

**БОЛЬШАЯ
ОЛИМПИАДА
Росхим**

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ

Фамилия

Имя

Отчество (при наличии)

Класс

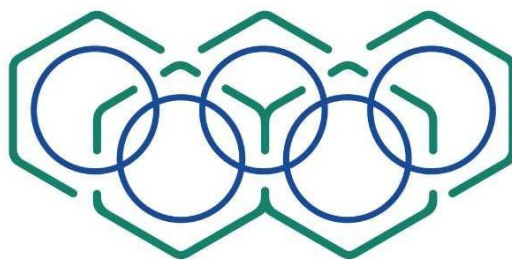
**Сокращенное
наименование
образовательной
организации**

ID

**Общее число
страниц в работе**

Оценка за выполнение работы, баллов		Штрафные баллы (при наличии)	
Итого за экспериментальный тур, баллов		Член жюри: _____ (_____) подпись Фамилия И.О.	
Итого за теоретический тур (после апелляции), баллов		Итоговый результат заключительного этапа, баллов	

С выставленными баллами согласен (согласна): _____ (_____)
подпись Фамилия И.О.



Большая олимпиада Росхим по химии и химической технологии

Задание экспериментального тура заключительного этапа 2025-2026 учебный год 7-8 класс

Тонкодисперсный диоксид кремния, известный как белая сажа, — это важнейший компонент современных материалов. Благодаря своей структуре белая сажа улучшает механические свойства резины, увеличивая её прочность и износостойкость. Большая часть белой сажи используется в производстве автомобильных шин. В России одним из ключевых производителей этой продукции является «Башкирская содовая компания», входящая в группу АО «Росхим».

Вам предстоит выступить в роли инженера-химика и смоделировать производственный процесс синтеза белой сажи взаимодействием растворов силиката натрия и соляной кислоты.

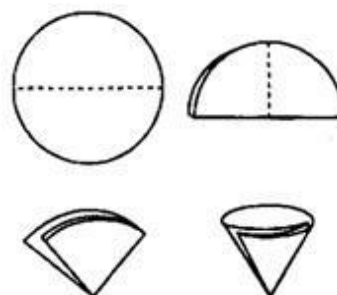
Методика проведения работы:

- 1. С помощью весов взвесьте в химический стакан 8,0 г силиката натрия. Добавьте в стакан 40 мл дистиллированной воды. Рассчитайте массовую долю силиката натрия в полученном растворе.**

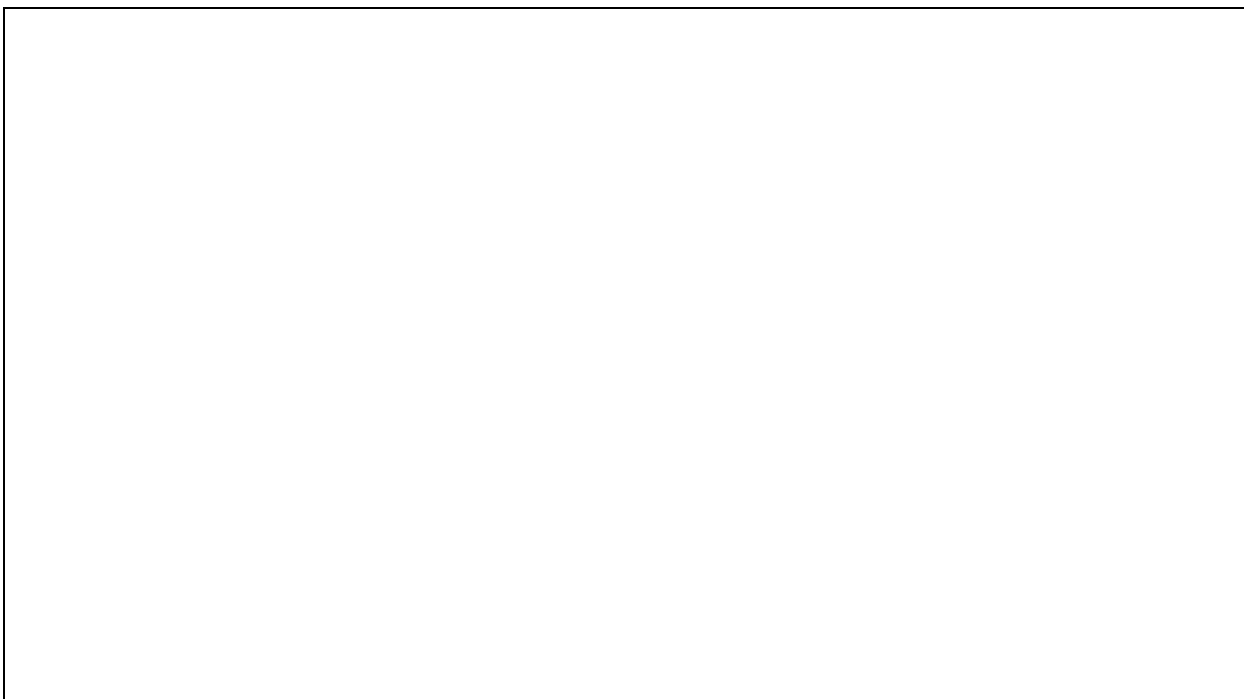
2. Рассчитайте, какие объемы воды и 15 % раствора соляной кислоты (плотность 1,08 г/мл) нужно взять для приготовления 20 мл 10 % раствора соляной кислоты (1,05 г/мл). Отмерьте нужный объем воды. Используя мерный цилиндр на столе общего пользования, отберите нужный объем 15 % раствора соляной кислоты и приготовьте раствор.

