

Проектная работа

СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ ЖИДКОСТНОГО ХРОМАТОГРАФА

Участники: ученица 10 класса СУНЦ МГУ Барилко Анна Андреевна;

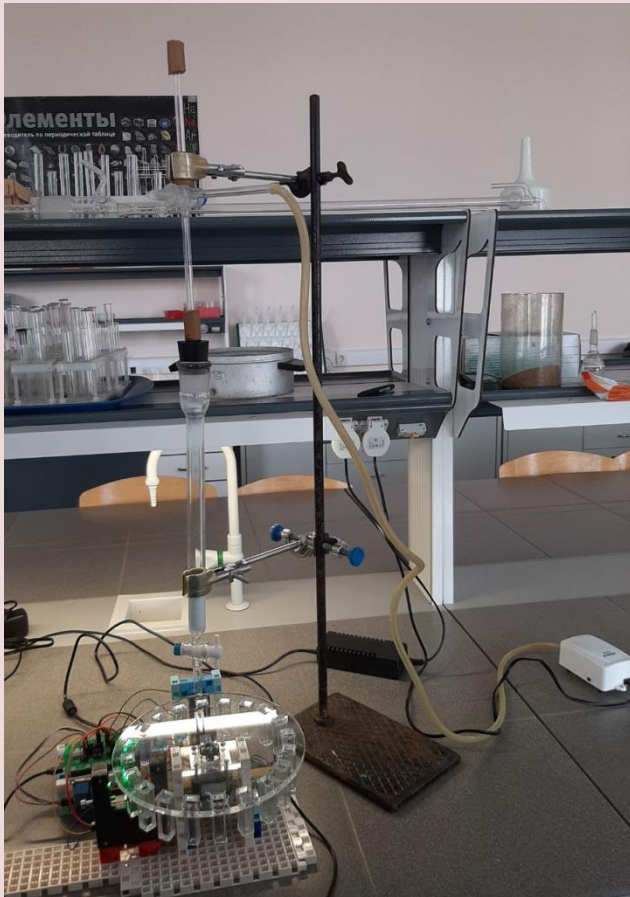
Научные руководители:

Колясников Олег Владимирович,
ст. методист ИРПО ГАОУ ВО МГПУ;

Колясников Андрей Олегович,
студент НИУ “МЭИ”

Актуальность

Хроматография – это метод разделения растворенных веществ в газовой или жидкостной фазах и анализа полученных компонентов. Процесс хроматографического разделения основан на различном распределении растворенных веществ между двумя несмешивающимися фазами: подвижной и неподвижной.



Хроматографическая колонка с сорбентом, который впитывает в себя разделяемую смесь, колонка подключена к насосной системе, кюветы подсоединены к компьютеру, регулирующему их работу и анализирующему полученные результаты измерения оптической плотности

Цель работы

Создать модель жидкостного хроматографа для автоматизации хроматографического анализа в средней школе.

Задачи работы

1. Определить требования, выдвигаемые к составляющим системы;
2. Разработать процедуру наиболее эффективного ввода смесей и анализа полученных результатов с помощью имеющегося оборудования;
3. Создать автоматизированную модель жидкостного хроматографа, которую можно использовать для демонстрации и легкого воспроизведения эксперимента на уроках химии в школе, а также в исследовательской деятельности.

Выбор красителей для экспериментов

Краситель	Растворимость в воде	Растворимость в этаноле
Акридиновый желтый	Хорошо растворим	Плохо растворим
Акридиновый оранжевый	Хорошо растворим	Плохо растворим
Аурамин	Хорошо растворим	Плохо растворим
Конго красный	Плохо растворим	Хорошо растворим
Нейтральный красный	Плохо растворим	Хорошо растворим
Пиронин Б	Хорошо растворим	Плохо растворим
Примулин	Умеренно растворим	Очень плохо растворим
Родамин С	Плохо растворим	Умеренно растворим
Родамин Ж	Плохо растворим	Умеренно растворим
Титановый желтый	Чрезвычайно низкая растворимость	Плохо растворим, но лучше, чем в воде
Трипафлавин	Хорошо растворим	Плохо растворим
Флуоресцеин	Плохо растворим	Плохо растворим
Уранин	Плохо растворим	Плохо растворим
Фуксин кислый С	Хорошо растворим	Плохо растворим
Хризоидин	Достаточно плохо растворим, но лучше, чем в этаноле	Плохо растворим
Эозин Натрий	Очень хорошо растворим	Плохо растворим
Пиразолоновый желтый	Плохо растворим	Плохо растворим
Эритрозин	Хорошо растворим	Плохо растворим
Бриллиантовый зеленый	Умеренно растворим	Хорошо растворим, лучше, чем в воде



