



Урок 26. Группы катионов

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

Естественно-научный практикум · 8-9 классы

Урок 26 из 64 · 45 минут · Модуль «Эксперименты по химии: схема качественного анализа»

Уровень: базовый исследовательский. 8 класс - работа с опорами; 9 класс - самостоятельная оценка условий и границ вывода.

Вся программа курса

Один белый осадок не называет вещество. Как несколько последовательных проверок превращаются в дерево распознавания?

Проверяемый результат:

Построить дерево распознавания четырёх заданных катионов, учесть холостую пробу и объяснить пределы группового признака.

01. Проблемная ситуация

0-5 минут · Вопрос и первоначальное решение

Учебный лаборант сообщает: «В X после добавления хлорид-иона появился белый осадок, значит, в X только серебро». В набор возможных веществ входят растворимые соли Ag^+ , Ba^{2+} , Fe^{3+} и Na^+ ; для основной задачи X содержит один из этих катионов.

1 минута - прочитайте сообщение. 2 минуты - подчеркните вывод, который требует дополнительных условий. 2 минуты - предложите, почему наличие одного признака не доказывает отсутствие всех остальных компонентов в реальной пробе.

02. Объяснение и разобранный пример

5-14 минут · Понятия, модель и проверка

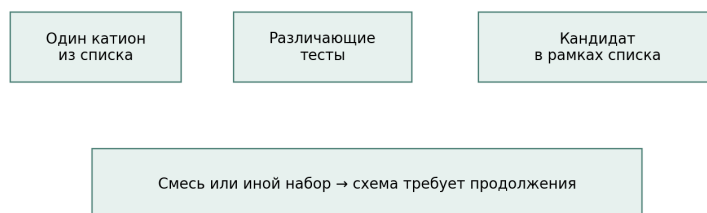
Катион - положительно заряженный ион: Ag^+ имеет заряд +1, Ba^{2+} - +2. Аналитическая группа объединяет ионы, которые дают общий отклик на выбранный реагент при заданных условиях. Это удобство разделения, а не утверждение об одинаковых свойствах. Существуют разные схемы анализа: номера групп без указания схемы не универсальны.

Здесь используется сокращённый фрагмент кислотно-основной логики: сначала выделяют ионы с малорастворимыми хлоридами, затем проверяют другую группу осаждением сульфата, затем используют гидроксидный признак. Это не полная классификация катионов. Для каждого следующего теста берут отдельную свежую порцию исходного X: на уроке это отдельные строки данных, а не инструкция последовательного смешивания реактивов.

В заданном наборе $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl} \downarrow$; $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow$; $\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$. Число атомов и суммарный заряд слева и справа совпадают: $+1-1=0$, $+2-2=0$, $+3-3=0$. Ион Na^+ в этих условиях осадка не даёт. Белый цвет сам по себе не различает AgCl и BaSO_4 : важны реагент и отдельная порция.

Разобранный пример: X с хлоридом осадка не даёт, с сульфатом - белый осадок. Среди четырёх кандидатов остаётся Ba^{2+} . Это вывод в ограниченной системе, не доказательство чистоты неизвестной воды. За 4 минуты разберите понятия, за 3 - пример с уравнениями, за 2 - сформулируйте ограничение.

Групповой признак и предел вывода



Логическая схема анализа; она не заменяет полную кислотно-основную классификацию. Каждая реакция относится к своей свежей порции.



03. Практика 1: данные и доказательство

14-25 минут · Работа с первой серией

Учебная матрица: концентрации достаточны для обнаружения, условия одинаковы, возможен ровно один катион из четырёх. «Нет» означает отсутствие наблюдаемого осадка при условиях модели, не нулевую концентрацию любого иона.

