



Урок 55. Пигменты и хроматография

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

Естественно-научный практикум · 8-9 классы

Урок 55 из 64 · 45 минут · Модуль «Объединяем науки: цвет листа и разделение смеси»

Уровень: базовый исследовательский. 8 класс - работа с формулами и опорами; 9 класс - самостоятельная проверка модели и ограничений.

Вся программа курса

Зелёный лист дал на хроматограмме несколько цветных полос. Значит ли это, что до разделения в нём был только зелёный пигмент?

Проверяемый результат:

Рассчитать R_f по схеме хроматограммы, сопоставить полосы с учебными стандартами и объяснить, почему совпадение R_f и цвета не доказывает состав окончательно.

01. Проблемная ситуация

0-5 минут · Вопрос и проверяемое предположение

В учебном экстракте зелёного листа после разделения видны зелёные, жёлтая и оранжевая зоны. Ученик говорит: «Жёлтый цвет появился в приборе из зелёного».

1 минута - отделите факт от версии; 2 - предложите объяснение через смесь; 2 - назовите сведения для проверки. Рисунок - точная схема заданных расстояний, не фотография реального опыта.

02. Объяснение и разобранный пример

5-14 минут · Понятия, расчёт и ограничения

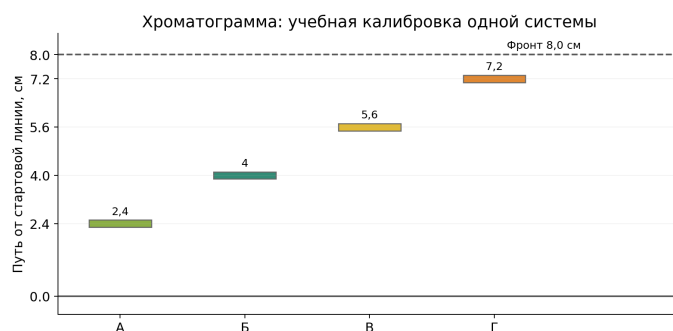
Пигменты поглощают и отражают свет по-разному. В листе сосуществуют хлорофиллы и каротиноиды; наблюдаемый цвет не раскрывает весь состав смеси. Зелёный внешний вид не означает, что все молекулы пигментов одинаковы. При изменении состояния листа соотношение вкладов может меняться.

В хроматографии подвижная фаза проходит по неподвижной, а компоненты удерживаются и перемещаются неодинаково. Положение полос зависит от вещества и условий системы. R_f - путь центра полосы от стартовой линии, делённый на путь фронта растворителя от той же линии. Это безразмерное число; в обычной рассматриваемой схеме $0 \leq R_f \leq 1$.

Разобранный пример: старт на отметке 1,0 см линейки, центр полосы на 5,0 см, фронт на 9,0 см. Путь полосы 4,0 см, фронта 8,0 см; $R_f=0,50$. Делить 5/9 нельзя: обе координаты отсчитываются не от старта. Стандарты сравнивают при той же неподвижной и подвижной фазах, температуре и процедуре.

На 9 минут: 3 - смесь и пигменты, 3 - расстояния и пример, 2 - стандарты, 1 - ограничения.

Табличные значения далее - учебная калибровка конкретной условной системы, не универсальный справочник и не инструкция по обращению с органическими растворителями.



Учебная хроматограмма: старт 0, фронт 8,0 см; центры полос 2,4; 4,0; 5,6; 7,2 см. Названия сопоставляются только с условной калибровкой этого урока; цвета и ширина полос схематичны.



03. Практика 1: данные и доказательство

14-25 минут · Первая серия

На схеме старт - 0 см, фронт - 8,0 см. Даны центры полос и отдельно подготовленные стандарты в той же условной системе.

Полоса / цвет	Путь, см	Rf стандарта и имя
А / жёлто-зелёная	2,4	0,30; хлорофилл b
Б / сине-зелёная	4,0	0,50; хлорофилл a
В / жёлтая	5,6	0,70; ксантофилл
Г / оранжевая	7,2	0,90; β-каротин

2 минуты - отметьте старт и фронт; 4 - вычислите четыре Rf; 3 - сопоставьте со стандартами и укажите силу вывода; 2 - объясните зелёный цвет исходного листа. 8 класс заполняет отношения; 9 класс называет дополнительную проверку идентичности. Продукт: подписанная хроматограмма и осторожное заключение.

04. Практика 2: перенос на новые условия

25-33 минуты · Самостоятельный перенос

Повтор в той же системе: фронт прошёл 6,0 см; центры жёлто-зелёной и сине-зелёной полос - 1,8 и 3,0 см. У неизвестной жёлтой зоны центр 4,2 см. Ещё один ученик получил значение $Rf=1,17$ для полосы, которая на схеме ниже фронта.

1 минута - прочтите; 3 - вычислите Rf повторов; 2 - оцените неизвестную полосу; 2 - найдите противоречие значения 1,17 и предложите проверку. 8 класс сверяет дроби; 9 класс отличает совпадение и доказательство. Продукт: три числа, вывод и исправление протокола.

05. Обсуждение: аргумент и альтернатива

33-40 минут · Аргумент и обоснованный вывод

2 минуты: сравните «одна полоса - одно чистое вещество» и «несколько компонентов могут не разделиться». 3 минуты: используйте данные стандартов и повтора; объясните, что сообщает отсутствие видимой полосы. 2 минуты: составьте вывод о составе зелёного листа без лишней уверенности.

06. Индивидуальная проверка

40-45 минут · Собственное решение

Старт на отметке 2 см, фронт на 10 см, центр полосы на 8 см. Найдите Rf. Объясните, достаточно ли совпадения с одним стандартом для окончательного определения вещества. 3 минуты - ответ, 2 - сверка.



