



**ГБПОУ СК «Ставропольский базовый медицинский колледж»  
ЦМК лабораторной диагностики**

**Ставрополь, 2020 год**

# Лекция №11

# СУЩНОСТЬ

# ФОТОМЕТРИЧЕСКИХ

# МЕТОДОВ

ОП.06 Физико- химические методы  
исследований и техника  
лабораторных работ

1 курс 2 семестр

# МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ВЕЩЕСТВ

Химические

Физические

Физико-химические

сорбционно-экстракционные

спектральные (оптические)

электрохимические

хроматография

экстракция

фотометрия

поляриметрия

рефрактометрия

спектрометрия

потенциометрия

# \* 1. Понятие о спектральном анализе

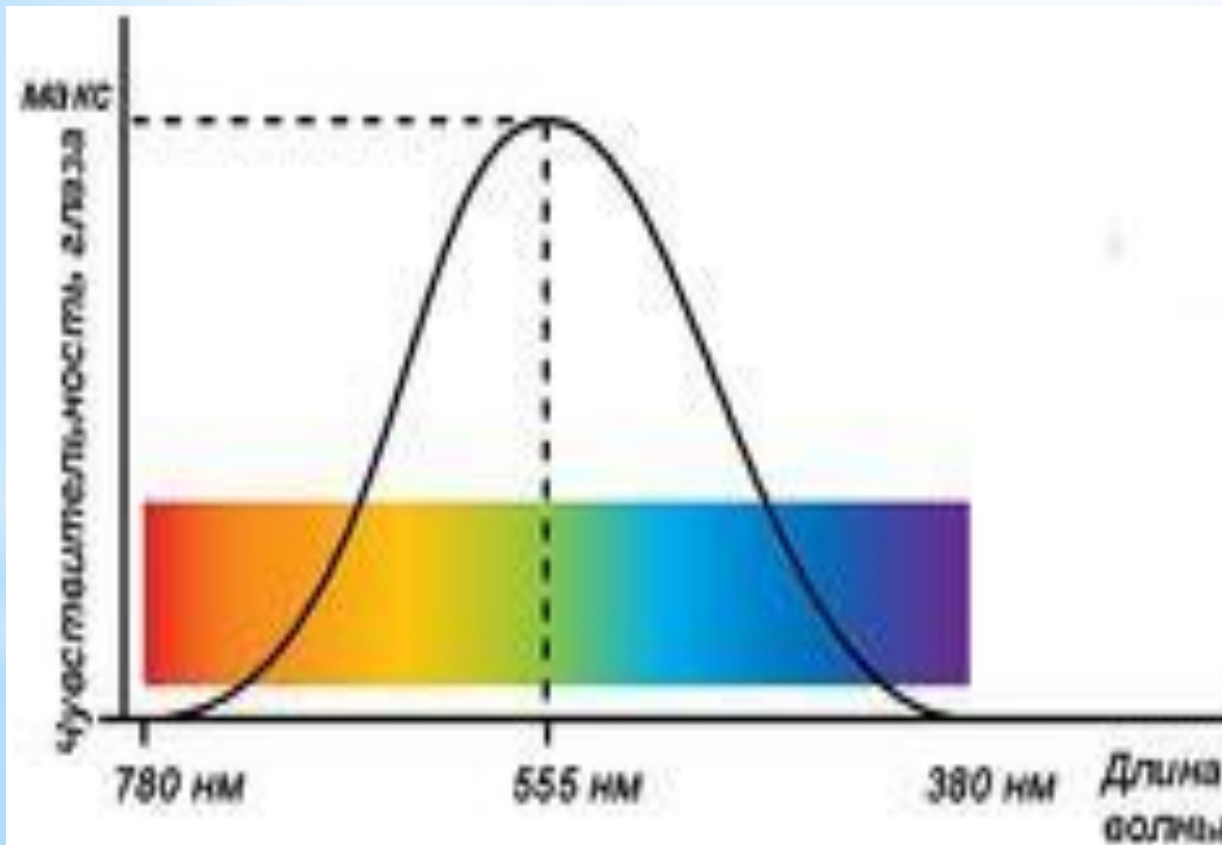
- \* От аналитических методов требуется высокая производительность и возможность автоматизации отдельных представителей или всего анализа.
- \* Ведущее место занимает спектральный анализ, в основе которого лежит связь между составом и оптическими свойствами системы (светопоглощением; светорассеянием; преломлением света и т.д.)

