

ХIV областные педагогические чтения
имени Народного учителя СССР Зинаиды Алексеевны Субботиной
«Педагогика творчества: история, традиции, современность»

ЭЛЕКТИВНЫЙ КУРС
«ФОТОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО
(ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО) АНАЛИЗА»
ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ 10-11 КЛАССОВ
ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОГО И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЕЙ

КОСТРОВА АЛЕКСАНДРА АНАТОЛЬЕВНА,
ЗАМЕСТИТЕЛЬ ДИРЕКТОРА ПО УЧЕБНО-ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ

НАВАЛИХИНА ОЛЬГА ВИКТОРОВНА,

УЧИТЕЛЬ ХИМИИ

КОГОАУ КФМЛ, 2023



ПРОГРАММА ЭЛЕКТИВНОГО КУРСА «ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

- Элективный курс «Физическая химия» предназначен для учащихся старшей школы, выбравших естественно-научный, физико-математический, физико-химический профили или проявивших повышенный интерес к изучению химии. Данный курс – курс интегрированный, содержательно он связан с курсом химии, физики, математики основной школы.
- Несмотря на то что отдельные вопросы термодинамики и кинетики рассматриваются в учебниках химии и физики, представленной в них информации недостаточно для объективной оценки и понимания сути происходящих процессов. Полное их осмысление возможно лишь на стыке этих двух наук. К тому же на уровне микрочастиц деление процессов на физические и химические является довольно условным. Физическая химия изучает химические процессы, опираясь на физические теории и используя физические методы.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КУРСА

- Предлагаемый элективный курс посвящён рассмотрению таких тем физической химии, как химическая термодинамика, химическая кинетика, химическое равновесие и поверхностные явления. Значительная часть элективного курса отведена практическим работам, бóльшая часть которых имеет исследовательский характер.
- **Цели курса:**
 - расширение, углубление и обобщение знаний о химическом процессе, причинах и механизме его протекания;
 - развитие познавательных интересов и творческих способностей учащихся через практическую направленность обучения химии и интегрирующую роль химии в системе естественных наук.

ЗАДАЧИ КУРСА:

- формирование естественно-научного мировоззрения учащихся;
- развитие приёмов умственной деятельности, познавательных интересов, склонностей и способностей учащихся;
- углубление внутренней мотивации учащихся, формирование потребности в получении новых знаний и применение их на практике;
- расширение, углубление и обобщение знаний по химии и физике;
- использование межпредметных связей химии с физикой, математикой, биологией, историей, экологией, рассмотрение значения данного курса для успешного освоения смежных дисциплин;
- совершенствование экспериментальных умений и навыков в соответствии с требованиями правил техники безопасности;
- рассмотрение связи химии с жизнью, с важнейшими сферами деятельности человека;
- развитие у учащихся умения самостоятельно работать с дополнительной литературой и другими средствами информации;
- формирование у учащихся умений анализировать, сопоставлять, применять теоретические знания на практике;
- формирование умений по решению экспериментальных и теоретических задач.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КУРСА

Включает в себя учебное пособие для учащихся и программу элективного курса.

Учебное пособие для учащихся обеспечивает содержательную часть курса.

Содержание пособия разбито на параграфы, включает дидактический материал (вопросы, упражнения, задачи, домашний эксперимент), практические работы.



СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

- Тема 1. Химическая термодинамика
 - Тема 2. Химическая кинетика
 - Тема 3. Химическое равновесие
 - Тема 4. Поверхностные явления
 - Тема 5. Научно-практическая конференция
-
- Мы хотим изменить распределение часов, добавив модуль «Фотометрический метод физико-химического (инструментального) анализа»

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОТОМЕТРИИ

- **Фотометрия** – метод анализа, позволяющий количественно определять содержание компонента в пробе на основании измерения энергетических характеристик поля излучения (от «φωτός» (греч) – цвет и «μετρέω» (греч) – измеряю).
- **Закон Бугера-Ламберта-Бера:** Растворы одного и того же окрашенного вещества при одинаковой концентрации этого вещества и толщине слоя раствора поглощают равное количество световой энергии.

