



Лекция 7

Оптика



Ростов-на-Дону
2012



Содержание лекции №7

- **Явление полного внутреннего отражения света. Рефрактометрия**
- **Волоконная оптика**
 - **Оптическая система глаза**
- **Микроскопия**
- **Разрешающая способность микроскопа**
- **Поляризация света**
 - **Способы получения поляризованного света**
- **Оптическая активность. Поляриметрия**
 - **Поляризационная микроскопия**
- **Поглощение света**
- **Закон Бугера – Ламберта – Бера**

Оптика – наука о зрительном восприятии.

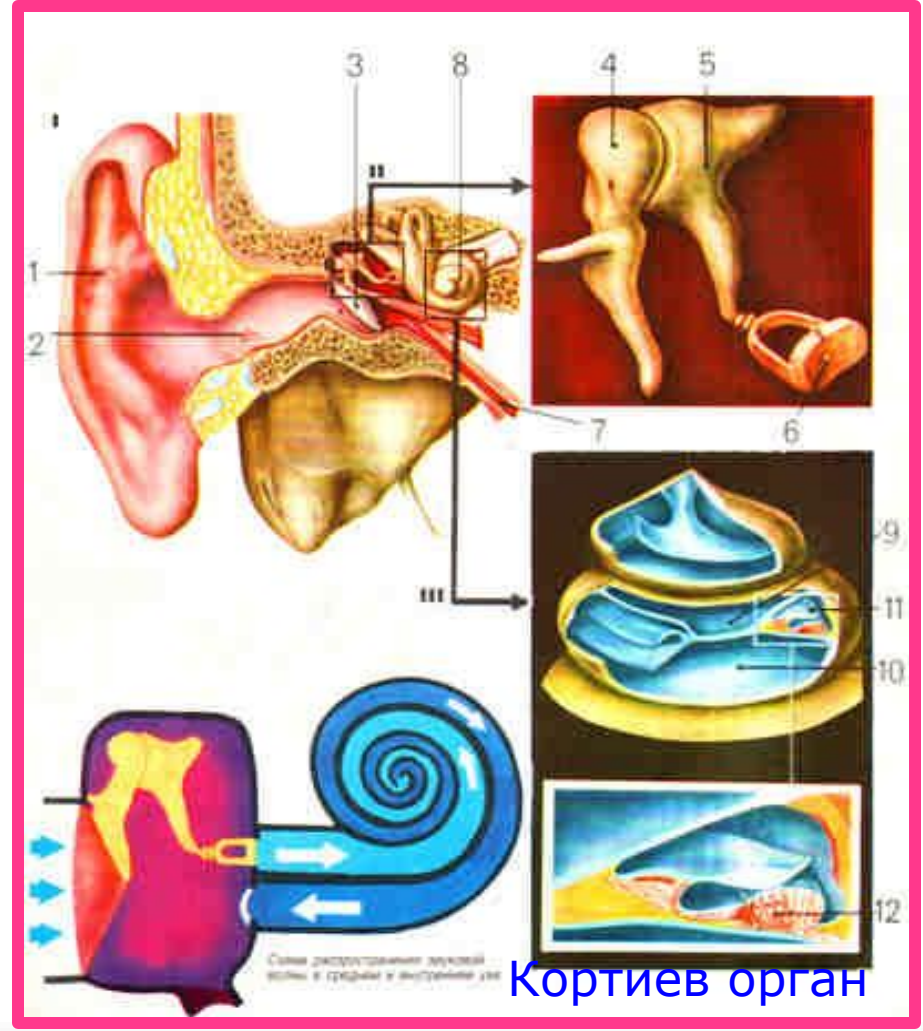
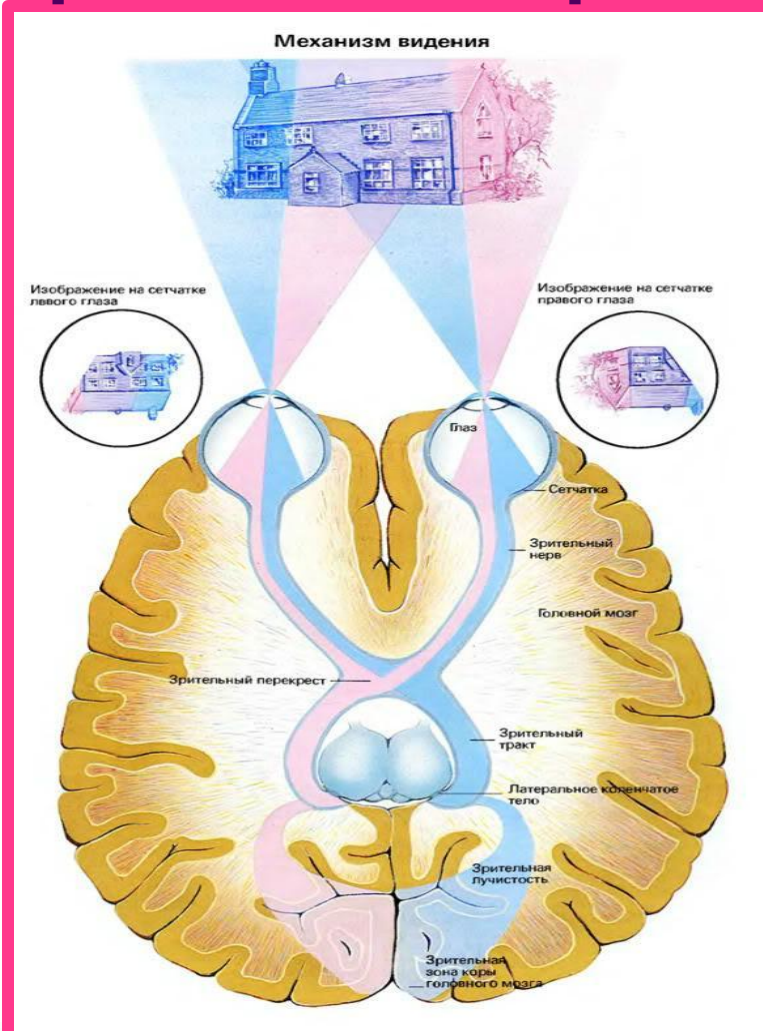
Свет играет значительную роль в возбуждении, поддержании и регулировании биологических процессов.

Без **оптических инструментов** ни одна наука не смогла бы достичь современного уровня своего развития.



С помощью света мы получаем жизненно важную информацию об окружающей среде.

Зрительный нерв в 100 раз толще слухового.



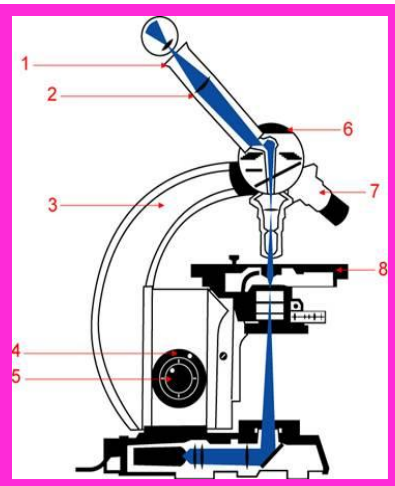
Оптика

Геометрическая

Волоконная

Глаз

Микроскоп



Волновая

Интерференция

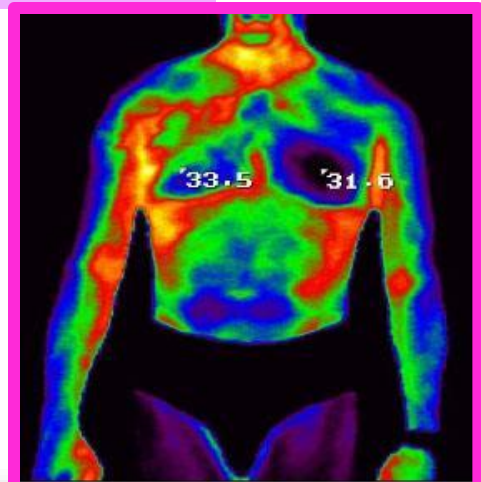
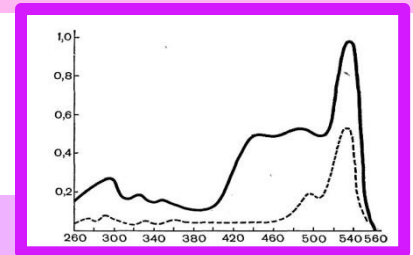
Дифракция

Поляризация



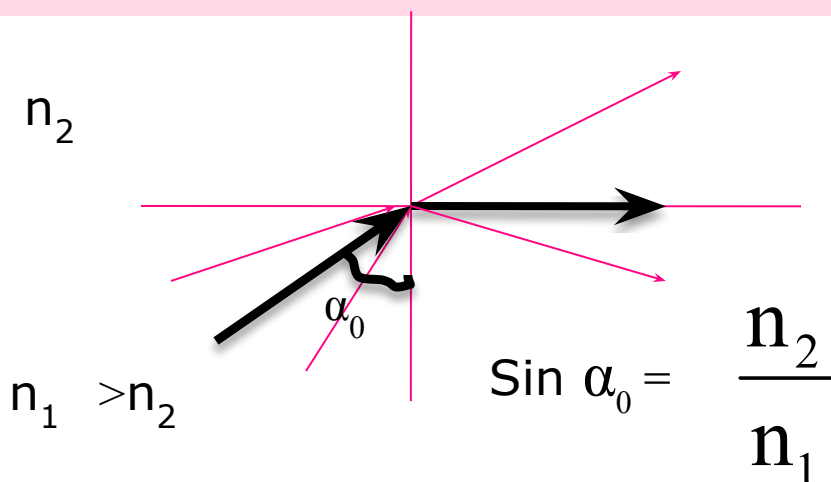
Взаимодействие света с веществом

Тепловое излучение



• Явление полного внутреннего отражения света

Полное отражение – это явление, при котором луч света, идет из оптически **более** плотной среды в среду оптически менее плотную, не выходит во вторую среду, а начинает **скользить** по границе раздела двух сред.



Показатель преломления n представляет собой отношение скоростей света в граничащих средах.

α_0 - предельный угол полного отражения

• Рефрактометрия

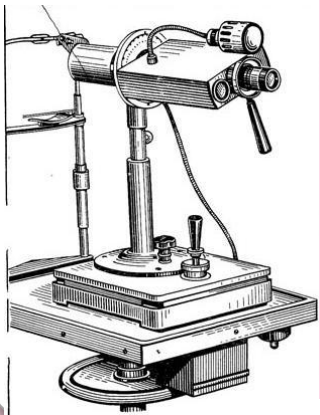
Рефрактометрия (от лат. Refractus – преломленный и греч. Metreo – измеряю) -

это метод исследования веществ, основанный на **определении показателя преломления.**

Применяется для идентификации химических соединений, количественного анализа.



Рефрактометрия глаза – исследование оптических свойств глаза человека с целью выявить миопию, гиперметропию и астигматизм.



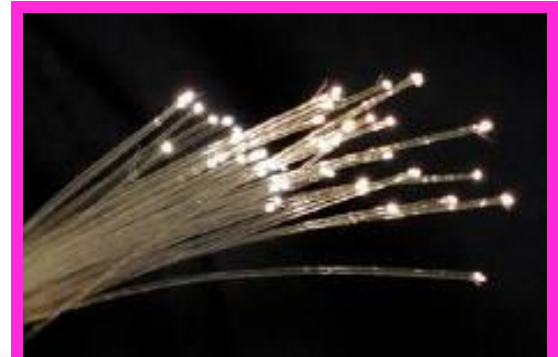
•Волоконная оптика

1950 г

Волоконная оптика – это раздел оптики, изучающий передачу **света** и **изображения** по световодам.

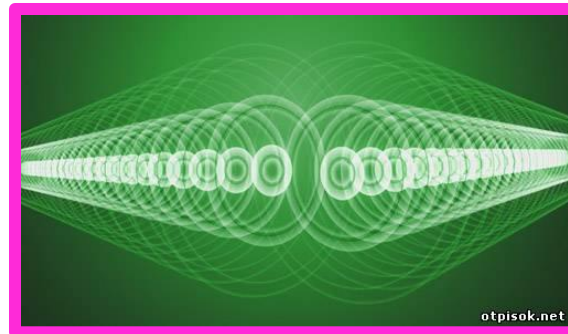
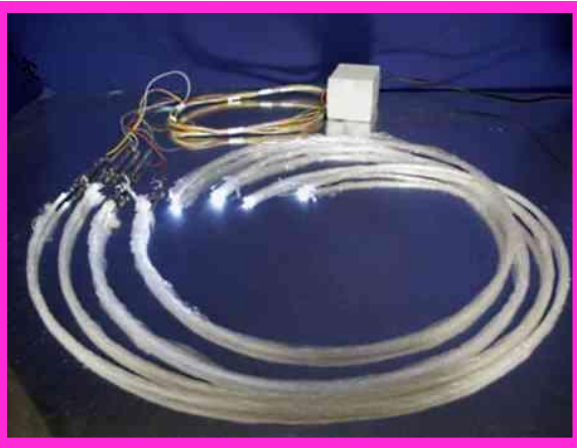
Происходит **передача информации** их одной точки пространства в другую.