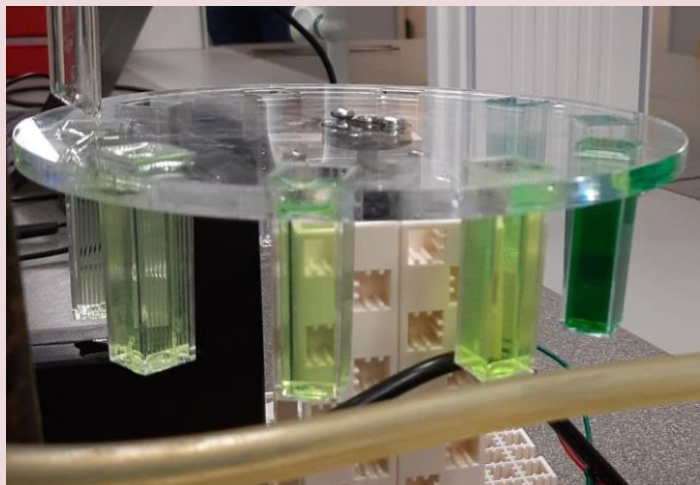
Раствор бриллиантового зеленого



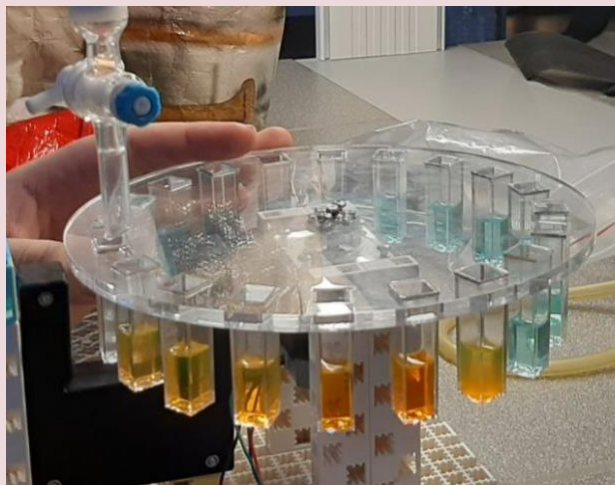
Раствор эозина натрия

Растворимость красителей в воде и этиловом спирте. На основе данной информации был сделан выбор в сторону использования тех или иных веществ

