

ОПТИКА

*Оптика («оптикас»
- др. греч. – зрительный) .*

ОПТИКА

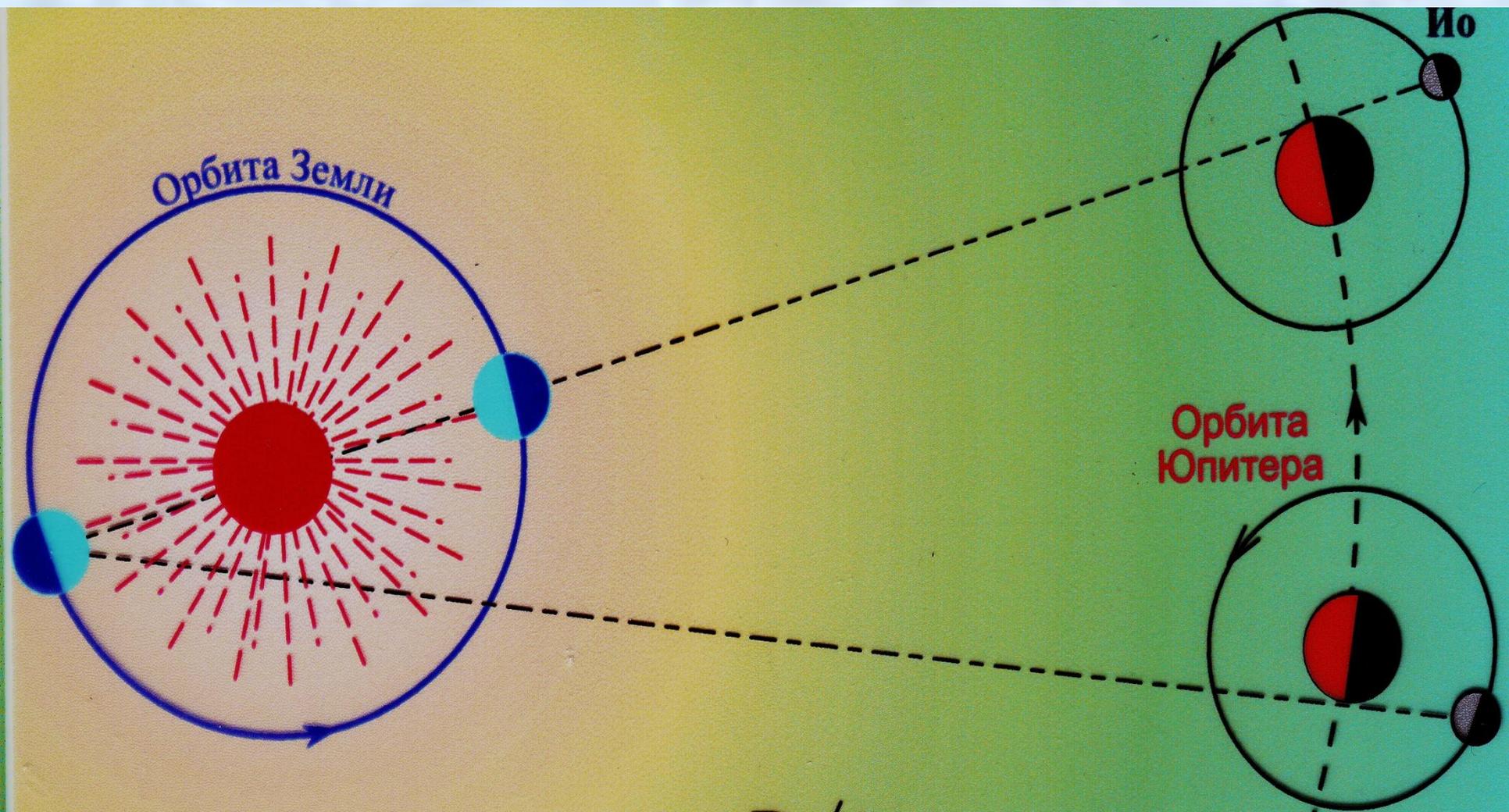
-рассматривает закономерности излучения, поглощения и распространения света.

Свет представляет собой сложную материю, которая имеет двойственную корпускулярно-волновую природу (корпускулярно-волновой дуализм).

Краткая история развития представлений о природе света.

- *С конца 17 века в оптике шла борьба между двумя теориями.*
- *И. Ньютон считал, что свет поток частиц (корпускул), выбрасываемых светящимся телом и летящих в пространстве прямолинейно. Теория Ньютона объясняла: прямолинейное распространение света, но в более плотной среде скорость света должна быть больше (это противоречило истине).*

•



$$c = D / t$$

где D - диаметр земной орбиты, $t = 22$ мин - время прохождения светом расстояния, равного диаметру земной орбиты

- ***Волновую теорию света предложил его современник Х.Гюйгенс.***
- *Волновая теория утверждала, что свет это волна, теория не объясняла законов прямолинейного распространения света, но скорость распространения волны в более плотной среде получалась меньше.*
- ***Главное противоречие теории Гюйгенса заключалось в том, что для распространения волны нужна среда, проникающая все, что проводит свет, но такую среду (эфир) обнаружить не удалось.***
- *В 1818г О. Френелю удалось объяснить прямолинейность распространения света на основе волновой теории.*

В 1865 г. Дж. Максвелл создал теорию электромагнитного поля и электромагнитной волны. **Максвелл предположил, что свет – это электромагнитная волна.**

Тогда,

- для распространения света не нужна среда;
- скорость света в вакууме и скорость электромагнитной среды

$$v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon\mu}}$$

Показатель преломления среды

$$n = c/v = \sqrt{\epsilon\mu}$$

К началу 20 века ни одна теория не могла объяснить линейчатость спектров излучения.

В 1900 г М. Планк предложит квантовую теорию света.

Электромагнитное излучение испускается, распространяется и поглощается веществом в виде квантов излучения с- фотонов – которым присуще как волновые свойства так и свойства частиц.

На основании современных представлений:

Свет имеет двойственную корпускулярно-волновую природу (корпускулярно-волновой дуализм): с одной стороны, он обладает волновыми свойствами (явления интерференции, дифракции, поляризации, с другой - представляет собой поток частиц – фотонов, обладающих нулевой массой покоя и движущейся со скоростью, равной скорости света в вакууме.

Корпускулярно-волновой дуализм есть проявление наиболее общей взаимосвязи двух основных форм материи, изучаемых физикой, - вещества и поля.