Волоконная оптика основана на явлении полного внутреннего отражения



Световод = волоконно-оптический кабель – это тонкая нить из оптически прозрачного материала. Он позволяет передавать **световую** энергию по **криволинейным** траекториям.

Имеет два концентрических слоя – **ядро** и оптическая **оболочка**.



$$n_{\text{об}} < n_{\text{ядра}} \quad \text{На 1\%}$$



Свет, попадая внутрь волокна многократно отражается и распространяется вдоль волокна. **Полное отражение.**

На **30 см** – **4000** отражений

Характеристика:
информационная
полоса пропускания.

например:

λ лазера CO_2 2-11 мкм

Использование в медицине

Для решения **двух** задач:

1. Для **передачи света**

Для дистанционного освещения **ХОЛОДНЫМ** светом внутренних полостей. Используются световоды с нерегулярной укладкой стекловолокон.



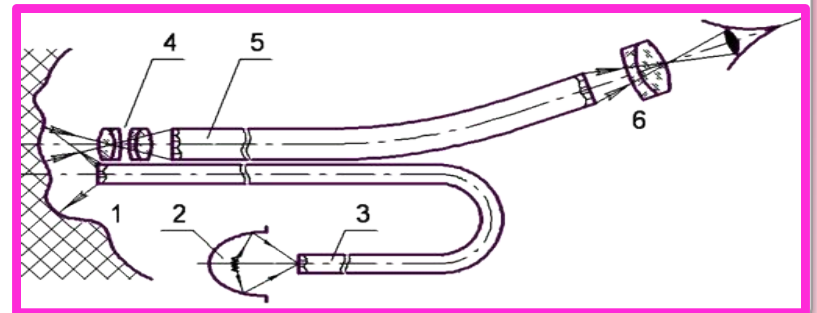
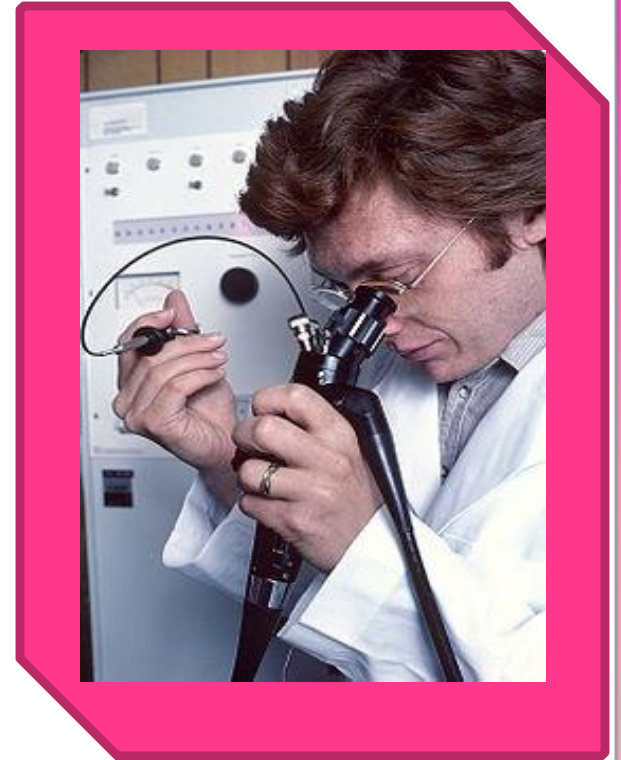
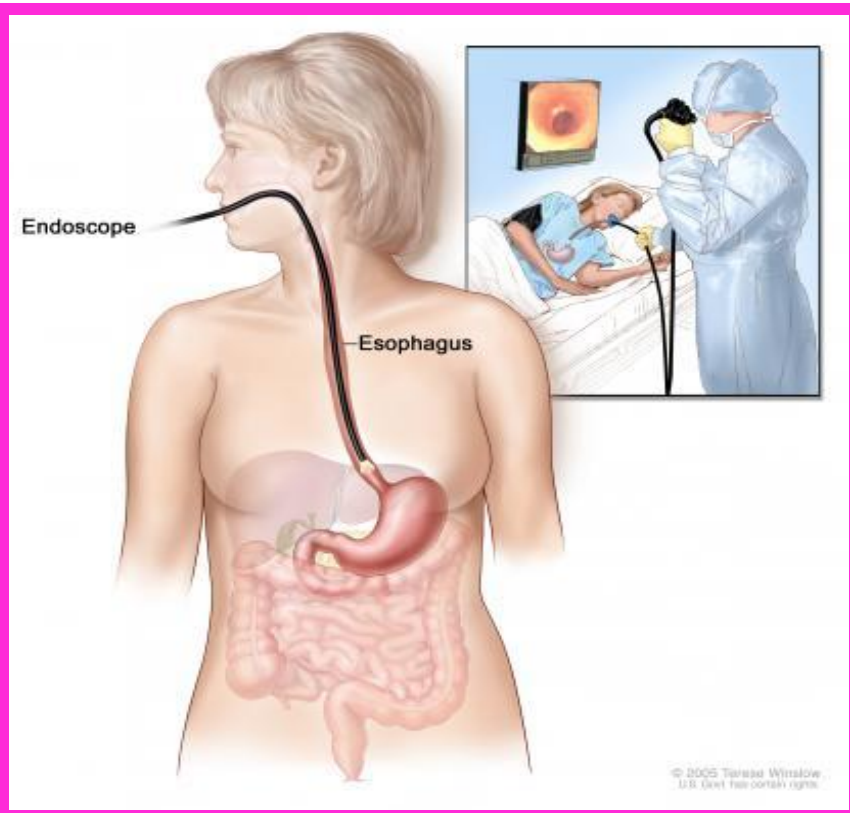
2. **Передача изображения** органа или пораженного участка на внешнюю телекамеру. Используются световоды с регулярной укладкой стекловолокон.



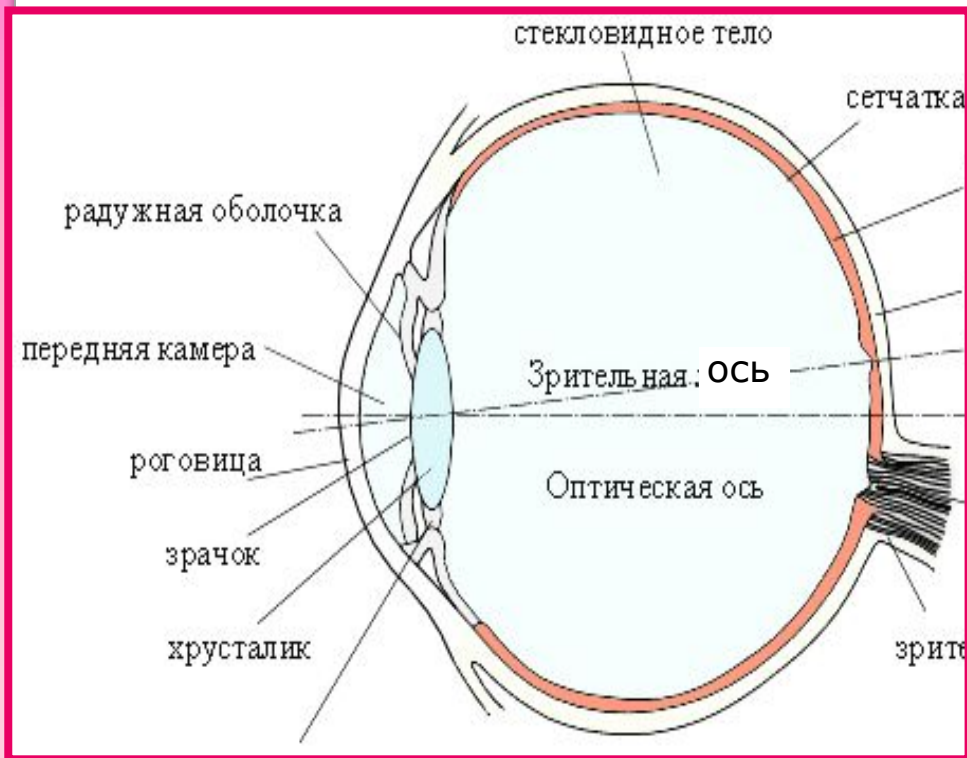
Эндоскоп с волоконной оптикой

Эндоскоп – прибор для осмотра внутренних полостей (Желудок, мочевой пузырь)

Используют световод с **регулярной** укладкой волокон



Оптическая система глаза



Оптическая система глаза представляет собой неточно центрированную систему линз, которая отбрасывает перевернутое сильно уменьшенное изображение окружающего мира на сетчатку.

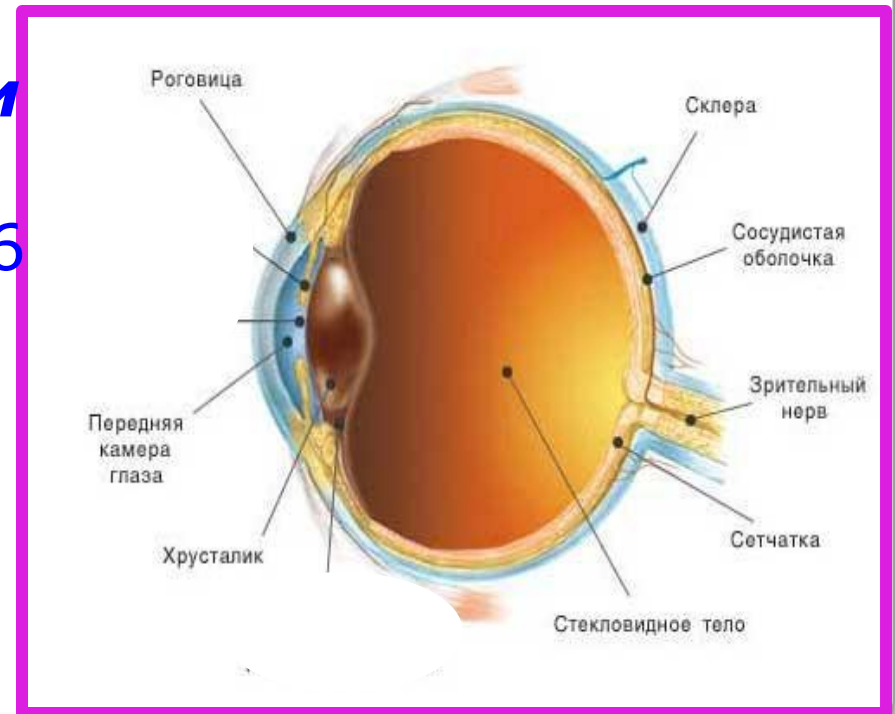
Оптическая система глаза состоит из:

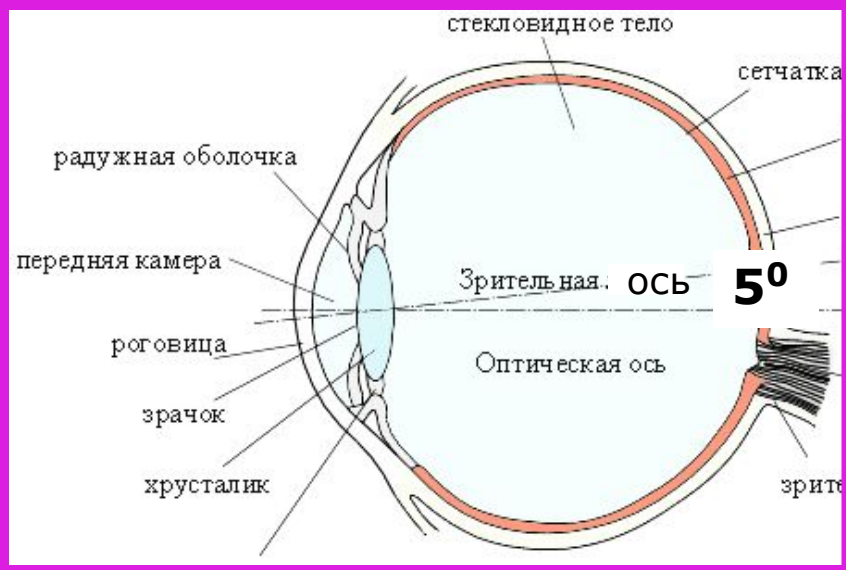
1. **Роговица** $D = 42 - 43$ дптр; $n = 1,38$
2. **Жидкость передней камеры глаза** $D = 2-4$ дптр;
 $n = 1,336$
3. **Хрусталик** $D = 19 - 33$ дптр; $n = 1,41$
4. **Стекловидное тело и задняя камера глаза**
 $D = - (5-6)$ дптр; $n = 1,336$

$$D_{\text{глаза}} = 60 \text{ дптр}$$

ВОПРОС:

Какая часть преломляет сильнее?





