

Грантовый конкурс имени Зинаиды Алексеевны Субботиной, Народного учителя СССР



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

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.

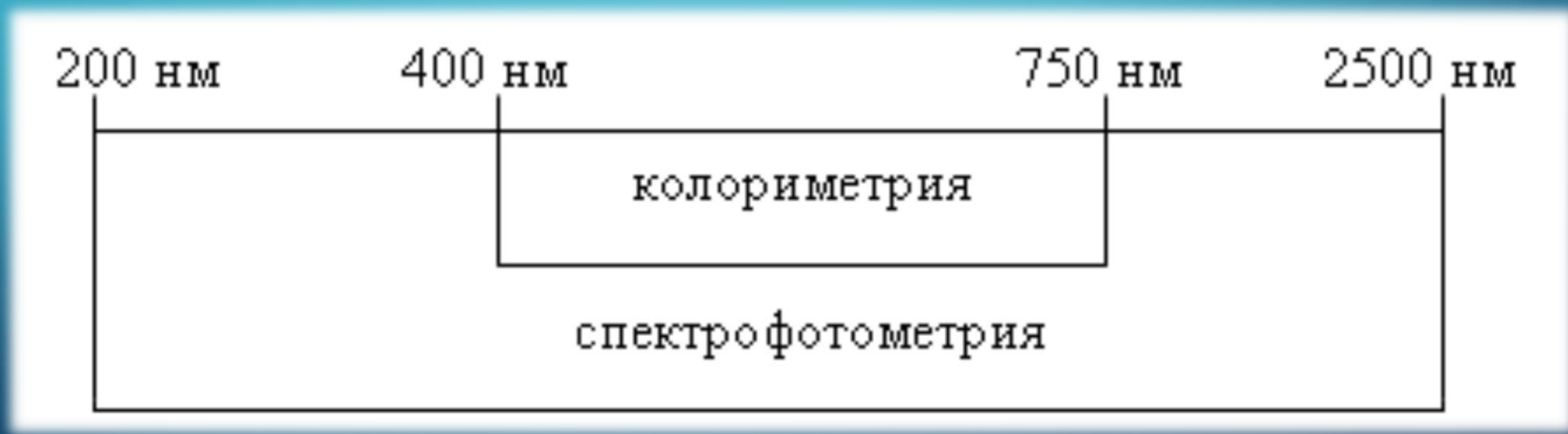
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОТОМЕТРИИ

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



МЕТОДЫ ФОТОМЕТРИИ

- Колориметрия и фотоэлектрокolorиметрия 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.