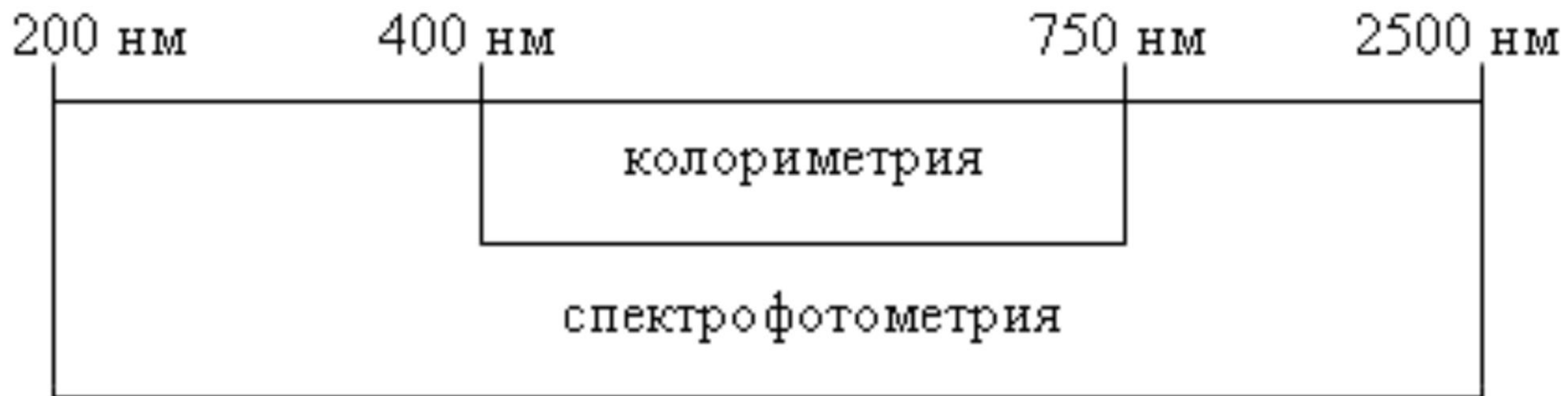
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОТОМЕТРИИ

- Интенсивность окраски раствора находится в прямой зависимости от концентрации окрашенного вещества и от толщины слоя раствора.



МЕТОДЫ ФОТОМЕТРИИ

- Колориметрия и фотоэлектроколориметрия основаны на измерении поглощения света окрашенными растворами в видимой части спектра, а спектрофотометрия использует не только видимую часть спектра, но и примыкающие к ней ультрафиолетовый и инфракрасный участки спектра.



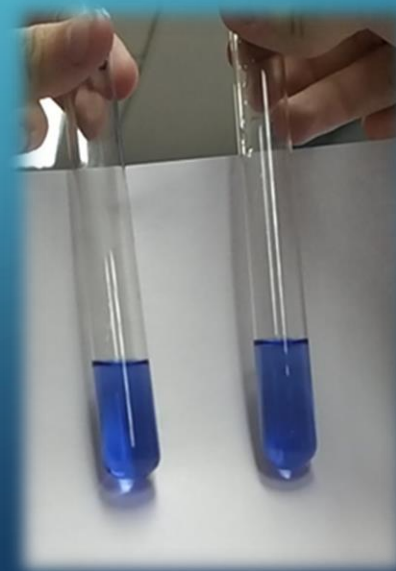
ВИЗУАЛЬНАЯ КОЛОРИМЕТРИЯ

- Методы анализа, позволяющие количественно определять содержание компонента в пробе на основании измерения поглощения света окрашенными растворами в видимой части спектра, называются **колориметрией** (от «color» (лат) – цвет и «μετρέω» (греч) – измеряю).



ВИЗУАЛЬНАЯ КОЛОРИМЕТРИЯ

- *Метод стандартных серий*: приготовление серии стандартных окрашенных растворов с возрастающей известной концентрацией компонента X и визуальное сравнение интенсивности окраски определяемого раствора со стандартными. Содержание искомого компонента определялось приблизительно таким же, каким было в стандартном растворе, наиболее близком по цвету к анализируемому раствору.



