

НИУ «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства»

**дисциплина «Инструментальные методы анализа»**

**ТЕМА № 1.**

**Введение в спектроскопические методы анализа-  
электромагнитное излучение (спектр).**

Направление 5630101-экология и охрана окружающей среды (в водном хозяйстве)

# ЛИТЕРАТУРА

1. Лебедева М.И. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: учеб. Пособие. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2005. 216с.
2. Saloxiddinov A.T., Nishonov B.E., Razikova I.R., Yo‘ldosheva CH.A. "Ekologiya" fanidan laboratoriya ishlarini o‘tkazish bo‘yicha uslubiy qo‘llanma. TIQXMMI, Toshkent, 2016. 33b.
3. Инструментальные методы анализа: лаборатор. практикум: [учеб.-метод. пособие] / [В. И. Кочеров, И. С. Алямовская, Н. Е. Дариенко, С. Ю. Сараева Т. С. Свалова, А. И. Матерн]; под общ. ред. С. Ю. Сараевой; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал, федер. ун-т. - Екатеринбург : Изд-во Урал, ун-та, 2015. - 96 с. ISBN 978-5-7996-1385.
4. Химические и инструментальные методы анализа : учеб. пособие / С. Ю. Сараева, А. В. Иванова, А. Н. Козицина, А. И. Матерн ; под общ. ред. В. И. Кочерова ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. унт. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2021. — 216 с.

# Содержание лекции

- **Введение в спектроскопические методы анализа**
- **Электромагнитное излучение (спектр).**

## Области спектрального диапазона и виды спектроскопии

<i>Область спектрального диапазона</i>	<i>Название метода</i>
Рентгеновская	Рентгеновская спектроскопия
Оптическая (ультрафиолетовая, видимая и инфракрасная)	Оптическая спектроскопия
Микроволновая	Микроволновая спектроскопия
Радиоволновая	Радиоволновая спектроскопия

## Явления, обусловленные корпускулярной природой света

- Явления, обусловленные *корпускулярной* природой света, лежат в основе *спектроскопических методов анализа*. Такие явления наблюдаются при взаимодействии света с отдельными атомами или молекулами. При этом может происходить *поглощение* или *испускание* света.

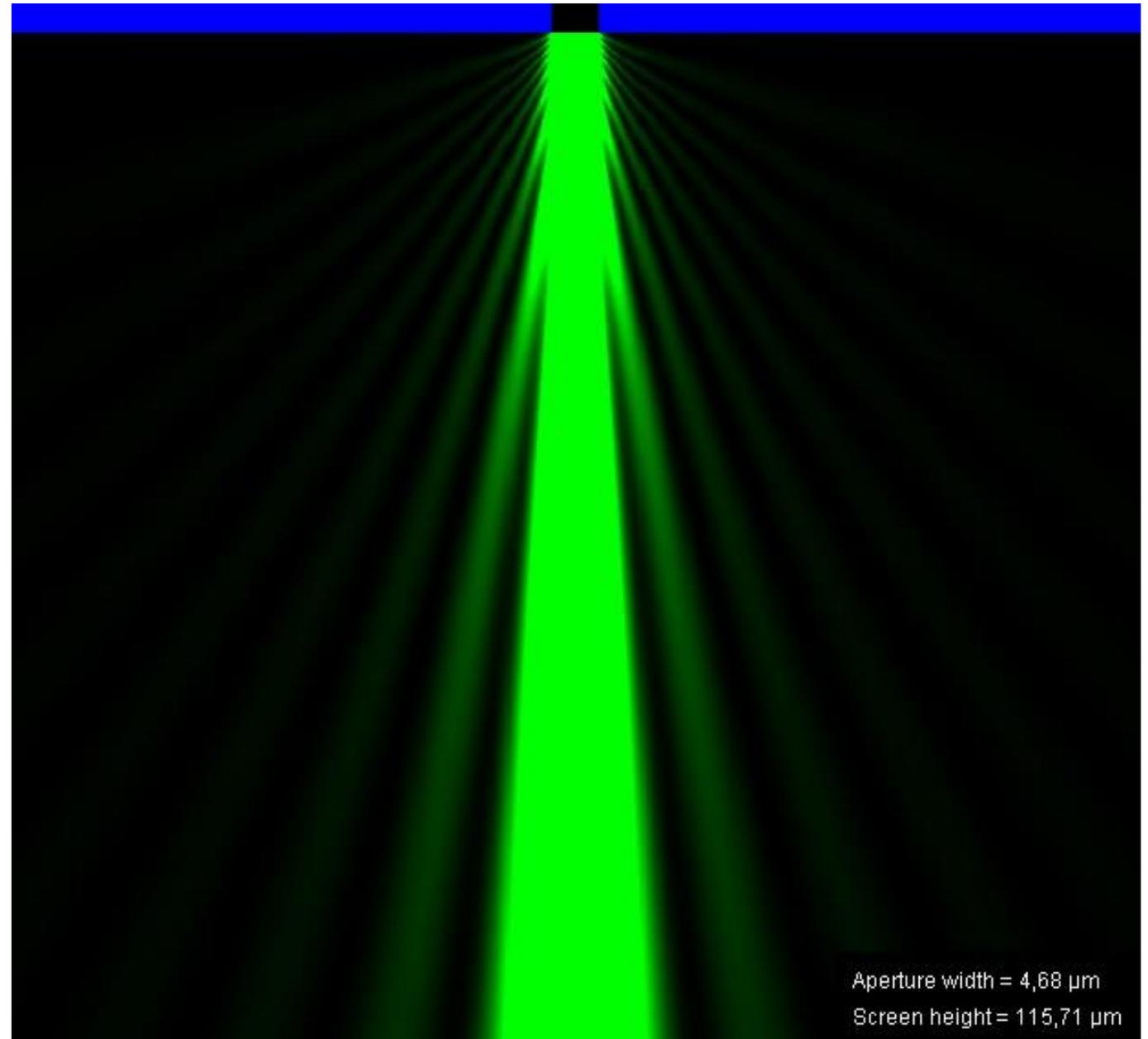
1. Поглощение света атомами и молекулами лежит в основе методов *абсорбционной спектроскопии*.

