнитного поля, гравитация, химический потенциал вполне подвижного компонента и т.д.

По принципу непрерывности при непрерывном изменении параметров состояния все свойства отдельных фаз изменяются также непрерывно, постепенно. Фаза — гомогенная часть гетерогенной системы, характеризующаяся одинаковыми физическими и химическими свойствами во всех её частях.

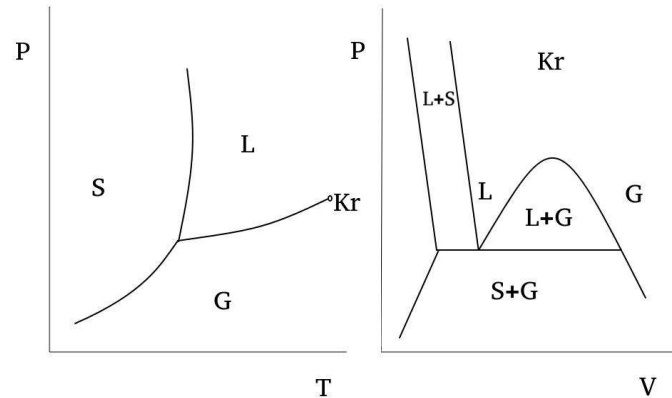


Рисунок 1. Фазовые диаграммы CO_2

На рисунке 1 приведены примеры диаграмм состояния CO_2 . На данной фазовой диаграмме присутствуют твёрдая S жидкая L и газообразная G фазы. На плоской фазовой диаграмме каждой фазе или фазовой ассоциации соответствует определённый участок.

На рисунке 2 представлена фазовая диаграмма углерода, определите какой переход произойдёт при изменении температуры с 3000 до 5500 °С при давлении 200 КПа.

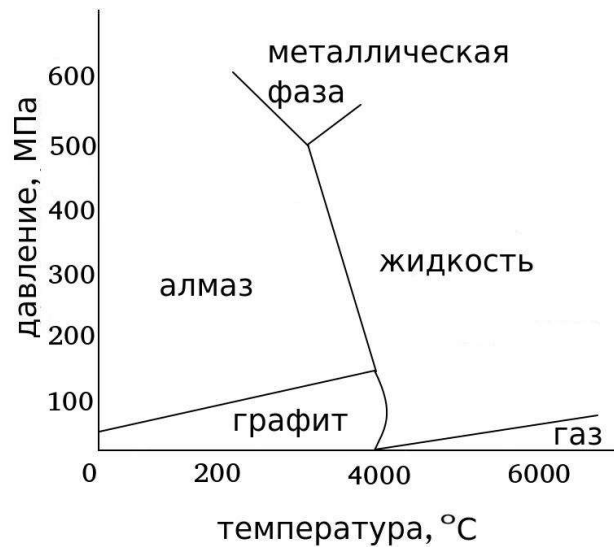


Рисунок 2. Фазовая диаграмма углерода

алмаз-металлическая фаза

алмаз-графит-жидкость

графит-жидкость

алмаз-жидкость

графит-газ

№ 5, вариант 1

35 баллов

При прокаливании соли бария выделилось 900 мл углекислого газа (н.у.), который затем пропустили через 200 мл раствора гидроксида калия с концентрацией 0,8 моль/л с получением карбоната. Выделения воды при прокаливании не происходило. Значения в ходе решения округлите до сотых. Ответы округлите до десятых.

Вычислите массу исходной соли бария. Ответ выразите в граммах.

7.9

Вычислите массу гидроксида калия, вступившего в реакцию. Ответ выразите в граммах.

4.5

Вычислите молярную концентрацию гидроксида калия в реакционной смеси после окончания реакции. Ответ выразите в молях на литр.

0.4

№ 5, вариант 2

35 баллов

При прокаливании соли бария выделилось 450 мл углекислого газа, который затем пропустили через 100 мл раствора гидроксида калия с концентрацией 0,6 моль/л с получением карбоната. Выделения воды при прокаливании не происходило. Значения в ходе решения округлите до сотых.

Вычислите массу исходной соли бария. Ответ выразите в граммах, округлите до десятых.

4.0

Вычислите массу гидроксида калия, вступившего в реакцию. Ответ выразите в граммах, округлите до десятых.

2.3

Вычислите молярную концентрацию гидроксида калия в реакционной смеси после окончания реакции. Ответ выразите в моль/л, округлите до сотых.