3. Струйкой влейте раствор силиката натрия в раствор соляной кислоты, перемешивая смесь стеклянной палочкой. Запишите уравнение протекающей реакции.

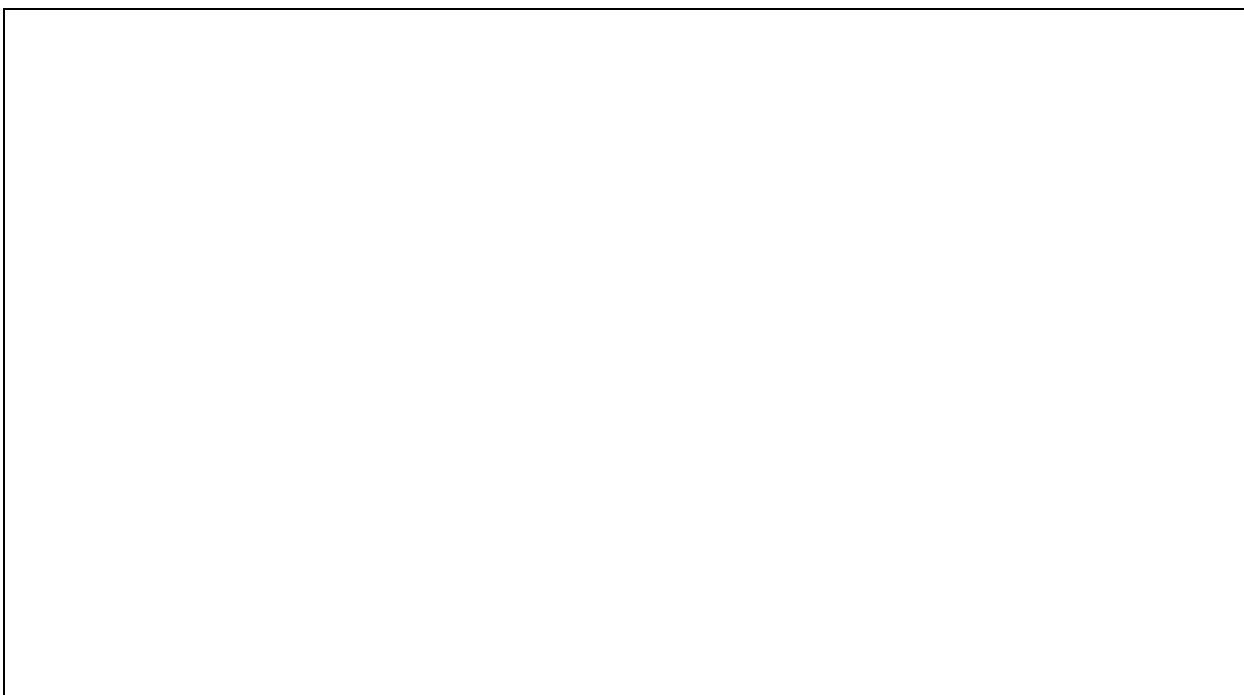
Подготовьте установку для фильтрации. Для этого необходимо установить кольцо на штатив при помощи муфты. На кольцо установите химическую воронку. Под воронку поставьте второй стакан, предварительно ополоснув его водой. Сложите фильтровальную бумагу так, как показано на рисунке справа, и вложите ее в воронку.