Кандидат/проба	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	OH ⁻
Ag ⁺	Белый осадок	Не используем	Не используем
Ba ²⁺	Нет	Белый осадок	Нет
Fe ³⁺	Нет	Нет	Бурый осадок
Na ⁺	Нет	Нет	Нет
Вода: холостая	Нет	Нет	Нет
X	Нет	Нет	Бурый осадок

2 минуты - прочитайте матрицу; 4 - нарисуйте дерево «Cl⁻? → SO₄²⁻? → OH⁻?» с четырьмя конечными кандидатами; 3 - проведите X по ветвям; 2 - подпишите условия применимости. 8 класс: используйте готовый порядок тестов. 9 класс: объясните, зачем раннюю ветвь Ag⁺ можно завершить в модели одиночного катиона. Результат: дерево, маршрут X и ограничение. Критерии: все четыре листа различены, X обоснован строками, холостая проба учтена.

04. Практика 2: перенос на новые условия

25-33 минуты · Самостоятельное решение

Новая серия нарушает предпосылку одиночного катиона. На разных свежих порциях Y получены данные ниже. Все холостые пробы отрицательны.

Порция Y	Наблюдение
C Cl ⁻	Белый осадок
C SO ₄ ²⁻	Не интерпретируем: возможны помехи
C OH ⁻	Бурый компонент осадка
Уточнение	Допускается смесь катионов

1 минута - чтение; 3 - сравните Y со всеми одиночными строками; 2 - найдите противоречие простой ветви; 2 - составьте заключение из двух частей: что поддержано и что ещё требуется. Для 9 класса назовите, как разделение компонентов улучшит проверку; 8 класс может использовать формулировку «одной строки недостаточно».

05. Обсуждение: аргумент и альтернатива

33-40 минут · Вывод, который можно обосновать

2 минуты - подготовьте довод за короткое дерево; 3 - оппонент объясняет, почему оно опасно без списка кандидатов и условия одиночного иона; 2 - запишите компромисс: область применимости рядом с деревом. Сошлитесь на X и Y, а не на общую фразу «химия сложная».

06. Индивидуальная проверка

40-45 минут · Собственный ответ

Z не даёт осадка с Cl⁻, даёт белый осадок с SO₄²⁻; холостая проба чистая. Среди Ag⁺, Ba²⁺, Fe³⁺, Na⁺ присутствует один катион. За 3 минуты назовите его, укажите исключённую первую ветвь, запишите ионное уравнение и ограничение. 1 минута - ключ, 1 - исправление.



Ответы, критерии и примечания учителю

Учителю: подготовка и план на 45 минут

Нужны распечатанные таблицы, карандаш и линейка; реактивы не нужны. Все результаты условной лабораторной серии уже даны. Предпосылки: катион, раствор, осадок; знаки зарядов объясняются ниже. Для 8 класса выдайте четыре карточки Ag^+ , Ba^{2+} , Fe^{3+} , Na^+ и перемещайте их по ветвям; для 9 класса добавьте проверку версии о смеси. Не воспроизводить реакции серебра, бария и щёлочи дома: работа только с документированными данными.

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 материалы для текущего занятия включены. Вариант без регистрации: ученические листы PDF и доска. Минуты включают чтение, запись и переходы. Ответы показывайте после самостоятельной попытки. В конце соберите индивидуальную работу: 0-1 балл - вернуться к примеру, 2-3 - уточнить пропущенное звено, 4 - объяснить границу вывода. Это обратная связь, не обязательная школьная отметка.

Разбор практики 1 и критерии

Cl^- дал осадок $\rightarrow \text{Ag}^+$; не дал $\rightarrow$ тест SO_4^{2-} . Сульфат дал осадок $\rightarrow \text{Ba}^{2+}$; не дал $\rightarrow \text{OH}^-$. Бурый осадок $\rightarrow \text{Fe}^{3+}$; отсутствие осадка $\rightarrow \text{Na}^+$ среди перечисленных кандидатов. X: нет/нет/бурый $\rightarrow \text{Fe}^{3+}$. Холостая проба чистая, поэтому наблюдаемый фон не объясняет осадок. Завершить ветвь Ag^+ можно только при известном условии «один катион из четырёх»; в смеси после обнаружения серебра анализ остальных компонентов не завершён.