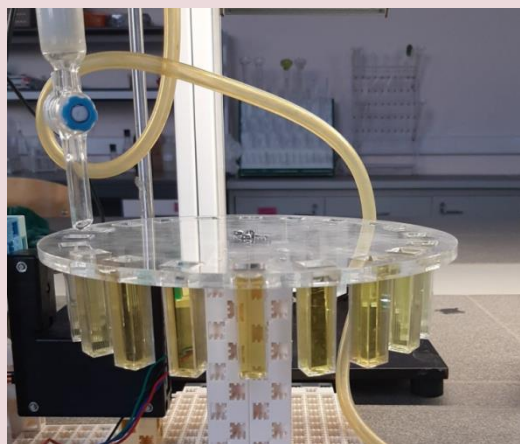
Эксперименты



Разделение смеси бриллиантового зеленого и акридинового желтого



Разделение смеси бриллиантового зеленого и эозина натрия



Элюция метилового красного



Разделение смеси бриллиантового зеленого и родамина с



Полосы поглощения красителей



Полосы поглощения бриллиантового зеленого



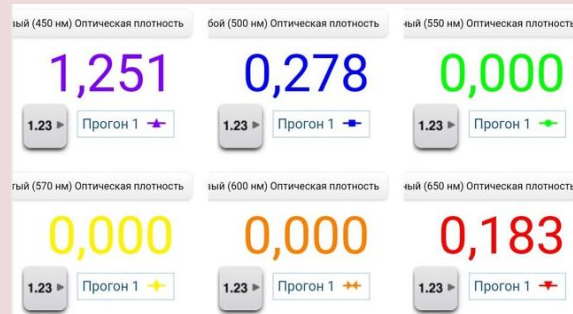
Полосы поглощения эозина натрия



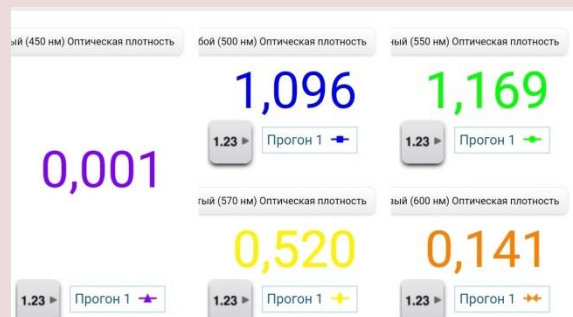
Полосы поглощения метилового красного



Полосы поглощения родамина с



Полосы поглощения акридинового красного



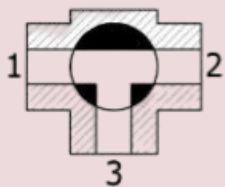
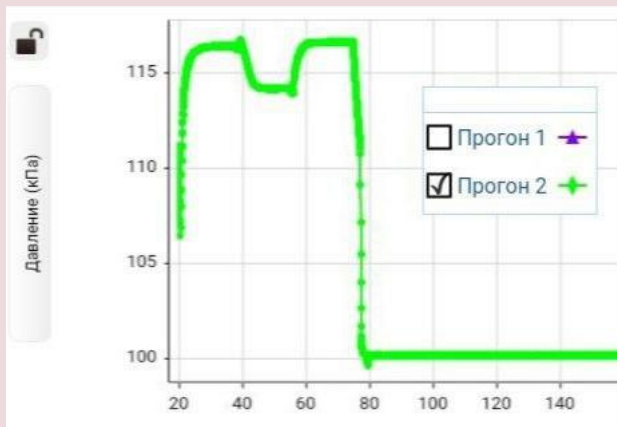
Полосы поглощения пиронина Б

Доработка системы

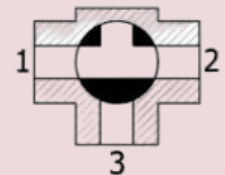
Для расширения количества веществ, с которыми возможна работа системы, был добавлен второй датчик (525 нм)

Для единообразия ввода пробы и растворителя был установлен трехходовой кран. Проба вводится шприцом с помощью катетера, элюент вводится с помощью шприца Жане. Давление подается через отвод крана.

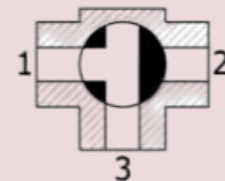
Насос создает в системе давление 13 кПа либо 16 кПа сверх атмосферного, что было измерено датчиком давления. Мы работали с верхним давлением.