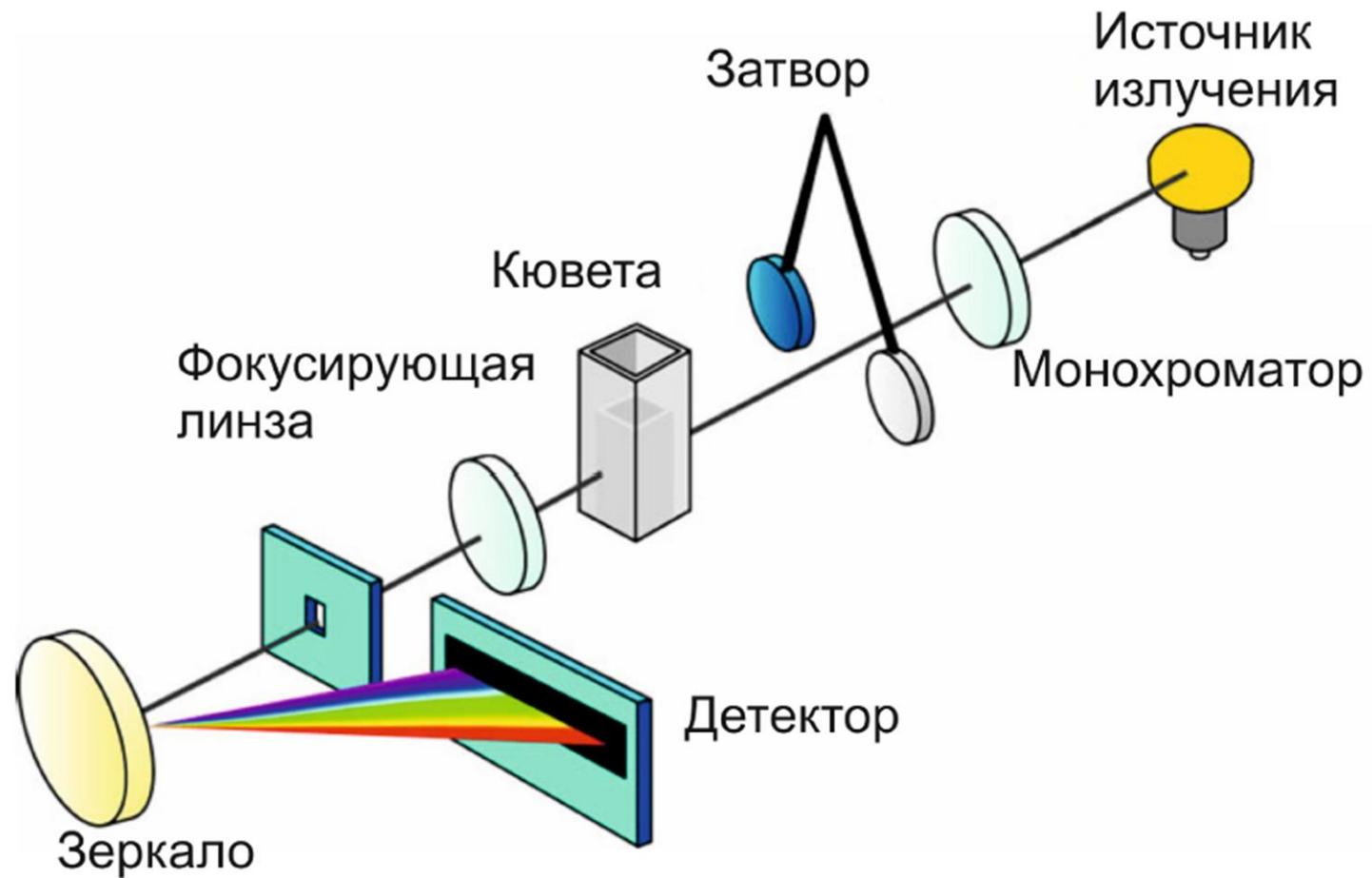
ПРИНЦИП РАБОТЫ ФОТОКОЛОРИМЕТРА

- 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



shop.christmas-plus.ru



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 