- 4. Отфильтруйте полученный гель. Схематично зарисуйте схему установки для фильтрации и подпишите каждый элемент посуды:**



- 5. Соберите установку для обезвоживания. Для этого необходимо установить кольцо на штатив при помощи муфты. В выпарительную чашу перенесите ранее полученный гель и поместите её на кольцо. Зажгите спиртовку и поместите её под чашу. Перемешивая массу стеклянной палочкой, добейтесь обезвоживания продукта. Схематично зарисуйте схему установки для обезвоживания и подпишите каждый элемент посуды:**



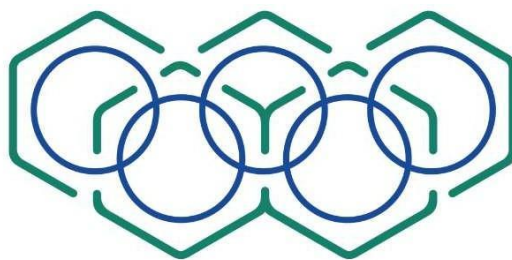
6. Запишите уравнение протекающей реакции.

7. Рассчитайте максимальную массу продукта, которая теоретически может быть получена в ходе синтеза.

8. Взвесьте полученный продукт и рассчитайте выход синтеза.

9. Более чистые марки белой сажи с меньшим размером частиц можно получать высокотемпературным гидролизом (обработкой водяным паром) тетрахлорида кремния. Запишите уравнение протекающей реакции.

10. В быту диоксид кремния можно встретить а) в качестве компонента зубных паст, б) в пакетиках в коробках с обувью и в) в качестве средства от отравлений. Объясните, какие его свойства обуславливают применение в каждом из описанных случаев.



Большая олимпиада Росхим по химии и химической технологии

Решения заданий экспериментального тура заключительного этапа 2025-2026 учебный год 7-8 класс

Тонкодисперсный диоксид кремния, известный как белая сажа, — это важнейший компонент современных материалов. Благодаря своей структуре белая сажа улучшает механические свойства резины, увеличивая её прочность и износостойкость. Большая часть белой сажи используется в производстве автомобильных шин. В России одним из ключевых производителей этой продукции является «Башкирская содовая компания», входящая в группу АО «Росхим».

Вам предстоит выступить в роли инженера-химика и смоделировать производственный процесс синтеза белой сажи взаимодействием растворов силиката натрия и соляной кислоты.

Методика проведения работы:

- 1. С помощью весов взвесьте в химический стакан 8,0 г силиката натрия. Добавьте в стакан 40 мл дистиллированной воды. Рассчитайте массовую долю силиката натрия в полученном растворе.**

Массовая доля силиката натрия в растворе составляет:

$$\omega = \frac{m(\text{Na}_2\text{SiO}_3)}{m(\text{Na}_2\text{SiO}_3) + m(\text{H}_2\text{O})} = \frac{8,0 \text{ г}}{8,0 \text{ г} + 40 \text{ г}} = \frac{8,0}{48,0} = \frac{1}{6} \approx 0,1667 \text{ или } 16,67 \%$$

2 балла за расчет массовой доли

2. Рассчитайте, какие объемы воды и 15 % раствора соляной кислоты (плотность 1,08 г/мл) нужно взять для приготовления 20 мл 10 % раствора соляной кислоты (1,05 г/мл). Отмерьте нужный объем воды. Используя мерный цилиндр на столе общего пользования, отберите нужный объем 15 % раствора соляной кислоты и приготовьте раствор.