2. Испускание света атомами и молекулами может быть спонтанным (самопроизвольным) или вынужденным.

# Явления, обусловленные волновой природой света

- Явления, обусловленные *волновой* природой света, лежат в основе *оптических методов анализа*.
- Такие явления наблюдаются при взаимодействии света со всем веществом.
- В зависимости от используемого явления различают следующие методы

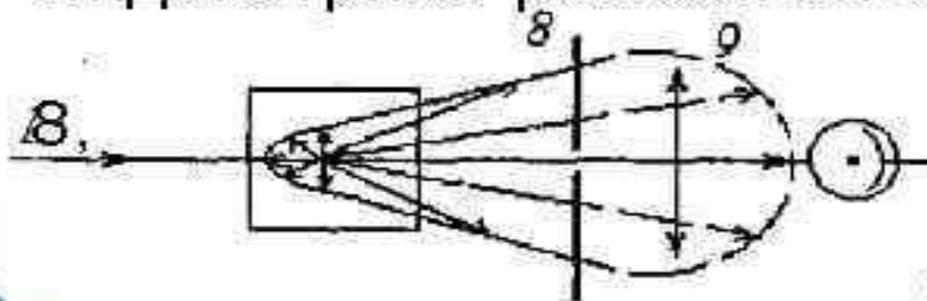
**Рассеяние света**  
– случайное  
изменение  
направления  
распространения  
падающего света



# ТУРБИДИМЕТРИЯ

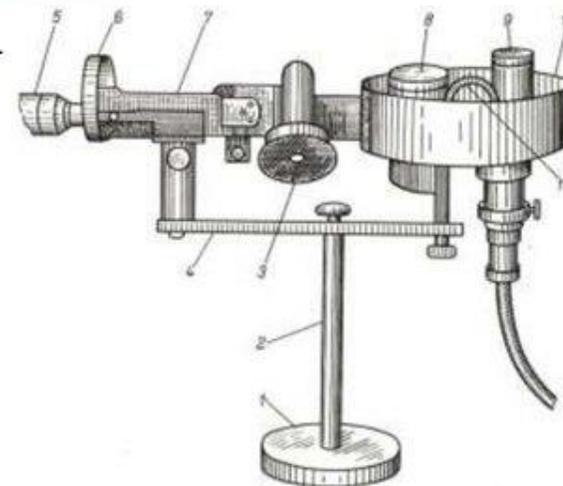
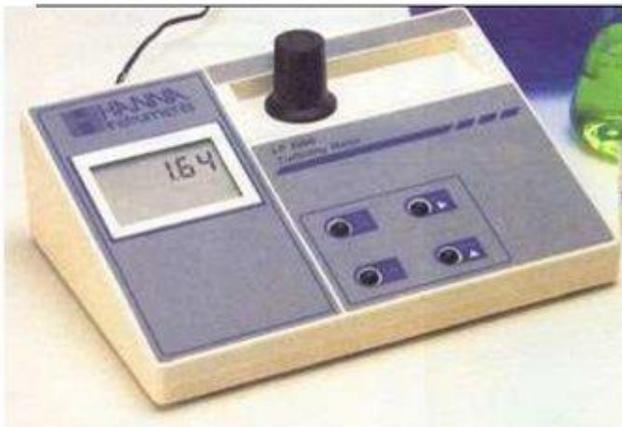
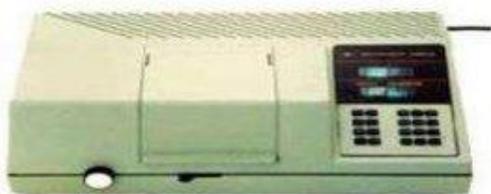
- Нефелометрия и турбидиметрия – это методы определения концентрации частиц в коллоидном или суспендированном, содержащем дисперсные непрозрачные частицы, делающие среду мутной.

- Метод измерения концентрации суспензии в проходящем свете называется **турбидиметрией**. Главная задача - выделить лучи, не взаимодействовавшие с частицами раствора. Индикатриса рассеяния  $\rho$  сильно вытянута вперед,



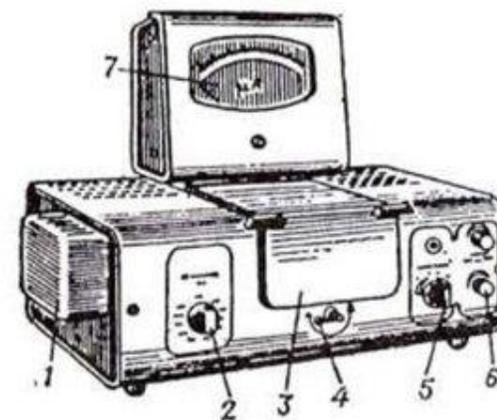
используется диафрагма чтобы ограничить попадание рассеянных лучей на фотоэлемент

