



Урок 50. Смесь ионов

Листы ученика. Ответы и примечания учителю — в отдельной части.

Естественно-научный эксперимент · 9 класс

Урок 50 из 64 · 45 минут · Модуль «Качественный химический анализ»

Уровень: Исследовательский для 9 класса: сравниваем условия, отделяем наблюдение от объяснения и защищаем вывод. Нужны проценты, среднее и чтение таблиц. Все необходимые сведения приведены ниже.

Вся программа курса

В пробе могут одновременно присутствовать три аниона. Почему последовательное добавление всех реагентов в одну пробирку может испортить распознавание?

Проверяемый результат:

Построить схему анализа смеси Cl^- , SO_4^{2-} и CO_3^{2-} по отдельным порциям, объяснить помеху карбоната и проверить баланс ионных уравнений.

01. Проблемная ситуация

0-5 минут · Вопрос и проверяемое предположение

План А: в одну порцию добавить хлоридный реагент, затем искать хлорид. План Б: разделить исходную пробу на независимые порции и использовать реагенты, не вносящие искомые ионы. За 2 минуты выберите план; за 3 объясните, как можно обнаружить собственную добавку вместо вещества пробы.

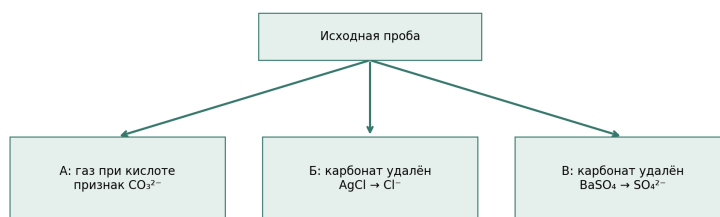
02. Объяснение и разобранный пример

5-14 минут · Понятия, расчёт и ограничения

Анализ смеси требует различать сигнал компонента и помехи. В нашем ограниченном наборе карбонат проверяют по выделению CO_2 при добавлении кислоты. Для других тестов протокол заранее удаляет карбонат подкислением азотной кислотой; кислота не добавляет хлорид или сульфат. Разные порции исключают перенос реагентов между тестами.

Уравнения: $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$; $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl} \downarrow$; $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow$. В первом слева и справа $\text{Cl}/\text{O}_3/\text{H}_2$, суммарный заряд ноль. Пример: газ в порции А и BaSO_4 в обработанной порции В согласуются с карбонатом и сульфатом; хлорид по этим двум сигналам не определён. Сульфат в данных условиях теста Ag не мешает; это допущение протокола, не универсальная гарантия.

Анализ смеси: отдельные порции исходной пробы



Не переносим реагенты между порциями

Три независимые порции одной исходной пробы: А - признак карбоната; Б - протокол хлорида после удаления карбоната; В - протокол сульфата после удаления карбоната. Это схема чтения готовых результатов, не инструкция самостоятельного опыта.



03. Практика 1: данные и доказательство

14-25 минут · Первая серия

Проба	А: CO ₂ при кислоте	Б: AgCl по протоколу	В: BaSO ₄ по протоколу
Холостая	—	—	—
Контроль CO ₃ ²⁻	+	—	—
Контроль Cl ⁻	—	+	—
Контроль SO ₄ ²⁻	—	—	+
Смесь М	+	+	—
Смесь Н	—	+	+

В Б и В использованы отдельные обработанные порции, а не остаток теста А. В Б реагент AgNO₃, в В Ba(NO₃)₂; объёмы и самостоятельное приготовление не требуются. «—» означает отсутствие обнаружения при заданном пороге. За 3 минуты составьте маршрут; за 3 расшифруйте М/Н; за 3 проверьте атомы и заряд трёх уравнений; за 2 объясните роль контроля. Критерии: независимые порции, компоненты, баланс и порог.

04. Практика 2: перенос на новые условия

25-33 минуты · Самостоятельный перенос

Необработанная смесь с карбонатом дала белый осадок после Ba²⁺. После обработки отдельной порции кислотой газ выделился, а тест на сульфат стал отрицательным. За 3 минуты объясните помеху; за 3 запишите уравнение Ba²⁺ + CO₃²⁻ → BaCO₃↓ и проверьте баланс; за 2 решите, доказан ли сульфат. Считать протокол и контроли исправными.

05. Обсуждение: аргумент и альтернатива

33-40 минут · Аргумент и обоснованный вывод

За 2 минуты оцените предложение заменить HNO₃ на HCl перед тестом хлорида; за 3 объясните, какой контроль обнаружит подмену; за 2 предложите корректный принцип выбора реагента. Не обсуждайте приготовление кислот.

06. Индивидуальная проверка

40-45 минут · Собственное решение

Проба дала А «+», Б «—», В «+» при исправных контролях. Назовите обнаруженные анионы, корректно опишите хлорид, объясните отдельные порции и проверьте заряд реакции Ba²⁺ + SO₄²⁻ → BaSO₄↓. 5 минут, 4 балла по элементам.



Ответы, критерии и примечания учителю

Учителю: подготовка и план на 45 минут

Готовые протоколы, карточки анионов и схема трёх порций. Предпосылки: осадок, газ, заряд иона. Только анализ данных: кислоты, соли серебра и бария детям не выдаются. Набор кандидатов строго ограничен Cl^- , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} ; другие мешающие ионы исключены условием. Все тесты выполнены отдельно с исправными контролями и обнаруживаемыми уровнями.