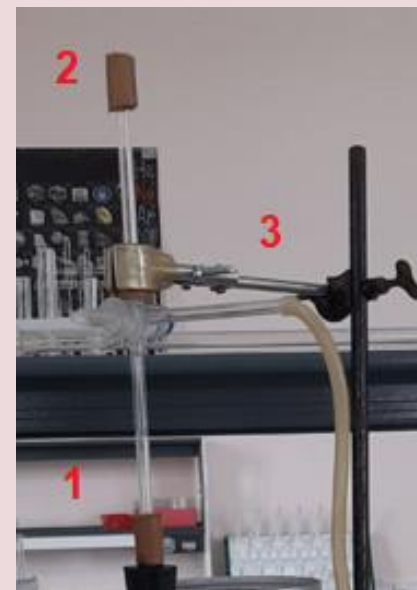
Положение для сброса давления в системе



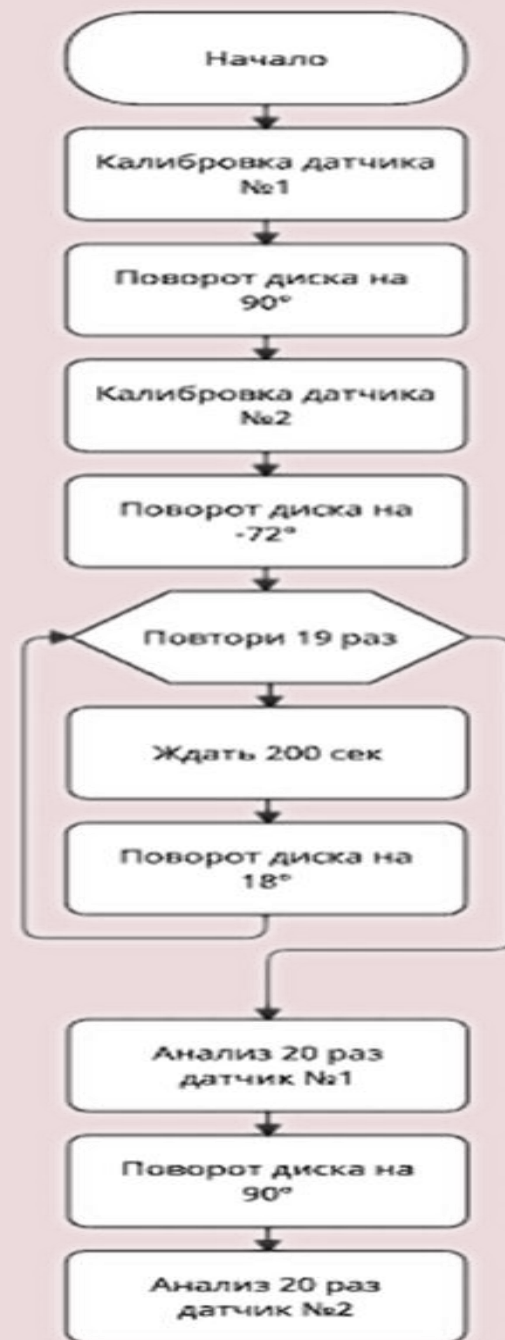
Положение для нанесения смеси для разделения и введения элюента



Положение для подачи давления в систему



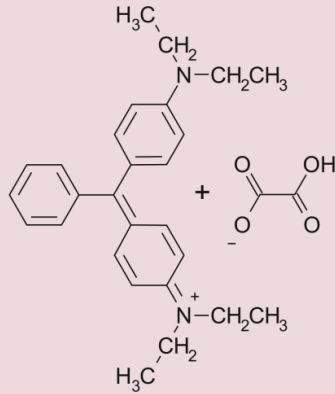
Коллектор



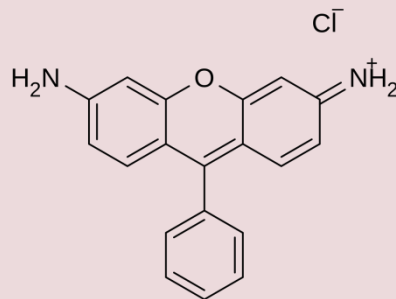
Результаты

В ходе проведения экспериментов было выявлено, что скорость выхода веществ зависит от строения их молекул.

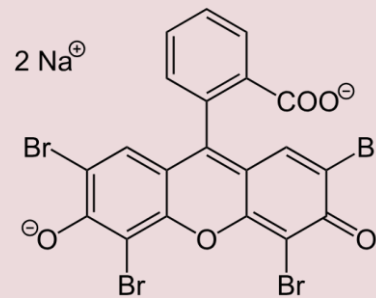
Более полярные вещества лучше удерживаются на поверхности гидрофильного сорбента, из-за чего покидают колонку позднее, чем менее полярные вещества.