Главная оптическая ось глаза – это прямая, проходящая через геометрические центры **роговицы, хрусталика и зрачка-диафрагмы**.

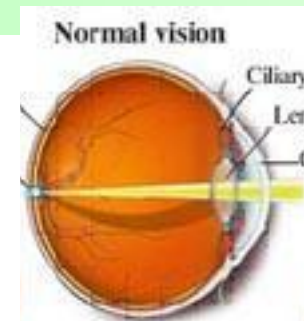
Зрительная ось глаза – это прямая, проходящая через **центр хрусталика и желтого пятна сетчатки**.

В направлении **зрительной** оси глаз имеет **наилучшую разрешающую способность**.

Аккомодация. Расстояние наилучшего зрения. Ближняя точка глаза

Аккомодация – это приспособление глаза к **отчетливому** видению предметов, находящихся на **разных** расстояниях от него.

Когда предмет в ∞ , то его **изображение на сетчатке**, **хрусталик** аккомодирован на ∞ , его оптическая сила **$D \rightarrow \min$** .



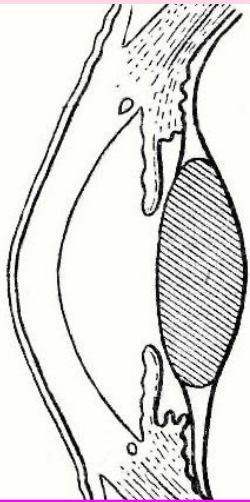
Если предмет приближается к глазу $\Rightarrow D \uparrow$, то увеличивается кривизна хрусталика. Но до **25 см** аккомодация совершается без напряжения.

$S = 25 \text{ см} = a_0$ – расстояние наилучшего зрения.

Если потом приближать предмет, хрусталик **утолщается**. Расстояние **8,4 см** – это ближняя точка глаза.



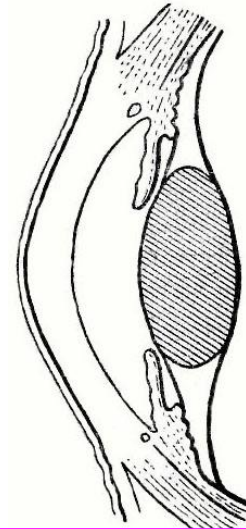
Фокусировка на **даль**
(звезду)



$D_{\text{глаза}} \approx 60 \text{ дптр}$



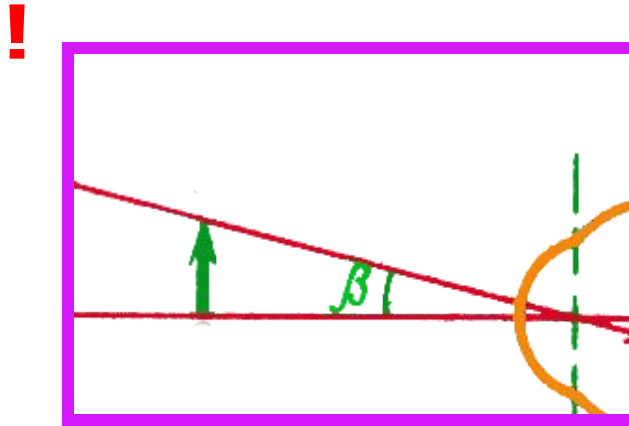
Фокусировка на очень **близко**
расположенные предметы



$D_{\text{напряж. глаза}} \approx 70 \text{ дптр}$

Угол зрения

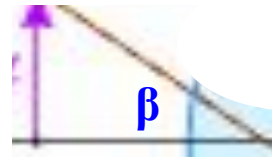
Угол зрения β - это угол, образованный лучами, соединяющими **оптический центр глаза** с **крайними точками** рассматриваемого предмета.



Острота зрения = Разрешающая способность

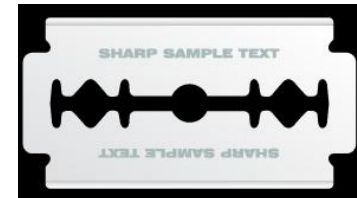
Это величина, **обратная наименьшему углу зрения**, под которым глаз видит отдельно две крайние точки предмета.

$$\beta_{min} \approx 1'$$



Это соответствует расстоянию между точками **70 мкм**, если они находятся на расстоянии наилучшего зрения.

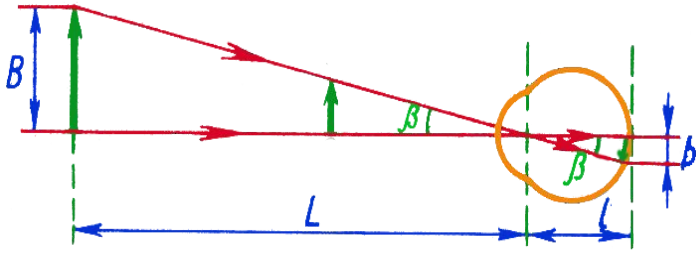
ВОПРОС: С чем можно сравнить?



Размер изображения на сетчатке (b) в этом случае

$b = 5 \text{ мкм}$

Это среднее расстояние между двумя засвеченными колбочками, но между ними должна быть одна незасвеченная.



$$\frac{B}{L} = \frac{b}{l} \quad b = \frac{B \cdot l}{L}$$

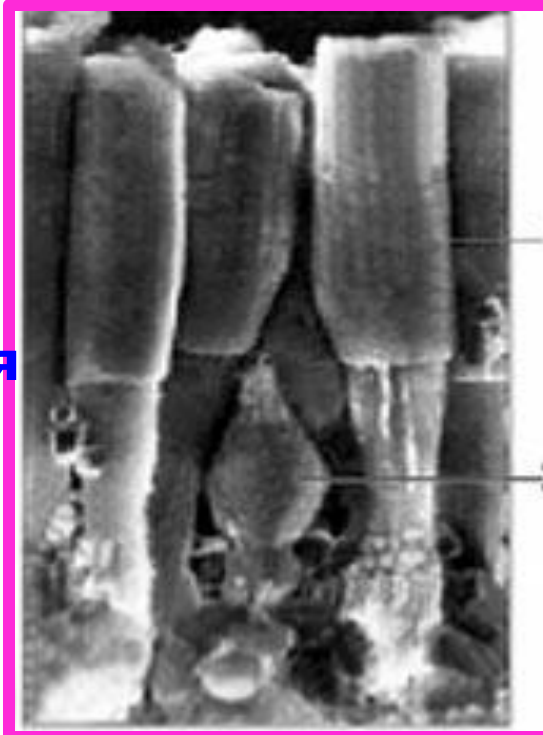


«Сетчатка – это часть мозга, помещенная в глаза»



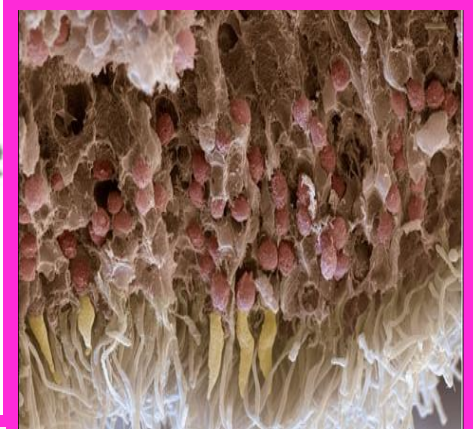
1906

Сантьяго **Рамон – и-Кахаль** 1852 – 1934
Испанский гистолог.
Настоящий гений.



Электронная фотография фоторецепторов

1 – палочки бел.
2- колбочки желт
Зрит. нерв –красн.



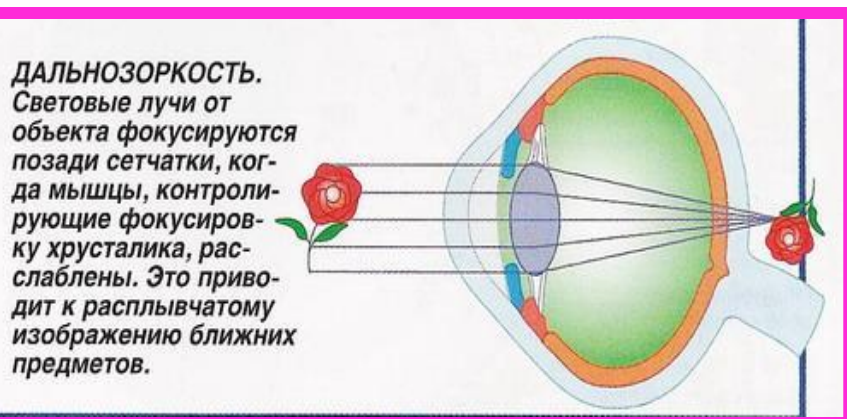
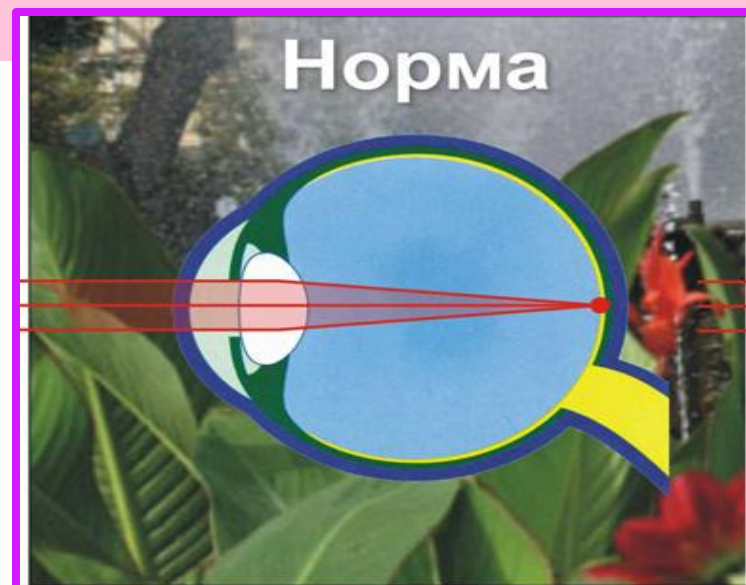
Недостатки оптической системы глаза и способы их компенсации

Здоровый глаз (**эмметропический**) – изображение фокусируется **на сетчатке**.

