



Урок 35. Чистота вещества

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

Естественно-научный эксперимент · 9 класс

Урок 35 из 64 · 45 минут · Модуль «Химическая лаборатория»

Уровень: Исследовательский для 9 класса: самостоятельно выбираем сравнение, проверяем расчёт и альтернативное объяснение. Нужны дроби, проценты и чтение таблиц, регистрация и специальные приборы не требуются.

Вся программа курса

Два белых порошка выглядят одинаково. Совпадение цвета ещё не говорит ни о составе, ни о чистоте. Какие независимые признаки нужны для осторожной идентификации?

Проверяемый результат:

Выбрать кандидата по двум критериям, отличить идентичность от чистоты и объяснить предел вывода по температуре плавления и хроматограмме.

01. Проблемная ситуация

0-5 минут · Вопрос и проверяемое предположение

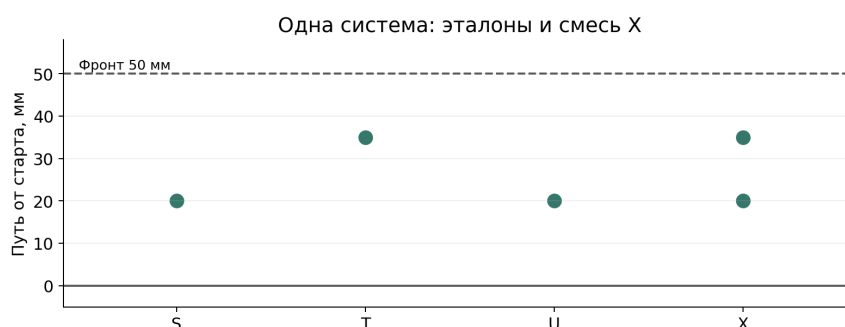
На этикетке неизвестного написано «S, чистое». Порошок белый; плавление 77-82 °С. Автор считает белый цвет достаточным доказательством. За минуту назовите недостающие сведения, за 2 предложите независимый признак, за 2 объясните разницу «какое вещество» и «есть ли примеси».

02. Объяснение и разобранный пример

5-14 минут · Понятия, расчёт и ограничения

Идентификация сопоставляет свойства с кандидатом, а оценка чистоты ищет посторонние компоненты. Для многих твёрдых веществ примесь расширяет и снижает интервал плавления, однако не всякое широкое плавление означает только примесь: важны нагрев, прибор и разложение. Одно пятно на хроматограмме также не доказывает абсолютной чистоты: компоненты могут совпасть по положению или не обнаруживаться данным способом.

Условные эталоны: S плавится при 80-81 °С и даёт $R_f = 0,40$; Т - 80-81 °С и $R_f = 0,70$; U - 95-96 °С и $R_f = 0,40$. R_f = путь центра пятна / путь фронта от старта. Образец с 80-81 °С и пятном на 20 мм при фронте 50 мм даёт 0,40: согласуется с S, но не доказывает отсутствие всех примесей. Каждый признак по отдельности оставляет два кандидата.



Условные эталоны S, T, U и образец X: фронт 50 мм, от старта до центров пятен S/U - 20 мм, T - 35 мм, X - 20 и 35 мм. Одна общая система растворителя, неподвижной фазы и обнаружения.



03. Практика 1: данные и доказательство

14-25 минут · Первая серия

Образец	Плавление, °C	Пятна: мм при фронте 50 мм
А	80-81	20
Б	77-82	20; 35
В	95-96	20
Г	80-81	35

За 2 минуты выпишите два признака; за 4 вычислите R_f ; за 3 сопоставьте эталоны и оцените заявление о чистоте; за 2 проведите взаимную проверку. Продукт: для каждого образца «кандидат → доказательства → что не установлено». Критерии: оба метода, все пятна, осторожная формулировка, различение широкого интервала и нового вещества.

04. Практика 2: перенос на новые условия

25-33 минуты · Самостоятельный перенос

В другой системе растворителя эталоны S и T оба дают R_f 0,55. Неизвестный имеет одно пятно R_f 0,55 и плавление 80-81 °C. За 3 минуты оцените различимость S и T; за 3 выберите дополнительную проверку; за 2 напишите, что можно сообщить без неё. Не переносите R_f из первой системы без отметки.

05. Обсуждение: аргумент и альтернатива

33-40 минут · Аргумент и обоснованный вывод

Один эксперт предлагает только перекристаллизовать Б, другой - сначала выяснить задачу и сохранить исходную пробу. За 2 минуты выберите порядок; за 3 защитите его двумя доводами; за 2 обсудите альтернативу, если образца очень мало. Все действия остаются проектом, а не инструкцией детям по работе с неизвестным порошком.