светопоглощения 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



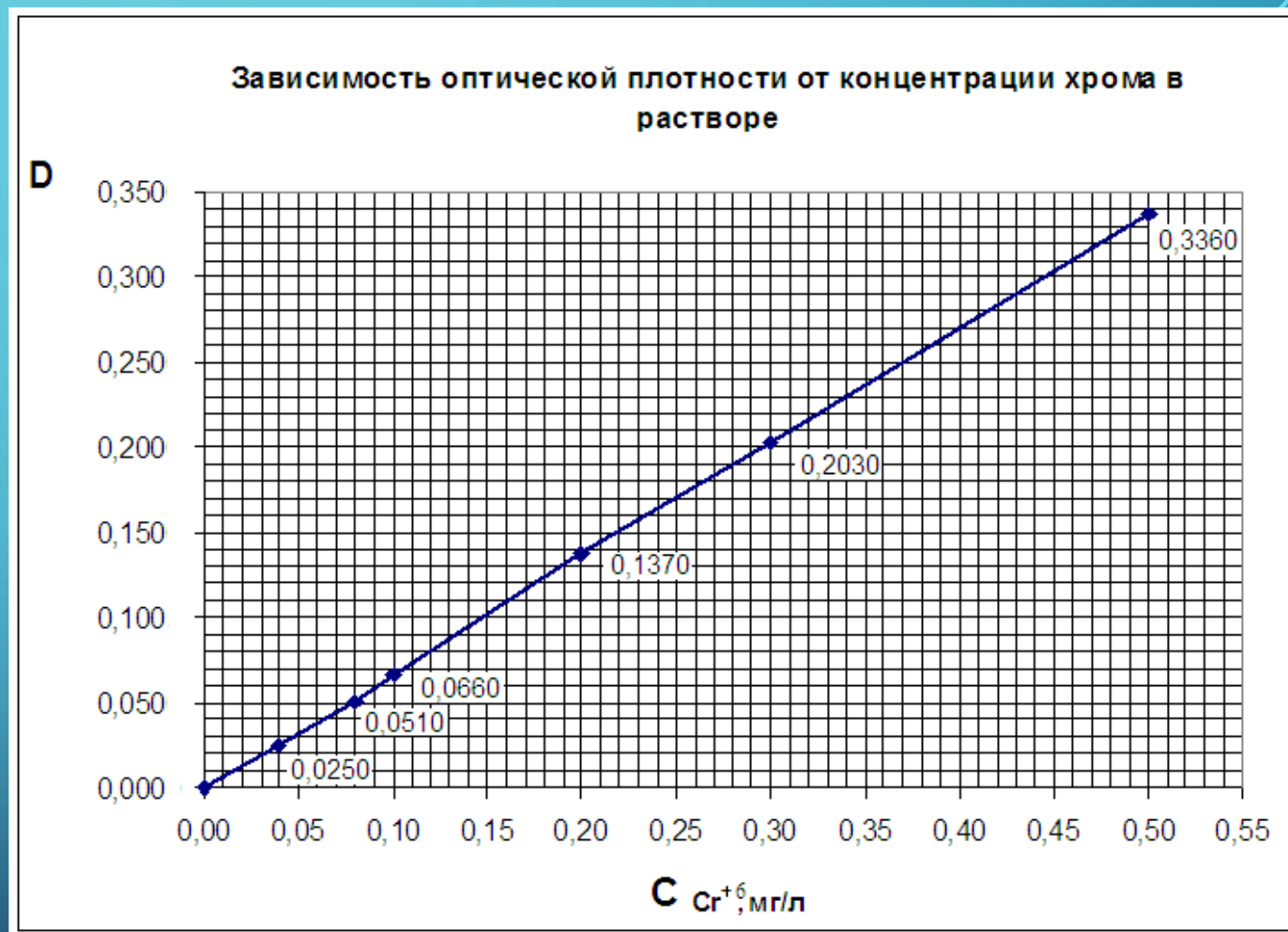
Выбор света определенной волны для фотометрии
в зависимости от цвета раствора