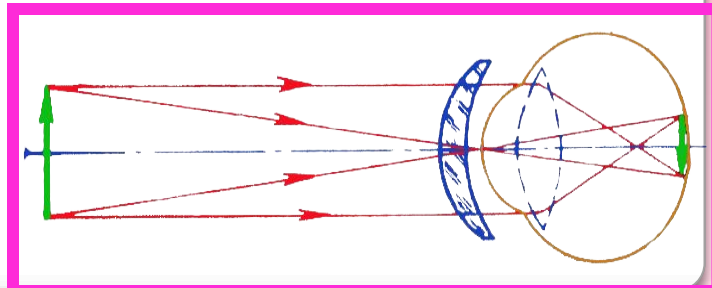


• Дальнозоркость (**гиперметропия**) **Гипер + мера**
(греч)

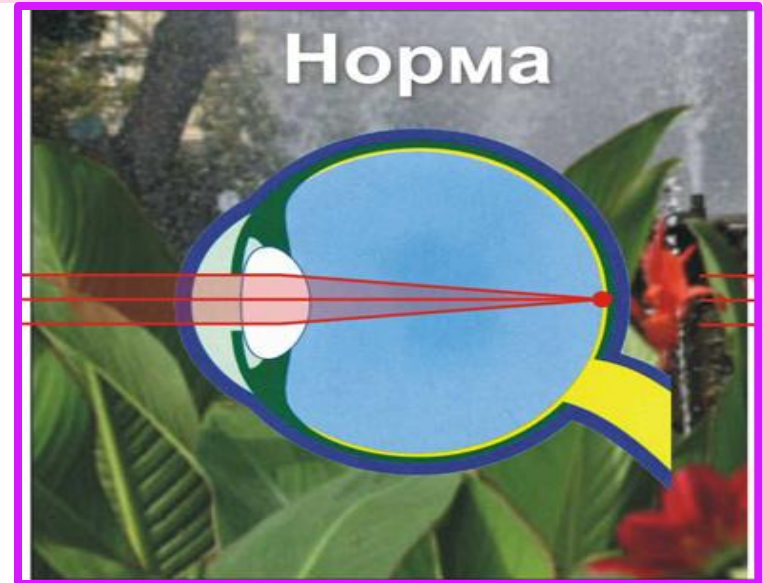
- изображение фокусируется за сетчаткой



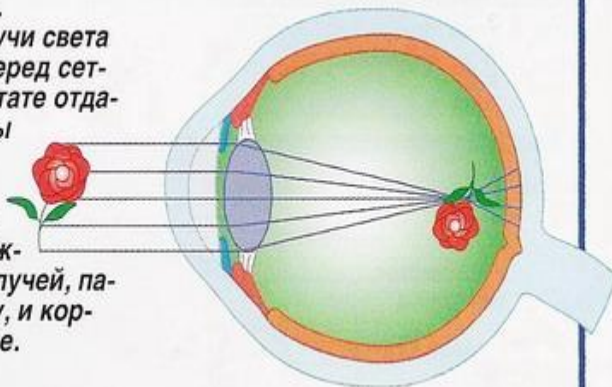
Коррекция с помощью собирающей линзы



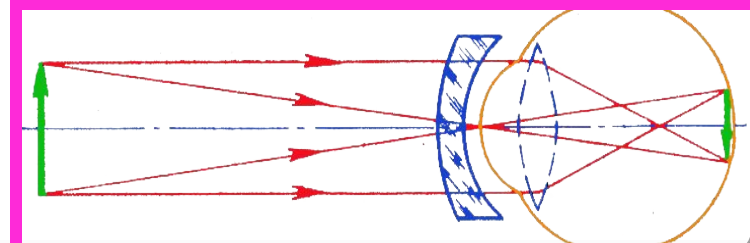
- **Близорукость** (**миопия**) - изображение фокусируется **перед сетчаткой**



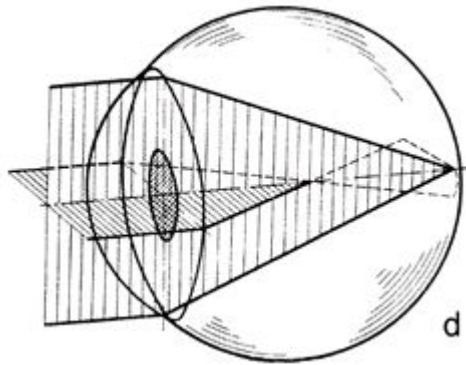
БЛИЗОРУКОСТЬ.
Параллельные лучи света фокусируются перед сетчаткой. В результате отдаленные предметы кажутся расплывчатыми. Вогнутые линзы вызывают расхождение световых лучей, падающих на линзу, и корректируют зрение.



Коррекция с помощью **рассеивающей** линзы



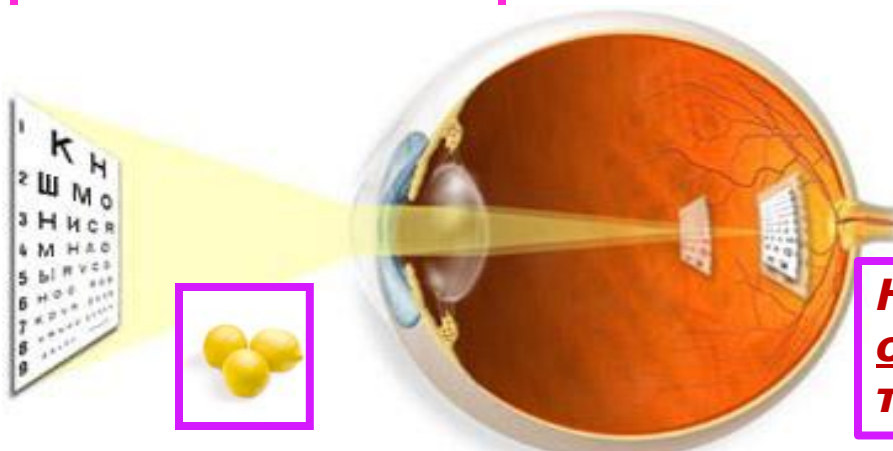
Астигматизм, обусловленный несферической формой **роговицы** или **хрусталика**.



мяч для регби

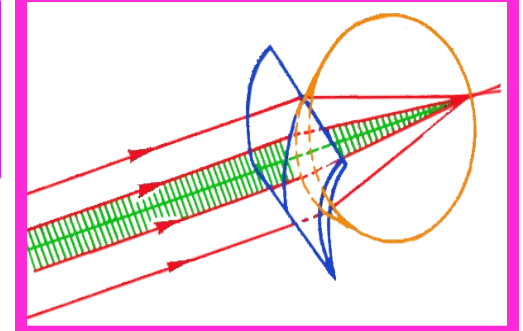


Неспособность глаза одинаково резко видеть **взаимно перпендикулярные** линии.



Напрочь отсутствуют точки.

stigma –точка (греч.) и частица-**отрицание а**



Коррекция с помощью **цилиндрической** линзы

Микроскопия

Микроскопия – это методы наблюдения в микроскоп объектов, неразличимых глазом человека.



Левенгук
1632-1723
Торговец
мануфактурой

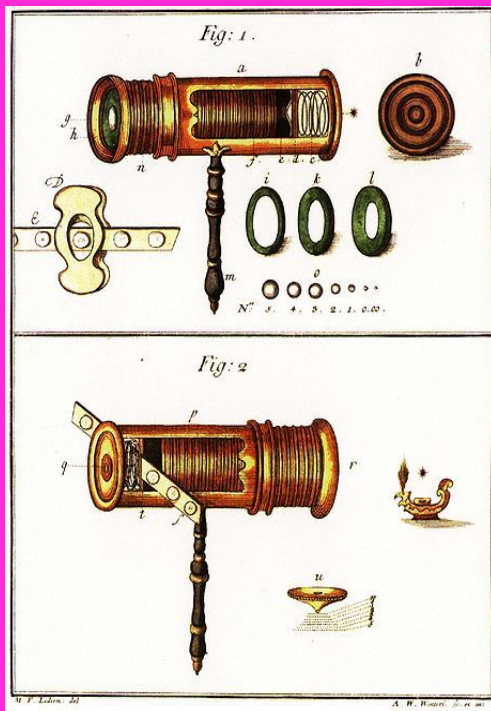


Дельфт, Нидерланды

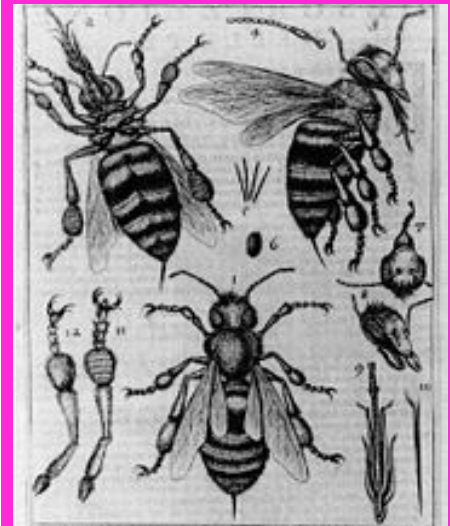


История микроскопа

Первый микроскоп был создан в **1595** году **Захариусом Йансеном**. Захариусу тогда было всего **14 лет(!)**. Он смонтировал две выпуклые линзы внутри одной трубки, заложив основы для создания сложных микроскопов. Фокусировка достигалась за счет выдвижного тубуса. Увеличение микроскопа составляло от 3 до 10 крат. **И это был настоящий прорыв в области микроскопии! Каждый свой следующий микроскоп он значительно совершенствовал**



Термин «**микроскоп**» был предложен в **1625** г. И. Фабером членом Римской «**Академии зорких**»



Старинные рисунки, выполненные с помощью микроскопа: пчёлы, 1630

Устройство микроскопа

Микроскоп – (греч. *mikros* - малый и *skopeo* - смотрю), оптический прибор для получения **сильно** увеличенных изображений мелких объектов и их деталей, **не видимых невооруженным глазом.**

Микроскоп – это центрированная оптическая система.



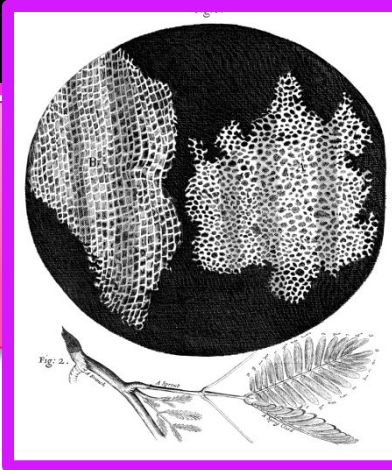
Современный
оптический
бинокляр *Nikon*
Stereo microscope



ГУК Роберт
1635 – 1703
Английский
естествоиспытатель

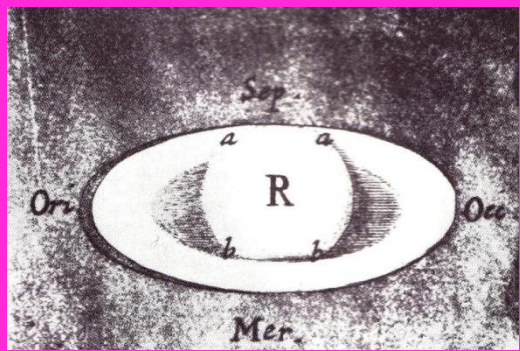
Разносторонний ученый и изобретатель.

- $F=kx$. Закон Гука
- Установил постоянные точки термометра
- Предвосхитил закон всемирного тяготения
- Усовершенствовал **микроскоп**, телескоп
- **ВВЕЛ ТЕРМИН «КЛЕТКА»**
- Впервые показал клеточное строение пробки
- Интерференция в тонких пленках
- **Архитектор** нескольких зданий Лондона



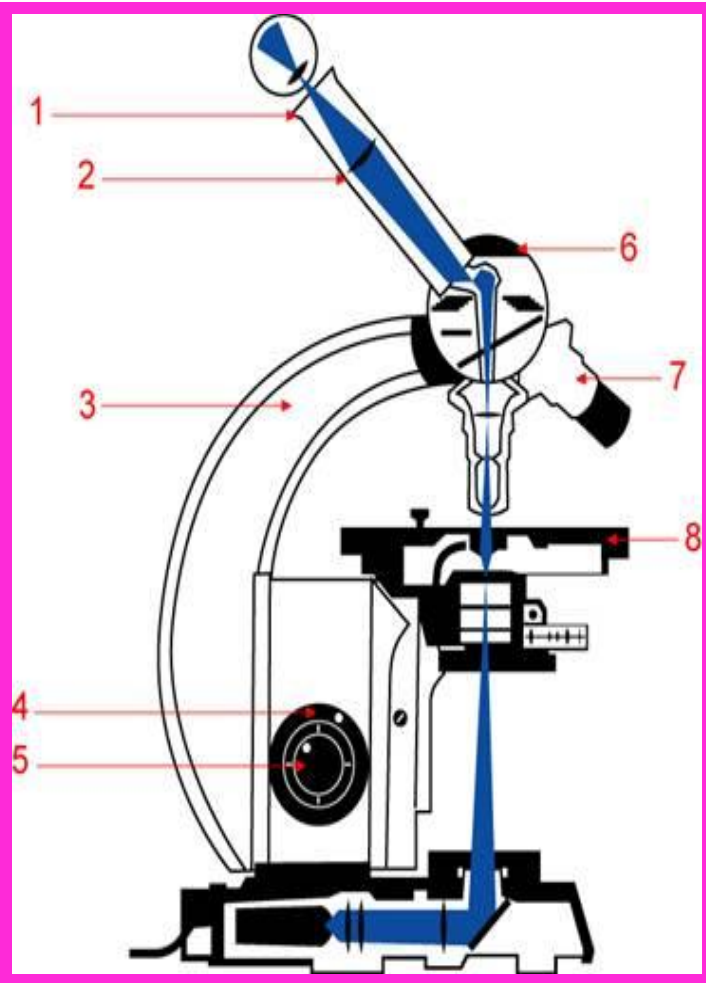
Срез
пробков
ой ткани
Рис. Гука
из книги
«**Микрог**
рафия»
1660 г