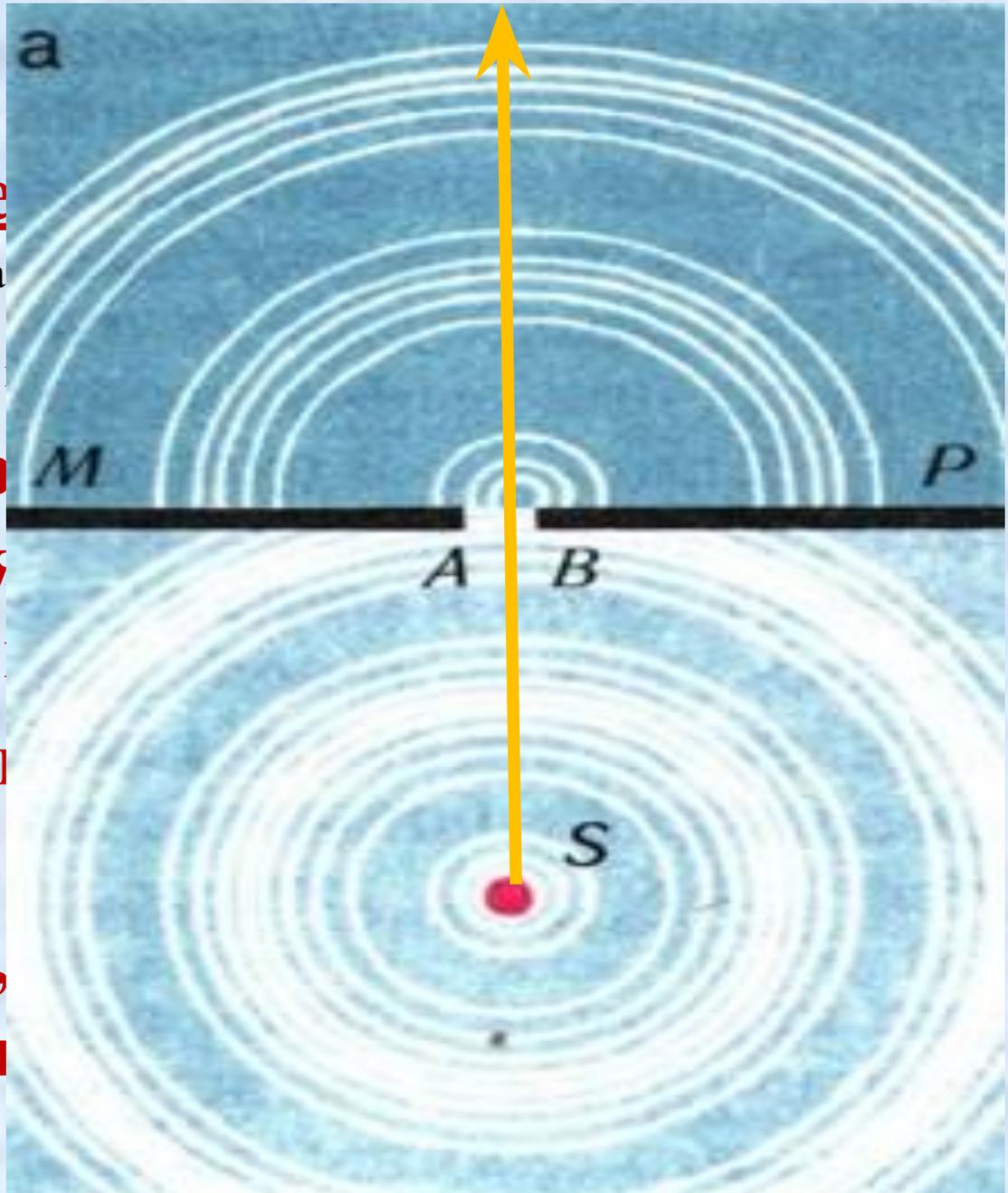
Волновые

Законы геометриче

Волновая теория света опиралась на

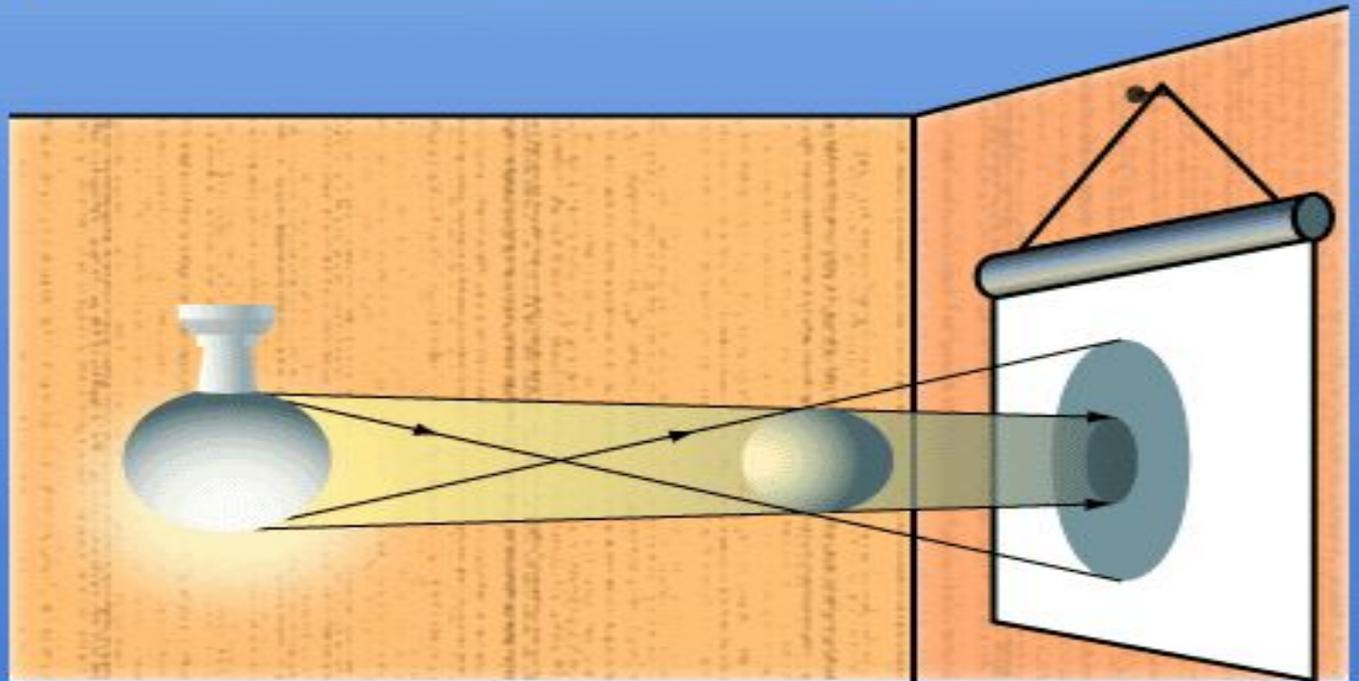
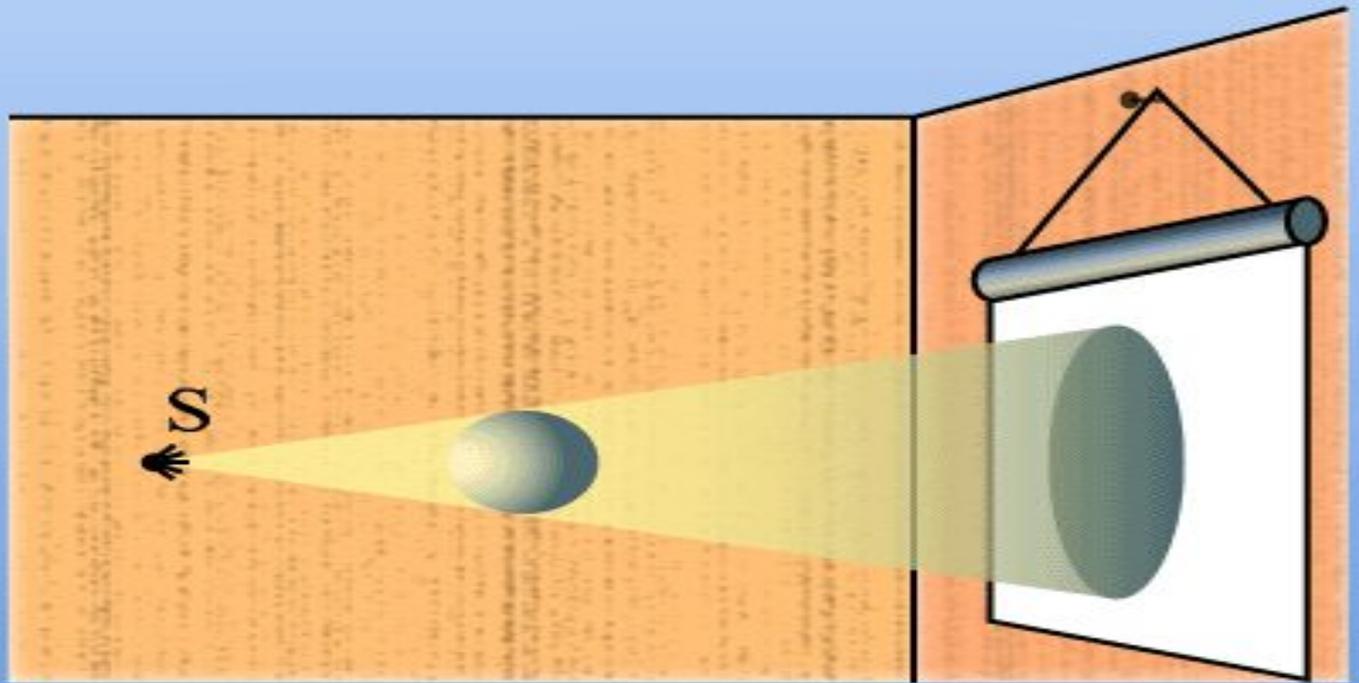
Для анализа распространения света

- - каждая точка среза возмущение, являясь центром вторичных волн
- Луч – указывает направление распространения
- - линия толще, тоньше, чем ее диаметр



Закон пр

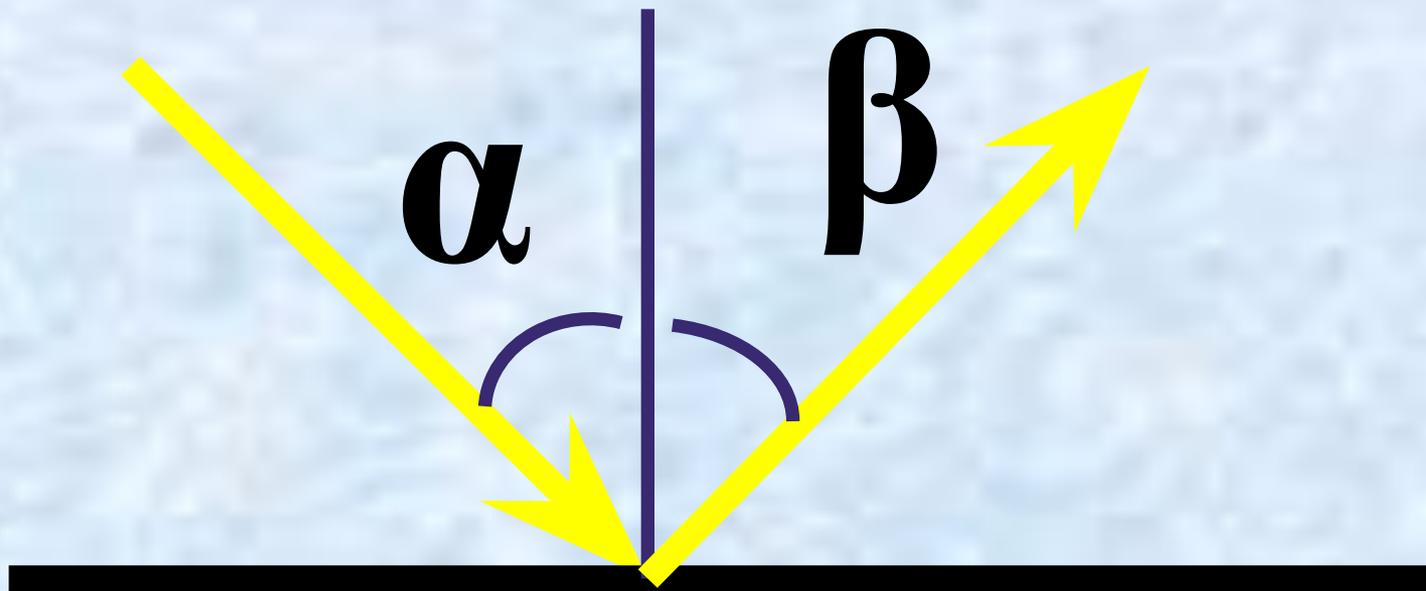
- В однородной среде свет распространяется по прямой линии (отражения на границе раздела двух сред)
- Доказательство: тени и полутени



Закон отражения:

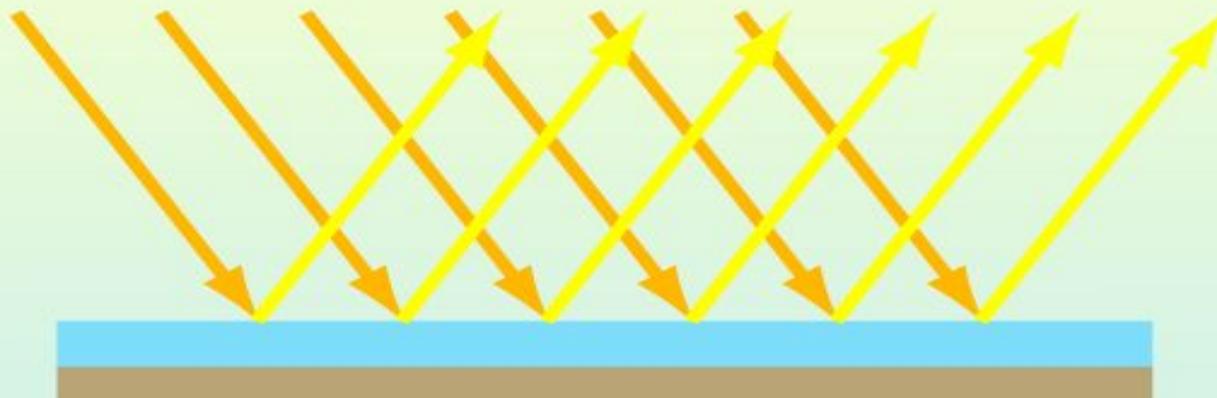
- луч падающий, луч отраженный и перпендикуляр к границе раздела двух сред, восстановленный в точке падения луча, лежат в одной плоскости;
- луч падающий, луч отраженный обратимы;
- угол падения равен углу отражения.

$\alpha = \beta$; α - угол падения; β - угол отражения

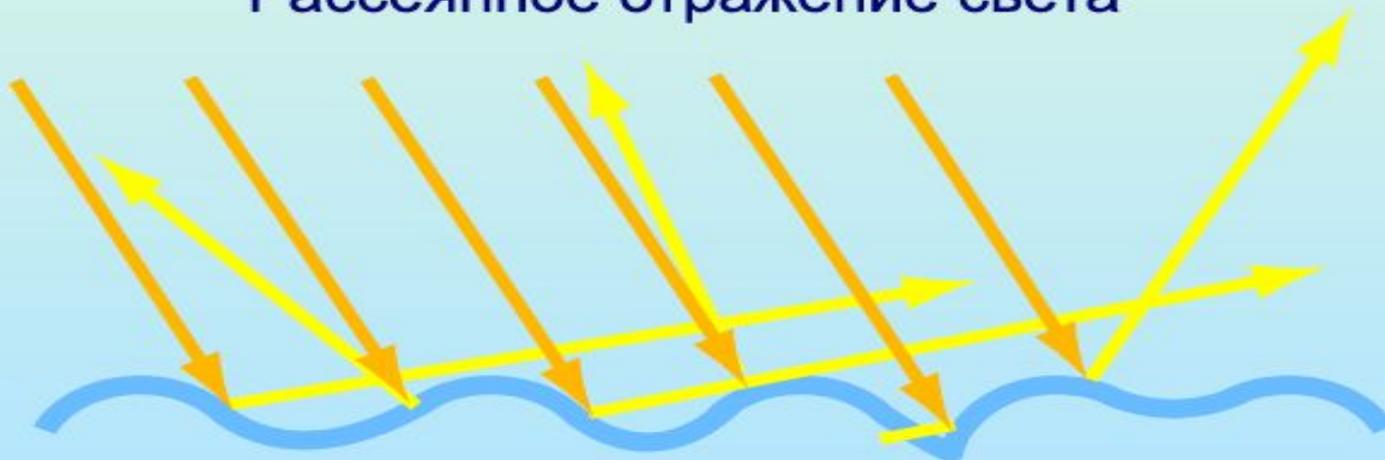


Отражение бывает зеркальное и рассеянное.

Зеркальное отражение света



Рассеянное отражение света



Закон преломления.

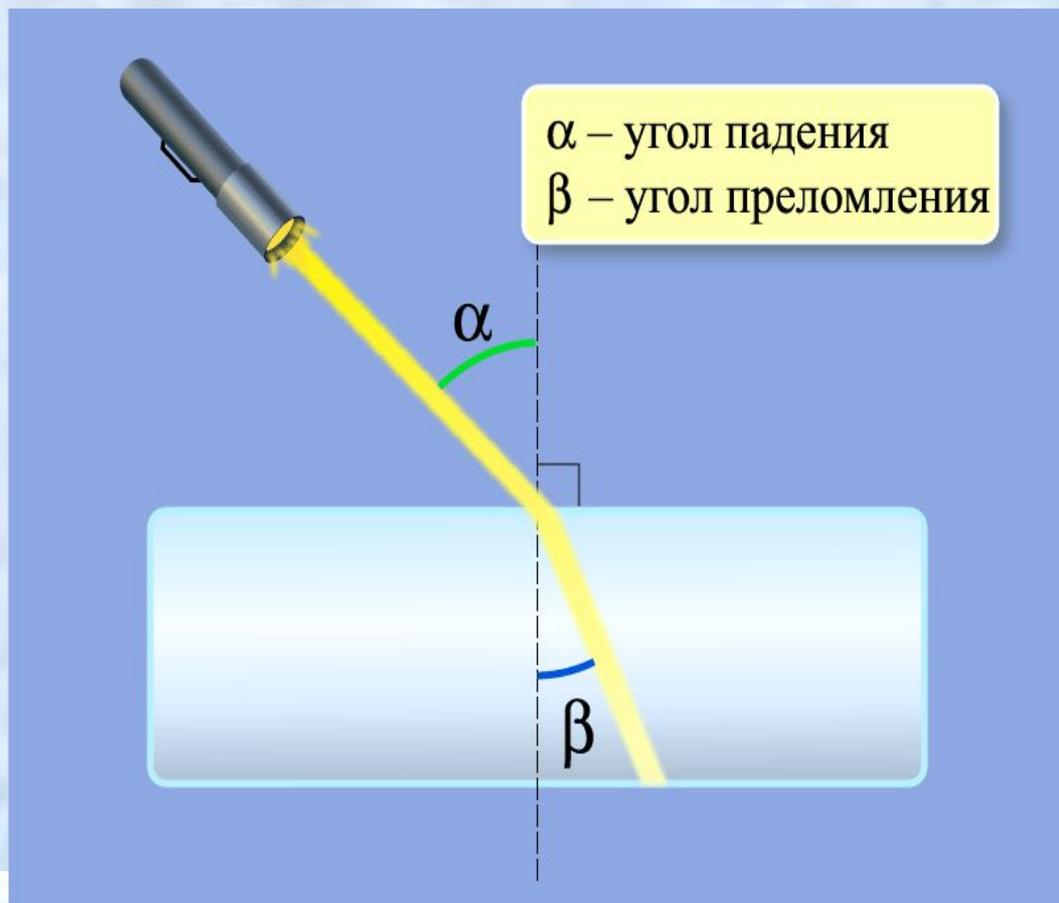
- падающий луч, преломленный луч и перпендикуляр, восстановленный в точке падения луча, лежат в одной плоскости;
- падающий луч и преломленный луч обратимы;
- отношение синуса угла падения к синусу угла преломления равно отношению скоростей распространения света в этих средах.