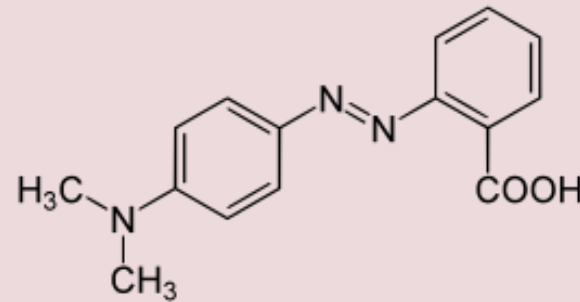
строение бриллиантового зеленого



строение родамина с



строение эозина натрия



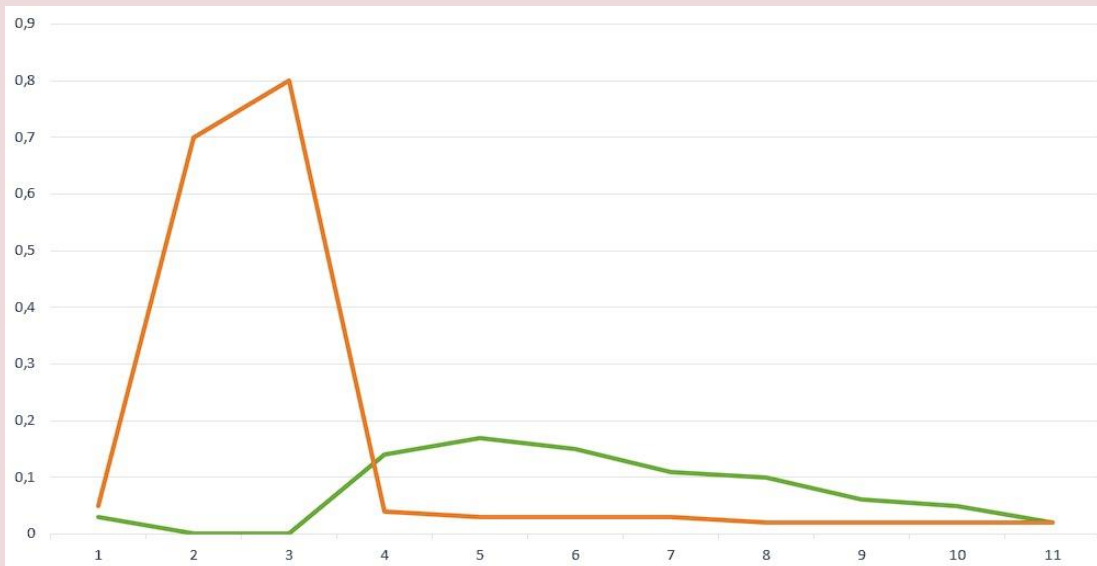
строение метилового красного

Результаты

Коллектор собирает фракции с равным шагом по времени, объемом от 2 до 4 мл. По окончании сбора фракций проводится анализ на двух длинах волн (система позволяет установку до четырёх датчиков).

Коллектор собран на элементной базе, доступной в средней школе, и поддается гибкому изменению при необходимости.