# Турбидиметрия и нефелометрия



Современные нефелометры и ФЭК

Нефелометр



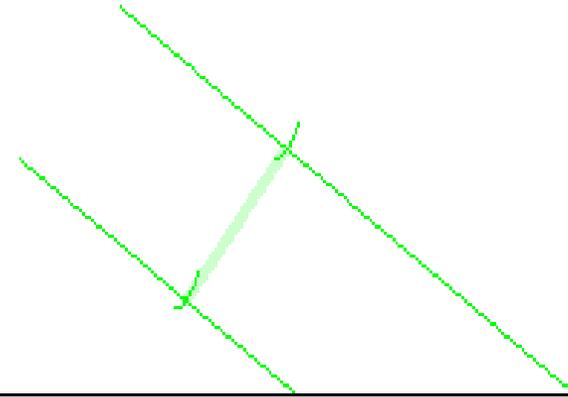
ФЭК марки КФК-2

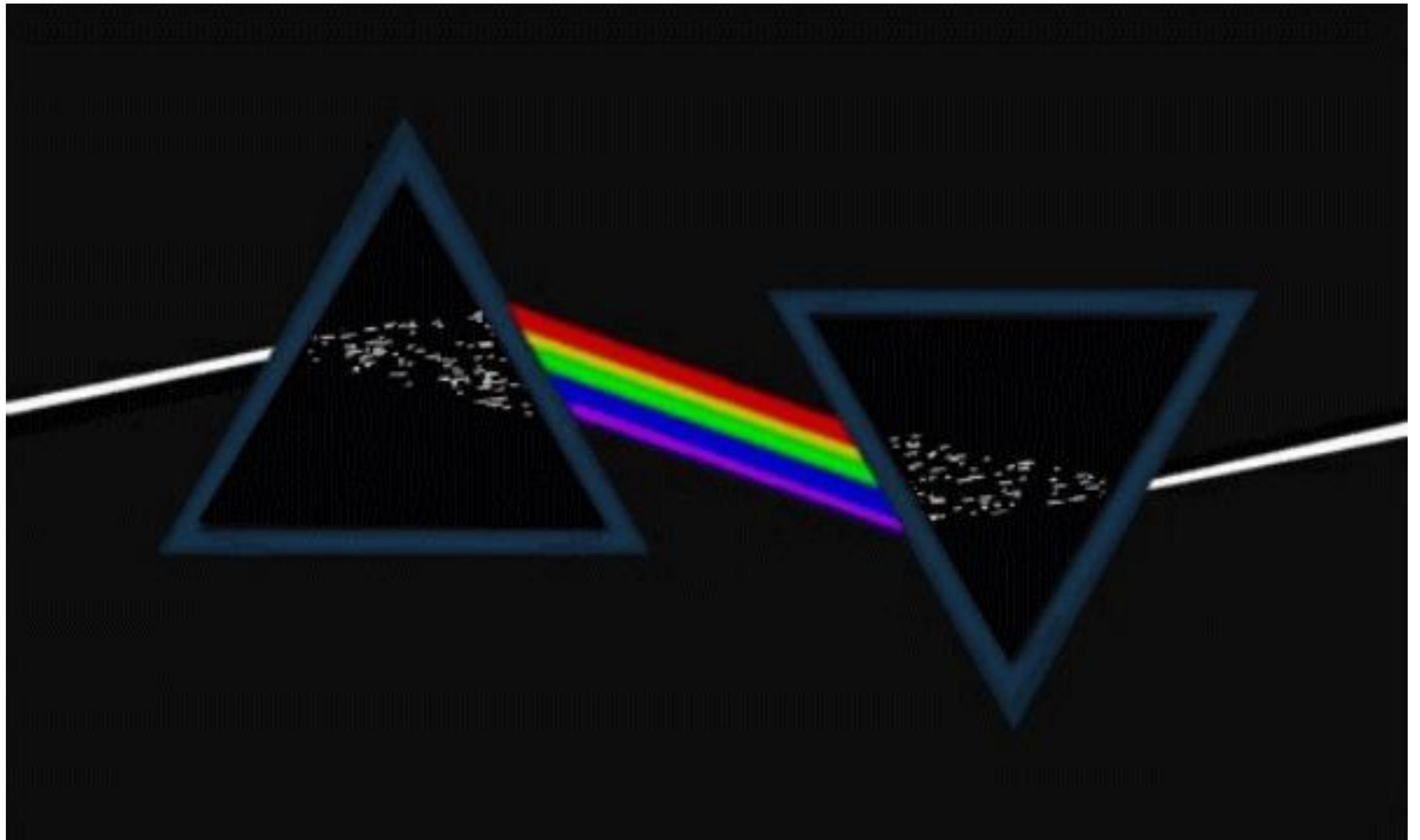
# Преломление света на границе раздела двух прозрачных однородных сред