α - угол падения

β - угол преломления

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{V_1}{V_2}$$

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} = n_2$$



В случае, если первой средой является вакуум

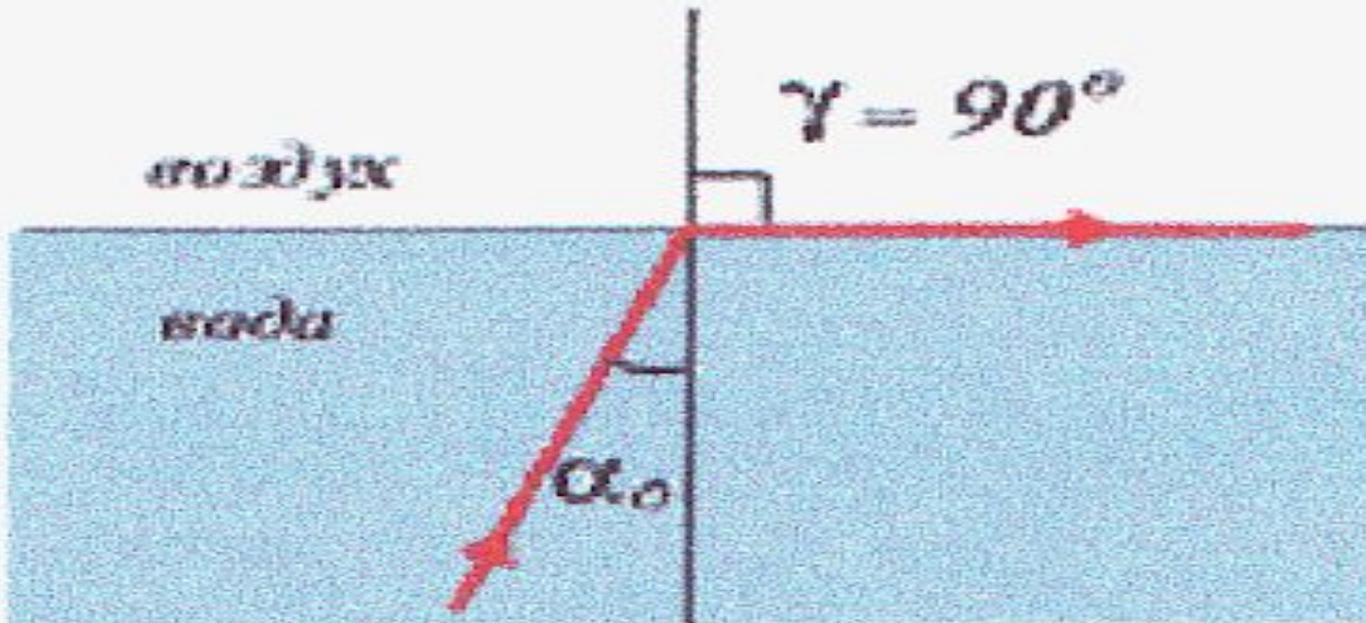
n – абсолютный показатель преломления среды
Если $n_1 < n_2$, то $\alpha < \beta$.

$$n = \frac{c}{v}$$

n – абсолютный показатель преломления среды
 c – скорость света в вакууме
 v – скорость света в рассматриваемой среде

- n_{21} - относительный показатель преломления показывает во сколько раз скорость света в первой среде больше или меньше скорости света во второй среде.
- Рассмотрим случай, когда свет переходит из более плотной среды в менее плотную среду.
- **Явление полного внутреннего отражения – луч в менее плотную среду не переходит.**
- **Предельный угол полного внутреннего отражения – $\alpha_{\text{пр}}$**

-явление полного внутреннего отражения (световоды)

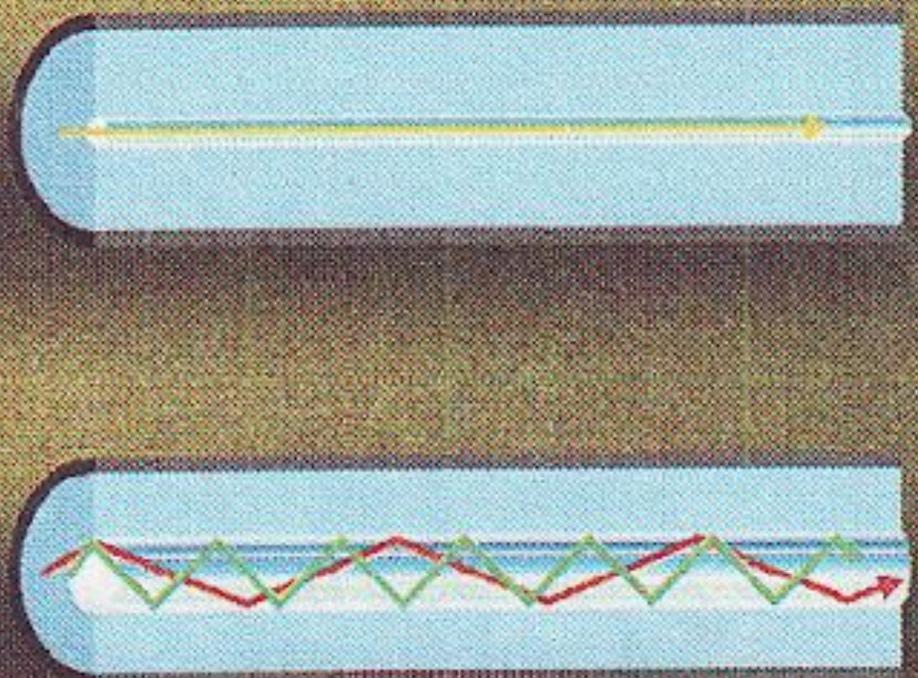


$$\frac{\sin \gamma}{\sin \alpha_0} = n$$

так как $\sin 90^\circ = 1$, то $\sin \alpha_0 = \frac{1}{n}$

α_0 — предельный угол полного отражения.

- Явление полного внутреннего отражения можно наблюдать в природе: блеск капель росы.



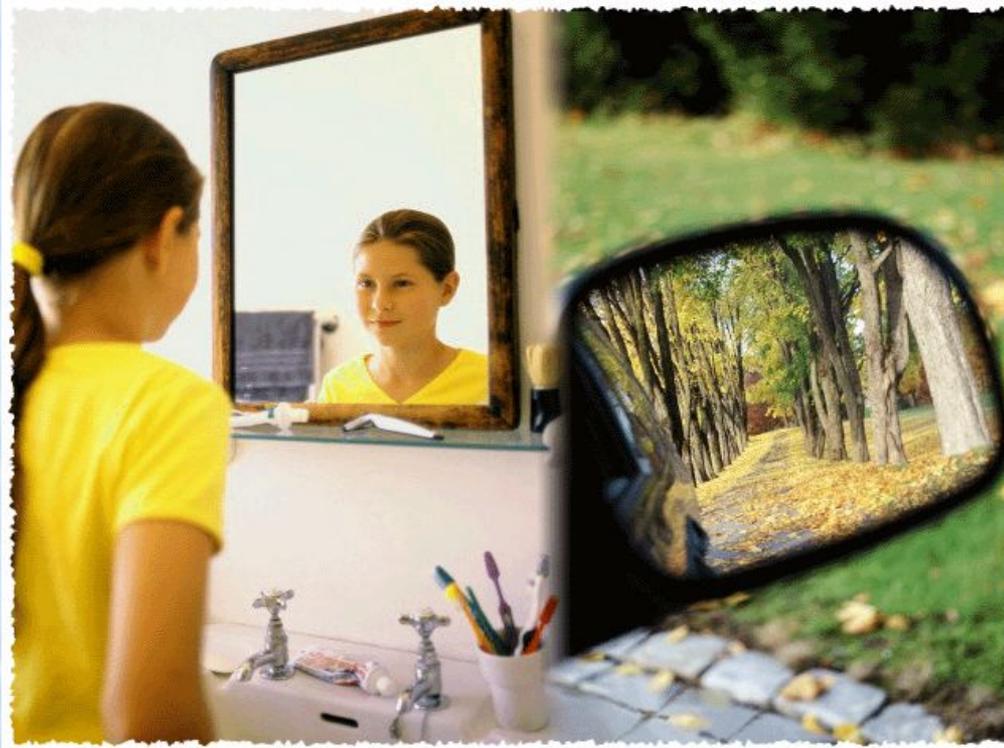
Свет как электромагнитная волна.

Свойства света:

-Отражение

-Преломление

-Поглощение

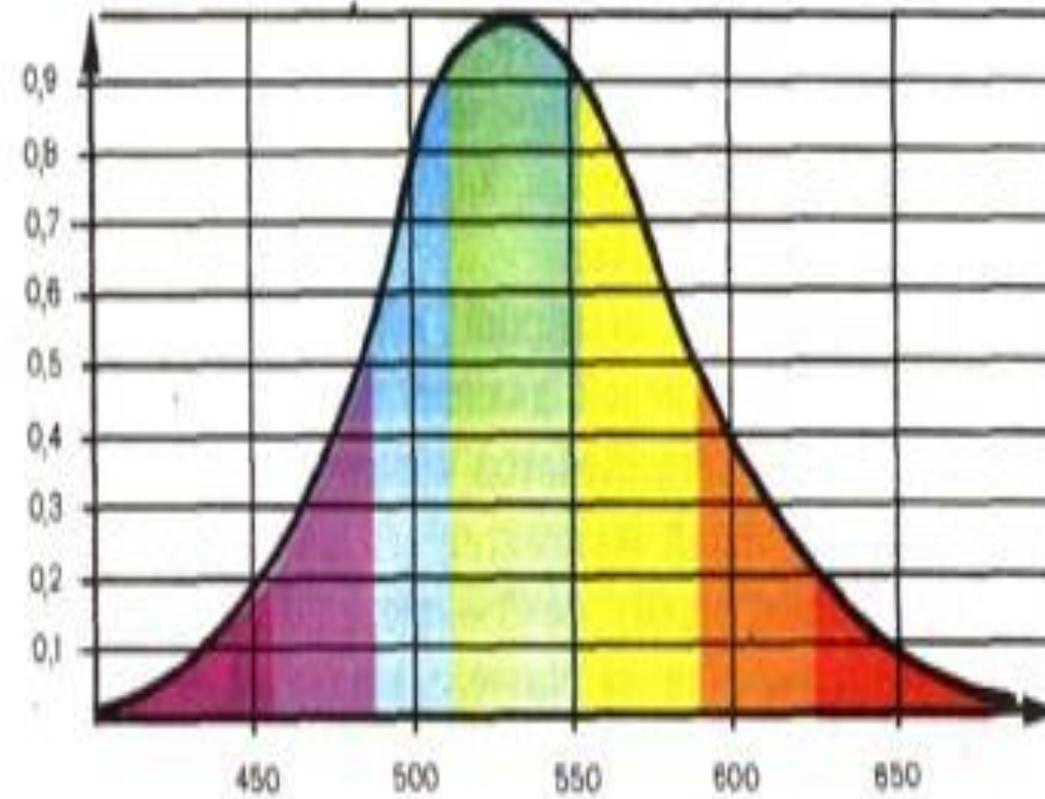


Дисперсия света и спектры.