ПРИМЕР ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ

- «Сравнение содержания β -каротина в куриных яйцах разных производителей»



ВИЗУАЛЬНАЯ КОЛОРИМЕТРИЯ

- Результат определений сильно зависит от визуальных особенностей аналитика, обладает невысокой точностью и является приблизительным.
- Кроме того, часто появляется необходимость возобновлять шкалу стандартных растворов из-за неустойчивости окраски некоторых из них.
- Позже перечисленные недостатки визуальной колориметрии были устранены использованием приборов – фотоэлектроколориметров.



ФОТОЭЛЕКТРОКОЛОРИМЕТРИЯ –

фотометрический метод анализа, количественно определяющий содержание компонента в пробе на основании измерения оптической плотности окрашенных растворов специальными приборами – **фотоэлектроколориметрами**.

- Фотоэлектроколориметр определяет интенсивность окраски цветного раствора с помощью *фотоэлемента*. **Фотоэлемент** – слой полупроводника (сульфид серебра, селен и др.) – прибор, в котором световая энергия преобразуется в электрическую.
- Преобразование световой энергии в электрическую в фотоэлементе связано с явлением фотоэффекта. **Фотоэффект** – это отрыв электронов от атомов различных веществ под влиянием световой энергии.

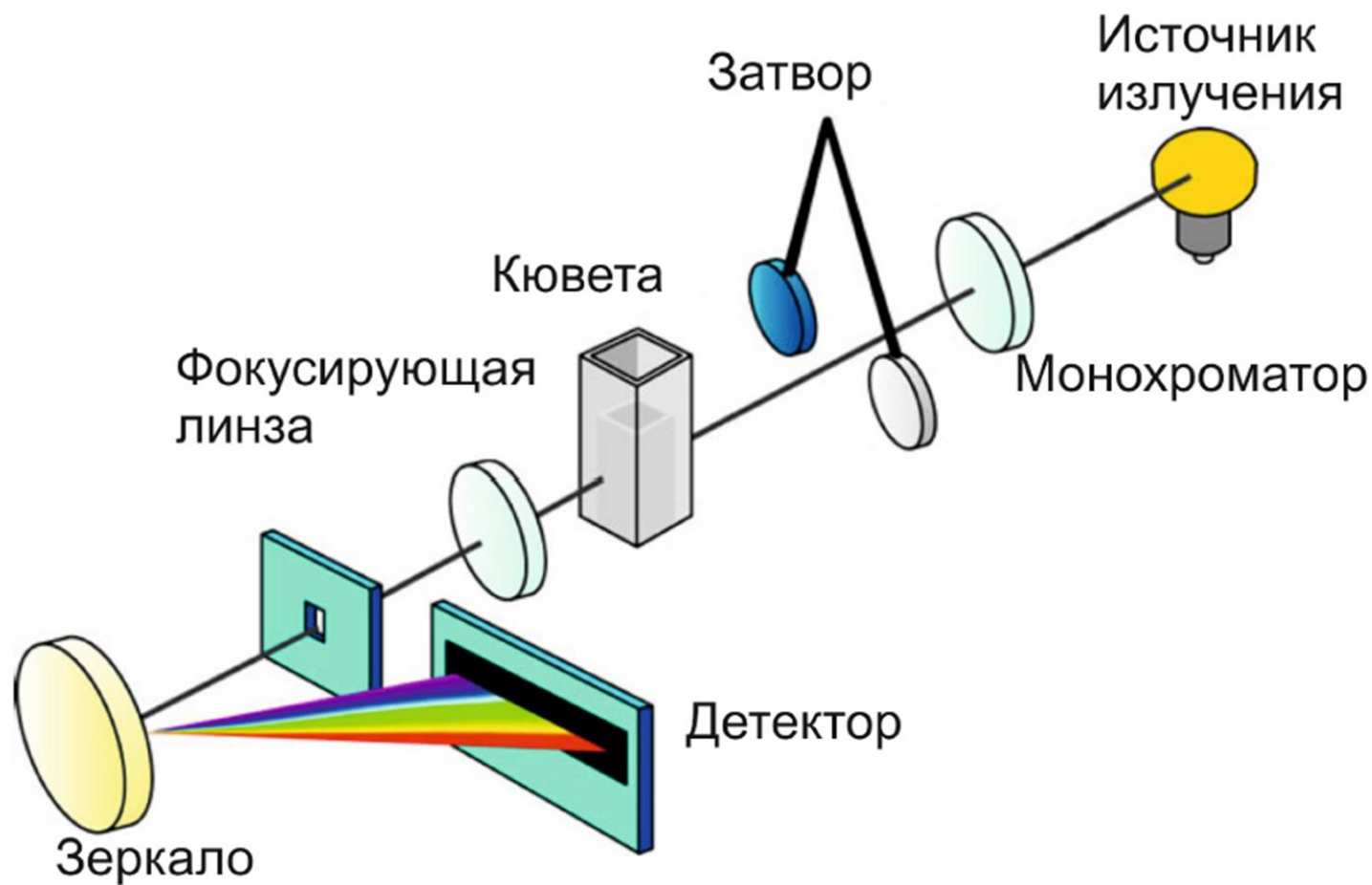
ПРИНЦИП РАБОТЫ ФОТОКОЛОРИМЕТРА

- Принцип действия фотоколориметра основан на сравнении светового потока I_0 , прошедшего через раствор сравнения (фоновый), и светового потока I , прошедшего через исследуемый раствор.