06. Индивидуальная проверка

40-45 минут · Собственное решение

Образец: 80-81 °C, пятно на 28 мм при фронте 40 мм в первой системе. За 5 минут найдите R_f , выберите S/T/U, приведите второй признак и назовите ограничение чистоты. По 1 баллу, всего 4.



Ответы, критерии и примечания учителю

Учителю: подготовка и план на 45 минут

Карточки вымышленных веществ S, T, U, таблица температур и схема хроматограммы. Карандаш, калькулятор. Предпосылки: интервал, деление и понятие смеси. Все константы условные, не справочник реальных веществ. Порошки не раздают, ничего не нагревают, не нюхают и не пробуют. Работа заменяет потенциально опасное испытание анализом готовых измерений. При чтении интервала фиксируют начало и конец плавления, а не выбирают удобное одно число.

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 учебную 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 согласуется с S; B - с U; Г - с T. У B R_f 0,40 и 0,70, значит данным способом обнаружены не менее двух компонентов; широкий интервал согласуется с неоднородностью, но не даёт их массовые доли. По этим признакам нельзя однозначно назвать B смесью именно S и T: иные компоненты тоже могут совпасть. Для A, B, Г нет доказательства абсолютной чистоты.

Ответ и объяснение практики 2

Вторая система не различает S и T, а их интервалы плавления совпадают. Можно вернуться к первой проверенной системе с совместным анализом эталонов, либо применить независимый подходящий метод. Честный результат: данные совместимы с S, T или неразделённой смесью; идентификация не завершена. R_f зависит от условий, это не неизменный паспорт молекулы.

Опора для обсуждения

Сначала задают цель, проверяют безопасную идентификацию и сохраняют исходные данные. Очистка меняет состав и может скрыть исходную примесь; узкий интервал после очистки сам по себе не называет вещество. При малой пробе выбирают подходящие неразрушающие или малорасходные методы под руководством специалиста; отсутствие ресурсов не оправдывает уверенного названия.

Ключ и критерии индивидуальной работы

$R_f = 28/40 = 0,70$. Кандидат T, согласуется также интервал 80-81 °C. Одно пятно означает лишь отсутствие разделённых обнаружимых примесей в этих условиях, не абсолютную чистоту. Одного цвета или одного R_f для полного ответа недостаточно.



07. Соответствие исходной программе

Пункт программы → действие ученика → проверяемый результат

Пункт программы	Действие ученика	Проверяемый результат
Идентификация по плавлению и хроматографии	Сопоставить два независимых критерия	Кандидат с оговорёнными пределами
Очистка и идентификация веществ	Различить цель процедур	Протокол без преждевременного названия

Опора - раздел «Химическая лаборатория» 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

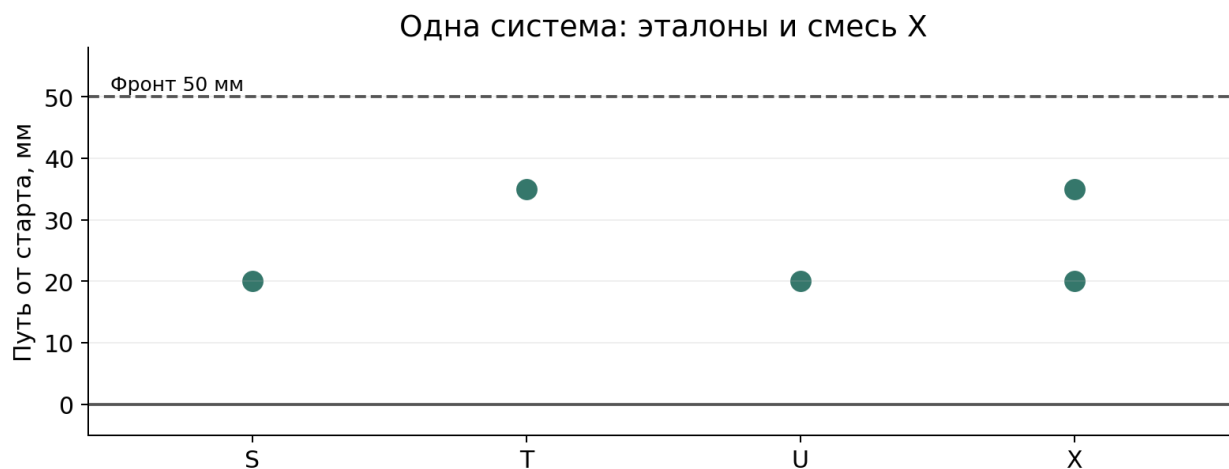
Источники и права на изображения

Lisa Nichols: методы хроматографии

Lisa Nichols: кристаллизация и оценка чистоты

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



Условные эталоны S, T, U и образец X: фронт 50 мм, от старта до центров пятен S/U — 20 мм, T — 35 мм, X — 20 и 35 мм. Одна общая система растворителя, неподвижной фазы и обнаружения.