



Урок 38. Сравнение хроматограмм

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

Естественно-научный эксперимент · 9 класс

Урок 38 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

Пятно прошло дальше в одном растворителе, но оба красителя там почти слились. Как выбрать систему для разделения, а не для самого длинного пробега?

Проверяемый результат:

Рассчитать R_f и различие R_f двух пятен, выбрать систему под заданную задачу и объяснить, почему совпадение пятен не доказывает тождество.

01. Проблемная ситуация

0-5 минут · Вопрос и проверяемое предположение

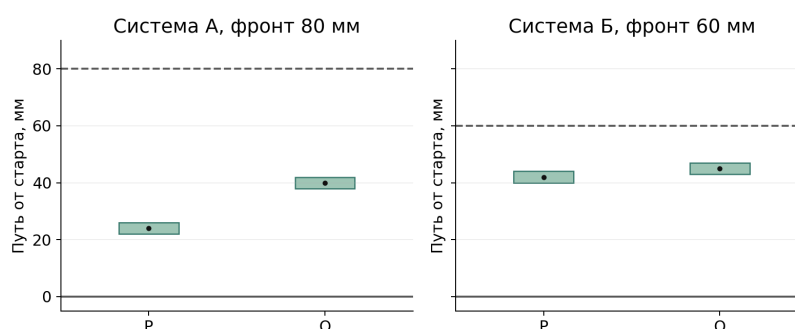
Система А: фронт 80 мм, центры двух пятен 24 и 40 мм. Система Б: фронт 60 мм, пятна 42 и 45 мм. Ученик выбирает Б: «пятна ушли дальше». За 2 минуты запишите, что сравнивают абсолютные пути, за 3 предложите безразмерный показатель, учитывающий фронт.

02. Объяснение и разобранный пример

5-14 минут · Понятия, расчёт и ограничения

Хроматография разделяет компоненты при различном распределении между подвижной и неподвижной фазами. R_f = расстояние от старта до центра пятна / расстояние от старта до фронта; единицы сокращаются. Сравнение R_f осмысленно при указанных условиях. Различие ΔR_f помогает оценить разнесение, но ширина пятен тоже важна.

Разобранный пример: А даёт $24/80 = 0,30$ и $40/80 = 0,50$, $\Delta R_f = 0,20$. Б даёт $42/60 = 0,70$ и $45/60 = 0,75$, $\Delta R_f = 0,05$. В Б оба пятна продвинулись относительно фронта дальше, но различаются меньше. Узкие неперекрывающиеся пятна при прочих равных удобнее различать. По одному совпадению R_f нельзя надёжно назвать неизвестное вещество.



Две учебные хроматограммы: старт 0 мм. А: фронт 80 мм, Р на 24 мм, Q на 40 мм; Б: фронт 60 мм, Р на 42 мм, Q на 45 мм. Ширина пятен вдоль движения в обоих случаях 4 мм; центры обозначены точками.



03. Практика 1: данные и доказательство

14-25 минут · Первая серия

Система	Фронт, мм	P, мм	Q, мм	Полная ширина каждого пятна, мм
А	80	24	40	4
Б	60	42	45	4
В	100	40	65	8

За 2 минуты отметьте интервалы пятен «центр $\pm$ половина ширины»; за 4 вычислите R_f и ΔR_f ; за 3 выберите систему для различения P и Q; за 2 обоснуйте выбор. Форма - расчётная таблица и два довода. Критерии: общий старт, не отрицать перекрытие в Б, учитывать ширину. При равных прочих условиях предпочтите большее ΔR_f среди неперекрывающихся пятен.

04. Практика 2: перенос на новые условия

25-33 минуты · Самостоятельный перенос

В повторе системы А фронт 100 мм, эталоны P и Q на 30 и 50 мм. Неизвестный X даёт пятна 30 и 50 мм. За 3 минуты найдите R_f ; за 3 объясните согласие с первым опытом и предел идентификации X; за 2 предложите вторую систему для проверки, пользуясь таблицей.

05. Обсуждение: аргумент и альтернатива

33-40 минут · Аргумент и обоснованный вывод

Исследователь предлагает увеличить время движения в Б вместо смены растворителя. За 2 минуты назовите возможную пользу, за 3 обсудите размывание и недостаток данных, за 2 сформулируйте проверяемое решение. Не заявляйте, что любой длинный пробег обязательно улучшит разделение.

06. Индивидуальная проверка

40-45 минут · Собственное решение

Фронт 75 мм, центры 15 и 45 мм, полная ширина каждого пятна 6 мм. За 5 минут найдите оба R_f , ΔR_f , интервалы пятен и вывод об их перекрытии. Четыре элемента по 1 баллу; два R_f - один элемент.