И. Ньютон был первым исследователем, который задумался о природе света. Он в 1666г провел ряд опытов, где наблюдал дисперсию света, но объяснить это явление не смог.

Над его могилой висит памятник с бюстом и эпитафией «Здесь покоится сэр Исаак Ньютон, дворянин... Он исследовал различие световых лучей и проявляющиеся при этом различные свойства цветов, чего ранее никто не подозревал ... Пусть смертные радуются, что существует такое украшение рода человеческого».

**-Дисперсия – разложение
белого света в спектр
(совокупность цветных
полос).**

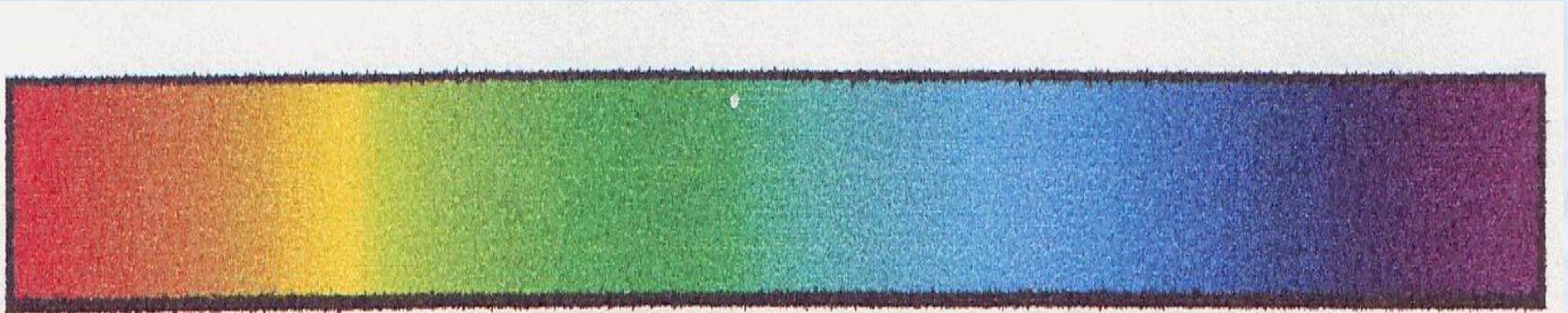


- **зависимость показателя преломления вещества от частоты или длины волны;**
- **общее свойство всех видов волн;**
- **показатель преломления среды зависит от цвета света (фиол., красн.);**
- **показатель преломления света в среде зависит от его частоты.**
- **Показатель преломления имеет наибольшее значение для света с самой короткой длиной волны - фиолетового света. Красный свет преломляется слабее.**
- **Скорость света одинакова для света с любой длиной волны, значит дисперсия следствие зависимости скорости распространения света в среде, от длины световой волны.**

**Монохроматический свет – одноцветный свет
каждой цветности соответствует своя длина и
частота волны.**

**Красный + Зеленый + Синий = Белый
свет**

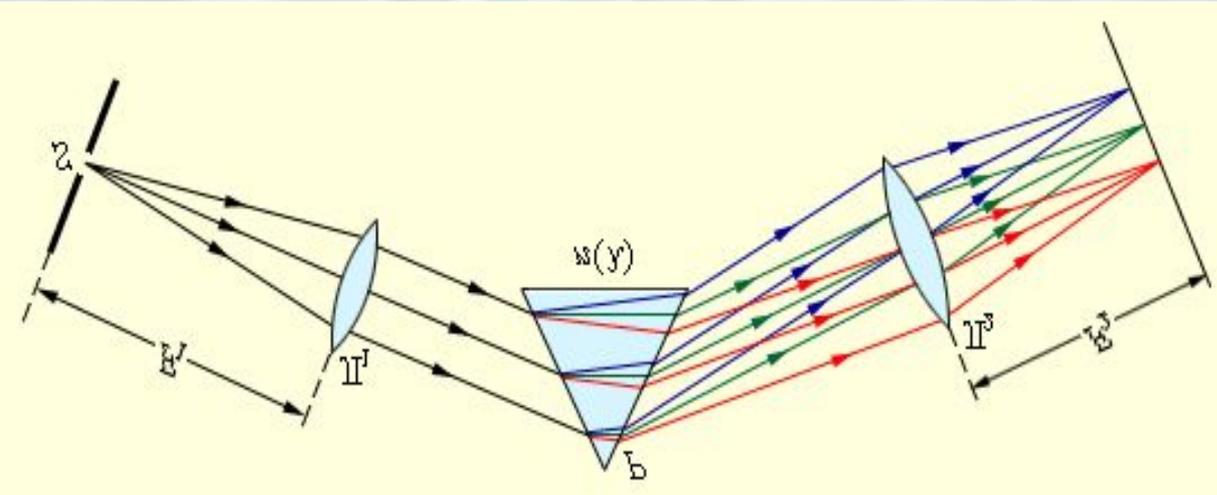
- **СПЕКТР** spectrum (лат.) - видение.

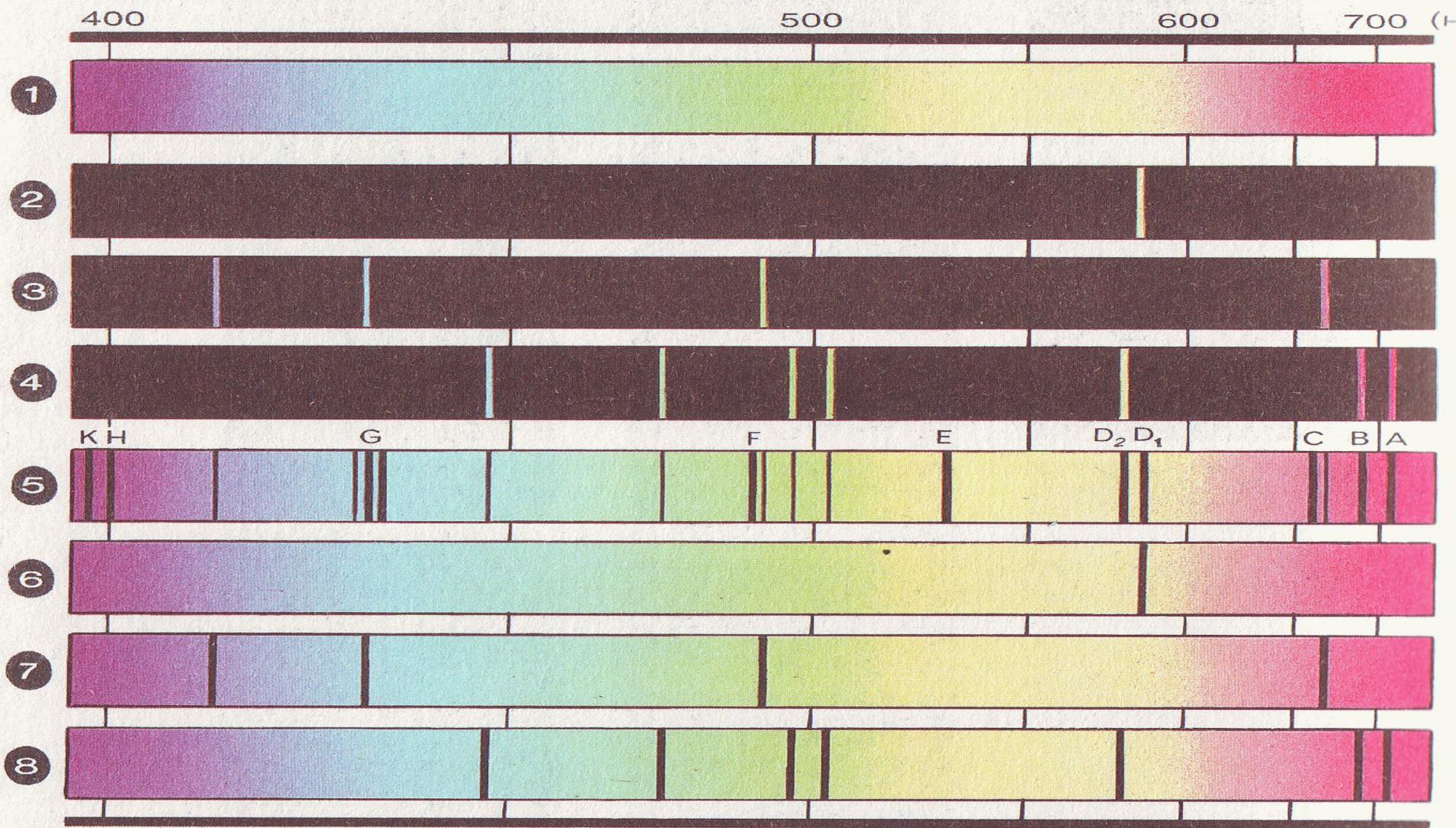


Цвета прозрачных и непрозрачных тел

- **Белый свет** состоит из электромагнитных волн с разной длиной волны.
- **Белый свет – сложный, состоит из монохроматических цветов.**
- **Цвет непрозрачного тела – определяется смесью цветов, которые он отражает.**
- **Цвет прозрачного тела – определяется составом того света, который проходит через него.**

Прибор для разложения ложного света - спектроскоп.

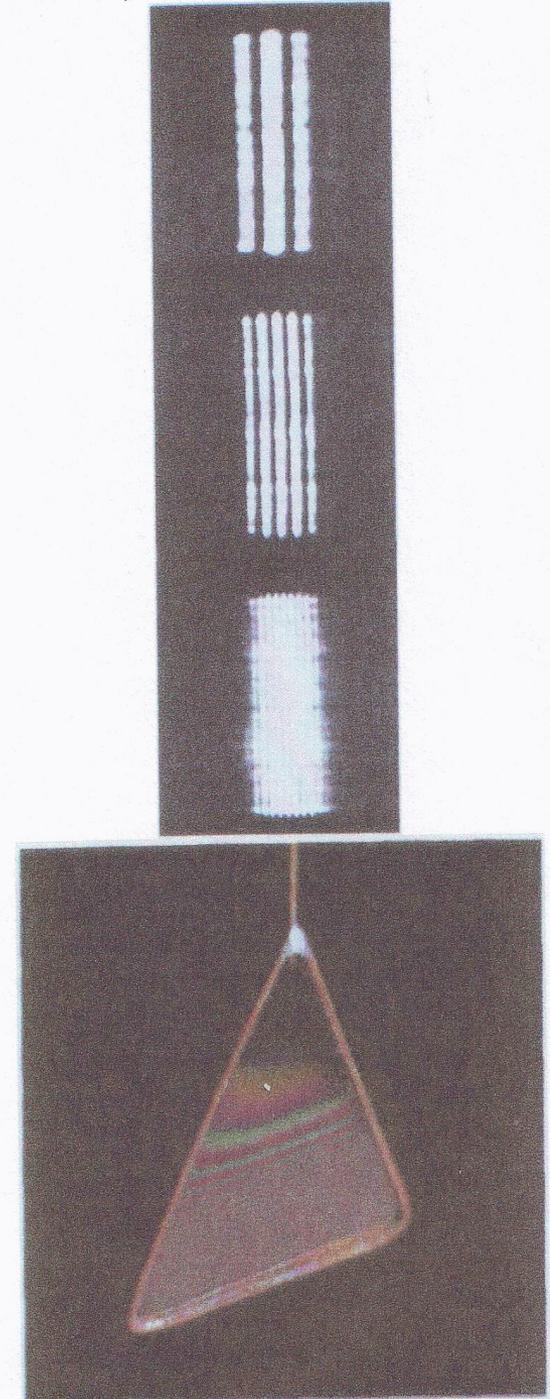




IV. Типы спектров: 1) сплошной; 2) спектр испускания натрия; 3) спектр испускания водорода; 4) спектр испускания гелия; 5) спектр Солнца с фраунгоферовыми линиями; 6) спектр поглощения натрия; 7) спектр поглощения водорода; 8) спектр поглощения гелия.

Интерференция – наложение одинаковой длиной волны чередующиеся максимумы

Интерференцией света объясняется
тонких масляных пузырей и тонк
хотя мыльный раствор и масло б
Интерференция – общее свойство



Интерференция – явление, возникающее при наложении двух (или более) электромагнитных волн, имеющих одинаковый период колебаний, и выражающееся в перераспределении энергии электромагнитных волна пространстве.

Интерференция наблюдается при использовании когерентных источников тока.