Кольца Сатурна,
зарисованные
Гуком



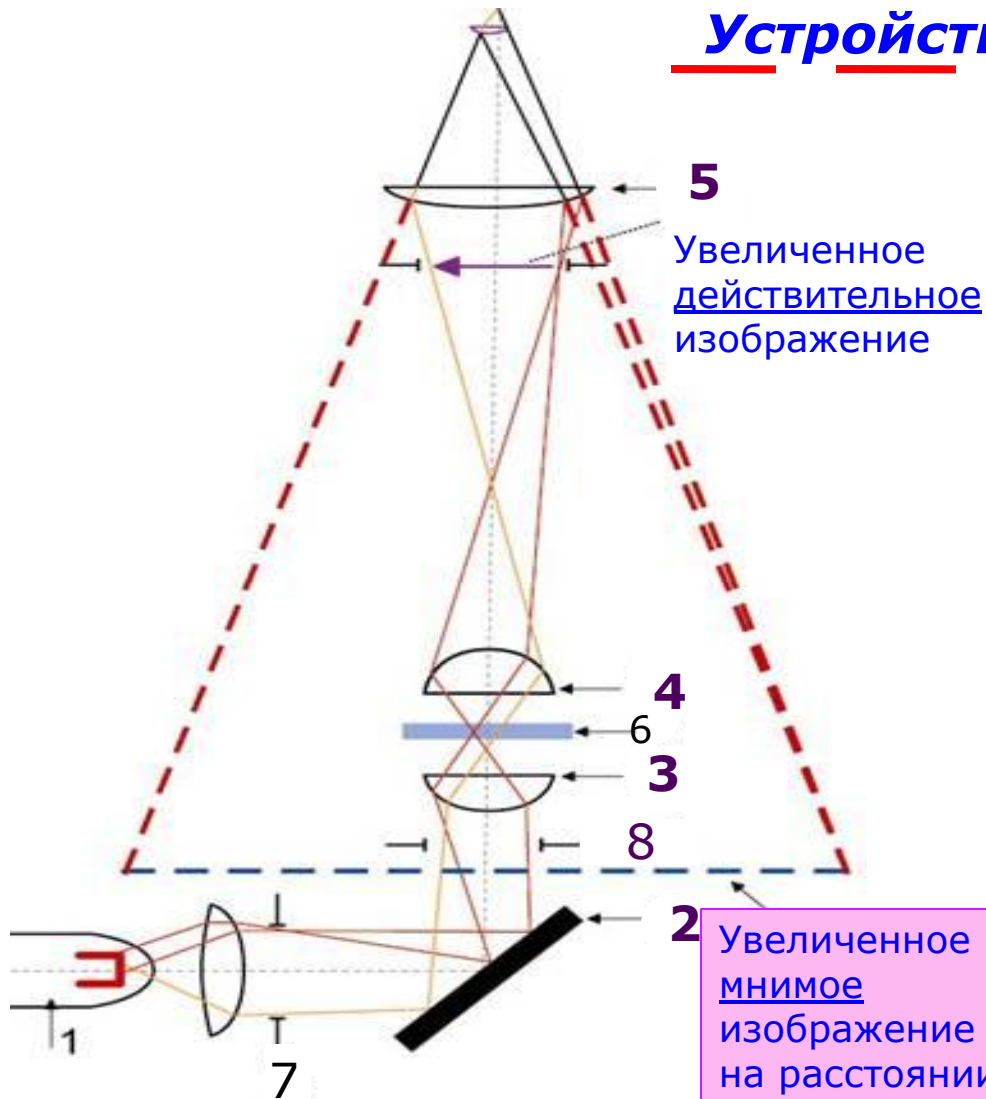
Усовершенствованный
микроскоп Гука

Внешний вид микроскопа



1. Окуляр
2. Тубус
3. Держатель
4. Винт грубой фокусировки (макрвинт)
5. Винт точной фокусировки (микровинт)
6. Революционная головка
7. Объектив
8. Предметный столик

Устройство микроскопа



Увеличенное
действительное
изображение

Увеличенное
мнимое
изображение
на расстоянии
наилучшего
зрения 25 см,
наблюдаемое
в окуляре.

1-осветитель

2- зеркало

**3 - конденсор
*формирует пучок***

4 - объектив

5 - окуляр

**6 -Предметный
столик**

**7 Полевая
диафрагма**

**8 Апертурная
диафрагма** служит
для **ограничения**
светового пучка и
уменьшения
рассеяния.

Характеристики микроскопа

Увеличение

$$\Gamma = \frac{\Delta \cdot S}{f_1 \cdot f_2}$$

**Разрешающая
способность**

$$R = \frac{1}{Z}$$

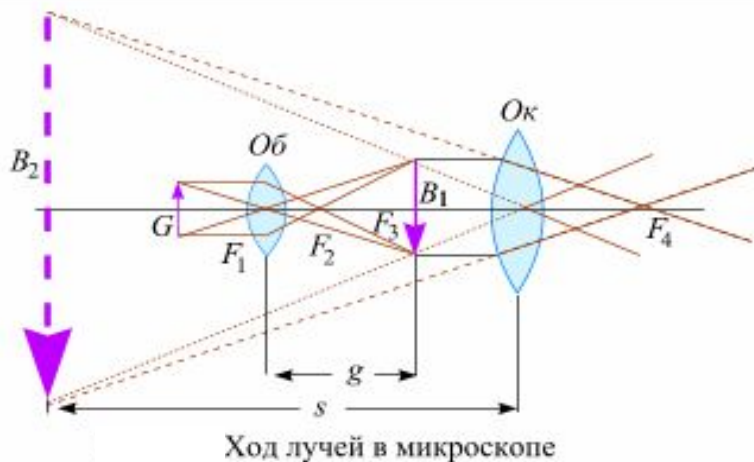
Контраст

**Метод
темного
поля**

**Метод
фазово
го
контрас
та**

Микроскопы:

**Интерференционный
Поляризационный
Люминесцентный**



Формула для увеличения

$$\Gamma = \Gamma_{об} \cdot \Gamma_{ок}$$

$$\Gamma = \frac{\Delta \cdot S}{f_1 \cdot f_2}$$

- f_1 - фокусное расстояние объектива
- f_2 - фокусное расстояние окуляра
- S - расстояние наилучшего зрения 25 см
- Δ - оптическая длина тубуса (расстояние между передним фокусом O_k и задним фокусом O_b)

$$\Gamma = \frac{\Delta \cdot S}{f_1 \cdot f_2}$$

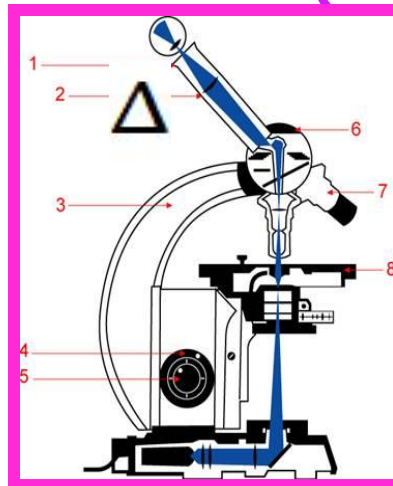
Γ до **1500**

Характеристика
не важная

$$f_1 = 1 \text{ мм}$$

$\Gamma_{ок}$ до 15

$\Gamma_{об}$ до 100



Разрешающая способность

микроскопа

*Важная
характеристика*

Разрешающая способность R – это способность микроскопа давать **раздельное** изображение мелких деталей рассматриваемого предмета.

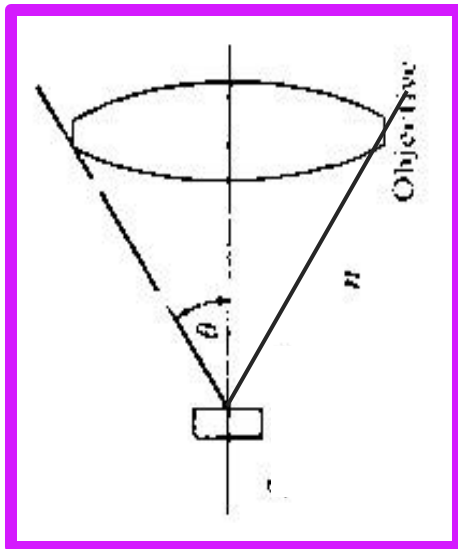
$$R = \frac{1}{Z}$$

R - величина, ***обратная пределу разрешения***

Предел разрешения Z - это **наименьшее** расстояние, на котором два соседних элемента структуры еще могут быть видимы раздельно.

Значение апертурного угла

Апертурный угол = угловая апертура объектива – это угол **U** между крайними лучами конического светового пучка, выходящего из точки предмета и попадающего в объектив. **или**



Апертурный угол – это угол светового конуса, **стягиваемого** линзой объектива.

$$u_{\text{теор}} = 180^\circ \quad u_{\text{практ}} = 140^\circ$$

Поэтому

$$\frac{u}{2} = 70^\circ$$

Это апертурный угол

$$A = n \cdot \sin (u/2)$$

Числовая апертура объектива

Предел разрешения микроскопа

$$Z = \frac{0,5\lambda}{A}$$

$$Z \approx 0,5 \lambda_{\text{зел}}$$

$$\lambda_{\text{зелен}} = 555 \text{ нм}$$

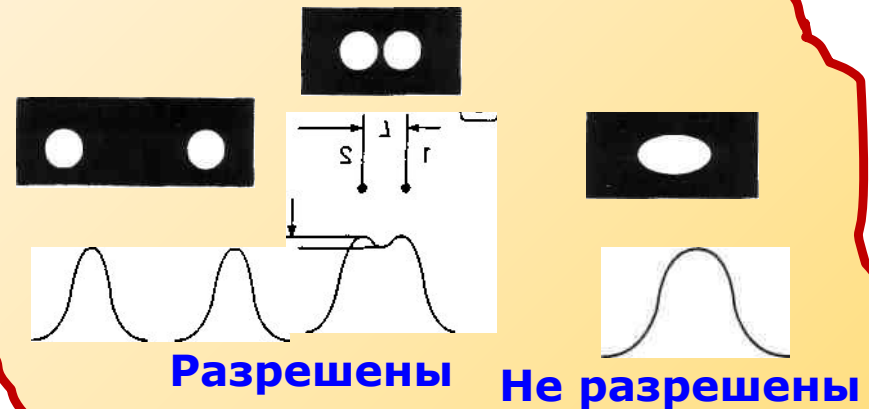
$$Z = \frac{\lambda}{2n \sin(u/2)}$$

Чем ↓ Z, тем R ↑

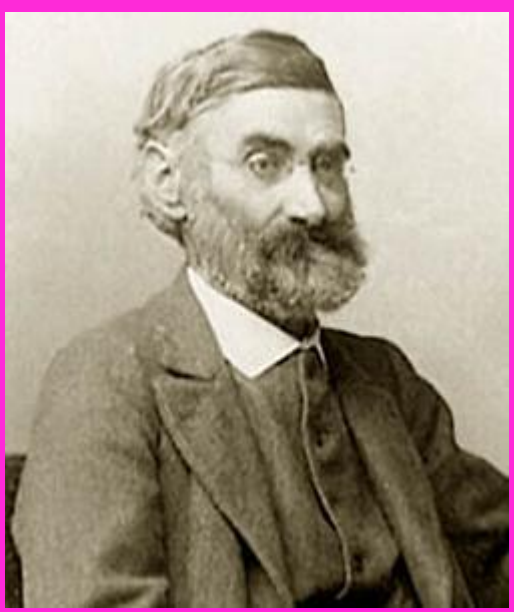
$$Z_{\text{ОПТ}} \approx 275 \text{ нм}$$

Разрешающая способность микроскопа, т.е. возможность различать мелкие детали ограничена дифракцией света в структуре изучаемого объекта.