Ответы, критерии и примечания учителю

Учителю: подготовка и план на 45 минут

Две модельные хроматограммы на одной координатной сетке, линейка, карандаш и калькулятор. Предпосылки: отношение длин, доли и единицы. Данные относятся к условным безопасным моделируемым красителям Р и Q; органические растворители детям не выдают. Всё выполняется по бумажной схеме. Состав условных систем А/В не является рецептом. Центр пятна и фронт измеряются от одной стартовой линии вдоль движения.

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

А: 0,30; 0,50; 0,20, интервалы 22-26 и 38-42 мм. Б: 0,70; 0,75; 0,05, интервалы 40-44 и 43-47 мм перекрываются. В: 0,40; 0,65; 0,25, интервалы 36-44 и 61-69 мм, не перекрываются. По заданному правилу В предпочтительна. Это не расчёт полного разрешения методом теории хроматографии: длина фронта и условия различны, учитывается поставленная учебная задача.

Ответ и объяснение практики 2

$R_f P = 0,30$, $Q = 0,50$: они согласуются с А при ином пути фронта. У Х обнаружены два пятна, совпадающих с эталонами в данных условиях. Это основание для гипотезы о Р и Q, не доказательство состава и не массовые доли. Полезна проверка в В с эталонами; Б плохо различает эти два компонента.

Опора для обсуждения

Абсолютное расстояние центров может увеличиться, но одновременно могут расширяться пятна. Нужна новая измеренная ширина и проверка перекрытия. Имеющиеся А/В уже дают наблюдаемое различие, тогда как продолжение Б - ещё не проверенная гипотеза. Выбор зависит от задачи и условий, не от рекорда пути.

Ключ и критерии индивидуальной работы

0,20 и 0,60; $\Delta R_f = 0,40$; интервалы 12-18 и 42-48 мм, не перекрываются. Вывод ограничен этими пятнами, а не чистотой всех компонентов смеси.



07. Соответствие исходной программе

Пункт программы → действие ученика → проверяемый результат

Пункт программы	Действие ученика	Проверяемый результат
Бумажная и тонкослойная хроматография	Сопоставить модельные серии	Rf и выбор условий
Идентификация по хроматограмме	Проверить неизвестный с эталонами	Гипотеза отделена от доказанного состава

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, проведенный авторами или этим классом.

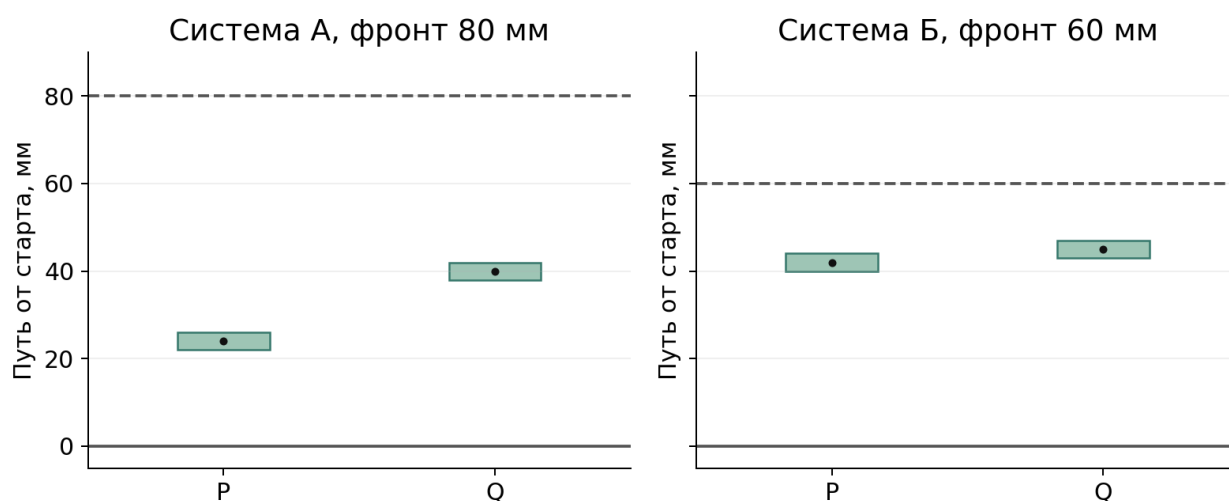
Исходная программа

Источники и права на изображения

Lisa Nichols: хроматография

Источники проверены 15.10.2026. Числовые наборы - учебные данные, не результаты проведенных 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



Две учебные хроматограммы: старт 0 мм. А: фронт 80 мм, Р на 24 мм, Q на 40 мм; Б: фронт 60 мм, Р на 42 мм, Q на 45 мм. Ширина пятен вдоль движения в обоих случаях 4 мм; центры обозначены точками.