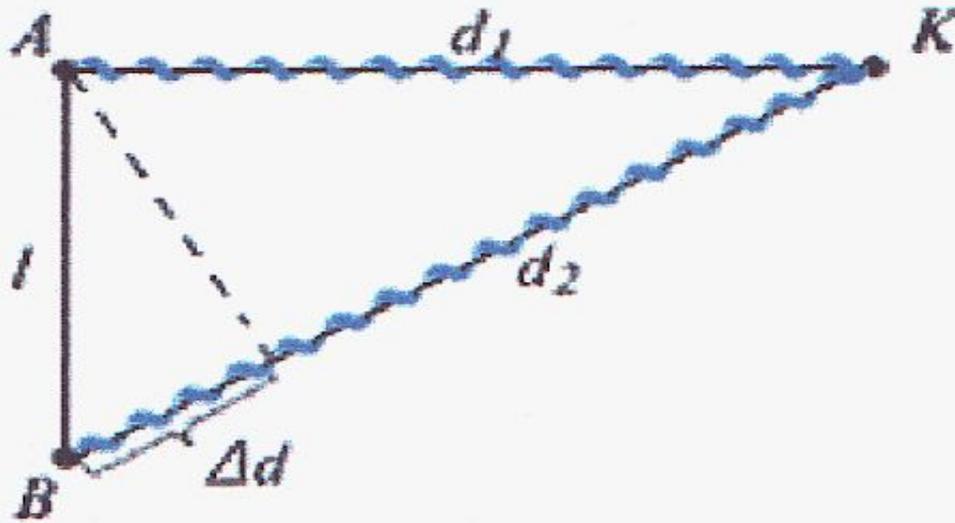
Когерентными называют две электромагнитные волны одинаковой частоты, если разность их фаз не зависит от времени



Рассмотрим условия возникновения максимумов и минимумов интерференции.

От источника света А и источника света В до точки К распространяются световые волны с постоянной разницей фаз (в данном случае она равна 0).

Результат зависит от того с какой разностью хода световые лучи придут в точку К.



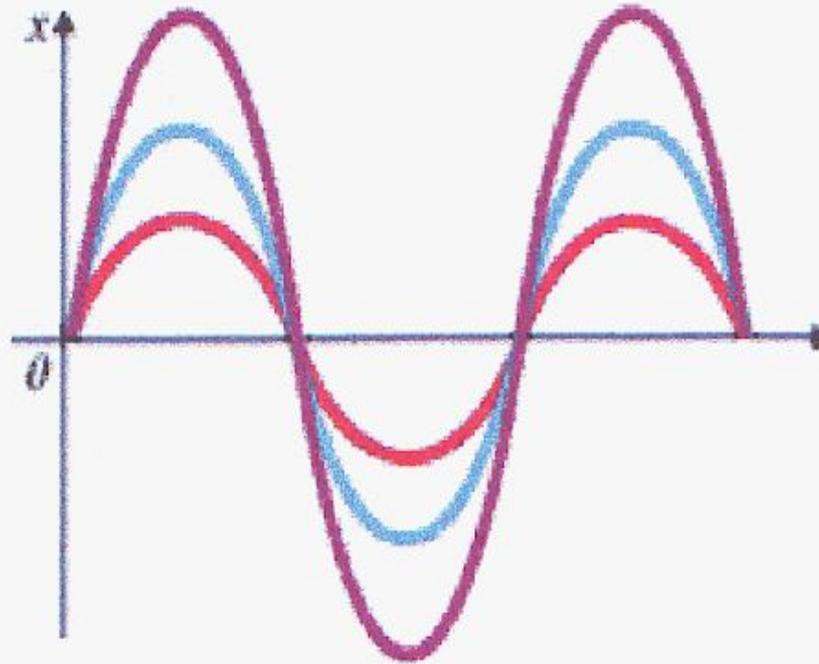
$$\Delta d = d_2 - d_1$$

Δd – разность хода волн

Условие максимума наблюдается, если в разнице хода укладывается целое число длин волн.

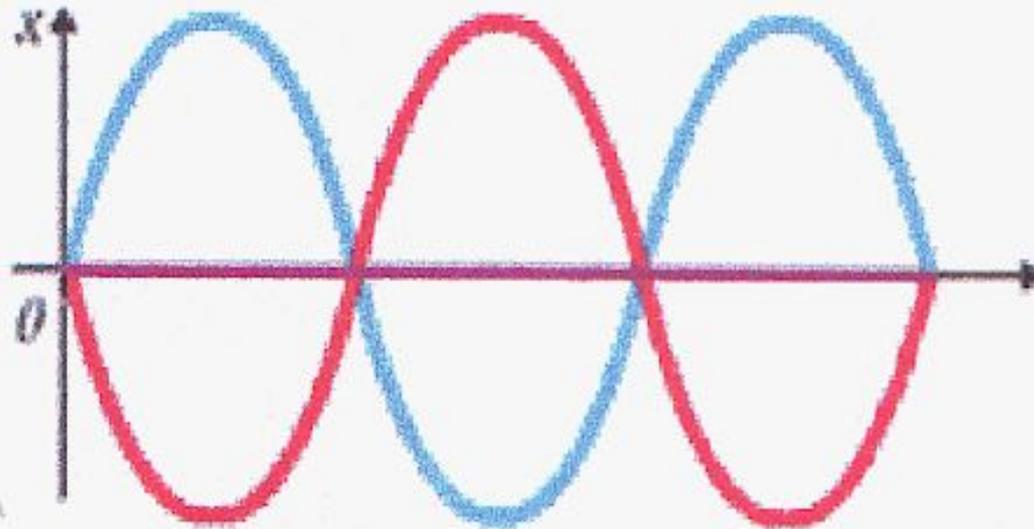
$$\Delta d = k\lambda = 2k\frac{\lambda}{2}$$

$$k = 0, 1, 2, \dots$$



Условие минимума наблюдается, если в разнице хода укладывается нечетное число полудлин волн.

$$\Delta d = (2k + 1) \frac{\lambda}{2}$$
$$k = 0, 1, 2, \dots$$



Интерференция световых волн - сложение двух волн, вследствие которого наблюдается устойчивая во времени картина усиления или ослабления результирующих световых колебаний в различных точках пространства, т. е. **чередование темных и светлых полос.**

Часто встречается явление интерференции в тонких пленках в природе (окраска крыльев насекомых, чешуи рыб), быту (окраска мыльных пузырей, лаковых покрытий дисков), и технике. Оно применяется для контроля качества обработки поверхности, просветления оптики.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ

КОНТРОЛЬ ПЛОСКОСТНОСТИ ПОВЕРХНОСТИ

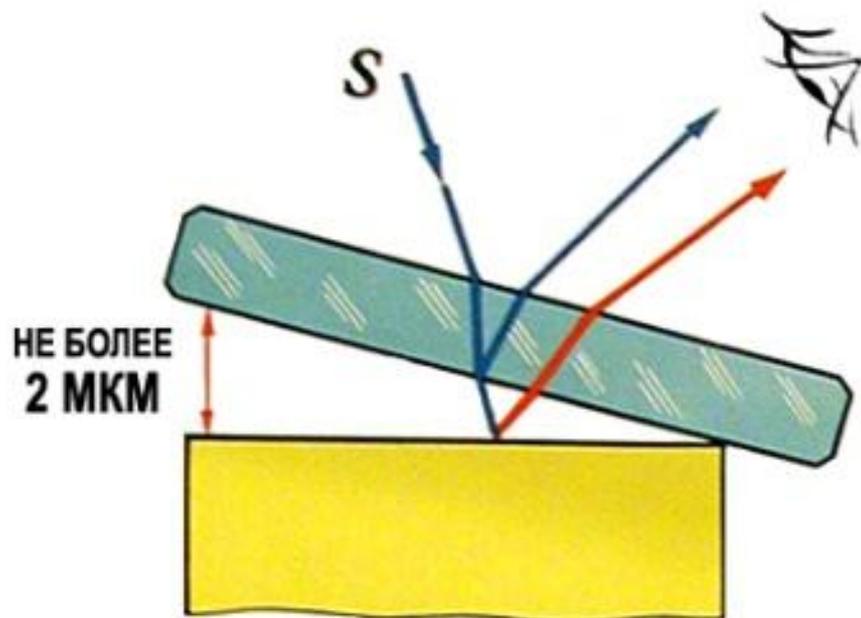
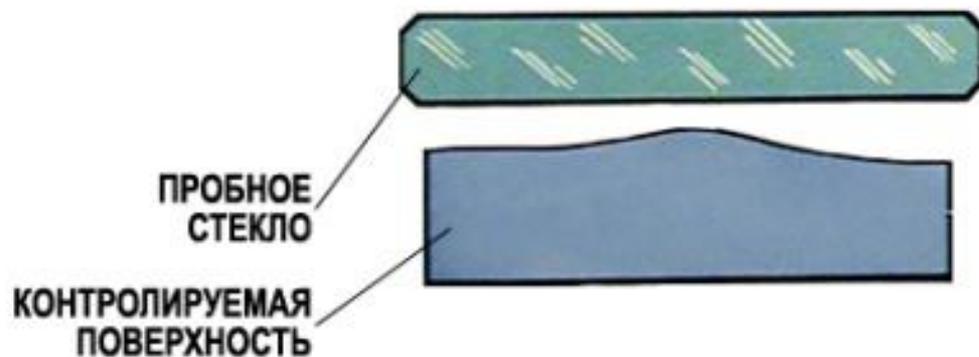
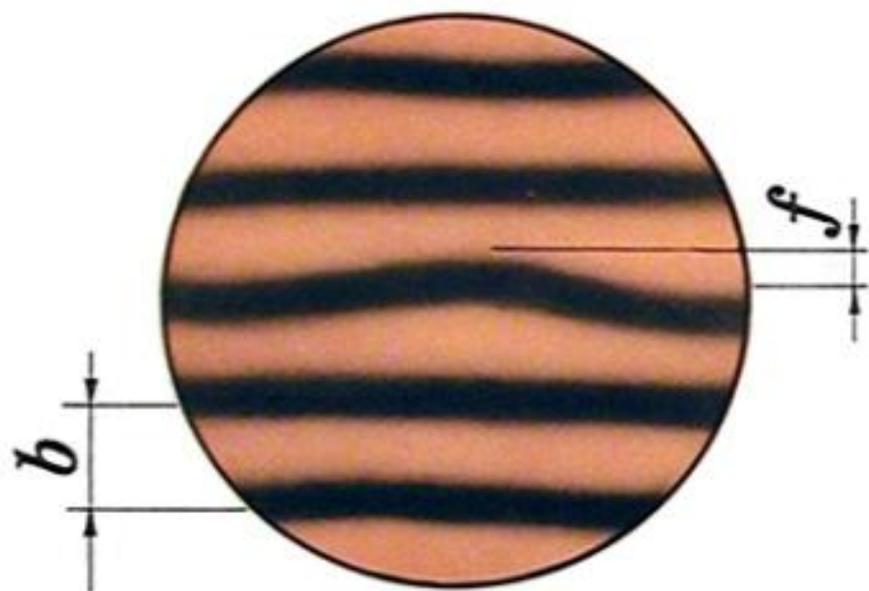


СХЕМА ИНТЕРФЕРЕНЦИИ СВЕТА
В ВОЗДУШНОМ КЛИНЕ

$$h = \frac{f}{b} \cdot \frac{\lambda}{2}$$



- Просветление оптики
- Определение состава жидкости
- Определение свойств пленок (уровень загрязнения водоема)