- Отношение I/I_0 называется коэффициентом пропускания T (или просто пропусканием), а десятичный логарифм величины, обратной пропусканию – оптической плотностью D (поглощением).
- Оптическая плотность D раствора прямо пропорциональна концентрации растворенного вещества:

$$D = -\log(I/I_0) = \varepsilon \cdot C \cdot l$$

где ε - молярный коэффициент поглощения, C - концентрация анализируемого раствора, l - длина оптического пути (толщина слоя раствора), см.

ОБЩАЯ СХЕМА ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПРИБОРА В ФОТОМЕТРИИ



ЛАБОРАТОРНОЕ И УЧЕБНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ



ПРОИЗВОДСТВО И ПОСТАВКИ



ФОТОКОЛОРИМЕТРЫ ЭКОТЕСТ 2020

4 модификации

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОПЕРАЦИЙ ФОТОКОЛОРИМЕТРИИ

- Приготовление серии стандартных растворов
- Выбор длины волны
- Построение калибровочного графика зависимости оптической плотности раствора от концентрации определяемого вещества
- Определение оптической плотности анализируемого раствора
- Расчет концентрации определяемого вещества по оптической плотности анализируемого раствора

ФОТОМЕТРИЧЕСКАЯ РЕАКЦИЯ

- Если определяемый компонент не окрашен или интенсивность его поглощения мала;
- если полосы определяемого и посторонних компонентов перекрываются;
- если определяемый компонент присутствует в виде нескольких форм, то прибегают к **фотометрической реакции**.



ВЫБОР ДЛИНЫ ВОЛНЫ СВЕТА ДЛЯ ФОТОМЕТРИИ

Окраска раствора	Длина волны света, нм
Зеленая	380-425
Желто-зеленая	425-470
Желтая	470-475
Оранжевая	475-480
Красная	480-495
Пурпурная	495-535
Синяя	535-580
Зелено-синяя	580-585
Сине-зеленая	585-770