\* Свет- это электромагнитное излучение, которое сочетает в себе :

- *волновые свойства* (в таких явлениях как интерференция, дифракция, поляризация, свет ведет себя как волна)
- *свойства, присущие частицам* (отражение, преломление, фотоэффект, когда свет ведёт себя как поток частиц-фотонов).

- \* *Единица измерения длины световой волны в системе СИ- метр (м);*
- \* *В ультрафиолетовой и видимой области- нанометр (нм)-  $1\text{ нм} = 10^{-9}\text{ м}$ .*

Воспринимаемое глазом (видимое) излучение лежит в промежутке длины волн от 380 до 780 нм.



\* Слева от видимого спектра излучения находятся инфракрасное, а справа ультрафиолетовое излучение.

- \* Спектральный анализ универсален.
- \* Позволяет определять состав вещества, его качественные и количественные характеристики.
- \* Вещества с близкими химическими свойствами, которые невозможно разделить химическим путем, легко определяются спектральными методами.
- \* Можно изучать жидкие, твердые и газообразные вещества.



\* В зависимости от изучаемых свойств света, выделяют такие спектральные методы изучения веществ как фотометрия, поляриметрия, рефрактометрия, спектрометрия и др.

\* В зависимости от принципа измерения все методы спектрального анализа делят на:

- Абсорбционные- измеряют способность вещества к поглощению света

- Эмиссионные- измеряют способность вещества к испусканию света

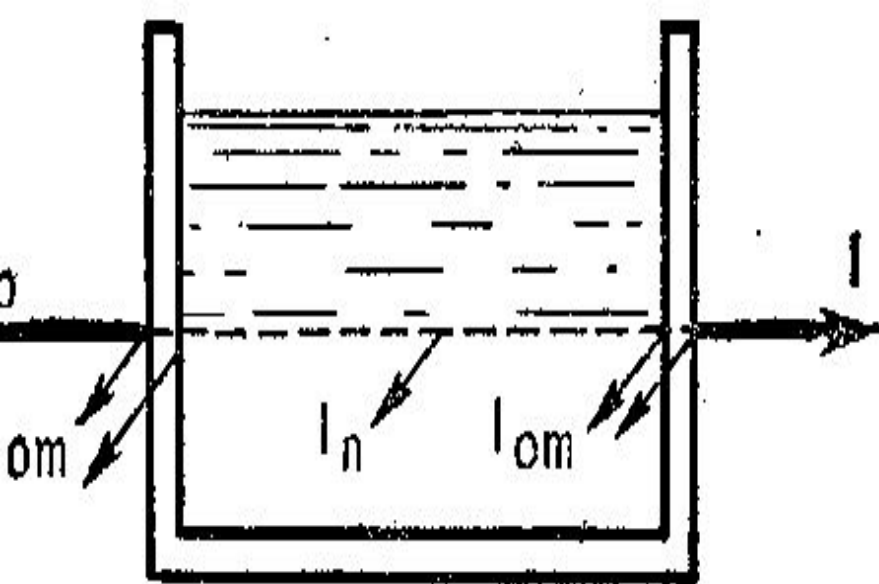
\*

## \* 2. Абсорбционные методы спектрального анализа

- \* В зависимости от типа абсорбционных спектральных приборов различают фотометрический и спектрофотометрический методы.
- \* Оба метода объединяют в одну группу *фотометрических методов анализа*.
- \* Основаны на способности окрашенных растворов, поглощать свет.
- \* Степень поглощения излучения зависит от концентрации вещества в растворе.