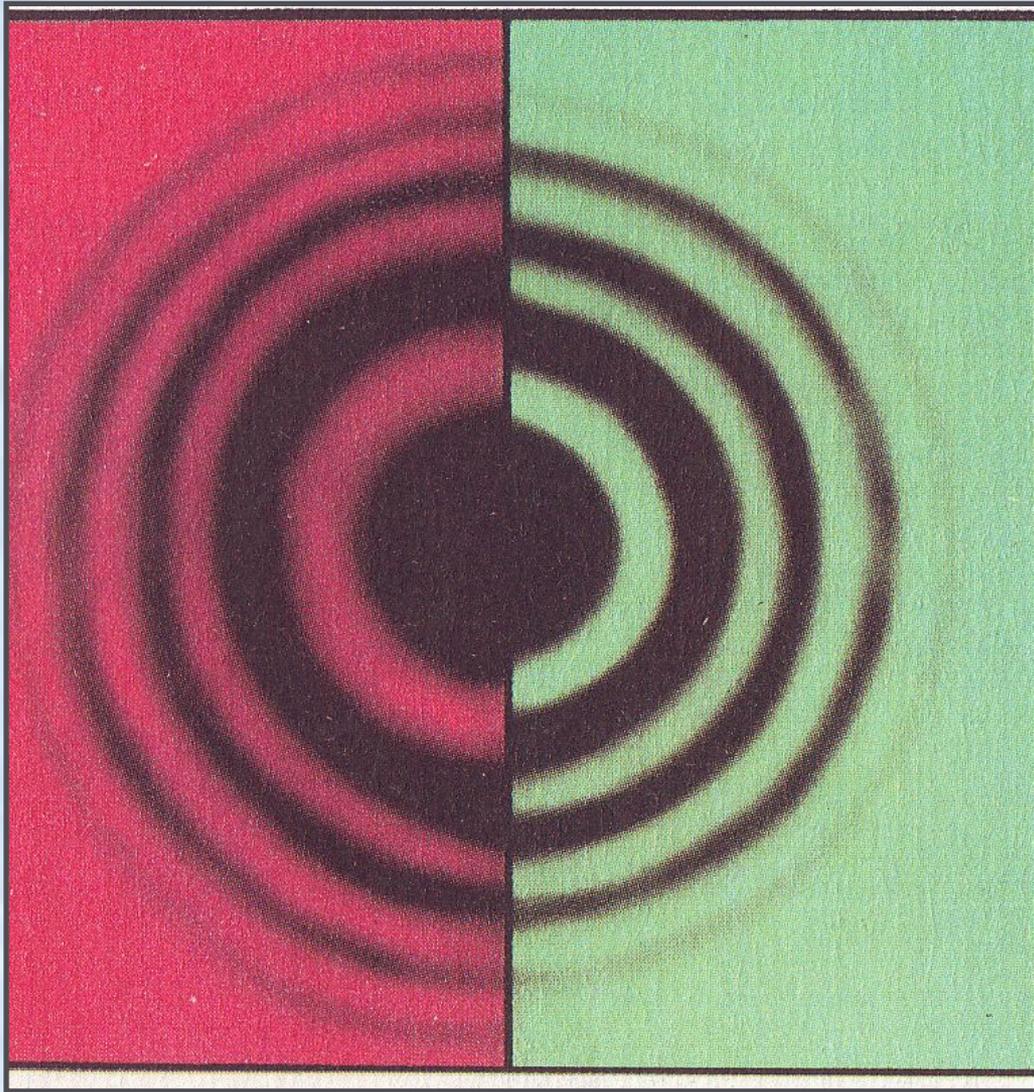
Дифракция

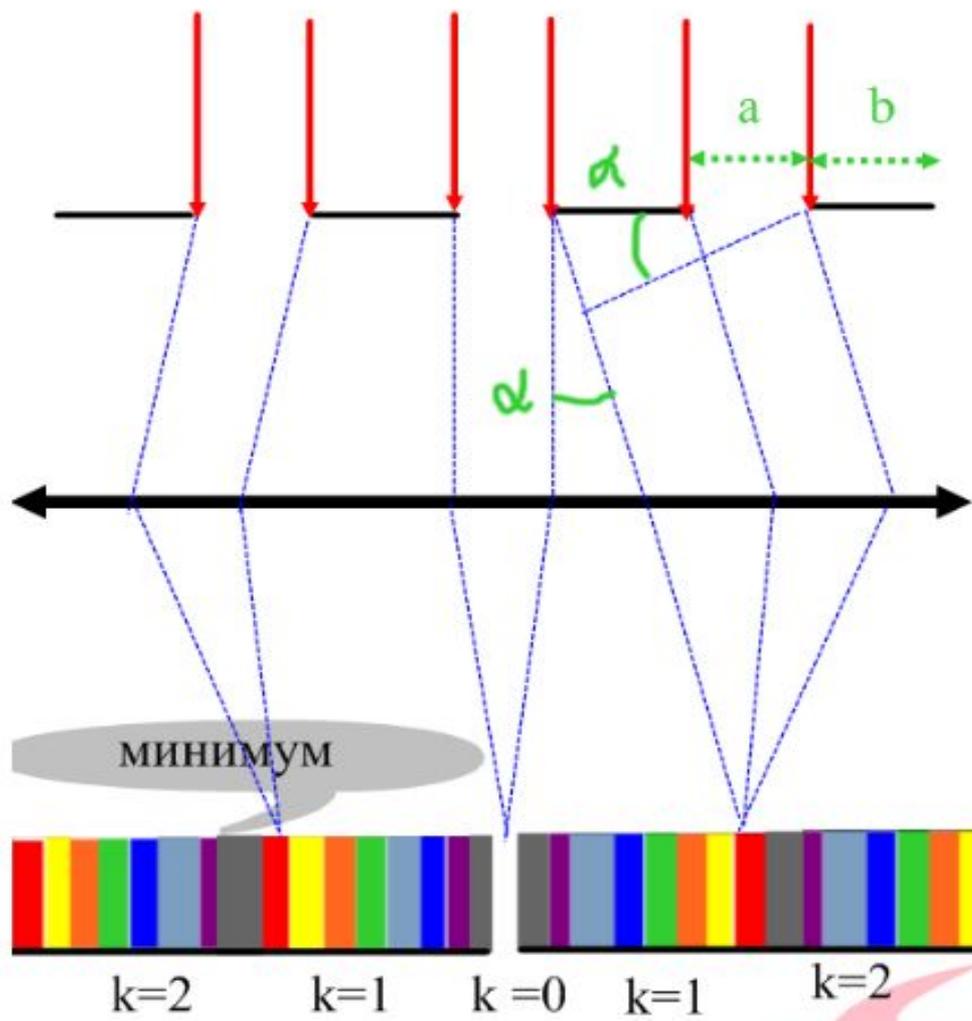
- явление отклонения света от прямолинейного распространения называется; огибание светом препятствий меньше длины световой волны.

Дифракция света используется в спектральных аппаратах. Одним из основных элементов во многих спектральных аппаратах является дифракционная решетка.

Дифракционная решетка - оптический прибор, состоящий из прозрачных и непрозрачных щелей.

Дифракционный спектр начинается с фиолетового, так как длина фиолетовой волны наименьшая из видимого диапазона, и для этой волны раньше выполняется условие максимума.





Дифракция света -

Дифракционная решетка -

Период дифракционной решетки -

$$d = a + b$$

Формула дифракционной решетки

$$d \sin \alpha = k \lambda$$

МИНИМУМ

МАКСИМУМ

d – период дифракционной решетки.

k – номер максимума.

λ – длина световой волны.

α – угол под которым наблюдается максимум.

$N = 2K+1$ – количество наблюдаемых максимумов.

- *Поляризацией света называется совокупность явлений волновой оптики, в которых проявляется поперечность электромагнитных волн.*
- *Явление поляризации света доказывает волновую природу света и поперечность световых волн. В поляризованной световой волне колебания происходят в строго определенном направлении.*

Как устроен фотоаппарат?

Камера обскура
(корпус фотоаппарата)