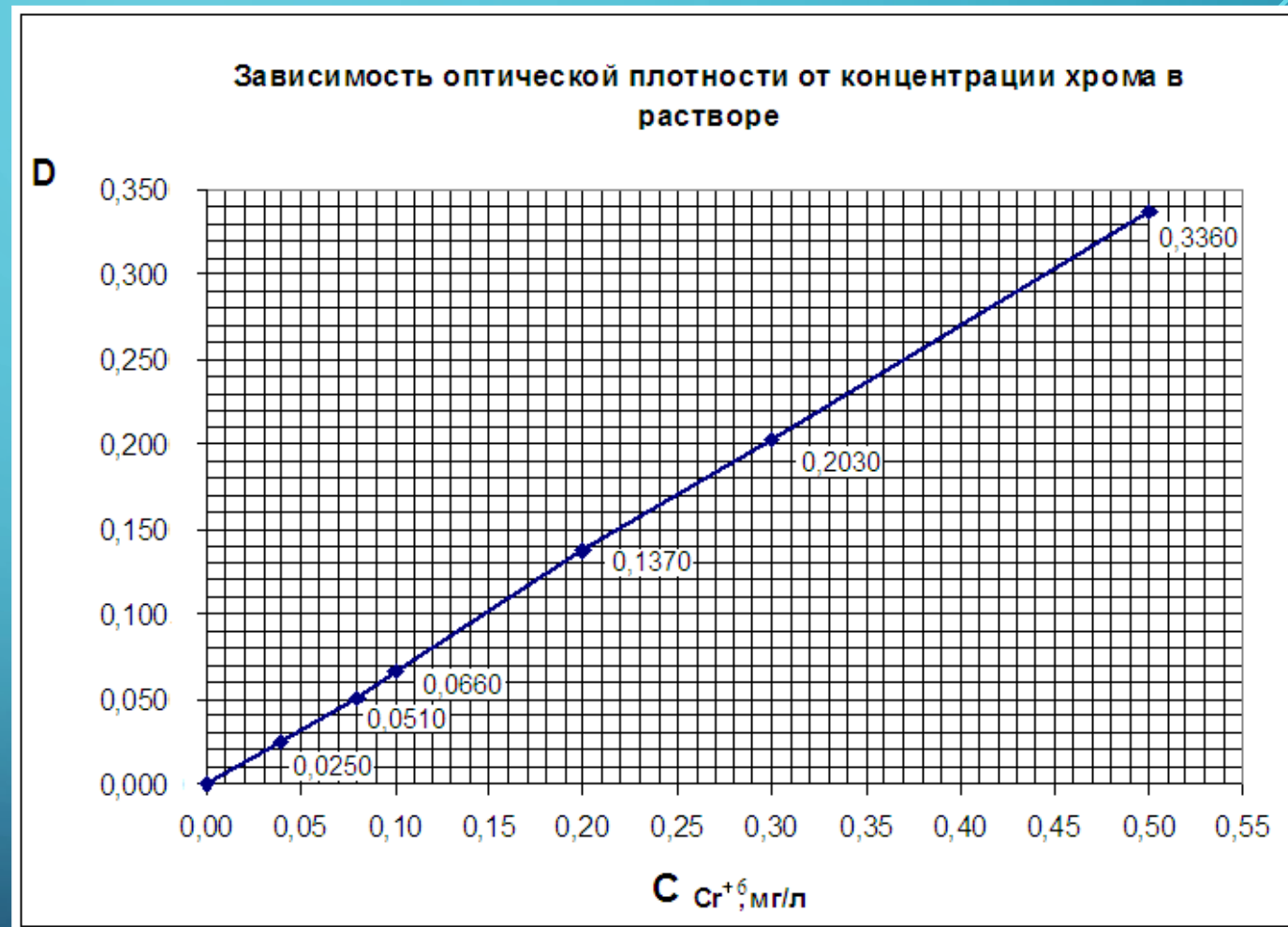
Выбор света определенной волны для фотометрии
в зависимости от цвета раствора