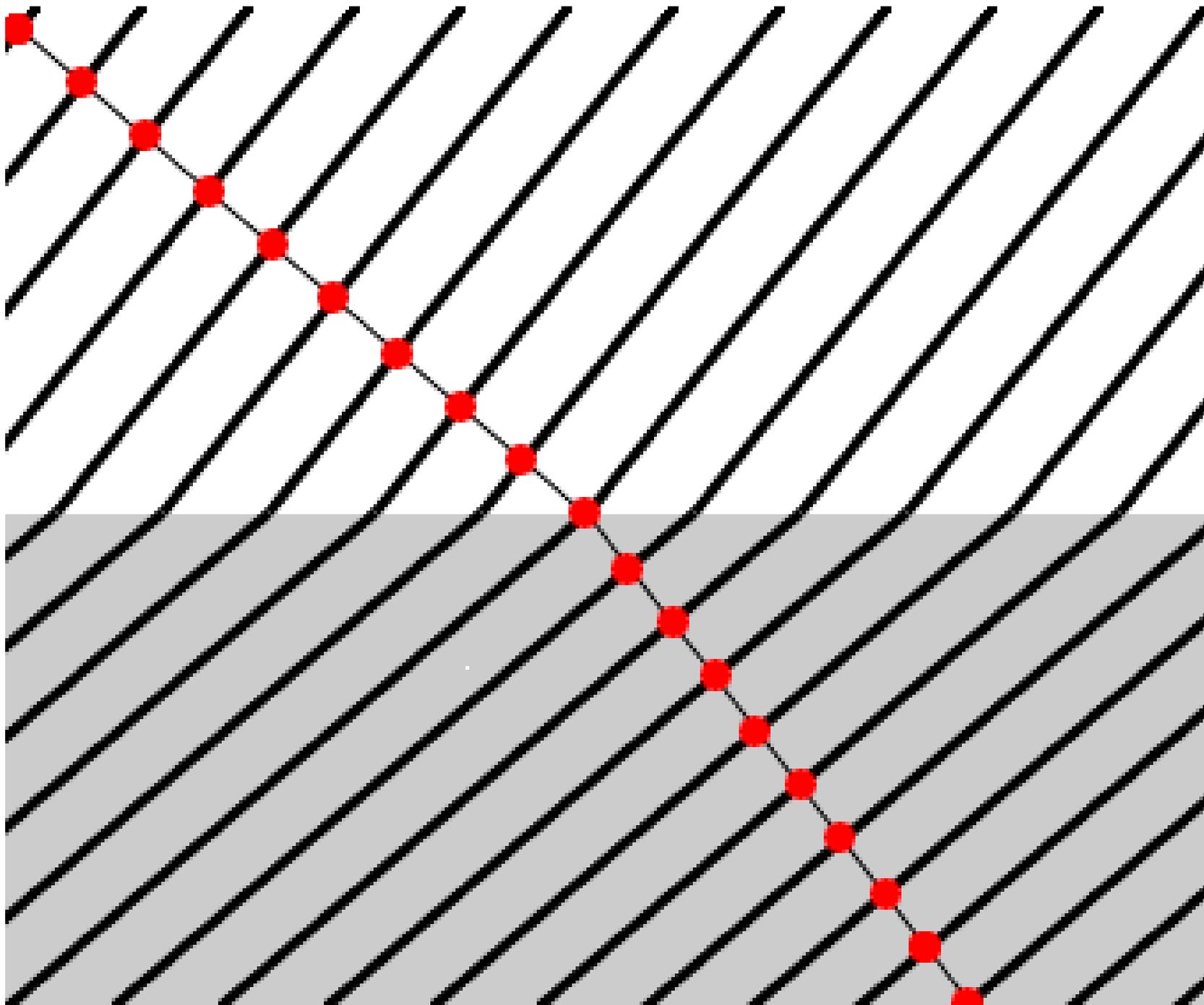
## РЕФРАКТОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД

- ГОСТ 25179-2014 Молоко и молочные продукты. Методы определения массовой доли белка
- Метод основан на установлении разности показателей преломления исследуемого вещества и раствора, полученного после осаждения белков раствором хлористого кальция при кипячении.
- Содержание белка в молоке (в %) рассчитывают по формуле

$$a = \frac{n_{D_M} - n_{D_C}}{0,002045} \quad \text{или} \quad X_1 = X_2 - X_3$$