Линзовый объектив

Диафрагма

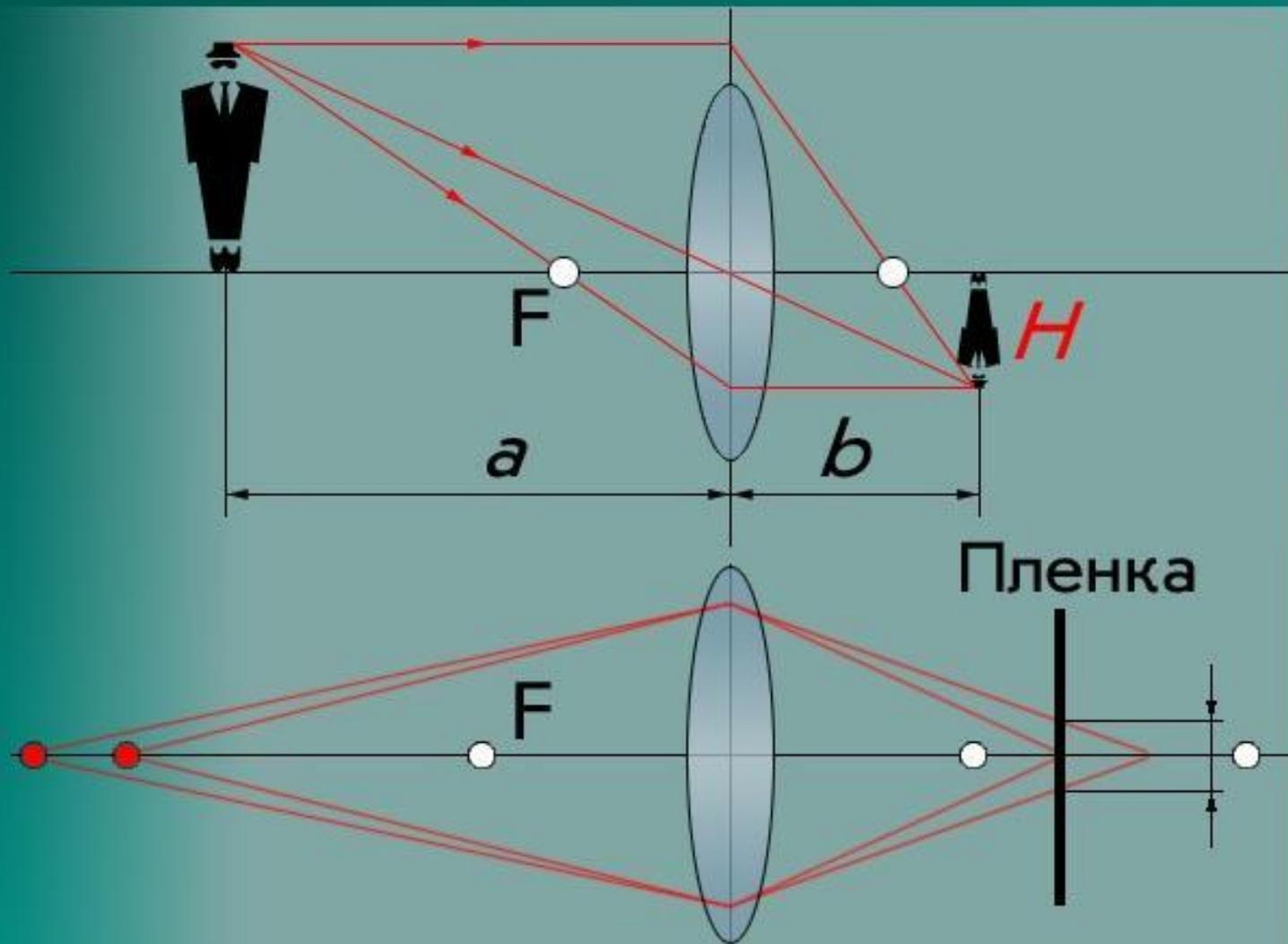
Затвор

Светочувствительная
пленка

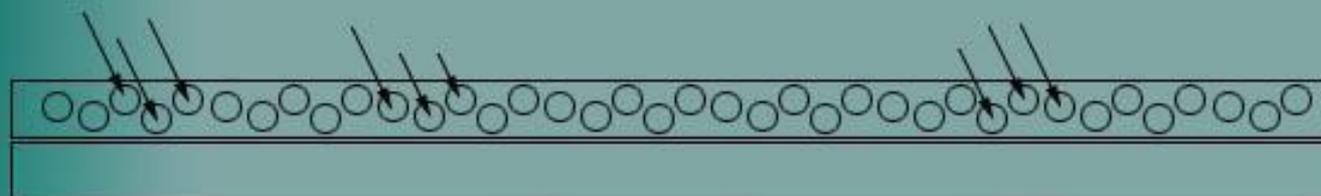
Рычаг перемотки
пленки



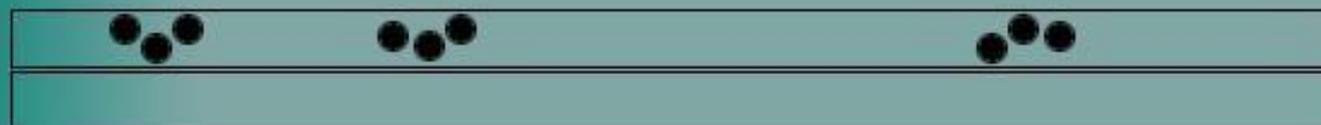
Ход лучей света в фотоаппарате



Устройство фотопленки



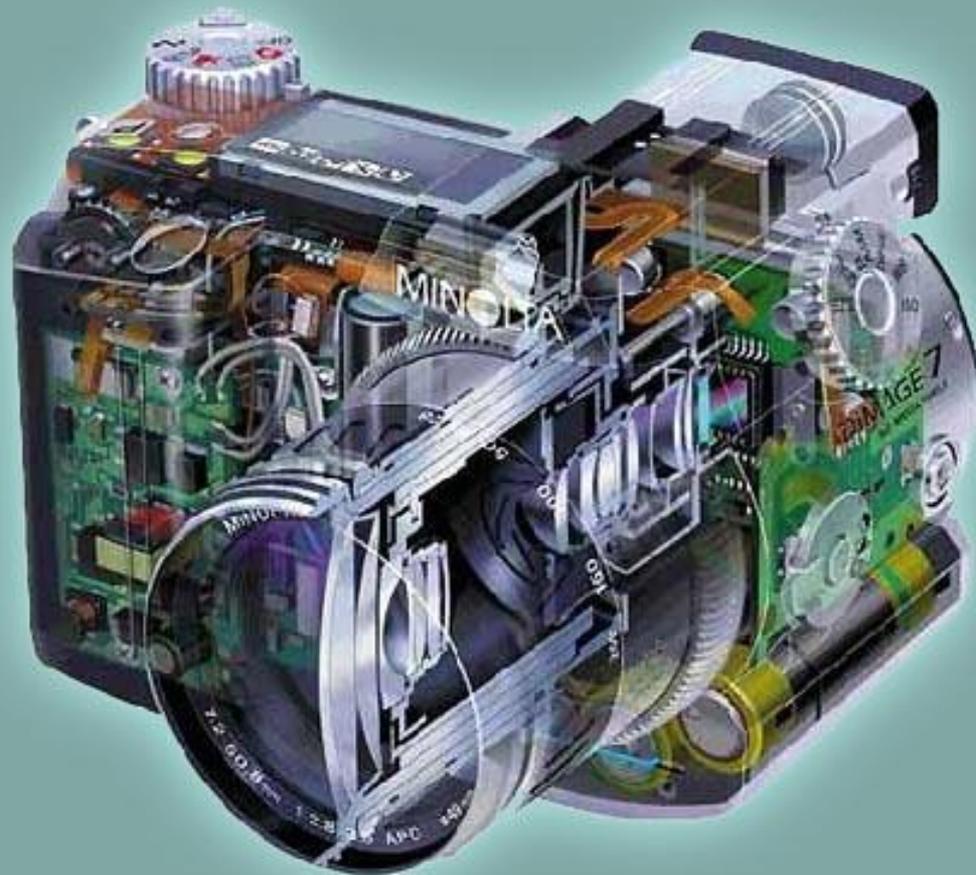
Пленка подверглась облучению. Есть скрытое изображение



Пленка проявлена. Есть видимое негативное изображение

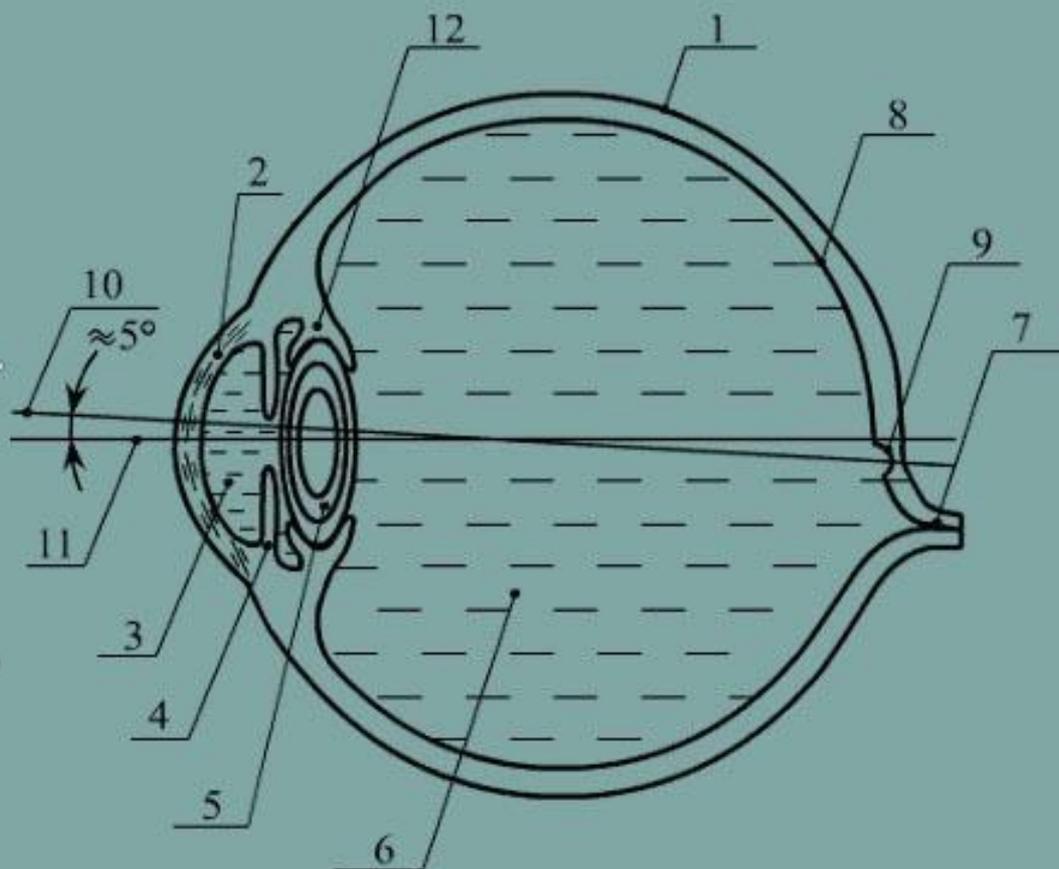
Цифровая фотокамера

Внешний вид и внутреннее устройство



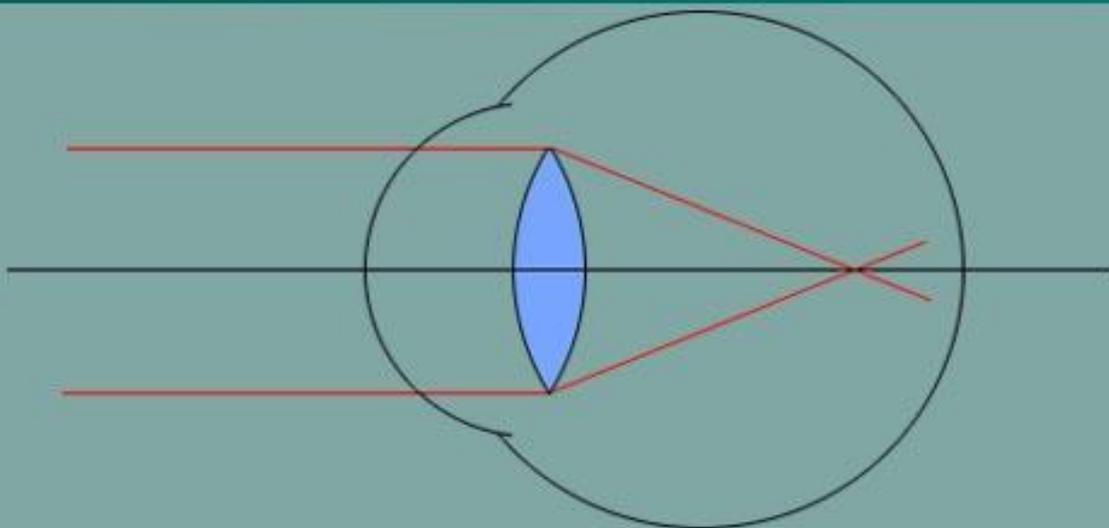
Устройство глаза

1. Склера.
2. Роговица.
3. Передняя камера.
4. Радужка.
5. Хрусталик.
6. Задняя камера.
7. Слепое пятно (вход зрительного нерва).
8. Сетчатка или ретина.
9. Желтое пятно.
10. Оптическая ось глаза.
11. Зрительная ось глаза.
12. Мышцы цилиарного тела.