Ответ и объяснение практики 2

Ни один одиночный кандидат в данной матрице не даёт одновременно два указанных диагностических признака. Возможная версия - смесь с Ag^+ и Fe^{3+} , но реальная система требует проверки помех и разделения компонентов. Нельзя остановиться после первой ветви и объявить Y чистой солью серебра. Следующий шаг в лабораторном плане - валидированное разделение и подтверждающие тесты; ученики не выполняют его с реактивами.

Опора для обсуждения

Короткое дерево экономит тесты для X при известных условиях. Y показывает, что смена предпосылки меняет смысл ветви. Верное решение - не отказаться от схемы, а указать набор кандидатов, чувствительность, контроли и необходимость продолжать анализ смеси.

Ключ и критерии индивидуальной работы

Ba^{2+} ; отсутствие хлоридного осадка исключает Ag^+ в модели. $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow$. Вывод действует среди четырёх кандидатов при заданных условиях и не доказывает чистоту реальной пробы. По 1 баллу за каждый из четырёх элементов.



07. Соответствие исходной программе

Пункт программы → действие ученика → проверяемый результат

Пункт программы	Действие ученика	Проверяемый результат
Аналитическая группа; групповой реагент; кислотно-основная схема	Строит сокращённое дерево для заданного набора	Четыре различные конечные ветви
Качественные реакции на катионы	Сопоставляет отклики свежих порций	Fe ³⁺ для X с обоснованием
Разделение и помехи	Проверяет применимость к смеси Y	Не объявляет смесь единственным веществом

Опора - раздел «Эксперименты по химии» опубликованной программы на 64 часа. Урок конкретизирует исходные темы и занимает 45 минут. Сценарий, распределение времени и числовые имитации - методическая разработка. Предметные операции с нагревом и аналитическими реактивами заменены безопасным анализом схем и готовых данных; это не отчёт о проведённом опыте.

[Исходная программа](#)

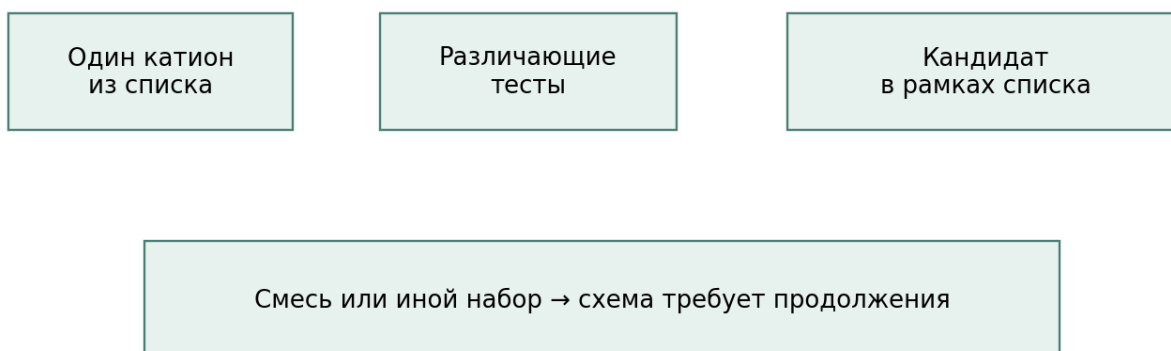
Источники и права на изображения

[Penn State University: правила растворимости и осаждение](#)

Источники проверены 15.10.2026. Все числовые серии явно заданы как учебные модели; их нельзя описывать как результаты проведённых авторами опытов. Оригинальные схемы: портал «Школы России», для этого урока. Они не являются фотографиями. Ответы и примечания учителю в PDF вынесены в отдельную часть.

Иллюстрация: увеличенная копия для печати

Групповой признак и предел вывода



Логическая схема анализа; она не заменяет полную кислотно-основную классификацию. Каждая реакция относится к своей свежей порции.