# Рефрактометрия

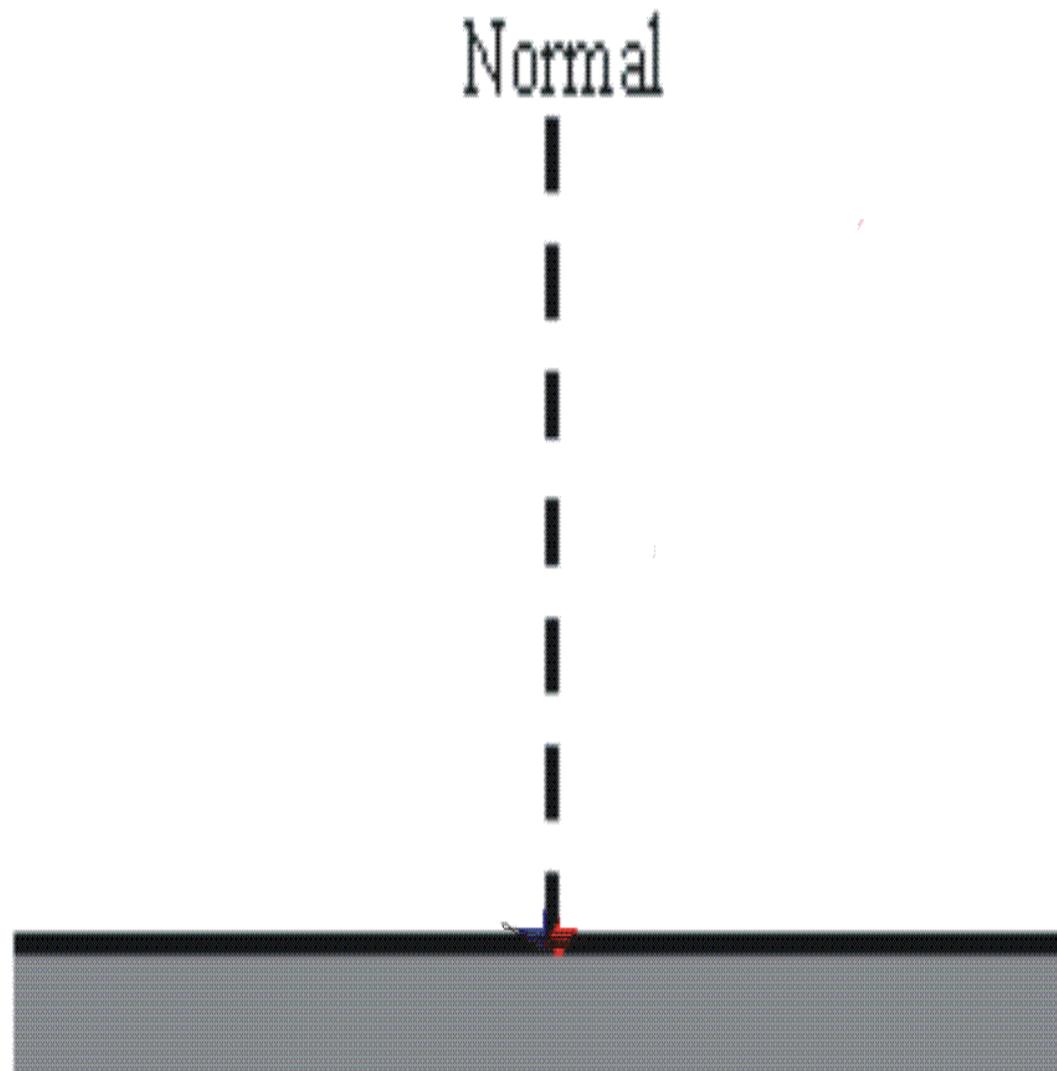
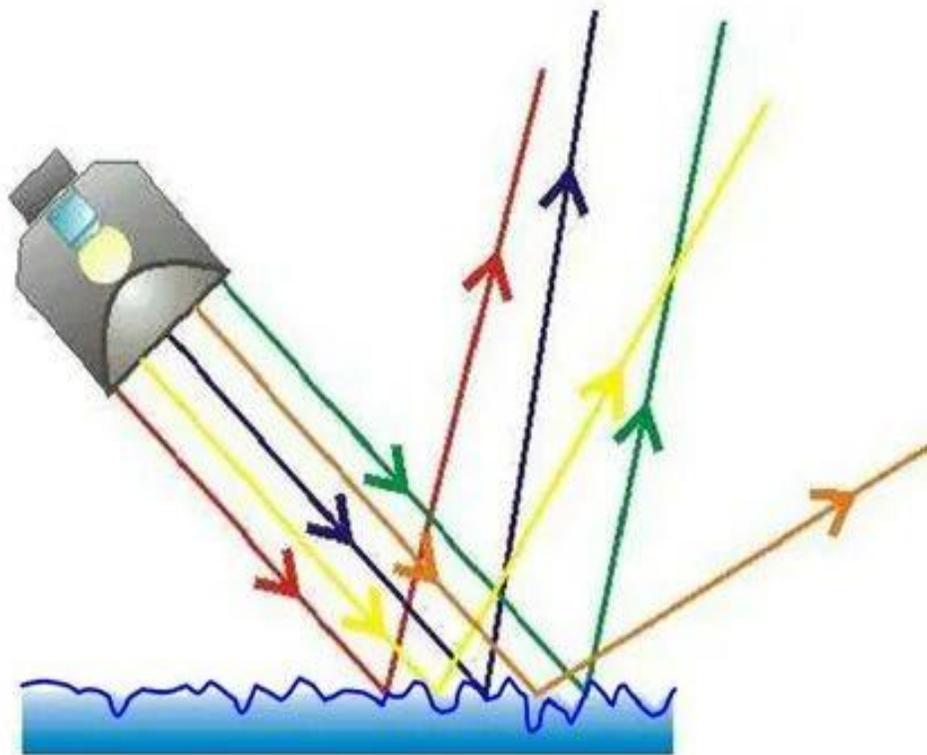
## Цифровой дифференциальный рефрактометр DD-7



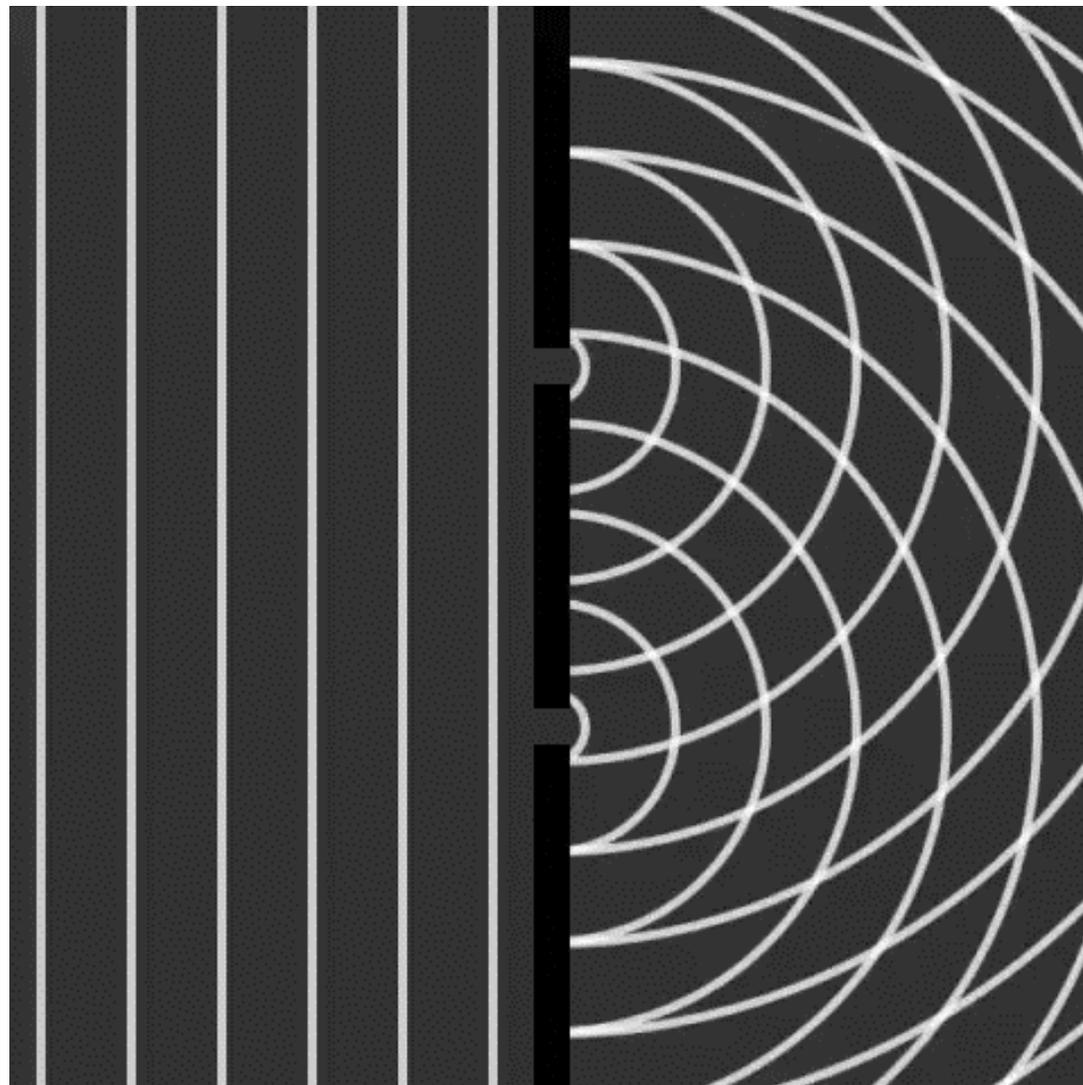
Модель DD-7 представляет собой новый измеритель концентрации, который измеряет низкие концентрации водных растворов (до 2 %) с высокой точностью ( $\pm 0.005\%$ ).