- \* Принцип фотометрических методов:
- \* Каждое вещество поглощает излучение с определенными (характерные только для него) длинами волн, т.е. **длина волны поглощаемого излучения индивидуальна для каждого вещества.**

- \* Спектр- это упорядоченное расположение излучения по длинам волн.
- \* Для получения спектров поглощения анализируемую пробу помещают между источником света и спектральным аппаратом.
- \* **Фотоколориметрия**- это определение поглощения вещества в видимой части спектра (исследуют окрашенные растворы)
- \* Если исследуемое вещество не окрашено, его можно анализировать фотоэлектрофотометрически, предварительно, переводя его в окрашенное соединения путем химической реакции с определенными реагентами (фотометрической аналитической реакцией).



- \* Согласно, *закону поглощения света*, поток света, попадая на объект, частично поглощается, отражается, частично проходит через слой вещества.

Интенсивность первоначального излучения после прохождения через поглощающий раствор снижается.

Если известна толщина исследуемого слоя и величина первоначального светового потока, а аппарат регистрирует величину оставшегося светового потока, то можно **вычислить концентрацию исследуемого вещества.**

- \* Для характеристики поглощающего вещества используется значение **экстинкции (E)**.
- \* Экстинкция- это логарифм отношения интенсивности первоначального излучения ( $I_0$ ) и излучения после прохождения через кювету ( $I_t$ ):
- \* так как  $\lg (J_0 / J_t) = \epsilon Ch$ ,
- \* формула имеет вид:  $E = \lg (I_0 / I_t)$ ;
- \* где  $\epsilon$  - молярный коэффициент поглощения;
- \*  $C$  - концентрация;
- \*  $h$  - толщина раствора.

$$E = \epsilon Ch;$$

\* Молярный коэффициент поглощения (коэффициент экстинкции) равен оптической плотности одномолярного раствора при толщине слоя 1 см.

\* Таким образом, экстинция (E) прямо пропорциональна толщине поглощающего слоя (h), концентрации раствора (C) и молярному коэффициенту поглощения ( $\epsilon$ ).

$$E = \epsilon Ch;$$

- \* Оптимальные условия фотометрических определений.
- \* Для проведения фотометрического анализа выбирают:
  - \* 1) светофильтр
  - \* 2) длину волны (оптическую плотность)
  - \* 3) толщину слоя определе





- \* А. Выбор светофильтра и оптимальной длины волны поглощаемого излучения.
- \* Светофильтры- помещают на пути светового потока чтобы выделить из него лучи определенной длины волны.
- \* Пропускают только лучи в определенном интервале длин волн. Это цветные стекла, пленки, окрашенные растворы.
- \* Для каждого анализа, светофильтр и длину волны выбирают экспериментально, исходя из спектра поглощения лучей исследуемым раствором.

Цвет раствора	Область максимального поглощения лучей раствором, нм	Цвет светофильтра
Желто-зеленый	400- 450	Фиолетовый
Желтый	450- 480	Синий
Оранжевый	480- 490	Зелено-синий
Красный	490- 500	Сине-зеленый
Пурпурный	500- 560	Зеленый
Фиолетовый	560- 575	Желто-зеленый
Синий	575- 590	Желтый
Зелено-синий	590- 625	Оранжевый
Сине-зеленый	625- 700	Красный

- \* Б. Оптимальная толщина светопоглощающего слоя
- \* С увеличением толщины слоя раствора (длины оптического пути) возрастают потери на рассеяние света.
- \* Для фотометрии растворов применяются специальные сосуды (кюветы), плоской формы с толщиной слоя менее 5 см.



\* Приемы фотометрических измерений-

\* метод градуировочного графика

- \* Применение градуировочных графиков- наиболее распространенный и точный метод фотометрических измерений.
- \* В соответствии с законом светопоглощения, график в координатах **оптическая плотность (значение экстинции)**- **концентрация** должен быть линейен и прямая должна проходить через начало координат.