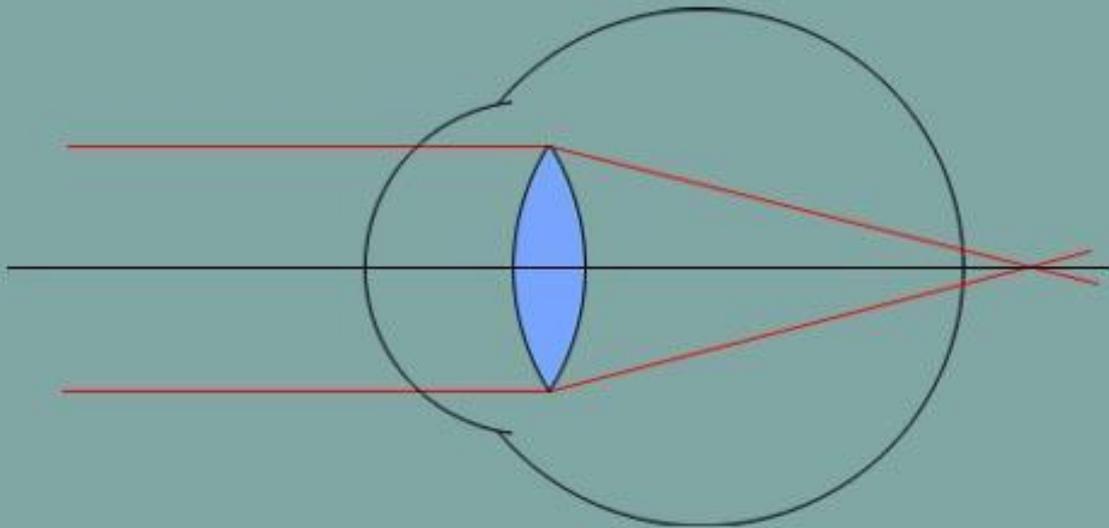


Дефекты зрения

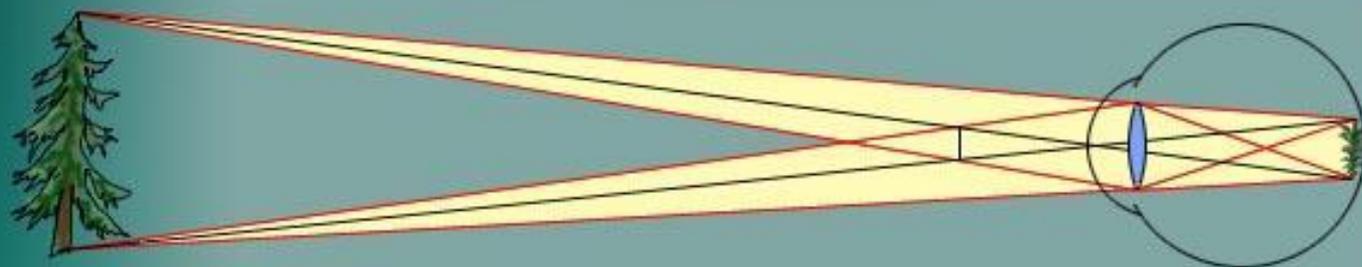
Близорукость



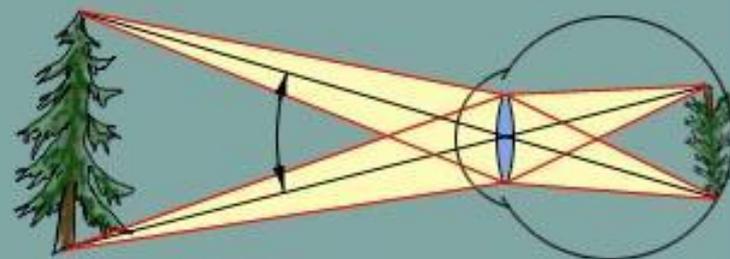
Дальнозоркость



Ход лучей света в глазу, аккомодация



Большое расстояние или малый угол зрения

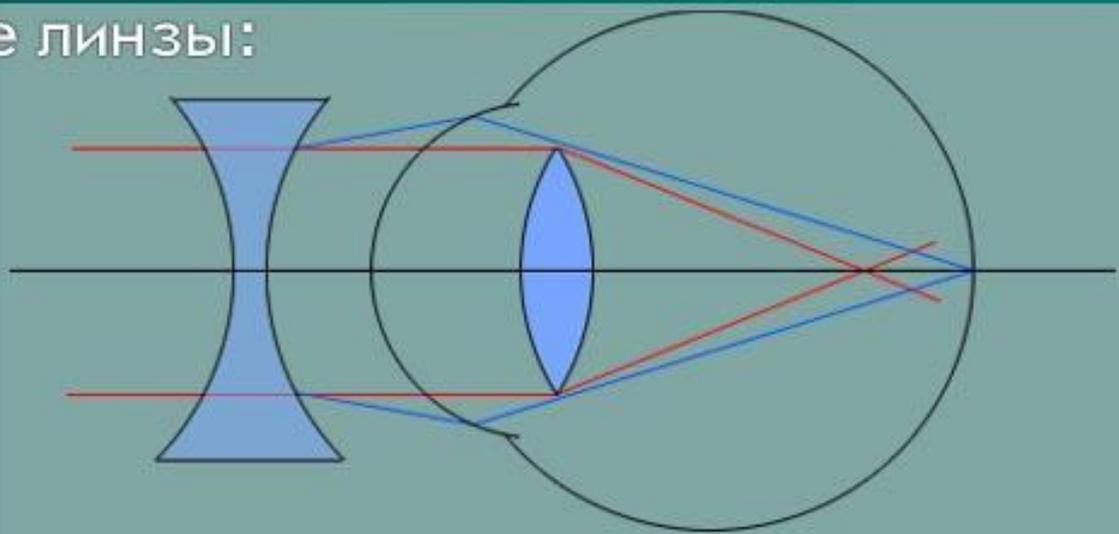


Небольшое расстояние или большой угол зрения

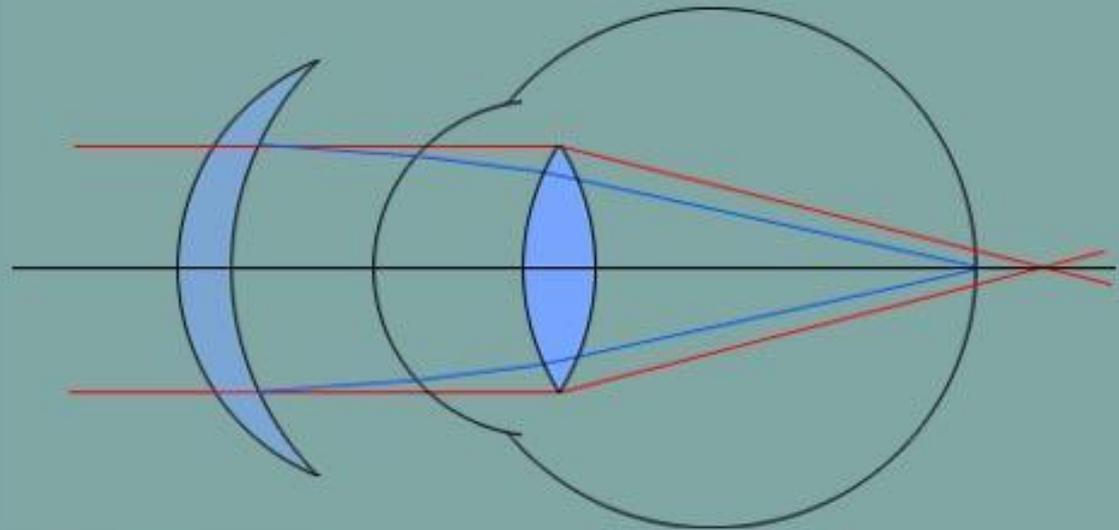
Исправление дефектов зрения

Корректирующие линзы:

Для близоруких:
рассеивающие



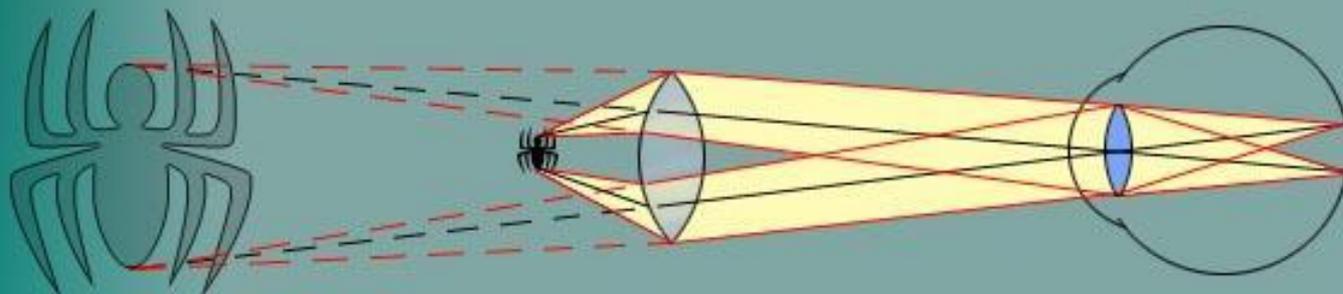
Для дальнозорких:
собирающие



Лупа

Инструмент для рассматривания
мелких предметов

Мнимое изображение предмета
располагается на расстоянии
наилучшего зрения.

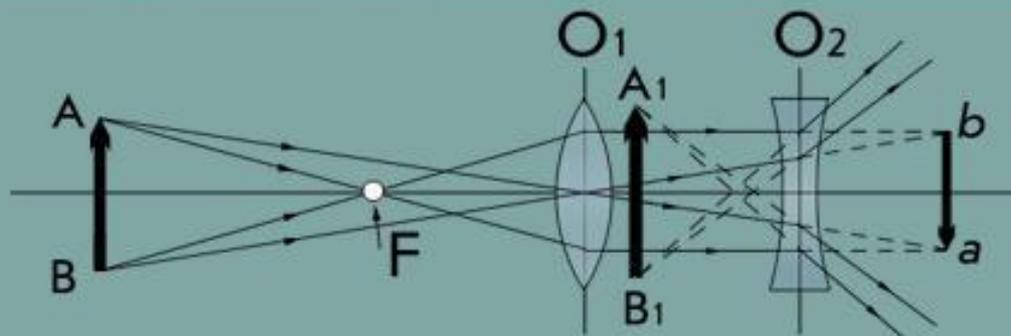


Подзорные трубы, телескоп

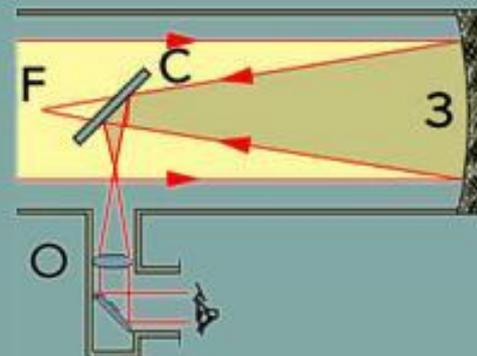
Труба Кеплера



Труба Галилея



Зеркальный телескоп Ньютона



Микроскоп

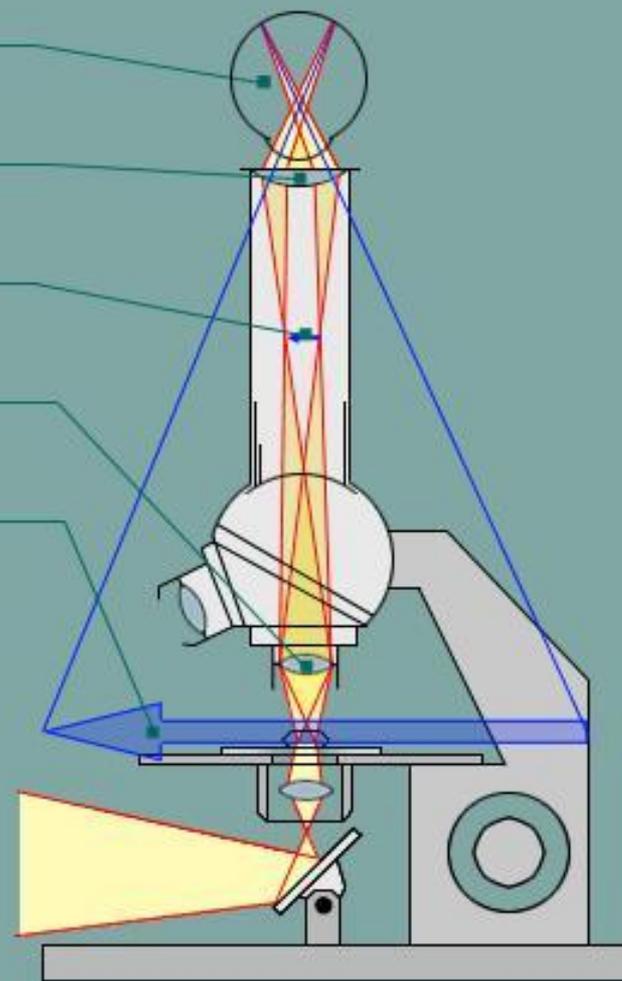
Глаз

Окуляр

Первое, действительное изображение

Объектив

Второе, мнимое изображение



Спектр излучения солнца

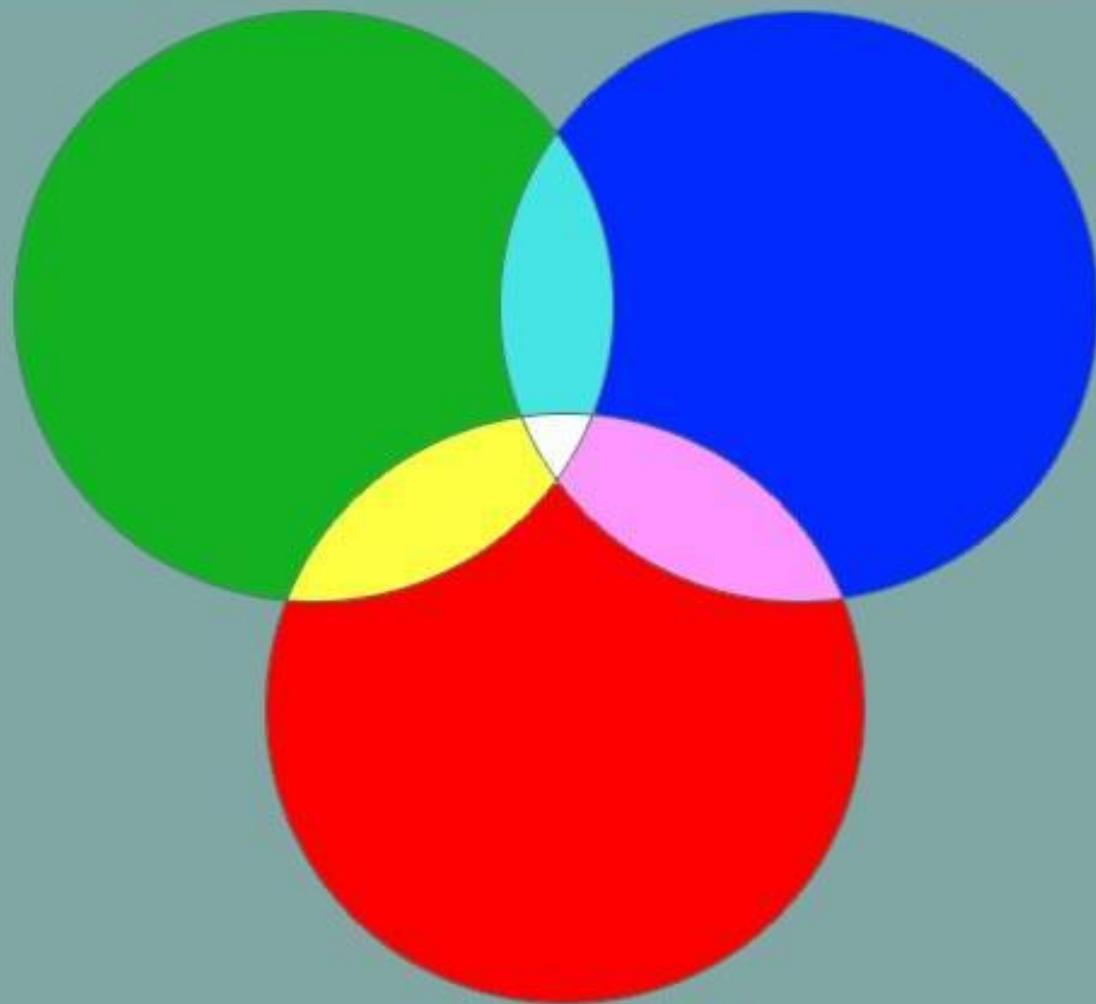
- Длина волны фиолетового цвета примерно 0.4 мкм
- Длина волны темно-красного цвета примерно 0.8 мкм

Опыты Ньютона по разложению света в спектр



Цветное зрение

Смешение разных
цветов



Шкала электромагнитных волн

- представляет собой непрерывную последовательность частот и длин электромагнитных излучений.

Теория Дж. Максвелла установила существование в природе электромагнитных волн. Эксперименты Г. Герца и П.Н. Лебедева подтвердили теорию Дж. Максвелла. В зависимости от способа получения электромагнитных волн их разделяют на несколько диапазонов, отмечая различные свойства.