Спектр света

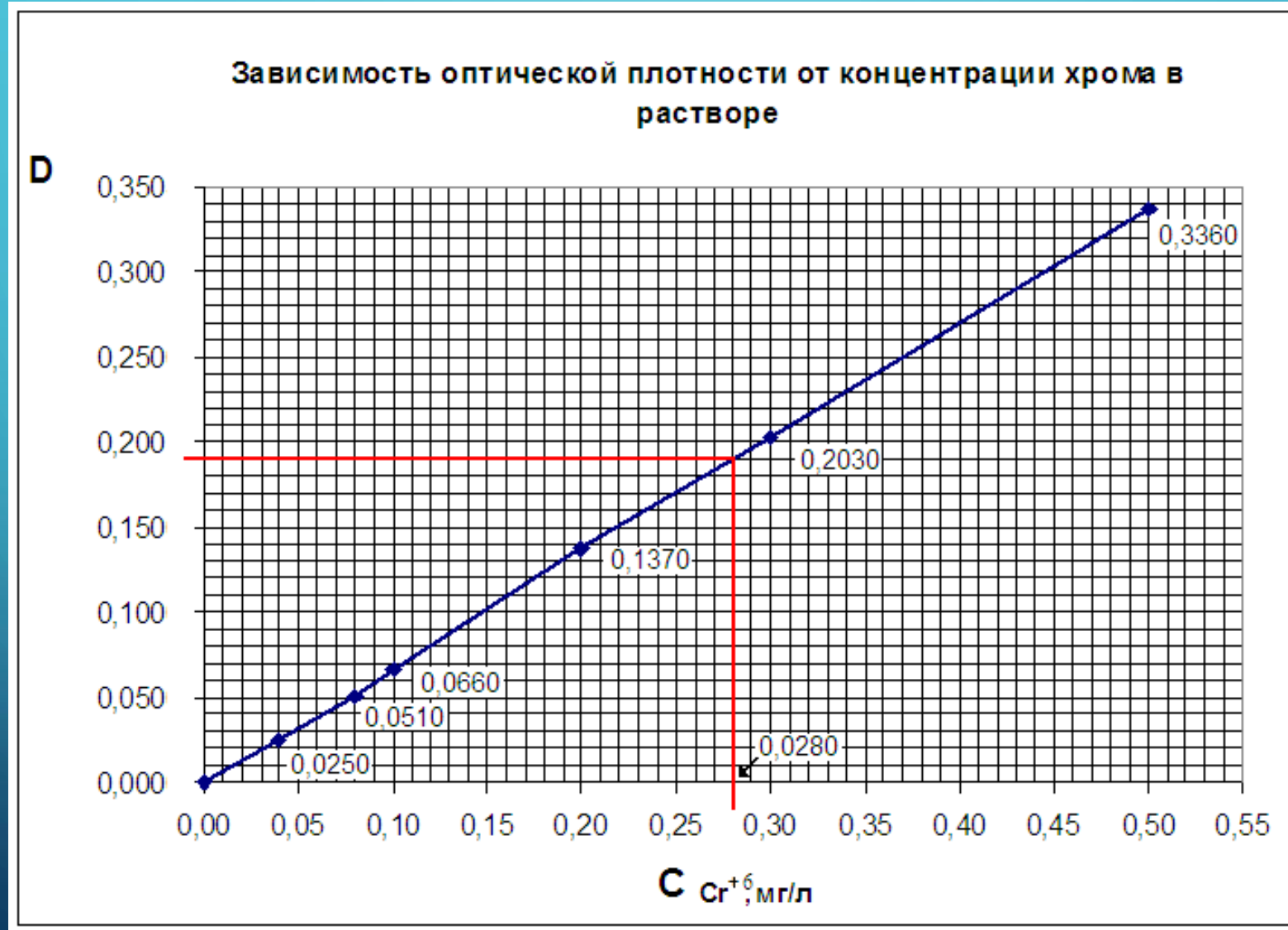
ПОСТРОЕНИЕ КАЛИБРОВОЧНОГО ГРАФИКА



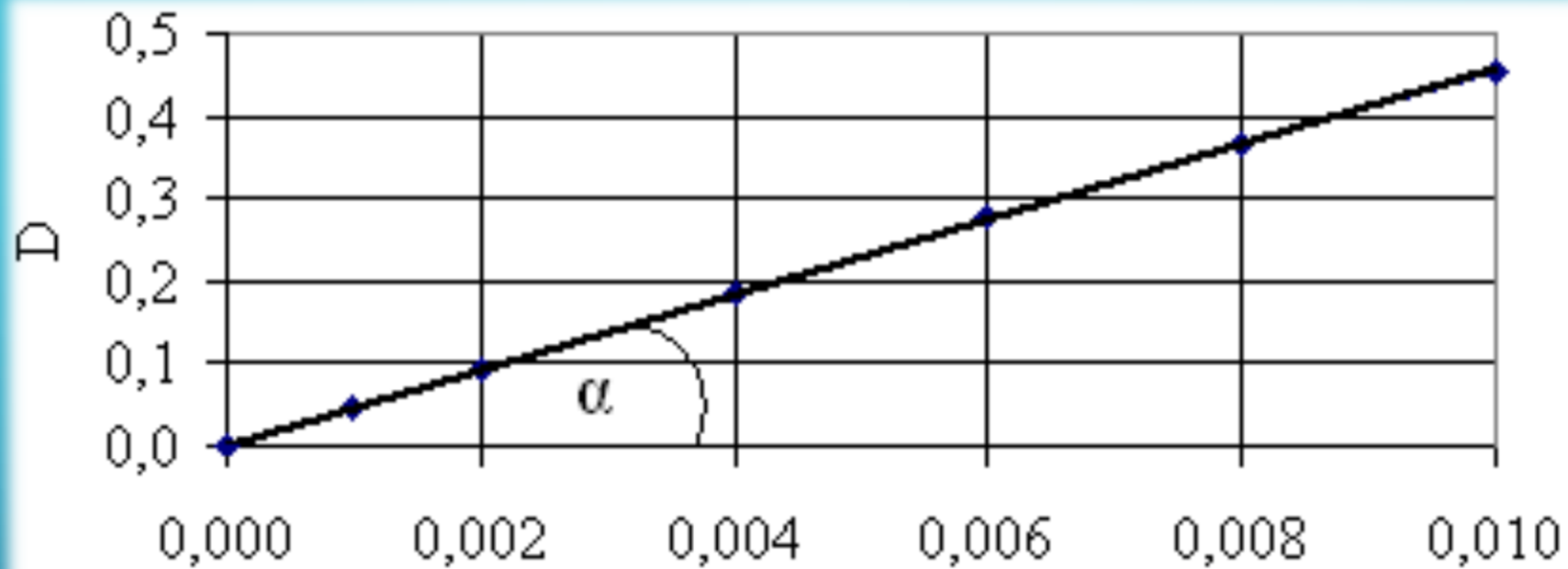
Концентрация хрома, мг/л	Оптическая плотность
0,04	0,025
0,08	0,051
1,00	0,066
2,00	0,137
3,00	0,203
5,00	0,336
проба	0,190



ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ РАСТВОРА ПО КАЛИБРОВОЧНОМУ ГРАФИКУ



РАСЧЕТ КОНЦЕНТРАЦИИ ВЕЩЕСТВА



- В формуле $D = -\log(I/I_0) = \varepsilon \cdot C \cdot l$ величина ε является константой, угловым коэффициентом, если построить по результатам экспериментов график, то это будет прямая, а ε – тангенсом наклона этой прямой.

РАСЧЕТ КОНЦЕНТРАЦИИ ВЕЩЕСТВА

- Метод наименьших квадратов основан на минимизации суммы квадратов отклонений экспериментальных результатов от исходных данных. Этот метод использует элементы теории вероятностей, математического анализа и статистики.
- Применяя метод наименьших квадратов, мы усредняем угловой коэффициент, минимизируем погрешности и получаем новую прямую, тангенс наклона которой максимально приближен к истинному коэффициенту.

ПРИМЕНЕНИЕ ФОТОМЕТРИИ

- Фотометрический метод анализа на сегодняшний день является одним из наиболее распространенных инструментальных методов.
- Достоинства фотометрии: его высокая точность, возможность работать с малыми количествами веществ и относительно небольшое время, затрачиваемое на анализ.
- Область применения фотометрического анализа очень широка и включает в себя анализы, проводимые в промышленных, учебных, научно-исследовательских, фармацевтических, химико-технологических, экологических, клинико-диагностических медицинских, биохимических и других лабораториях.