



Урок 18. Распознавание катионов

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

Естественно-научный эксперимент · 8 класс

Урок 18 из 64 · 45 минут · Модуль «Качественный химический анализ»

Уровень: Базовый исследовательский для 8 класса: работаем по инструкции, сравниваем данные и обосновываем вывод. Уверенно считаем дроби и проценты; специальных лабораторных навыков не требуется.

Вся программа курса

Два бесцветных раствора дают белые осадки. Как добавить ветвление к схеме, чтобы не остановиться на первом похожем признаке?

Проверяемый результат:

Построить дерево решений для пяти заданных катионов, проверить его готовыми результатами и указать, почему схема не универсальна.

01. Проблемная ситуация

0-5 минут · Вопрос и проверяемое предположение

Проба А с гидроксид-реагентом дала белый осадок. Варианты - Mg^{2+} или Zn^{2+} . За 2 минуты найдите в таблице ниже совпадение; за 2 выберите различающий второй шаг; за 1 запишите, что надо сохранить одинаковым при сравнении.

02. Объяснение и разобранный пример

5-14 минут · Понятия, расчёт и ограничения

Катион - положительно заряженный ион. В учебном наборе разрешены только Cu^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mg^{2+} , Zn^{2+} , в каждом неизвестном один из них без мешающих примесей. Это важное условие: за его пределами схема может дать неоднозначный ответ. Все контроли в таблице считаются корректными, если не указано иное.

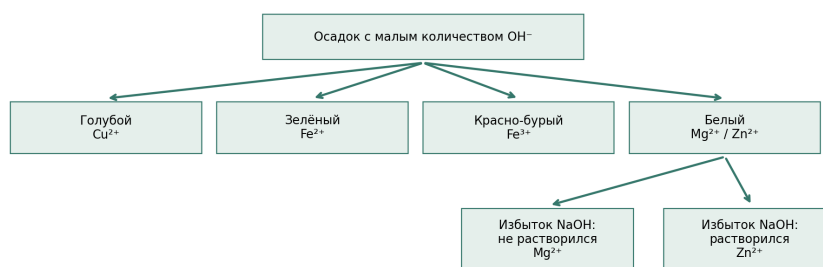
Катион	Осадок с малым количеством OH^-	При избытке $NaOH$
Cu^{2+}	Голубой	Не растворяется
Fe^{2+}	Зелёный, буреет на воздухе	Не растворяется
Fe^{3+}	Красно-бурый	Не растворяется
Mg^{2+}	Белый	Не растворяется
Zn^{2+}	Белый	Растворяется

Разобранный пример: X дал белый осадок, который в избытке щёлочи растворился. В заданном списке это Zn^{2+} . Сначала $Zn^{2+} + 2OH^- \rightarrow Zn(OH)_2 \downarrow$: заряд $+2 - 2 = 0$. Затем $Zn(OH)_2 + 2OH^- \rightarrow [Zn(OH)_4]^{2-}$: атомы Zn:1, O:4, H:4, заряд -2 с обеих сторон. Не смешивайте эти два шага.

Цвет осадка зависит от условий, а Fe^{2+} может окисляться. Нужны свежие стандартные образцы и сопоставление в одно время. 3 минуты - таблица, 3 - пример и баланс, 3 - ограничения.



Дерево решений: только пять заданных катионов



Дерево для ограниченного набора Cu^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mg^{2+} , Zn^{2+} : голубой $\rightarrow \text{Cu}^{2+}$; зелёный $\rightarrow \text{Fe}^{2+}$; красно-бурый $\rightarrow \text{Fe}^{3+}$; белый $\rightarrow$ проверка избытком NaOH: растворился $\rightarrow \text{Zn}^{2+}$, не растворился $\rightarrow \text{Mg}^{2+}$. Для смеси или иных ионов вывод не задан.

03. Практика 1: данные и доказательство

14-25 минут · Первая серия

Неизвестный	Сначала	В избытке NaOH
А	Белый осадок	Растворился
Б	Голубой осадок	Не растворился
В	Зелёный осадок	Не растворился
Г	Белый осадок	Не растворился
Д	Красно-бурый осадок	Не растворился

За 3 минуты начертите дерево из подписи; за 4 проведите А-Д по ветвям; за 2 подпишите одно ионное уравнение осаждения для Б; за 2 проверьте атомы и заряд. Продукт - дерево и пять путей с выводами. Критерии: белая ветвь не заканчивается до второго шага, известные ограничения сохранены.

04. Практика 2: перенос на новые условия

25-33 минуты · Самостоятельный перенос

Изменение условий: добавлен шестой кандидат Al^{3+} . По справочной карточке $\text{Al}(\text{OH})_3$ белый и растворяется в избытке NaOH. Проба Е: белый осадок растворился. За 2 минуты найдите столкновение ветвей; за 3 запишите все допустимые катионы; за 3 сбалансируйте $\text{Al}^{3+} + \text{OH}^- \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$ и предложите, каким должен быть дополнительный тест. Не придумывайте его результат.