Ответы, критерии и примечания учителю

Учителю: подготовка и план на 45 минут

Линейка, калькулятор, схема хроматограммы и учебные записи стандартов. Предпосылки: смесь, отношение расстояний, пигменты листа. Это безопасный анализ готовых данных: экстракты и растворители не готовят, листья не растирают, огня и нагрева нет. 8 класс получает формулу R_f ; 9 класс оценивает полосы при другом фронте и ограничения идентификации.

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 показывайте 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 критерии обратной связи, не обязательная школьная отметка.

Разбор практики 1 и критерии

R_f : 0,30; 0,50; 0,70; 0,90. Полосы согласуются с указанными стандартами в учебной системе. Это предварительное сопоставление: разные вещества могут иметь близкий R_f , полосы могут перекрываться. Сравнение спектров или независимая система разделения усиливает вывод. Зелёный цвет листа не исключает другие пигменты.

Ответ и объяснение практики 2

$1,8/6=0,30$; $3/6=0,50$; $4,2/6=0,70$. Первые две полосы согласуются с повтором. Жёлтая зона согласуется с ксантофиллом условного стандарта, но не идентифицирована окончательно. $R_f=1,17$ противоречит заданному расположению ниже фронта: проверить единицы, общую стартовую линию, выбор центра и запись фронта. Нельзя молча обрезать ответ до 1.

Опора для обсуждения

Одна зона может содержать несколько компонентов с близкой подвижностью. Невидимая зона не доказывает отсутствия вещества: может не хватить чувствительности или окраски. Корректно: «обнаружены зоны, согласующиеся с несколькими пигментами; сравнение выполнено в указанных условиях». Некорректно: «по цвету листа установлены все вещества».

Ключ и критерии индивидуальной работы

Путь полосы 6 см, фронта 8 см, $R_f=0,75$. Четыре балла: обе разности от старта, верное отношение, безразмерный результат, ограничение идентификации и предложение дополнительной проверки. $8/10=0,80$ не учитывает положение старта.



07. Соответствие исходной программе

Пункт программы → действие ученика → проверяемый результат

Пункт программы	Действие ученика	Проверяемый результат
Свет и цвет в природе. Пигменты	Связывает цвет и состав смеси	Не отождествляет зелёный цвет с одним веществом
Практическое занятие №5: распределение пигментов	Читает схему разделения	Вычисляет R_f и проверяет сравнение со стандартами

Опора - раздел «Объединяем науки» опубликованной программы на 64 часа. Это самостоятельный урок на 45 минут. Учебные данные, подробный сценарий и распределение времени - методическая разработка. Анализ подготовленных серий и бумажных моделей не выдаётся за проведение опыта на занятии.

Исходная программа

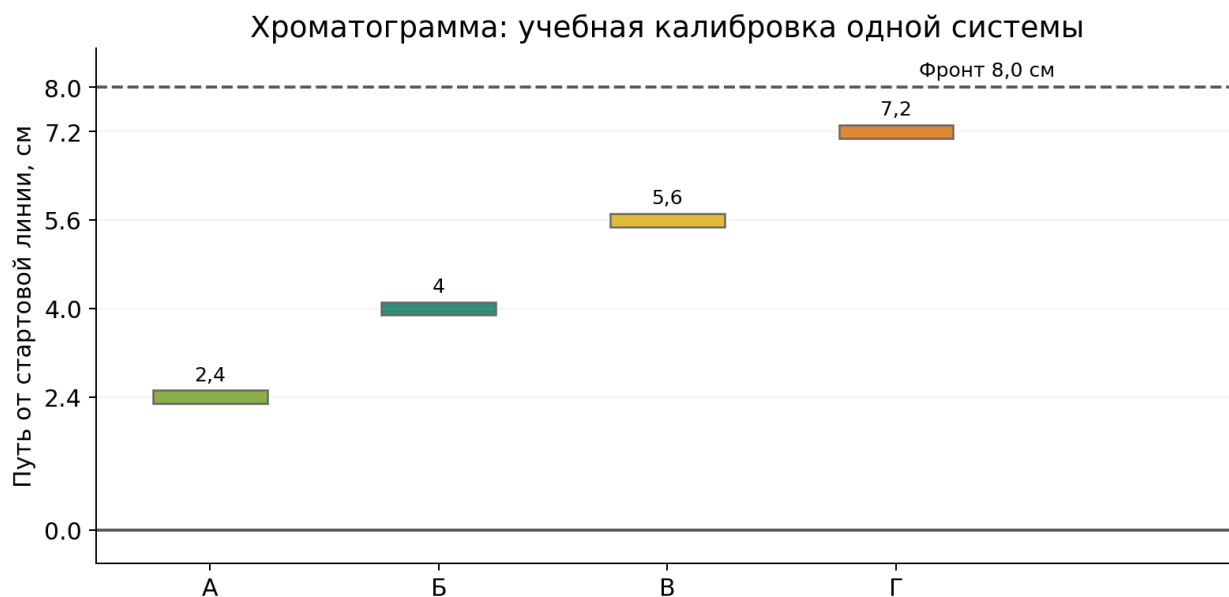
Источники и права на изображения

Hillsborough College: разделение пигментов листа

OpenStax: цвет и цветовое зрение

Источники проверены 15.10.2026. Все числовые наборы - учебные модели, не результаты проведённых авторами опытов. Оригинальные схемы и графики подготовлены порталом «Школы России» для этого урока. Они не являются фотографиями. Ответы и примечания учителю в PDF выделены отдельно.

Иллюстрация: увеличенная копия для печати



Учебная хроматограмма: старт 0, фронт 8,0 см; центры полос 2,4; 4,0; 5,6; 7,2 см. Названия сопоставляются только с условной калибровкой этого урока; цвета и ширина полос схематичны.