Диапазон измерения концентраций узкий, но модель может быть использована для измерений высоких концентраций посредством приготовления разбавленных растворов.

# Отражение света от поверхности твёрдого образца



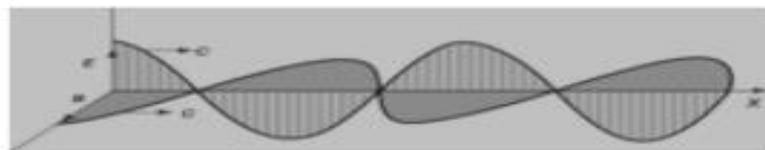
# Дифракция – огибание препятствий световой волной



# Дифракционные методы исследования структурного состояния материалов

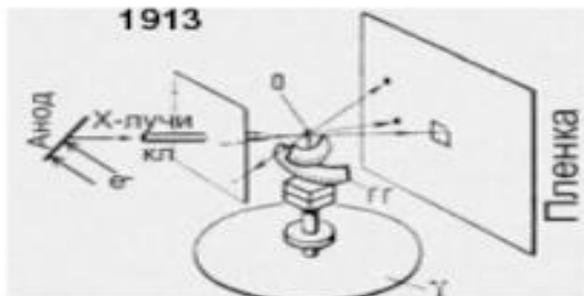
## Рентгенография

1895



X-ray-электромагнитные волны

1913



Кристаллы берилла  
 $\text{Al}_2[\text{Be}_3(\text{Si}_6\text{O}_{18})]$

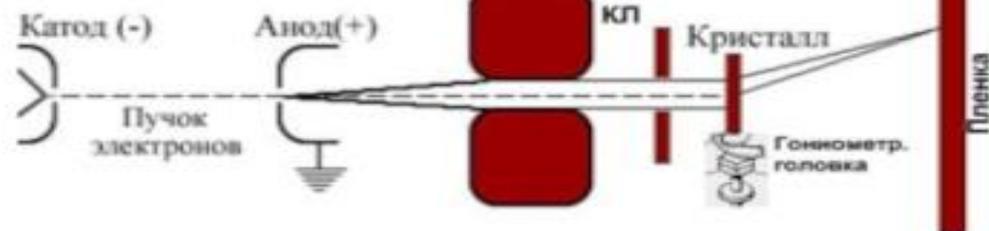
## Электроннография

1927

Магнитная линза

1897

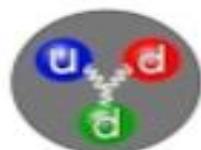
$e^-$



## Нейтроннография

1932

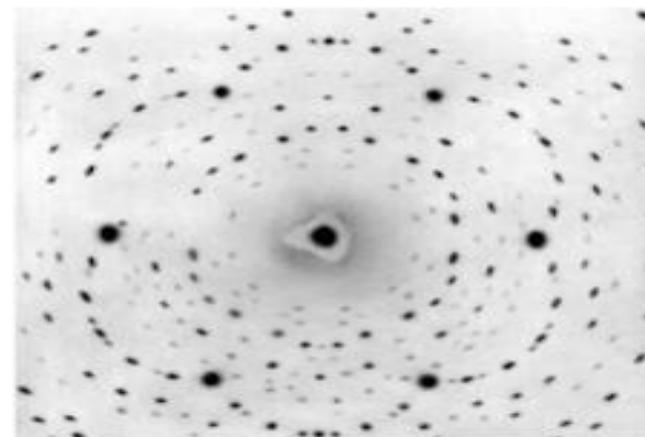
$n^0$



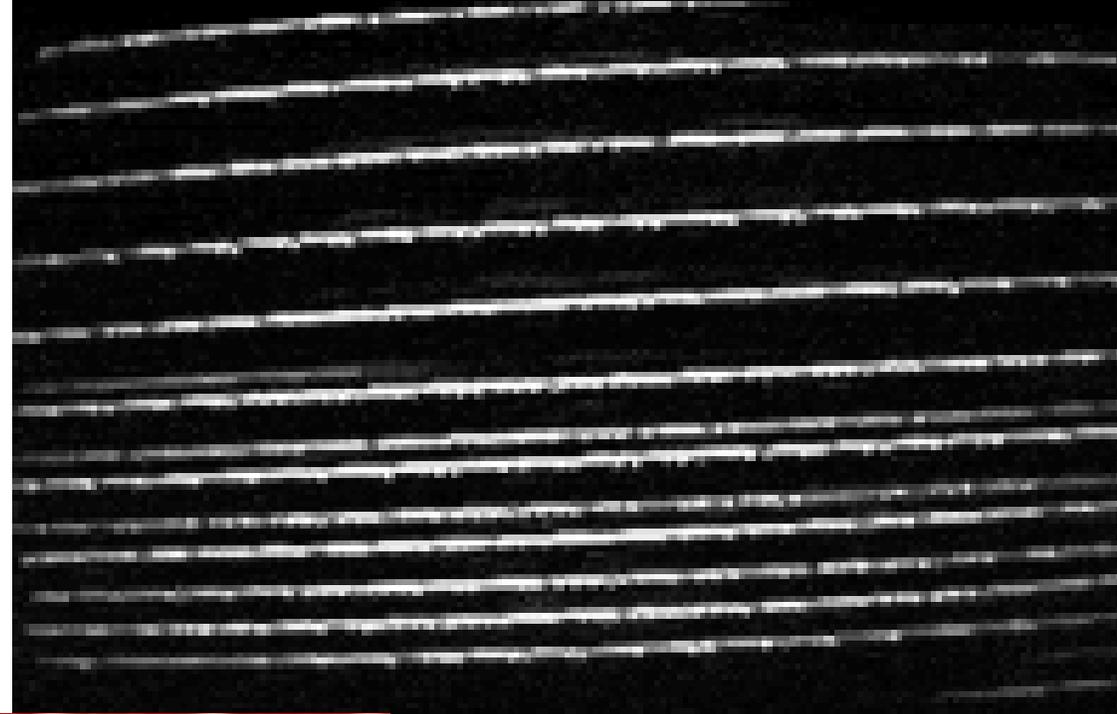
Импульсный источник нейтронов

1936

Гониометрическая головка с образцом



**Интерференция** – явление,  
которое наблюдается при  
сложении когерентных  
световых волн  
(усиление волн в одних точках  
пространства и ослабление в  
других даёт интерференционную  
картину)



**Поляризация света, за счёт которой колебания световых волн происходят только в одной плоскости**



# ПОЛЯРИМЕТРИЯ.



Разновидность  
поляриметра -  
сахариметр



Поляриметр  
портативный

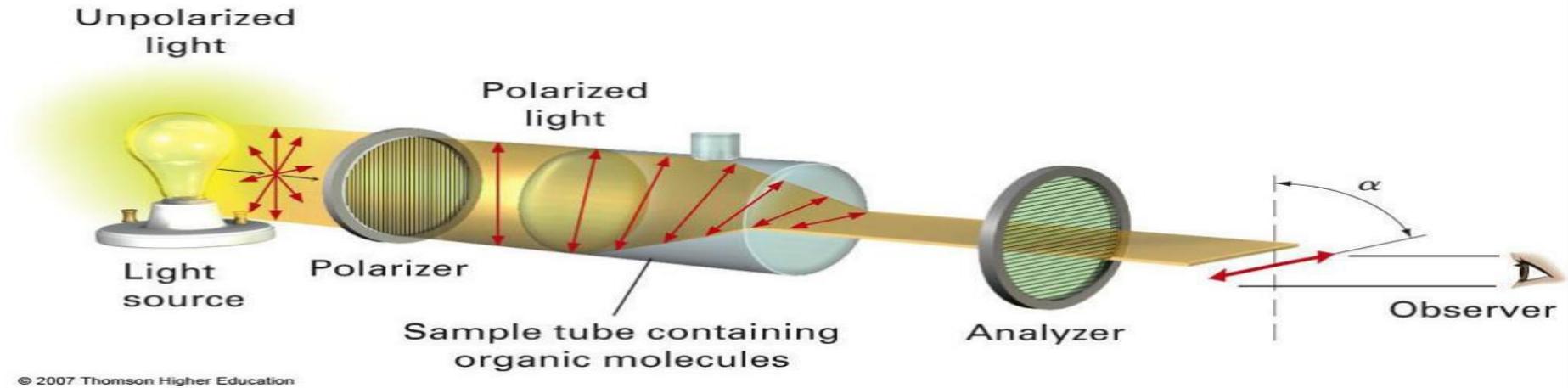


Поляриметр  
круговой



Поляриметр  
цифровой

## Polarimeter (schematic)



24

### Принцип действия поляриметра:

Свет от источника проходит последовательно конденсатор поляризатор, поляриметрическую трубку с испытуемым веществом, поворачивающим плоскость поляризованного луча, анализатор с устройством, фиксирующим значение поворота плоскости поляризованного луча, и попадает в зрительную трубу.