Минуты	Работа	Проверяемый продукт
0-5	Проблемная ситуация	Вопрос и проверяемое предположение
5-14	Понятия и разобранный пример	Пояснение величин и метода
14-25	Практика 1	Расчёт, схема или протокол по данным
25-33	Практика 2	Решение на новых условиях
33-40	Обсуждение	Аргумент, альтернатива и вывод
40-45	Индивидуальная проверка	Самостоятельный ответ и исправление

Все тексты, рисунки и данные включены. Без регистрации: распечатайте ученическую часть PDF или используйте доску. Ответы открывайте после самостоятельной попытки. Минуты включают чтение, записи и переходы. В конце соберите индивидуальную работу. 0-1 балл: разобрать пример повторно; 2-3: уточнить пропущенное звено; 4: объяснить ограничение модели. Это обратная связь, не обязательная школьная отметка.

Разбор практики 1 и критерии

М: карбонат и хлорид обнаружены, сульфат не обнаружен. Н: хлорид и сульфат обнаружены, карбонат не обнаружен. Заряды всех трёх реакций слева и справа нулевые; атомы сохраняются. Отрицательные результаты не доказывают абсолютного отсутствия ниже порога. Эталоны подтверждают рабочие признаки в данной матрице.

Ответ и объяснение практики 2

Карбонат также осаждается с Ba^{2+} : один атом Ва, один С, три О с каждой стороны, заряд $+2 - 2 = 0$. Поэтому осадок без обработки не различал карбонат и сульфат. После удаления карбоната сульфат не обнаружен. Из исходного осадка нельзя заключать о его наличии.

Опора для обсуждения

HCl вносит Cl^- , поэтому AgCl может возникнуть из реагента, а не из пробы. Холостая порция, прошедшая ту же обработку, тоже даст положительный результат. Принцип: реагент не должен вносить определяемый компонент или неучтённую помеху. Для данного протокола сохранён нитратный состав реагентов.

Ключ и критерии индивидуальной работы

Карбонат и сульфат обнаружены; хлорид не обнаружен при пороге метода. Отдельные порции исключают загрязнение пробы реагентами предыдущего теста. Заряд слева $+2 - 2 = 0$, справа нейтральный осадок. Не писать «хлорида точно нет».



07. Соответствие исходной программе

Пункт программы → действие ученика → проверяемый результат

Пункт программы	Действие ученика	Проверяемый результат
Маскирование и разделение компонентов; схемы анализа	Разделить исходную пробу на независимые порции	Схема распознавания без внесения искомых ионов
Качественные реакции на анионы	Сопоставить тесты и устранение карбонатной помехи	Вывод и сбалансированные ионные уравнения

Опора - раздел «Качественный химический анализ» опубликованной программы на 64 часа. Это самостоятельный урок на 45 минут. Подробный сценарий, распределение времени и учебные числовые серии - методическая разработка. Предоставленные данные не выдаются за опыт, проведённый авторами или этим классом.

Исходная программа

Источники и права на изображения

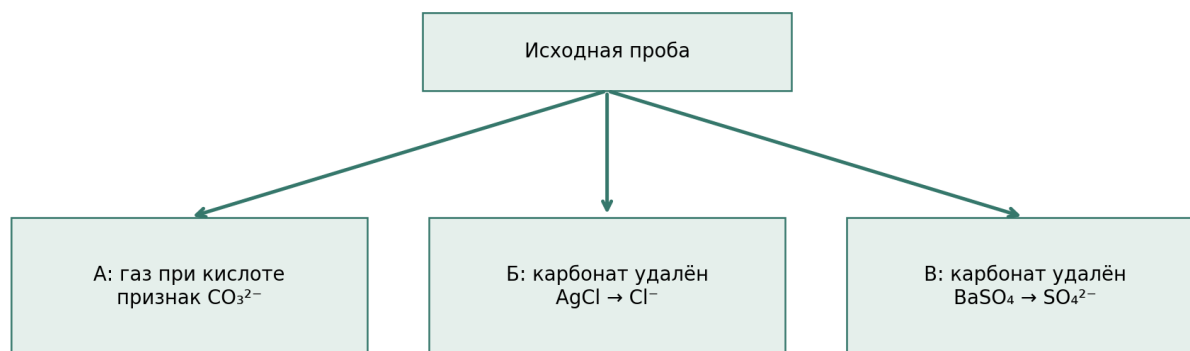
OpenStax: осаждение и кислотно-основные реакции

IUPAC: селективность аналитических методов

Источники проверены 16.10.2026. Числовые наборы - учебные данные, не результаты проведённых авторами опытов. Схемы и графики подготовлены порталом «Школы России». Для микрофотографии отдельно указаны автор и лицензия. Ответы и примечания учителю в PDF выделены отдельно.

Иллюстрация: увеличенная копия для печати

Анализ смеси: отдельные порции исходной пробы



Не переносим реагенты между порциями

Три независимые порции одной исходной пробы: А — признак карбоната; Б — протокол хлорида после удаления карбоната; В — протокол сульфата после удаления карбоната. Это схема чтения готовых результатов, не инструкция самостоятельного опыта.