Масса 10 % раствора HCl

$$m_2 = V_2 \cdot \rho_2 = 20 \text{ мл} \cdot 1,05 \text{ г/мл} = 21 \text{ г}$$

Масса кислоты

$$m_{\text{HCl}} = m_2 \cdot \omega_2 = 21 \text{ г} \cdot 0,10 = 2,1 \text{ г}$$

Масса 15 % раствора HCl

$$m_1 \cdot \omega_1 = m_{\text{HCl}} \Rightarrow m_1 = \frac{m_{\text{HCl}}}{\omega_1} = \frac{2,1 \text{ г}}{0,15} = 14 \text{ г}$$

Объем 15 % раствора HCl

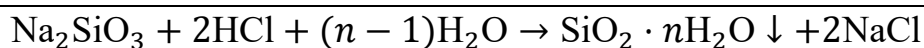
$$V_{15\% \text{ HCl}} = \frac{m_1}{\rho_1} = \frac{14 \text{ г}}{1,08 \text{ г/мл}} \approx 13 \text{ мл}$$

Необходимый объем воды

$$m_{\text{воды}} = m_2 - m_1 = 21 \text{ г} - 14 \text{ г} = 7 \text{ г}, \text{ что отвечает } V_{\text{воды}} = 7 \text{ мл}$$

по 2 балла за расчет объемов, всего 4 балла

3. Струйкой влейте раствор силиката натрия в раствор соляной кислоты, перемешивая смесь стеклянной палочкой. Запишите уравнение протекающей реакции.

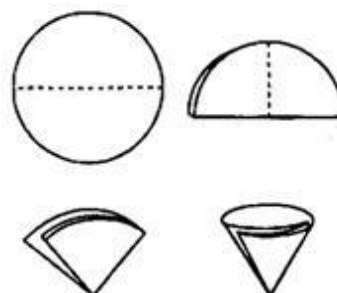


(засчитывается $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + 2\text{NaCl}$)