Спектр света

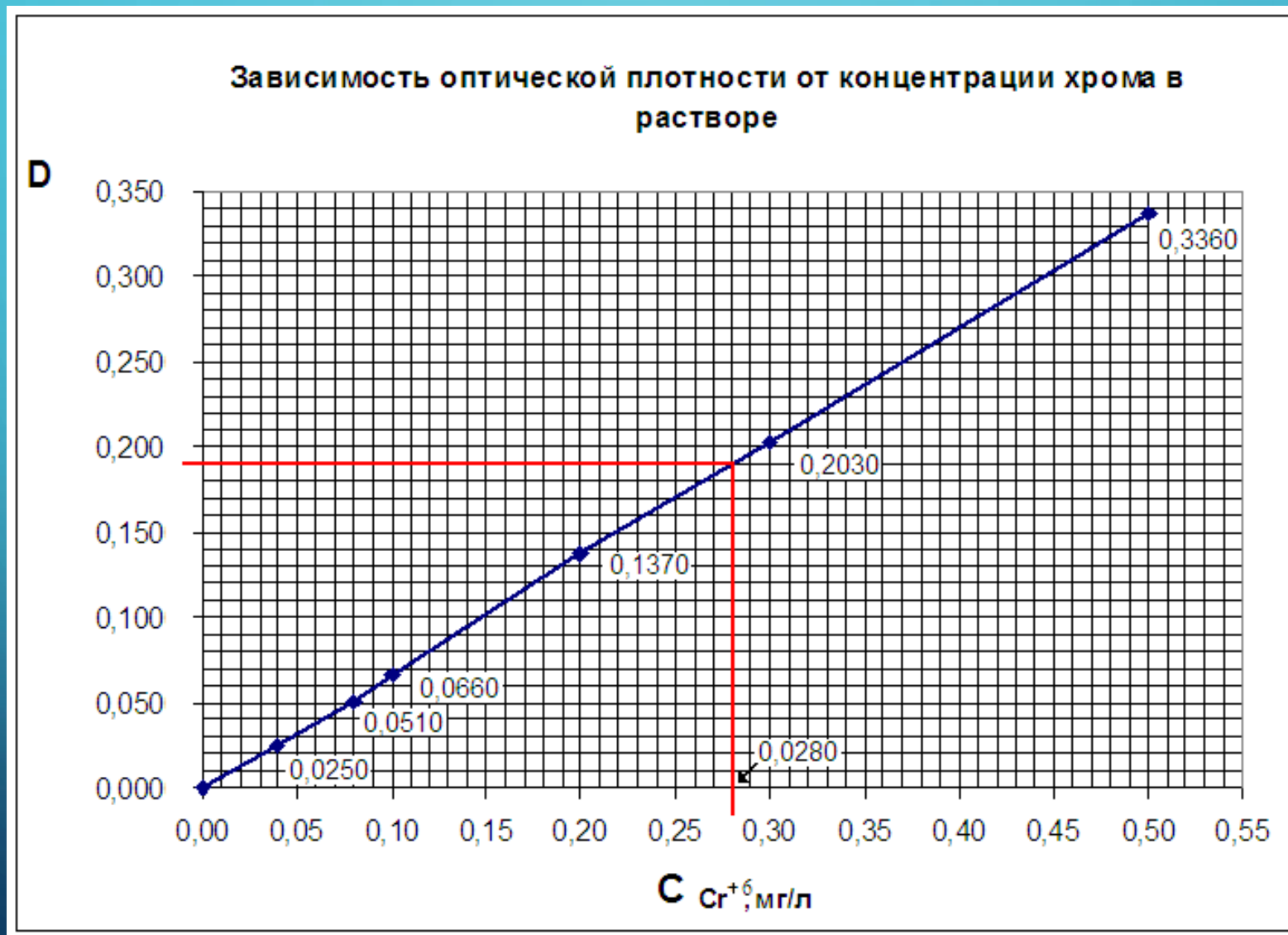
ПОСТРОЕНИЕ КАЛИБРОВОЧНОГО ГРАФИКА



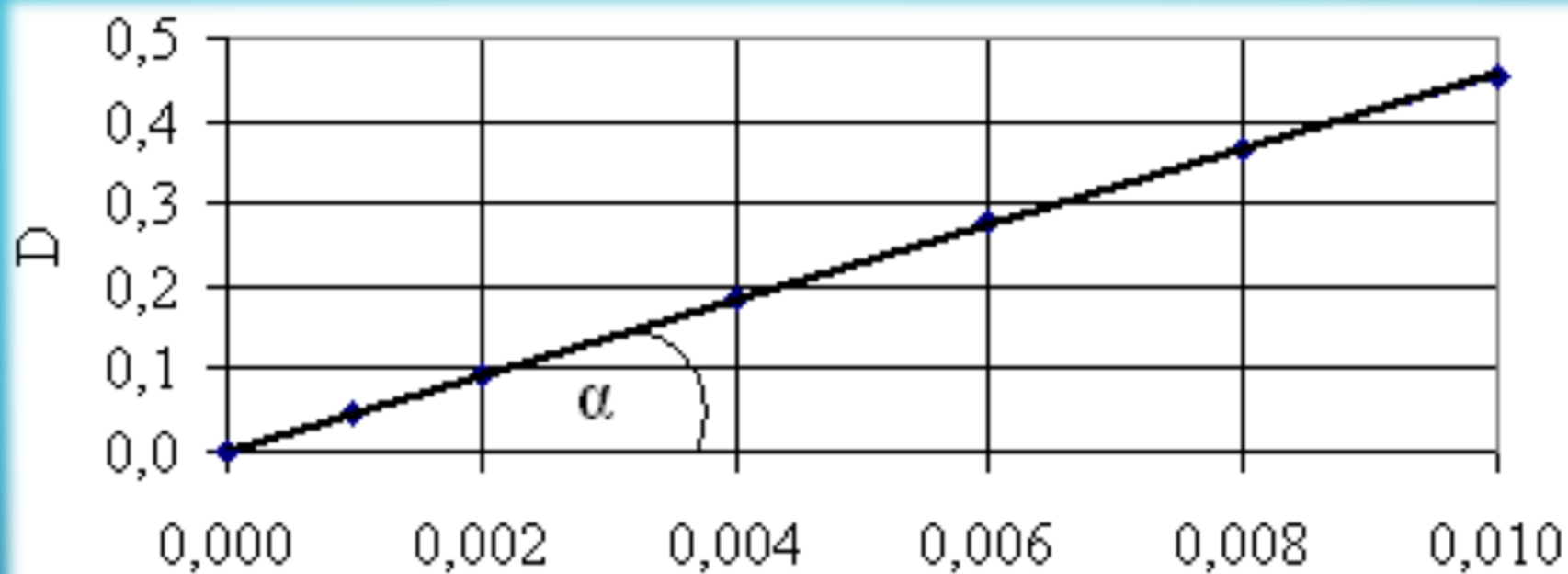
Концентрация хрома, мг/л	Оптическая плотность
0,04	0,025
0,08	0,051
1,00	0,066
2,00	0,137
3,00	0,203
5,00	0,336
проба	0,190



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.