05. Обсуждение: аргумент и альтернатива

33-40 минут · Аргумент и обоснованный вывод

«Пять неизвестных разгаданы, значит дерево распознаёт любую соль». За 2 минуты приведите контрпример Е; за 3 обсудите примеси и старение осадка Fe^{2+} ; за 2 сформулируйте границы надёжного вывода.

06. Индивидуальная проверка

40-45 минут · Собственное решение

В исходном наборе пяти катионов проба дала белый осадок, нерастворимый в избытке NaOH. Назовите катион, приведите два признака, укажите коэффициент OH^- в реакции осаждения и объясните, известен ли анион. 3 минуты ответ, 1 сверка, 1 исправление.



Ответы, критерии и примечания учителю

Учителю: подготовка и план на 45 минут

Таблица реакций и карточки неизвестных, карандаши двух цветов. Предпосылки: положительные ионы, гидроксид, осадок, заряд. Все опыты заменены готовыми учебными наблюдениями. NaOH едок, растворы солей металлов требуют специальных правил: ученики не готовят их, не пробуют и не сливают. Работа полностью на бумаге без регистрации. Учитель напоминает, что реакция избытка относится к осадку в конкретной химической системе, а не к любому белому веществу.

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

A - Zn^{2+} , Б - Cu^{2+} , В - Fe^{2+} , Г - Mg^{2+} , Д - Fe^{3+} . Для Б: $Cu^{2+} + 2OH^- \rightarrow Cu(OH)_2 \downarrow$; Cu:1, O:2, H:2, суммарный заряд 0. Цвета и растворимость интерпретируются только в рамках указанного списка. Правильное дерево использует цвет, а для белого осадка ещё и растворение в избытке.

Ответ и объяснение практики 2

Е может содержать Zn^{2+} или Al^{3+} : прежняя белая растворяющаяся ветвь больше не однозначна. $Al^{3+} + 3OH^- \rightarrow Al(OH)_3 \downarrow$; Al:1, O:3, H:3, заряд 0. Нужен независимый проверенный признак, различающий Zn и Al, и соответствующие стандарты. Пока его данных нет, точный выбор невозможен.

Опора для обсуждения

Схема ограничена перечнем кандидатов, одним катионом, условиями реагирования и отсутствием помех. Алюминий уже нарушает однозначность. Бурый осадок после хранения может быть результатом окисления соединений Fe^{2+} ; время наблюдения фиксируют. Название целой соли неизвестно без аниона.

Ключ и критерии индивидуальной работы

Mg^{2+} ; белый осадок и отсутствие растворения в избытке. $Mg^{2+} + 2OH^- \rightarrow Mg(OH)_2 \downarrow$, коэффициент 2. Анион не определён этим тестом. По баллу: катион, оба признака, коэффициент, ограничение.



07. Соответствие исходной программе

Пункт программы → действие ученика → проверяемый результат

Пункт программы	Действие ученика	Проверяемый результат
Качественные реакции на группы катионов	Строит дерево по готовым данным	Пять обоснованных путей
Селективность и схемы анализа	Расширяет список кандидатов	Обнаруженная неоднозначность вместо угадывания

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

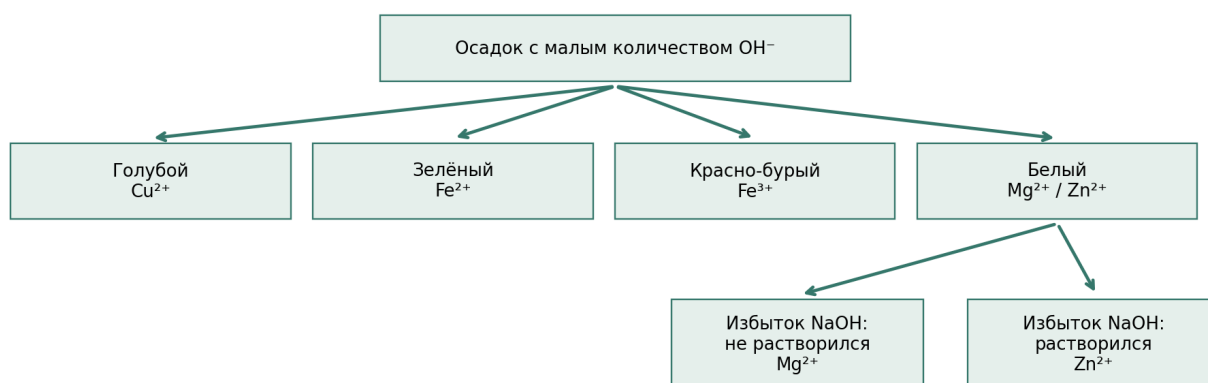
Источники и права на изображения

Royal Society of Chemistry: Testing salts for anions and cations

Источники проверены 15.10.2026. 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

Дерево решений: только пять заданных катионов



Дерево для ограниченного набора Cu^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mg^{2+} , Zn^{2+} : голубой → Cu^{2+} ; зелёный → Fe^{2+} ; красно-бурый → Fe^{3+} ; белый → проверка избытком NaOH: растворился → Zn^{2+} , не растворился → Mg^{2+} . Для смеси или иных ионов вывод не задан.