Критерий Рэля

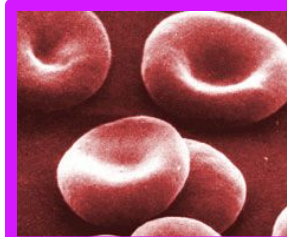
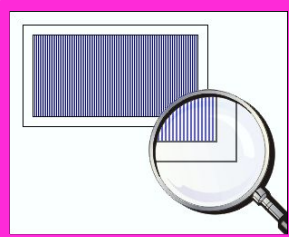


Вследствие дифракции изображение малой светящейся **точки**, даваемое объективом, имеет вид не точки, а круглого **светлого диска**, окруженного **темными** и **светлыми** кольцами.



Эрнст Аббе, 1887г.
Директор
Цейсовской фирмы

Аббе использовал в качестве объекта модель: **дифракционную решетку**, поскольку препарат, **например, эритроциты**, трудно описать математически.

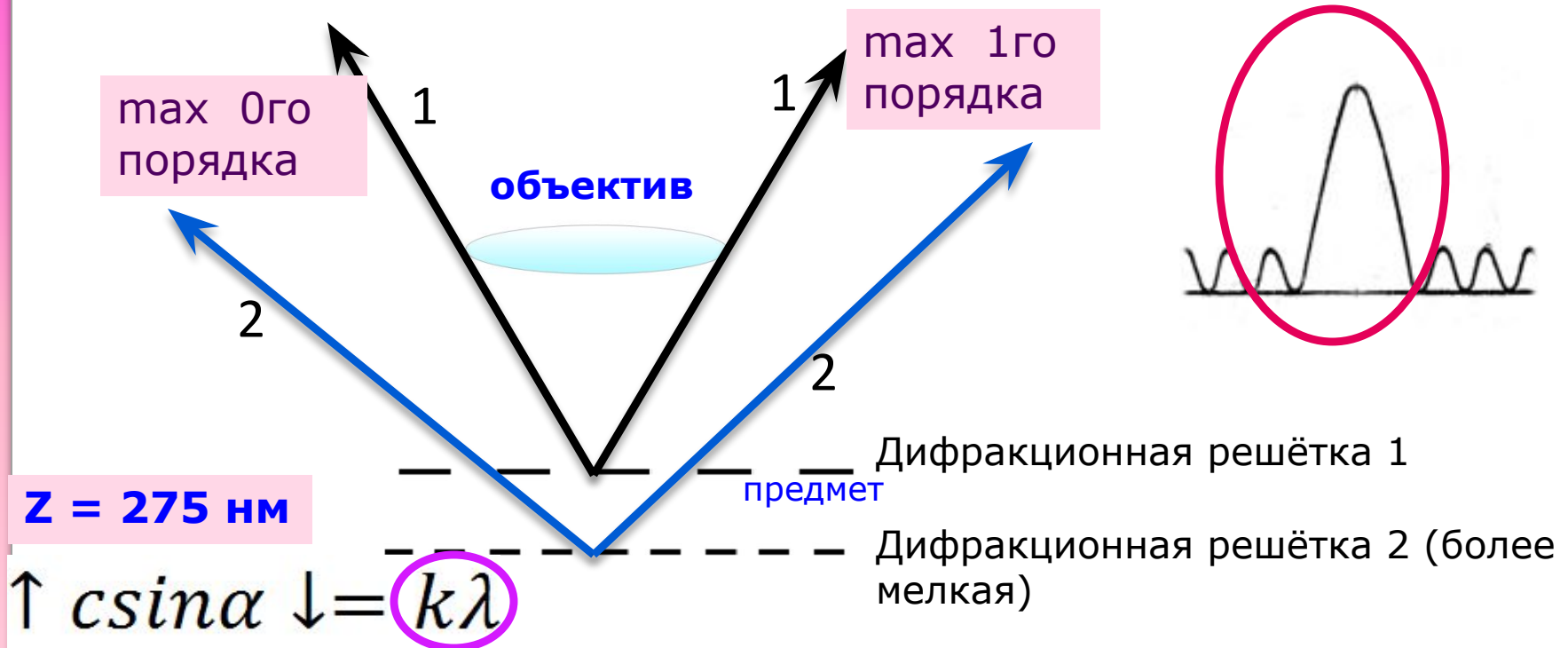


Фирма Цейса. Йена, 1910



1978 г.

Аbbe установил, что **изображение** получается, если **в объектив попадают максимум нулевого порядка и один из максимумов I порядка**



Если спектры(2) **не попадают** в объектив, то линии нельзя видеть в отдельности. Они перекрываются. Объект **кажется равномерно освещенным, лишенным всякой структуры, однородным.**

Полезное увеличение

Полезное увеличение – это увеличение, при котором глаз ! различает все элементы структуры объекта, разрешаемые микроскопом.

$$\Gamma_{\text{пол}} = \frac{Z_{\text{гл}}}{Z}$$

$Z_{\text{гл}}$ – предел разрешения глаза

Z – предел разрешения микроскопа.

$$500 \text{ А} \leq \Gamma \leq 1000 \text{ А}$$

Если размеры предмета равны пределу разрешения микроскопа, а размеры его изображения – пределу разрешения глаза, и если это изображение расположено на расстоянии наилучшего зрения от глаза, то увеличение называют полезным.

Иммерсионные системы



Иммерсия - лат. погружение

Иммерсионная система – это оптическая система, в которой пространство между предметом и объективом **заполнено иммерсионной жидкостью**.



$$n_{\text{им}} \approx n_{\text{стекла}}$$

$$A = n \cdot \sin(u/2)$$

Кедровое масло ($n = 1,515$)
Глицерин ($n = 1,434$)
Вазелиновое масло ($n = 1,503$)

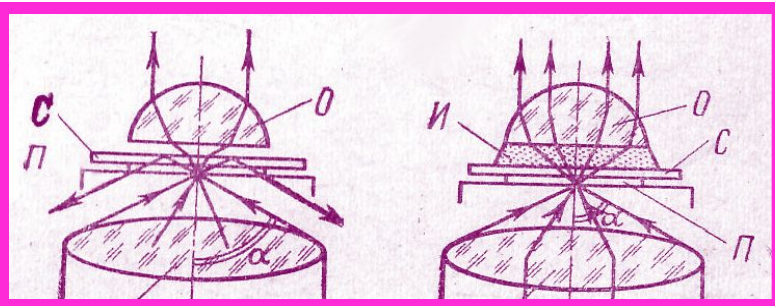
Апертура объектива $A = 1,3$
против $0,9$ у сухого.

R

Можно исследовать объекты, находящиеся на **разной** глубине

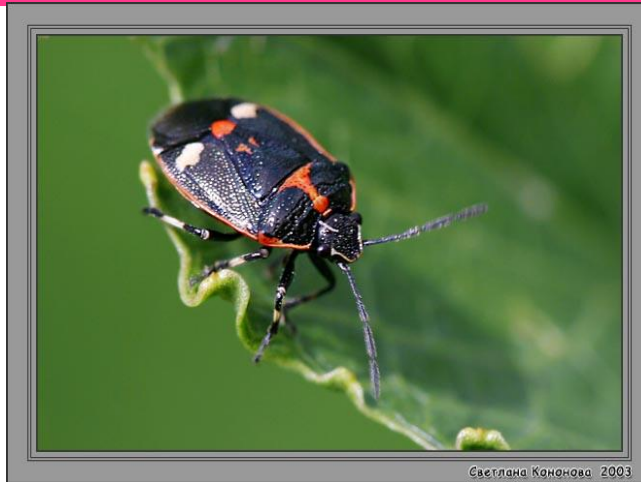
Рассеяние света

Контрастность изображения



Поляризация света

Это способность электромагнитных волн ограничивать волновое движение лишь одной плоскостью.

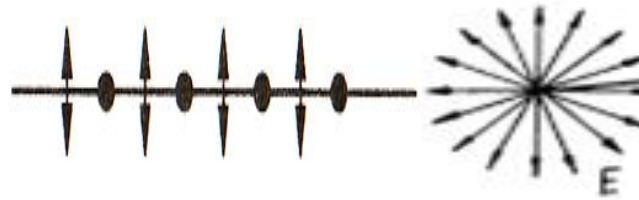
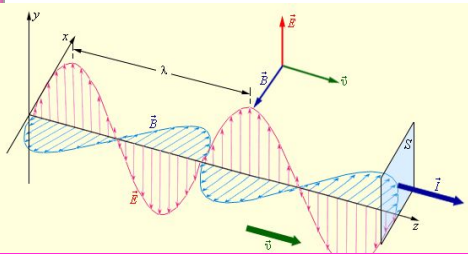


ВОПРОС:

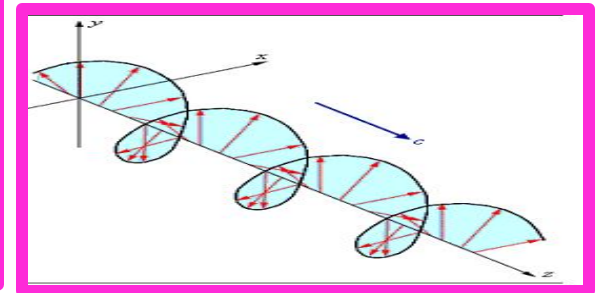
Кто чувствует поляризованный свет?

Свет естественный и поляризованный

Свет естественный – это э/м волна, в которой векторы \vec{E} напряженности электрического поля лежат в различных плоскостях.



Свет поляризованный – это э/м волна, в которой электрический вектор лежит в определенной фиксированной плоскости.



Плоскость поляризации – это плоскость, в которой колеблется электрический вектор.

Поляризатор – это устройство, позволяющее получить **поляризованный** свет из **естественного**, причем он пропускает колебания параллельные главной плоскости.

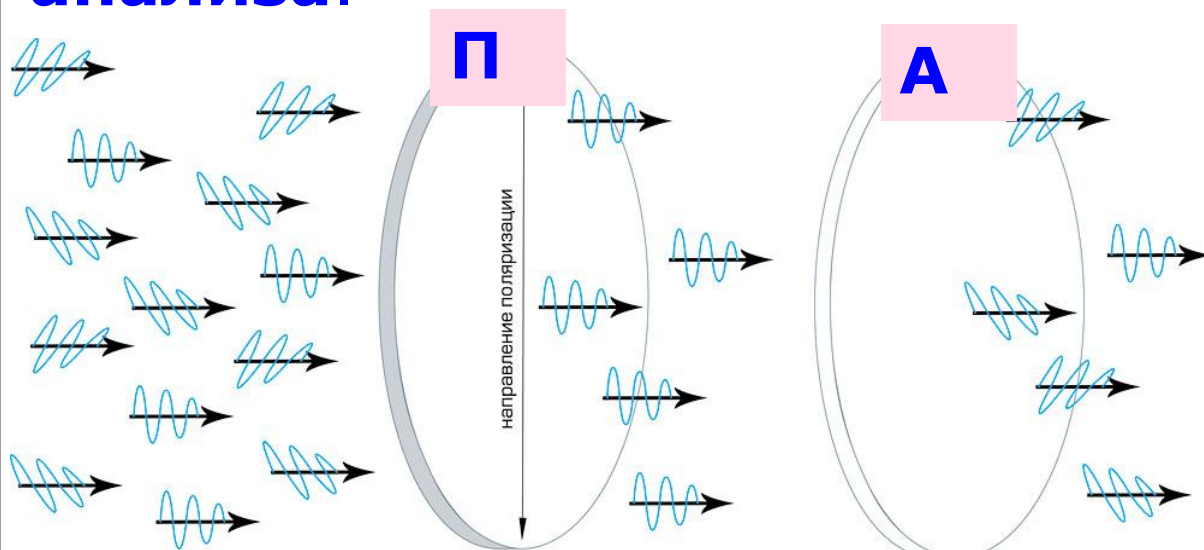


Изготавливается из

- **герапатита,**
- **исландского шпата,**
- **турмалина.**



Анализатор – это поляризатор, используемый для анализа.



ВОПРОС:

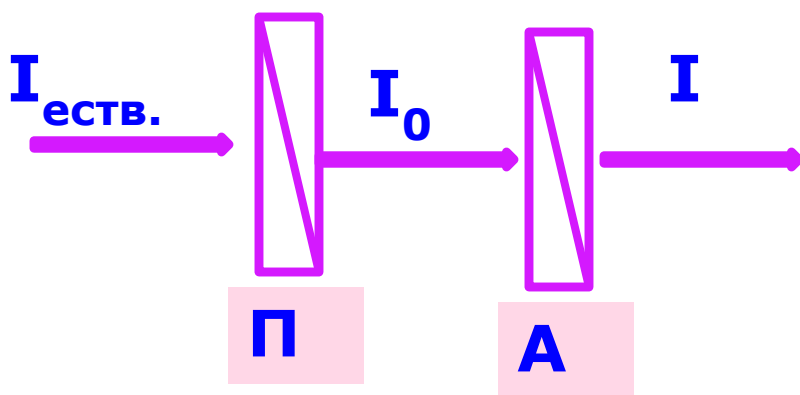
Что надо делать с анализатором?