0.04

№ 6, вариант 1

35 баллов

Промышленное получение серной кислоты происходит в несколько стадий: обжиг пирита, окисление оксида серы (IV), получение раствора серной кислоты. На таком производстве очень важно сохранять концентрацию опасных реагентов в пределах предельно допустимой концентрации (ПДК) для безопасной работы. Для паров серной кислоты ПДК составляет 1 мг/м³. Допустим, в воздухе помещения объёмом 10 000 м³ содержится 25 г серной кислоты.

Укажите продукт реакции обжига пирита содержащий железо. Запишите его химическую формулу.

Fe₂O₃

Рассчитайте концентрацию паров серной кислоты в воздухе рабочего помещения. Ответ запишите в мг/м³, округлите до десятых.

2.5

Безопасно ли работать в таком помещении?

да

нет

№ 6, вариант 2

35 баллов

Часто в пирометаллургии чистый хром получают при помощи алюминия, который выступает в роли восстановителя. На любом химическом производстве очень важно сохранять концентрацию опасных реагентов в пределах предельно допустимой концентрации (ПДК) для безопасной работы.

Cr^{3+} считается относительно нетоксичным ионом, поэтому его ПДК составляет 100 мг/м^3 . Допустим, в воздухе помещения объёмом $10\,000 \text{ м}^3$ содержится 85 г ионов хрома.

Укажите продукт реакции получения хрома, содержащий алюминий. Запишите его химическую формулу.

Al_2O_3

Рассчитайте концентрацию частиц хрома в воздухе рабочего помещения. Ответ запишите в мг/м^3 , округлив до десятых.

8.5

Безопасно ли работать в таком помещении?

да

нет

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

9 класс

Задача 1.1

Ответ:

1. Неон
3. Озон
4. Водород

Задача 1.2

Ответ:

3. Гелий
4. Алмаз
5. Кремний

Задача 2.1

Ответ:

1	Сплав	10	Материал с характерными свойствами, включающий 2 и более компонентов, из которых как минимум один является металлом.
2	Суспензия	6	Смесь, включающая несколько компонентов, один из которых находится в жидком состоянии, а другой в виде твердых частиц во взвешенном состоянии.
3	Гель	7	Дисперсная система с жидкой дисперсионной средой, в которой частицы дисперсной среды образуют трехмерный полимерный каркас.
4	Пена	8	Дисперсная система с газовой дисперсной фазой и твердой или жидкой дисперсионной средой.

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

5	Аэрозоль	9	Дисперсная система с газовой средой, в которой находятся во взвешенном состоянии мелкие жидкие либо твердые частицы.
---	----------	---	--

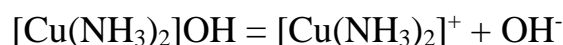
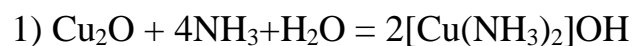
Задача 2.2

Ответ:

1.	щелочные металлы	6.	Li, Na, K, Rb, Cs, Fr
2.	щелочноземельные металлы	7.	Ca, Sr, Ba, Ra
3.	халькогены	8.	O, S, Se, Te, Po
4.	галогены	9.	F, Cl, Br, I, At
5.	инертные газы	10.	He, Ne, Ar, Kr, Xe, Ra

Задача 3.1

Решение:



Ответ: Аммиак



$$(n(\text{H}_2))/3 = (n(\text{NH}_3))/2$$

$$n(\text{NH}_3) = (n(\text{H}_2) \cdot 2)/3$$

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

$$n(\text{NH}_3) = V(\text{NH}_3) / (V_M(\text{NH}_3))$$

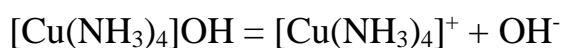
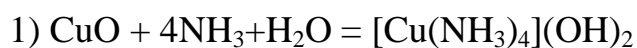
$$V_M(\text{NH}_3) = 22,4 \text{ л}$$

$$V(\text{NH}_3) = (n(\text{H}_2) \cdot 2 \cdot V_M(\text{NH}_3)) / 3 = (6 \cdot 2 \cdot 22,4) / 3 = 89,6 \text{ л}$$

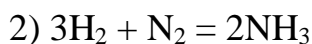
Ответ: 89,6 л

Задача 3.2

Решение:



Ответ: Аммиак



$$(n(\text{N}_2)) / 1 = (n(\text{NH}_3)) / 2$$

$$n(\text{NH}_3) = (n(\text{N}_2) \cdot 2) / 1$$

$$n(\text{NH}_3) = V(\text{NH}_3) / (V_M(\text{NH}_3))$$

$$V_M(\text{NH}_3) = 22,4 \text{ л}$$

$$V(\text{NH}_3) = (n(\text{N}_2) \cdot 2 \cdot V_M(\text{NH}_3)) / 1 = (2 \cdot 2 \cdot 22,4) / 1 = 89,6 \text{ л}$$

Ответ: 89,6 л

Задача 4.1

Ответ: кварц-кристобалит

Задача 4.2

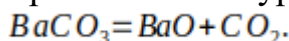
Ответ: алмаз-жидкость

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

Задача 5.1

Решение:

1) Опираясь на то, что в ходе реакции разложения соли кальция образовывался углекислый газ и не происходило выделение воды, можно сделать вывод, что исходная соль – это карбонат бария. Запишем уравнение реакции разложения:

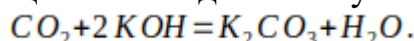


Согласно уравнению, количество вещества исходной соли равно количеству вещества выделившегося углекислого газа. Тогда массу соли можно рассчитать следующим образом:

$$m_{\text{BaCO}_3} = n_{\text{BaCO}_3} \cdot M_{\text{BaCO}_3} = n_{\text{CO}_2} \cdot M_{\text{BaCO}_3} = \frac{V_{\text{CO}_2}}{V_m} \cdot M_{\text{BaCO}_3} = \zeta \\ \zeta \frac{900 \cdot 10^{-3}}{22.4} \cdot 197 = 7.9 \text{ г.}$$

Ответ: 7.5 - 8.3

2) Запишем уравнение реакции взаимодействия углекислого газа со щелочью:



Из уравнения реакции ясно, что углекислый газ и щелочь взаимодействуют 1 к 2. Следовательно, массу гидроксида натрия, вступившего в реакцию можно найти так:

$$m_{\text{KOH}} = n_{\text{KOH}} \cdot M_{\text{KOH}} = 2 \cdot n_{\text{CO}_2} \cdot M_{\text{KOH}} = 2 \cdot \frac{V_{\text{CO}_2}}{V_m} \cdot M_{\text{KOH}} = \zeta \\ \zeta 2 \cdot \frac{900 \cdot 10^{-3}}{22.4} \cdot 56 = 4.5 \text{ г.}$$

Ответ: 4.3 – 4.7

3) Рассчитаем количество вещества щелочи в исходном растворе:

$$n_{\text{KOH}} = C_{\text{KOH}} \cdot V = 0.8 \cdot 200 \cdot 10^{-3} = 0.16 \text{ моль.}$$

Затем узнаем какое количество вещества гидроксида натрия осталось в растворе:

$$n_{\text{KOH}}^{\text{ост}} = n_{\text{KOH}} - n_{\text{KOH}}^{\text{р}} = n_{\text{KOH}} - 2 \cdot \frac{V_{\text{CO}_2}}{V_m} = 0.16 - 2 \cdot \frac{900 \cdot 10^{-3}}{22.4} = \zeta \\ 0.08 \text{ моль.}$$

Обязательно нужно учесть, что при взаимодействии углекислого газа с щелочью в наших условиях происходит образование воды. Рассчитаем объем выделившейся воды:

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = n_{\text{H}_2\text{O}} \cdot M_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \rho_{\text{H}_2\text{O}} = n_{\text{CO}_2} \cdot M_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \rho_{\text{H}_2\text{O}} = \zeta \\ \zeta \frac{V_{\text{CO}_2}}{V_m} \cdot M_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \rho_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{900 \cdot 10^{-3}}{22.4} \cdot 18 \cdot 1 = 0.72 \text{ мл}$$

Рассчитаем молярную концентрацию щелочи в конечном растворе:

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

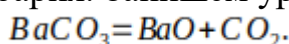
$$C_{\text{KOH}}^{\text{ост}} = \frac{n_{\text{KOH}}^{\text{ост}}}{V_p} = \frac{n_{\text{KOH}}^{\text{ост}}}{V + V_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{0.08}{(200 + 0,72) \cdot 10^{-3}} = 0,4 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

Ответ: 0.4

Задача 5.2

Решение:

1) Опираясь на то, что в ходе реакции разложения соли кальция образовывался углекислый газ и не происходило выделение воды, можно сделать вывод, что исходная соль – это карбонат бария. Запишем уравнение реакции разложения:

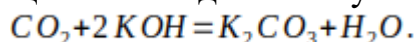


Согласно уравнению, количество вещества исходной соли равно количеству вещества выделившегося углекислого газа. Тогда массу соли можно рассчитать следующим образом:

$$m_{\text{BaCO}_3} = n_{\text{BaCO}_3} \cdot M_{\text{BaCO}_3} = n_{\text{CO}_2} \cdot M_{\text{BaCO}_3} = \frac{V_{\text{CO}_2}}{V_m} \cdot M_{\text{BaCO}_3} = 4,2 \cdot \frac{450 \cdot 10^{-3}}{22,4} \cdot 197 = 4,0 \text{ г.}$$

Ответ: 3.8 - 4.2

2) Запишем уравнение реакции взаимодействия углекислого газа с щелочью:



Из уравнения реакции ясно, что углекислый газ и щелочь взаимодействуют 1 к 2. Следовательно, массу гидроксида натрия, вступившего в реакцию можно найти так:

$$m_{\text{KOH}} = n_{\text{KOH}} \cdot M_{\text{KOH}} = 2 \cdot n_{\text{CO}_2} \cdot M_{\text{KOH}} = 2 \cdot \frac{V_{\text{CO}_2}}{V_m} \cdot M_{\text{KOH}} = 2,3 \cdot \frac{450 \cdot 10^{-3}}{22,4} \cdot 56 = 2,3 \text{ г.}$$

Ответ: 2.2 – 2.4

3) Рассчитаем количество вещества щелочи в исходном растворе:

$$n_{\text{KOH}} = C_{\text{KOH}} \cdot V = 0,6 \cdot 100 \cdot 10^{-3} = 0,06 \text{ моль.}$$

Затем узнаем какое количество вещества гидроксида натрия осталось в растворе:

$$n_{\text{KOH}}^{\text{ост}} = n_{\text{KOH}} - n_{\text{KOH}}^p = n_{\text{KOH}} - 2 \cdot \frac{V_{\text{CO}_2}}{V_m} = 0,06 - 2 \cdot \frac{450 \cdot 10^{-3}}{22,4} = 0,02 \text{ моль.}$$

Обязательно нужно учесть, что при взаимодействии углекислого газа с щелочью в наших условиях происходит образование воды. Рассчитаем объем выделившейся воды:

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = n_{\text{H}_2\text{O}} \cdot M_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \rho_{\text{H}_2\text{O}} = n_{\text{CO}_2} \cdot M_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \rho_{\text{H}_2\text{O}} = 4,2$$

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

$$i \frac{V_{\text{CO}_2}}{V_m} \cdot M_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \rho_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{450 \cdot 10^{-3}}{22.4} \cdot 18 \cdot 1 = 0.36 \text{ л}$$

Рассчитаем молярную концентрацию щелочи в конечном растворе:

$$C_{\text{KOH}}^{\text{ост}} = \frac{n_{\text{KOH}}^{\text{ост}}}{V_p} = \frac{n_{\text{KOH}}^{\text{ост}}}{V + V_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{0.02}{100 \cdot 10^{-3} + 0.36} = 0.04 \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{Л}}$$

Ответ: 0,04

Задача 6.1

Решение:

- 1) $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$
- 2) $C(\text{H}_2\text{SO}_4) = m/V_{\text{помещ}} = 25000 \text{ мг}/10000\text{м}^3 = 2,5 \text{ мг}/\text{м}^3$
- 3) $C(\text{H}_2\text{SO}_4) > \text{ПДК}$

Ответ 1: Fe_2O_3 (оксид железа 3)

Ответ 2: $2,5 \text{ мг}/\text{м}^3$ или $0,0025 \text{ г}/\text{м}^3$

Ответ 3: нет (не безопасно)

Задача 6.2

- 1) $2\text{Cr}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} = 2\text{Cr} + \text{Al}_2\text{O}_3$
- 2) $C(\text{Cr}^{3+}) = m/V_{\text{помещ}} = 85000 \text{ мг}/10000\text{м}^3 = 8,5 \text{ мг}/\text{м}^3$
- 3) $C(\text{Cr}^{3+}) < \text{ПДК}$

Ответ 1: Al_2O_3 , оксид алюминия

Ответ 2: $8,5 \text{ мг}/\text{м}^3$ или $0,0085 \text{ г}/\text{м}^3$

Ответ 3: да (безопасно)