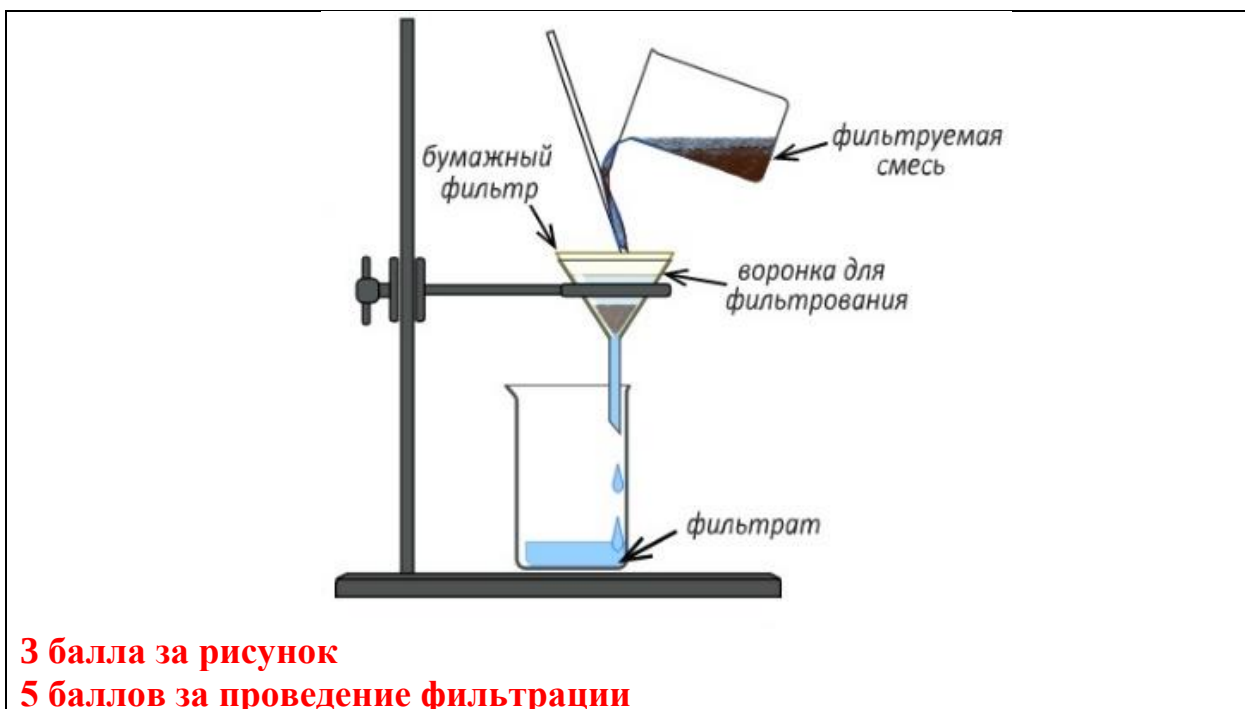
2 балла за уравнение реакции

5 баллов за проведение осаждения

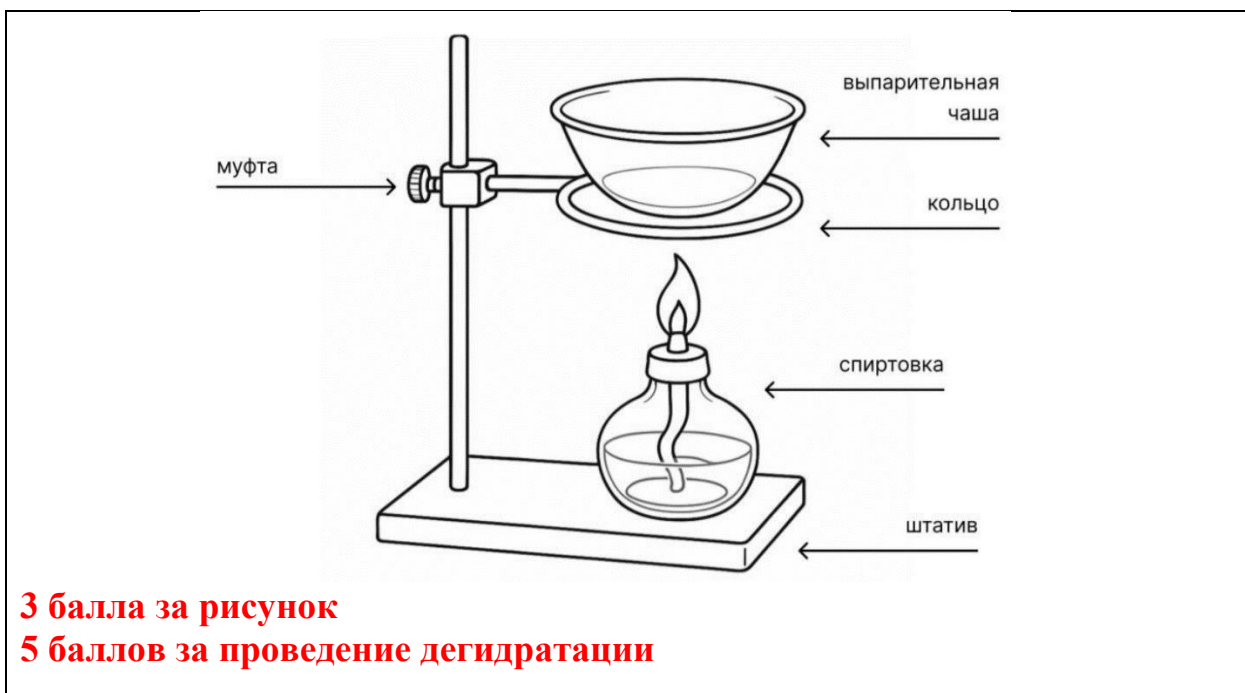
Подготовьте установку для фильтрации. Для этого необходимо установить кольцо на штатив при помощи муфты. На кольцо установите химическую воронку. Под воронку поставьте второй стакан, предварительно ополоснув его водой. Сложите фильтровальную бумагу так, как показано на рисунке справа, и вложите ее в воронку.



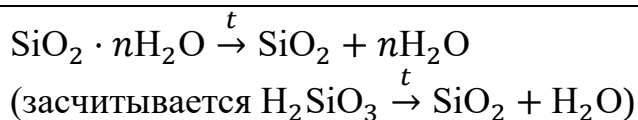
4. Отфильтруйте полученный гель. Схематично зарисуйте схему установки для фильтрации и подпишите каждый элемент посуды:



5. Соберите установку для обезвоживания. Для этого необходимо установить кольцо на штатив при помощи муфты. В выпарительную чашу перенесите ранее полученный гель и поместите её на кольцо. Зажгите спиртовку и поместите её под чашу. Перемешивая массу стеклянной палочкой, добейтесь обезвоживания продукта. Схематично зарисуйте схему установки для обезвоживания и подпишите каждый элемент посуды:



6. Запишите уравнение протекающей реакции.