Закон Малюса

$$I = I_0 \cos^2 \varphi$$

$$I = \frac{1}{2} I_{\text{еств}} \cos^2 \varphi$$

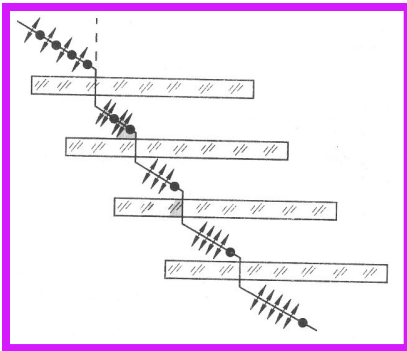


I – интенсивность света, вышедшего из анализатора
 I_0 – интенсивность света падающего на анализатор
 φ – угол между плоскостями анализатора и поляризатора

Способы получения поляризованного света

При попадании естественного света на:

1. Границу раздела двух **изотропных** диэлектриков.
2. **Анизотропный** кристалл
3. Вещество, обладающее **дихроизмом**
4. При **рассеянии** света



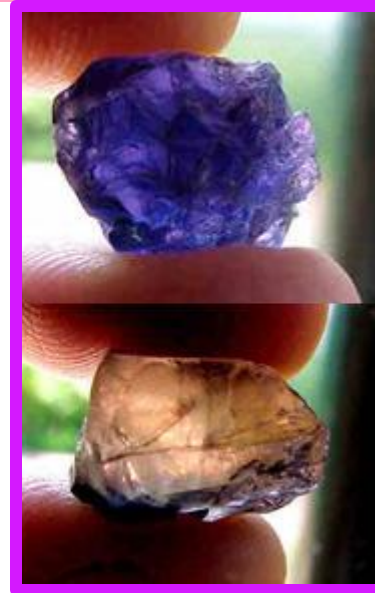
Стопа Столетова

1



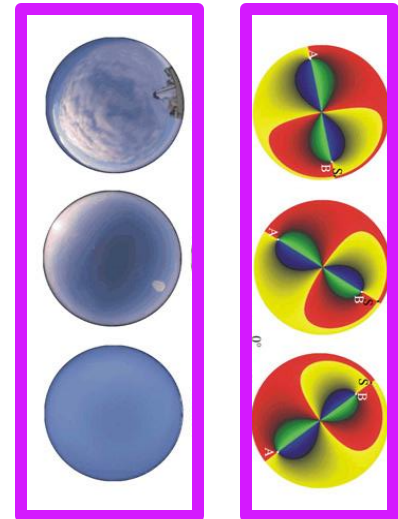
Исландский шпат

2



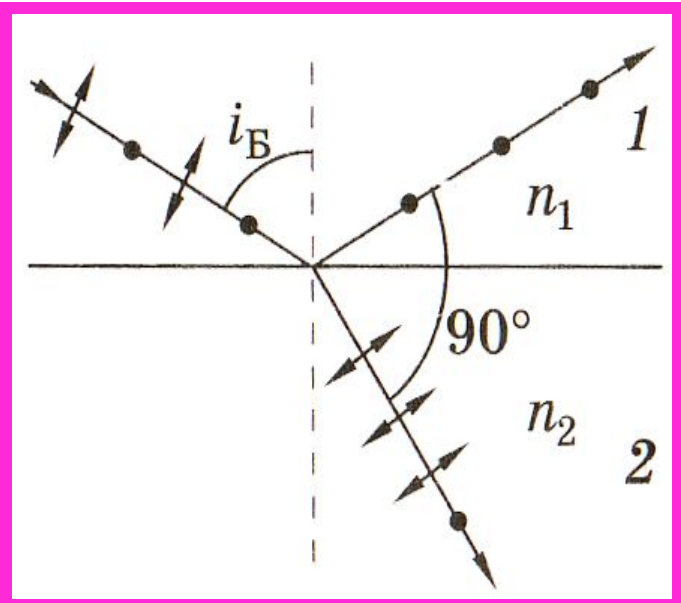
3

иолит



4

1. Поляризация света при отражении и преломлении при попадании на границу двух изотропных диэлектриков.



Сэр Дэвид Брюстер
1781-1868

В 35 лет в 1816
году изобрел



калейдоскоп



Добавил алмаз в
свою сияющую
корону.

$$\operatorname{tg} i_{\text{Бр}} = n$$

$i_{\text{Бр}}$ – угол **полной**
поляризации



2. Поляризация при двойном лучепреломлении

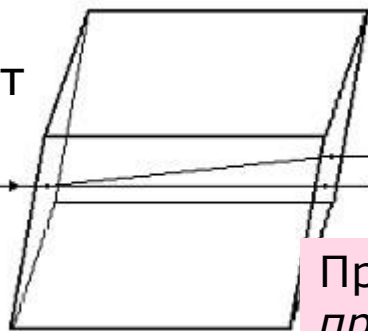
Происходит при попадании света на анизотропный кристалл.

ПРИМЕР: кварц, исландский шпат.

При этом луч света, преломляясь в анизотропном кристалле, **раздваивается**. Образуются два луча:

- обыкновенный и
- необыкновенный, поляризованные во взаимно перпендикулярных плоскостях.

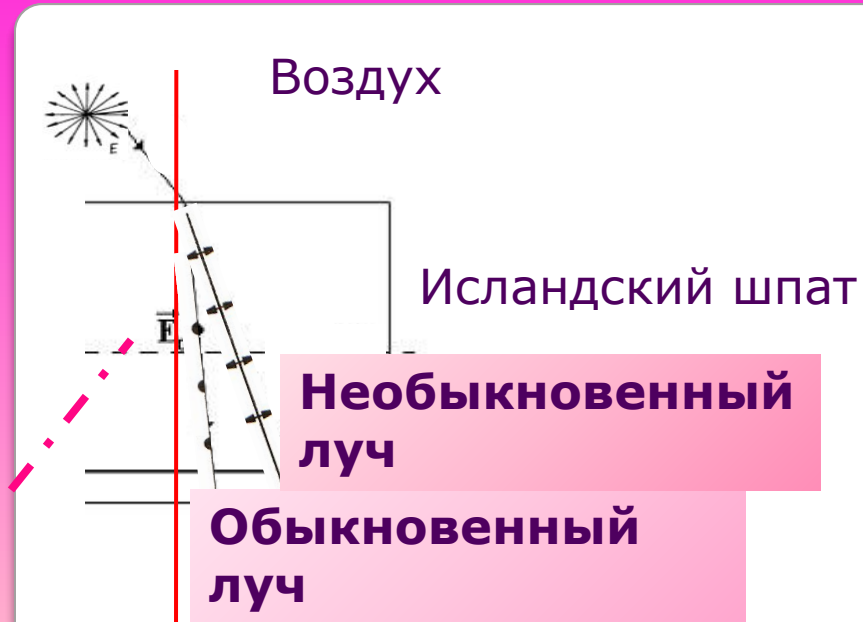
Свет
падает



Необыкновенный e -extraordinary

Обыкновенный o -ordinary

Происходит раздвоение потому, что показатель преломления этого вещества зависит от **направления**



Оптическая ось кристалла – это **направление**, относительно которого атомы и молекулы кристалла располагаются симметрично.

1. **не** наблюдается двойного лучепреломления.
2. $v_{об} = v_{необ}$

Главная плоскость кристалла – это **плоскость**, в которой лежит **оптическая ось кристалла** и падающий луч.

Плоскость поляризации **обыкновенного** луча **перпендикулярна** главной плоскости кристалла

Плоскость поляризации **необыкновенного** луча **параллельна** главной плоскости кристалла

Призма Николя

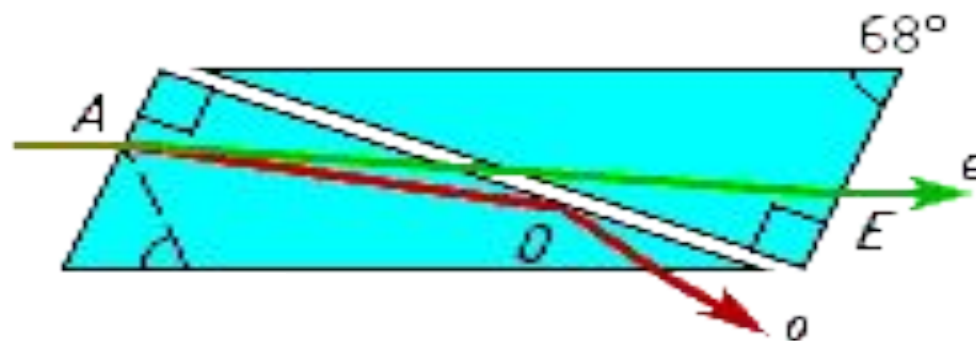
1828 г.



$$n_{кб} = 1,55$$

$$n_o = 1,66$$

$$n_e = 1,48 - 1,66$$



3. Дихроизм

-это **свойство** некоторых кристаллов наряду с двойным лучепреломлением **один из лучей поглощать значительно сильнее**, чем другой. Поглощается, как правило, обыкновенный и **выходит необыкновенный**.

турмалин



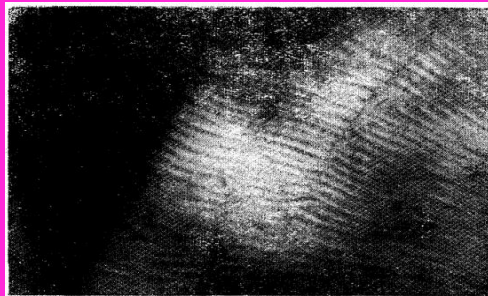
Поляроид из герпатита

Но выходит луч **окрашенный**.

Поляризационная микроскопия

Поляризационный микроскоп аналогичен биологическому, но имеет поляризатор перед **конденсором** и анализатор между **объективом** и **окуляром**.

Исследуют **мышечные, костные и нервные** ткани, так как они обладают анизотропией.



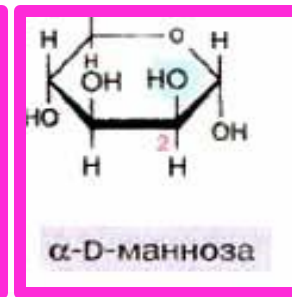
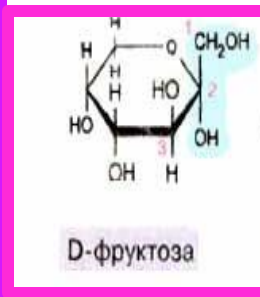
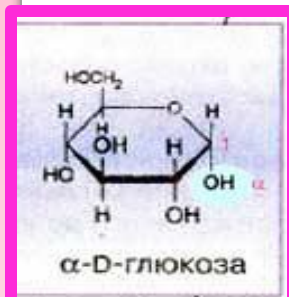
Поперечнополосатая **мышца лягушки** в поляризованном свете



Оптическая активность

Оптически активное вещество (ОАВ)- это вещество, способное вращать плоскость поляризации, проходящего через него оптического излучения.

Молекулы ОАВ **асимметричны** и **не обладают** зеркальной симметрией. При их отражении **в зеркале** получается иная форма.