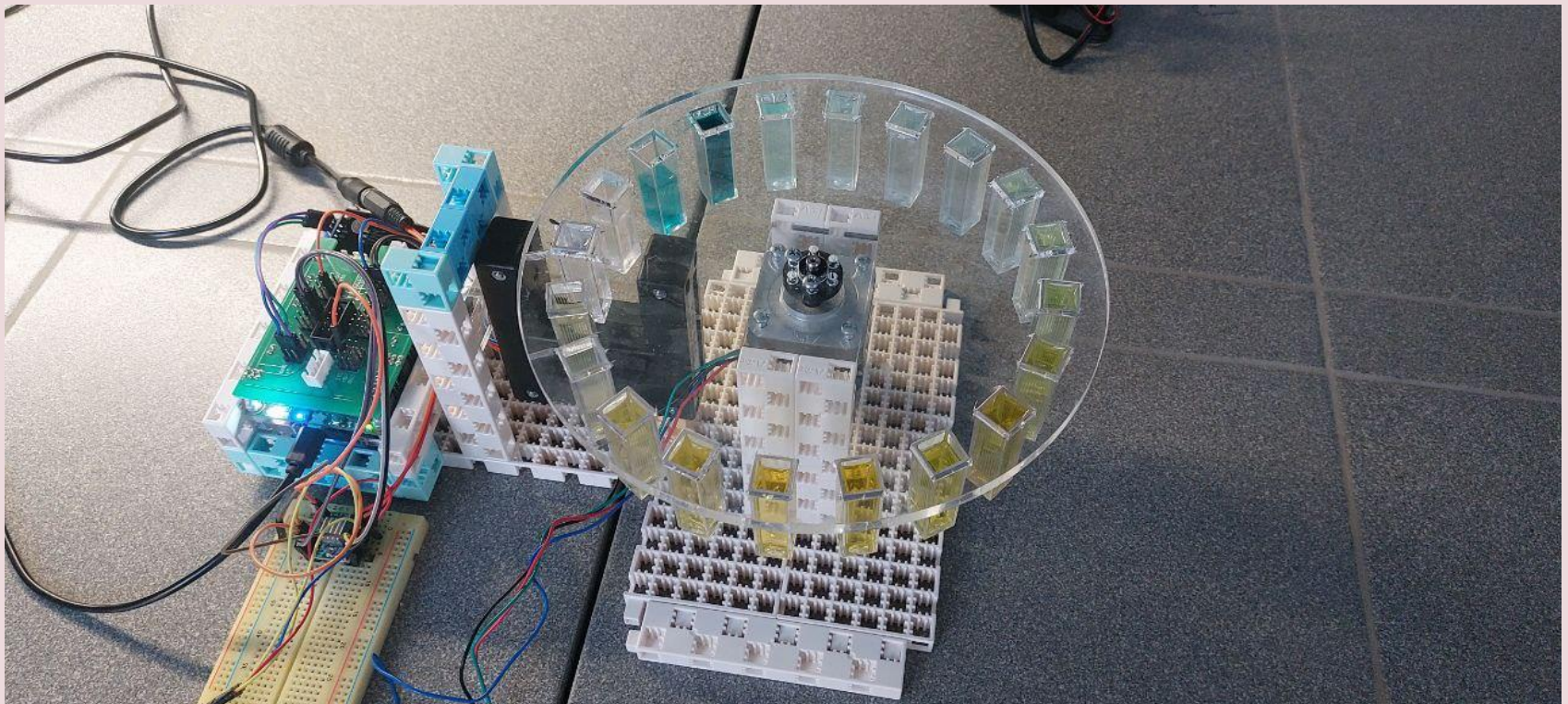
Пример полученной хроматограммы



Хроматограмма, полученная разделением смеси бриллиантового зеленого и конго красного

Выводы

Разработана процедура ввода смесей и анализа результатов. В результате работы была создана полуавтоматическая действующая модель жидкостного хроматографа. Ее работоспособность показана на разделении смесей бриллиантового зеленого с другими красителями.



Список литературы

1. Айвазов Б.В. Практическое руководство по хроматографии. – М.: Высшая школа, 1968.– 280 с.
2. Гуревич А.Л., Русинов Л.А., Сягаев Н.А. Автоматический хроматографический анализ. – Л.:Химия, 1980. – 192 с.
3. Сигеев А.С. Курс аналитической химии: Методическое пособие. –М.: 2021. – С. 281–286
4. Coskun O. Separation techniques: chromatography //Northern clinics of Istanbul. – 2016. – Т. 3. – №. 2. – С. 156-160
5. Griesmer F. Modeling High-Performance Liquid Chromatography. //COMSOL Blog., 2014, 13Jun. URL: <https://www.comsol.com/blogs/modeling-high-performance-liquid-chromatography/> (дата обращения 23.11.2023)
6. Lorke J., Sommer K. Teaching chromatography in secondary school-an investigation concerning grade, context, content, experiments and media //Problems of Education in the 21st Century. – 2010. – Т. 19. – С. 63
7. ОФС.1.2.1.2.0005 Высокоэффективная жидкостная хроматография. //ГФ РФ, XV изд. URL: <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15/1/1-2/1-2-1/1-2-1-2-khromatograficheskie-metody-analiza/vysokoeffektivnaya-zhidkostnaya-khromatografiya/> (дата обращения 26.12.2023)
8. Сенченкова Е.М. М.С. Цвет - создатель хроматографии - 1997
9. Шаповалова Е.Н., Пирогов А.В. Хроматографические методы анализа: Методическое пособие для специального курса. –М.: 2007.– с. 57–63

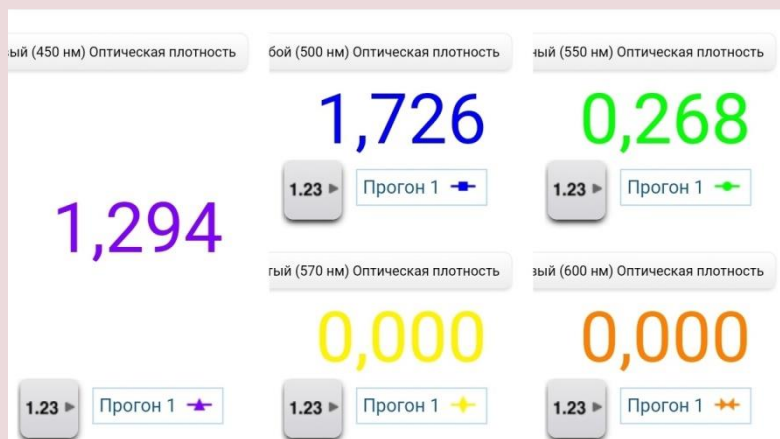
Спасибо за внимание!



Цветовое колесо Ньютона

Цвет	Длина волны [нм]
Красный	~ 635-770
Оранжевый	~ 590-635
Желтый	~ 565-590
Зелёный	~ 520-565
Циан	~ 500-520
Синий	~ 450-500
Фиолетовый	~ 380-450

Значения длин волн



Полосы поглощения конго красного



Нанесение в колонку смеси для
разделения через катетер



Набор элюента с помощью шприца
Жане