# Общие принципы аналитической оптической спектроскопии

Частица вещества (атом, молекула) может находиться только в определённых энергетических состояниях. Переход частицы из одного состояния в другое сопровождается *испусканием* или *поглощением* кванта света – фотона:

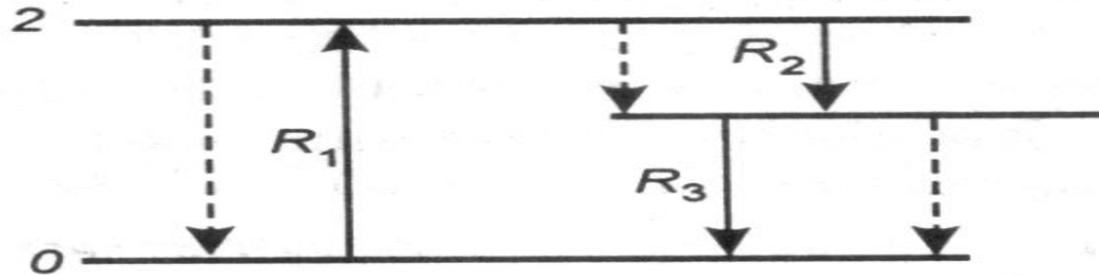
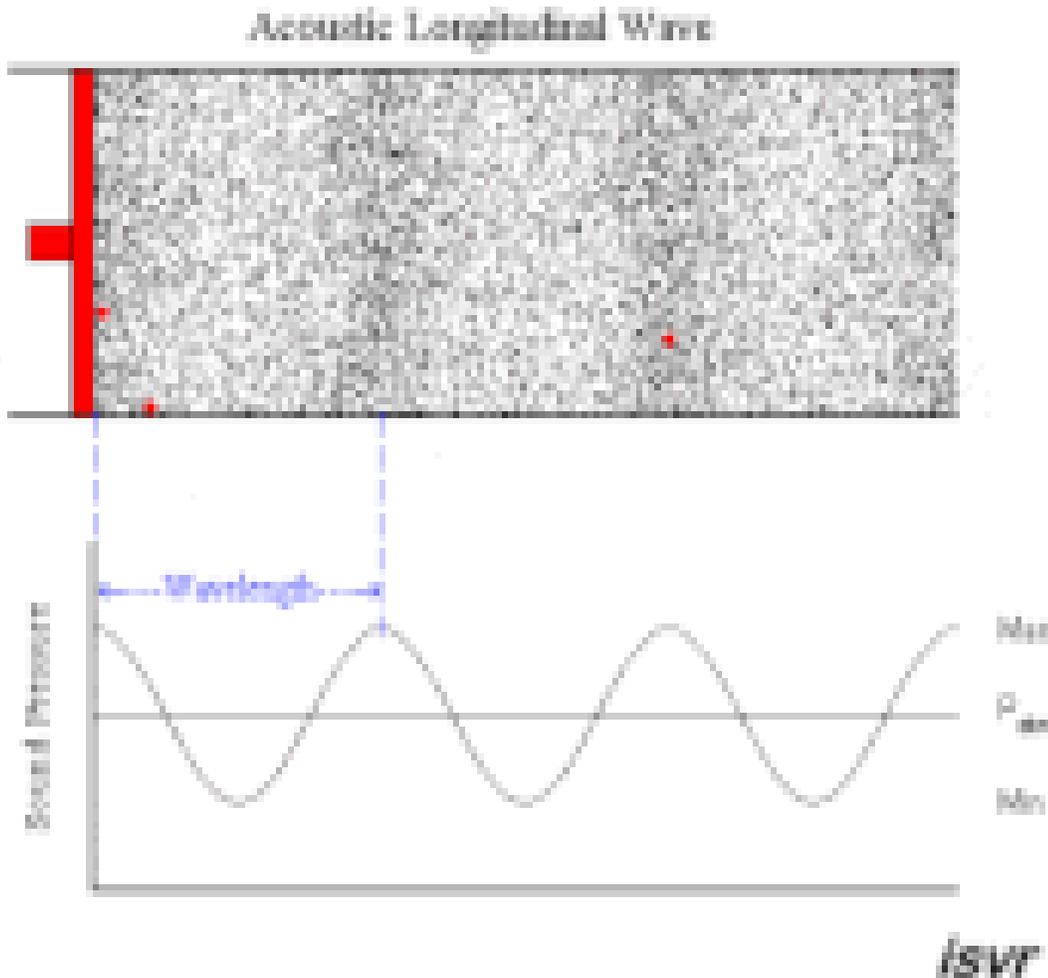


Рис. 32. Энергетические уровни вещества.

- Каждому переходу отвечает *спектральная линия*.
- **Совокупность спектральных линий, принадлежащих данной частице, составляет её спектр**

# Основные характеристики спектральных линий:



- Частота  $\nu$  показывает **число колебаний электрического поля в 1 с**, измеряется в герцах ( $1 \text{ Гц} = 1 \text{ с}^{-1}$ ). Частота определяется источником излучения.
- Длина волны  $\lambda$  показывает **наименьшее расстояние между точками, колеблющимися в одинаковых фазах**. Это линейная величина, в единицах СИ измеряется в метрах (м) и его долях.
- Волновое число  $\nu$  показывает **число волн, приходящихся на 1 см**. Если длина волны выражена в сантиметрах (см), то  $\nu = 1/\lambda$  ( $\text{см}^{-1}$ ).

# Классификация спектров

- В зависимости от типа взаимодействия излучения с веществом различают **спектры испускания** и **спектры поглощения**. Спектры испускания обусловлены переходами, при которых  $E_i$  больше  $E_j$ . энергии исходного и конечного состояний частицы;
- Виды спектров испускания:
  - *эмиссионные спектры* – испускаются термически возбуждёнными частицами;
  - *спектры люминесценции* – испускаются нетермически возбуждёнными частицами (под действием энергии электромагнитного излучения, электрического поля, энергии химической реакции и др.)
- Спектры поглощения (абсорбционные спектры) обусловлены переходами, при которых  $E_i < E_j$ . энергии исходного и конечного состояний частицы;

# Классификация спектров

- В зависимости от природы частиц спектры делят на *атомные (линейчатые)* и *молекулярные (полосатые)*.
- В свою очередь, молекулярные спектры могут быть:
  - вращательными;
  - колебательными;
  - электронными.