Для твердых ОАВ
(кварц)

$$\alpha = \alpha_0 l$$

α_0 - постоянная
вращения, град/мм

Закон Био (закон
дисперсии оптической
активности)

$$\alpha_0 \sim \frac{a}{\lambda^2}$$

Для растворов ОАВ

$$\alpha = [\alpha_0] \cdot l \cdot C$$

C - концентрация оптически
активного вещества
 l - толщина слоя раствора
 $[\alpha_0]$ - удельное вращение

$$\alpha_0 \text{ (глюкоза)} = 52,8^\circ$$

$$\alpha_0 \text{ (сахароза)} = 66,5^\circ$$

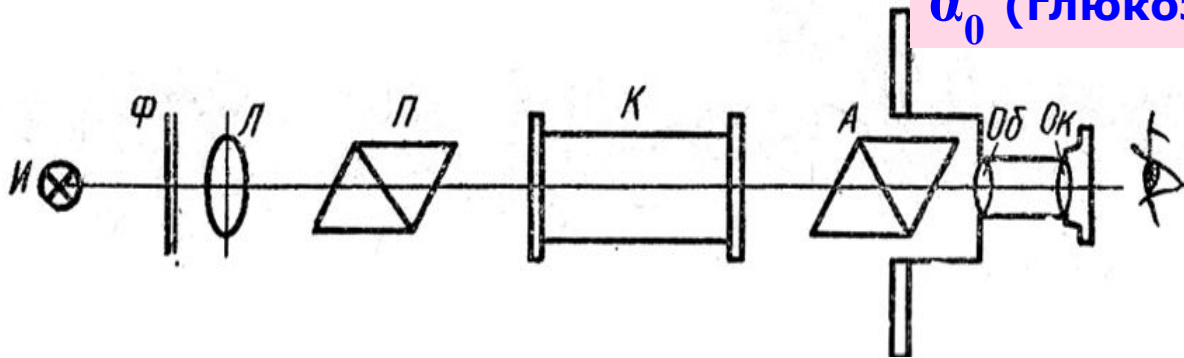
Поляриметрия

-метод определения концентрации оптически активных веществ.

Основан на зависимости:

$$\alpha = [\alpha_0] \cdot l \cdot C$$

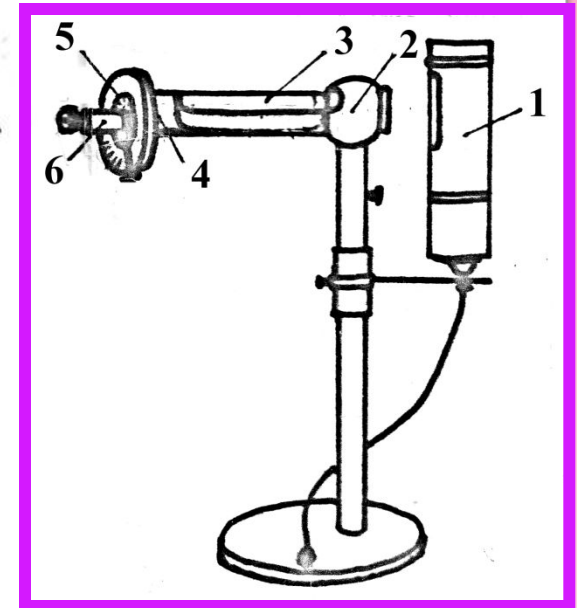
$$\alpha_0 \text{ (глюкоза)} = 52,8^\circ \quad l = 1,9 \text{ дм}$$



Оптическая схема поляриметра (сахариметра)

И – источник света
Ф – фазовая пластинка
Л – линза
П – поляризатор

К – Кювета
А – Анализатор
Об – объектив
Ок - окуляр



Поглощение света

- это явление уменьшения интенсивности света при прохождении через вещество, происходящее вследствие преобразования **энергии световой волны во внутреннюю энергию** вещества.



Закон Бугера – Ламберта - Бера

$$I = I_0 \cdot 10^{-\chi c l}$$

Где C – молярная концентрация
 χ – молярный показатель поглощения среды



I – интенсивность света, прошедшего через раствор
 I_0 – интенсивность падающего света

Интенсивность света, прошедшего через вещество, пропорциональна интенсивности падающего светового потока и не зависит от его первоначального значения.

При прохождении света через слой вещества интенсивность **уменьшается** по **логарифмическому** закону в зависимости от пройденного пути вследствие **взаимодействия** э/м поля с **атомами и молекулами вещества**.

Оптическая плотность



$$D = \lg \frac{I_0}{I}$$

$$0 < D < \infty \quad (3)$$

Коэффициент
пропускания

$$\tau = \frac{I}{I_0}$$

$$D = \chi C l$$

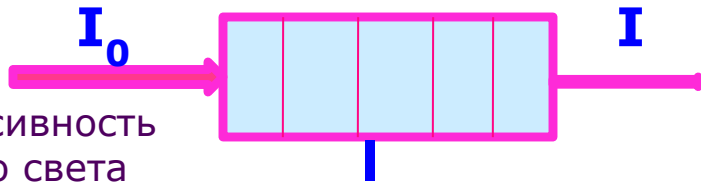
$$D = \lg \frac{1}{\tau}$$

Закон Бугера – Ламберта -
Бера

Теперь по порядку

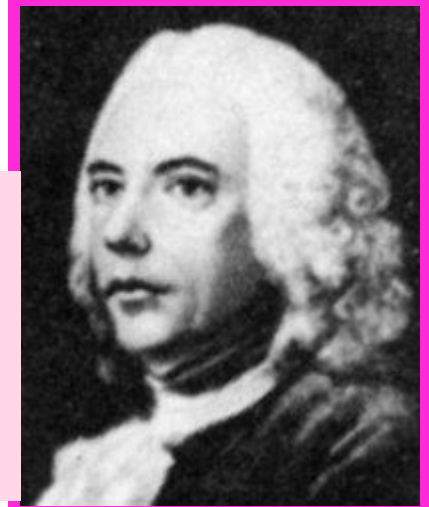
Закон Бугера

$$I = I_0 e^{-k_\lambda l}$$



I_0 – интенсивность падающего света

Устанавливает связь между поглощенной энергией и поглощающей средой.



1698-1758

В каждом последующем слое одинаковой толщины ослабляется одна и та же часть падающего светового потока, независимо от первоначального значения.

k_λ – монохроматический **натуральный** показатель поглощения среды.

Физический смысл k_λ –

Это величина, **обратная толщине слоя**, пройдя который интенсивность падающего света **уменьшается в «e» раз.**

ВОПРОС:

$$K_{\lambda} = 0,01 \text{ см}^{-1}$$

ОТВЕТ:

$$l = 100 \text{ см}$$

$$K_{\lambda} = \frac{1}{l}$$

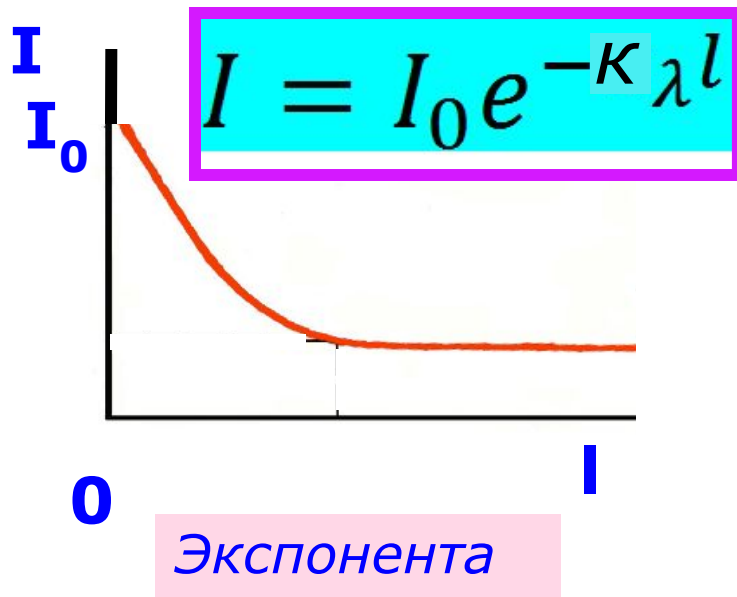
$$I = \frac{I_0}{e}$$

Слой половинного ослабления

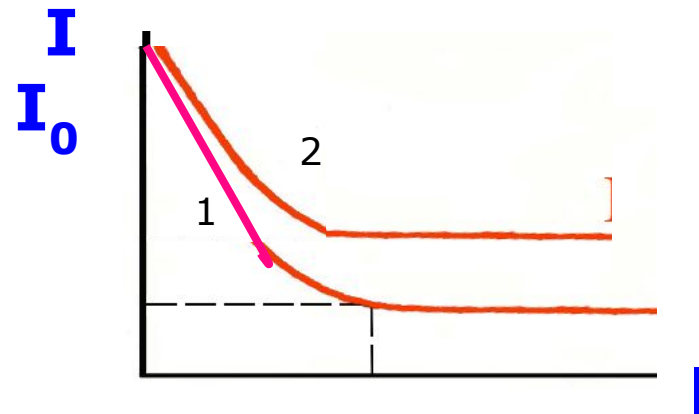
$$d_{1/2} = \frac{\ln 2}{K_{\lambda}}$$

$$d_{1/2} = \frac{0,69}{K_{\lambda}}$$

График закона Бугера



ВОПРОС:



ОТВЕТ:

$$K_2 \ll K_1$$

Закон Бугера

$$I = I_0 e^{-k_\lambda l}$$

+

$$k_\lambda = \chi' \cdot C$$

Закон Бера

$$I = I_0 e^{-\chi' \cdot C \cdot l}$$

Закон Бугера-Ламберта-Бера

В лабораторной практике

$$I = I_0 \cdot 10^{-\chi C l}$$

Закон Бугера-Ламберта-Бера

$$\chi = 0,43 \chi'$$

χ Молярный показатель поглощения

Обзор

k_λ - **натуральный** показатель поглощения среды.

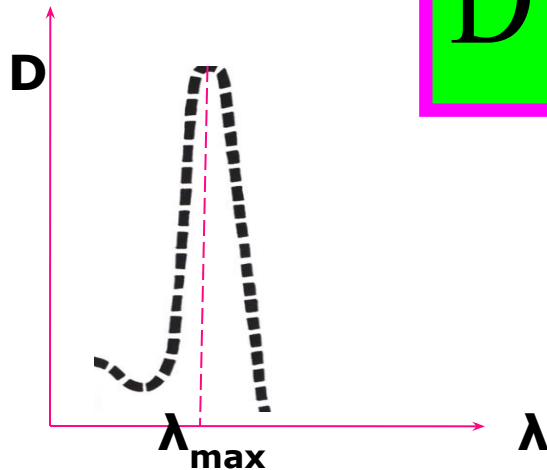
χ' Натуральный молярный показатель поглощения

χ Молярный показатель поглощения

Спектры поглощения молекул некоторых биологически важных соединений

Спектр поглощения – это совокупность длин волн, поглощаемых каким-либо веществом.

Спектр поглощения – это графики зависимости оптической плотности от **длины волны**

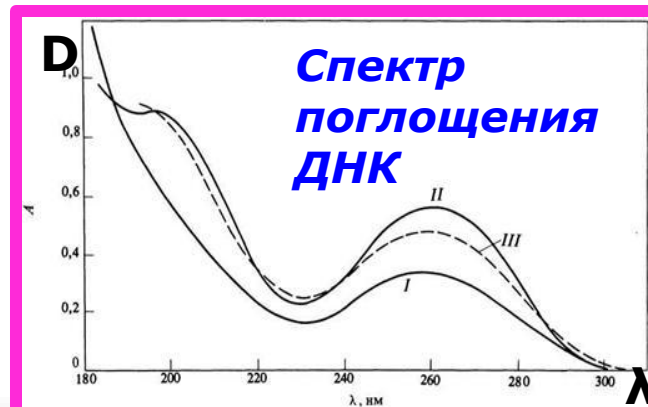


Длина волны, на которую приходится **максимум поглощения**

$$D = f(\lambda)$$

$$I = f(\lambda)$$

$$\chi = f(\lambda)$$



λ_{\max} **ДНК, РНК**
258 нм

УФ

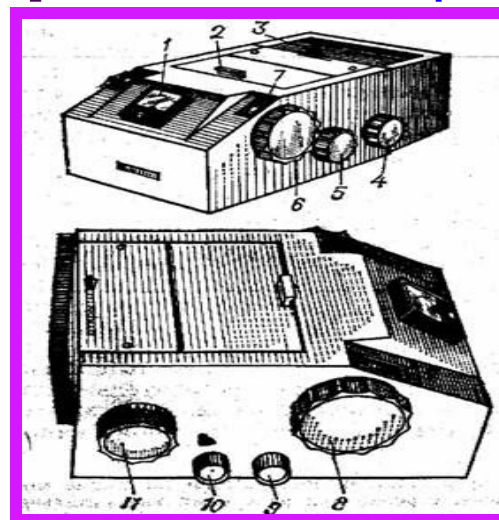
Концентрационная колориметрия

Это физический метод определения концентрации вещества в **окрашенном растворе** по его спектру поглощения.

Колориметр – прибор для сравнения интенсивности окраски исследуемого раствора с растворителем. Используют для измерения **концентрации** вещества в окрашенном растворе.

Принцип действия
основан на законе
Бугера-Ламберта-Бера

$$D = \chi C l$$



Фотоэлектроколориметр ФЭК-56М