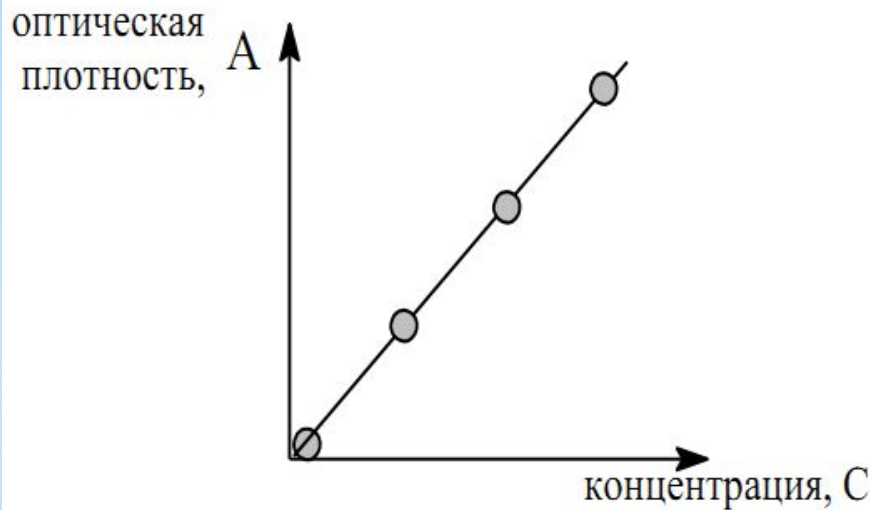


РИС. Графическое изображение зависимости  $A = f(c)$

График строят не менее чем по трем точкам, что повышает точность и надежность определений.

При нарушении линейной зависимости, число точек на графике должно быть увеличено.

- \* Основные ограничения метода связаны с трудностями приготовления эталонных растворов и учетом влияния «третьих компонентов», которые находятся в пробе, сами не определяются, но на результат влияют.

## \* Основные узлы приборов для фотоколориметрии:

- источник света- вольфрамовые лампы накаливания, газонаполненные лампы (водородная, ртутная);
- монохроматизатор света (или монохроматор) - устройство для получения света с заданной длиной волны.
- кювета с исследуемым веществом.
- рецептор (приемник света)
- оптическая система, состоящая из линз, призм и зеркал, которая служит для создания параллельного пучка света, изменения направления и фокусировки света,
- система для уравнивания интенсивности световых потоков (диафрагма, оптические клинья и т.д.).

\* Свет от источника освещения разлагается монохроматором на отдельные волны и направляются на кювету с исследуемым веществом и раствором сравнения.

\* Интенсивность монохроматического света, прошедшего через кювету, измеряется приемником света (рецептором).

Метод	Тип прибора	Рабочая область спектра, нм	Способ монохроматизации	Регистрируемые сигналы
Фотометрия	Фотометр (фотоколориметр)	Видимая 400- 750	Светофильтр	Оптическая плотность и пропускание в диапазоне длин волн, отвечающем полосе пропускания светофильтра
Спектрофотометрия	Спектрофотометр	УФ и видимая 100- 750	Монохроматор	Оптическая плотность и пропускание; электронные спектры поглощения в виде кривых



## \* 3. Эмиссионные методы спектрального анализа

- \* Атомно-эмиссионная спектрометрия (АЭС)-методы элементного анализа, основанные на изучении спектров испускания свободных атомов и ионов в газовой фазе.
- \* Эмиссионные спектры регистрируют в оптической области длин волн от 200 до 1000 нм.



- \* АЭС- способ определения элементного состава вещества по оптическим линейчатым спектрам излучения атомов и ионов анализируемой пробы, возбуждаемым в источниках света.
- \* Источник света- пламя горелки или различные виды плазмы (электрической искры или дуги, лазерной искры, индуктивно-связанную, тлеющий разряд и др.)

- \* АЭС- самый распространённый экспрессный высокочувствительный метод идентификации и количественного определения элементов примесей в газообразных, жидких и твердых веществах.
- \* Достоинства: возможность точного, бесконтактного, экспрессного, одновременного количественного определения большого числа элементов в широком интервале концентраций (при малой массе пробы).

\*Спасибо за внимание!!!