2 балла за уравнение реакции

7. Рассчитайте максимальную массу продукта, которая теоретически может быть получена в ходе синтеза.

$$m_{\text{HCl}} = V_{\text{HCl p-p}} \cdot \rho_{\text{HCl p-p}} \cdot \omega_{\text{HCl}}$$
$$n_{\text{HCl}} = \frac{m_{\text{HCl}}}{M_{\text{HCl}}} = \frac{V_{\text{HCl p-p}} \cdot \rho_{\text{HCl p-p}} \cdot \omega_{\text{HCl}}}{M_{\text{HCl}}} = \frac{20 \cdot 1,05 \cdot 0,10}{36,5} = 0,0575 \text{ моль}$$
$$n_{\text{Na}_2\text{SiO}_3} = \frac{m_{\text{Na}_2\text{SiO}_3}}{M_{\text{Na}_2\text{SiO}_3}} = \frac{8}{23 \cdot 2 + 28 + 16 \cdot 3} = 0,0656 \text{ моль}$$

Поскольку соляная кислота и силикат натрия реагируют в соотношении 2:1, она в недостатке, поэтому

$$n_{\text{SiO}_2} = \frac{n_{\text{HCl}}}{2} = \frac{0,05753}{2} = 0,02875 \text{ моль,}$$
$$m_{\text{теор. SiO}_2} = n_{\text{SiO}_2} M_{\text{SiO}_2} = 0,02875 \cdot 60 = 1,725 \text{ г}$$

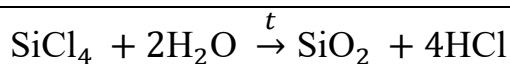
2 балла за расчет теоретической массы продукта

8. Взвесьте полученный продукт и рассчитайте выход синтеза.

$$\eta = \frac{m_{\text{практ}}(\text{SiO}_2)}{m_{\text{теор}}(\text{SiO}_2)} \times 100 \% \quad (\text{оценивается исходя из массы, полученной участником})$$

2 балла за расчет выхода

9. Более чистые марки белой сажи с меньшим размером частиц можно получать высокотемпературным гидролизом (обработкой водяным паром) тетрахлорида кремния. Запишите уравнение протекающей реакции.



2 балла за уравнение реакции

10. В быту диоксид кремния можно встретить а) в качестве компонента зубных паст, б) в пакетиках в коробках с обувью и в) в качестве средства от отравлений. Объясните, какие его свойства обуславливают применение в каждом из описанных случаев.

- а) диоксид кремния используется в зубных пастах как абразив
б) диоксид кремния используется как осушитель благодаря способности к адсорбции (поглощению) паров воды, что связано с его высокой пористостью и большой площадью поверхности (для полного балла достаточно указать на поглощение воды)

в) диоксид кремния используется как энтеросорбент благодаря способности к адсорбции (связыванию) токсинов, бактерий, аллергенов, тяжелых металлов (для полного балла достаточно указать на связывание)

по 1 баллу за каждое объяснение, всего 3 балла

Система оценивания:

Теоретическая часть

- | | |
|---|----------|
| 1. Расчет массовой доли силиката натрия | 2 балла |
| 2. Расчет объема воды и соляной кислоты для приготовления 10 % раствора | 4 балла |
| 3. Уравнение реакции осаждения | 2 балла |
| 4. Схема установки фильтрации | 3 балла |
| 5. Схема установки упаривания | 3 балла |
| 6. Уравнение реакции дегидратации | 2 баллов |
| 7. Расчет теоретической массы продукта | 2 балла |
| 8. Расчет выхода синтеза | 2 балла |
| 9. Уравнение реакции гидролиза | 2 балла |
| 10.3 объяснения применения диоксида кремния по 1 баллу | 3 балла |

Экспериментальная часть

- | | |
|-----------------------------|----------|
| 11. Проведение осаждения | 5 баллов |
| 12. Проведение фильтрации | 5 баллов |
| 13. Проведение дегидратации | 5 баллов |

ИТОГО 40 баллов

Штрафные баллы: 1 балл за бой посуды (каждый случай),
2 балла за грубое нарушение правил техники безопасности