

Все загадки света

выполнила
к.п.н. учитель физики
Лопушнян Герда Анатольевна

Цели и задачи:

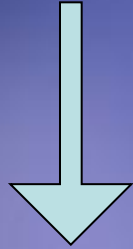
1. сформулировать законы геометрической оптики;
2. сформулировать законы волновой оптики

Оптика - это раздел физики, изучающий законы распространения света

Свет — электромагнитное излучение, испускаемое нагретым или находящимся в возбуждённом состоянии веществом, воспринимаемое человеческим глазом.

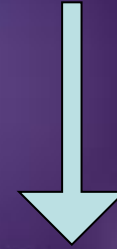
Световой луч – это линия вдоль которой распространяется световая энергия

ОПТИКА



Геометри́ческая

раздел оптики, изучающий законы распространения света в прозрачных средах и принципы построения изображений при прохождении света в оптических системах без учёта его волновых свойств



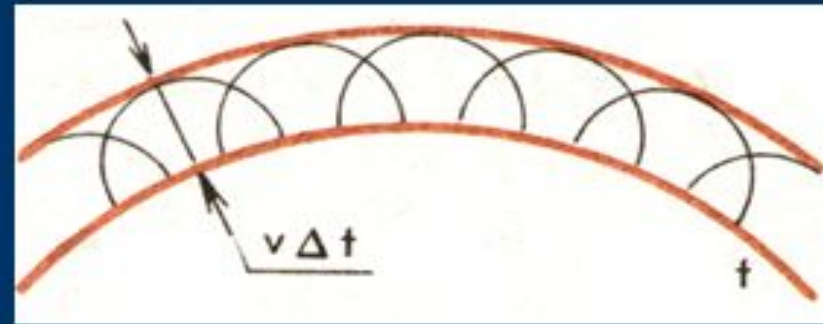
Волновая

раздел оптики, который описывает распространение света с учётом его волновой природы. Явления волновой оптики — интерференция, дифракция, поляризация.

Закон отражения света

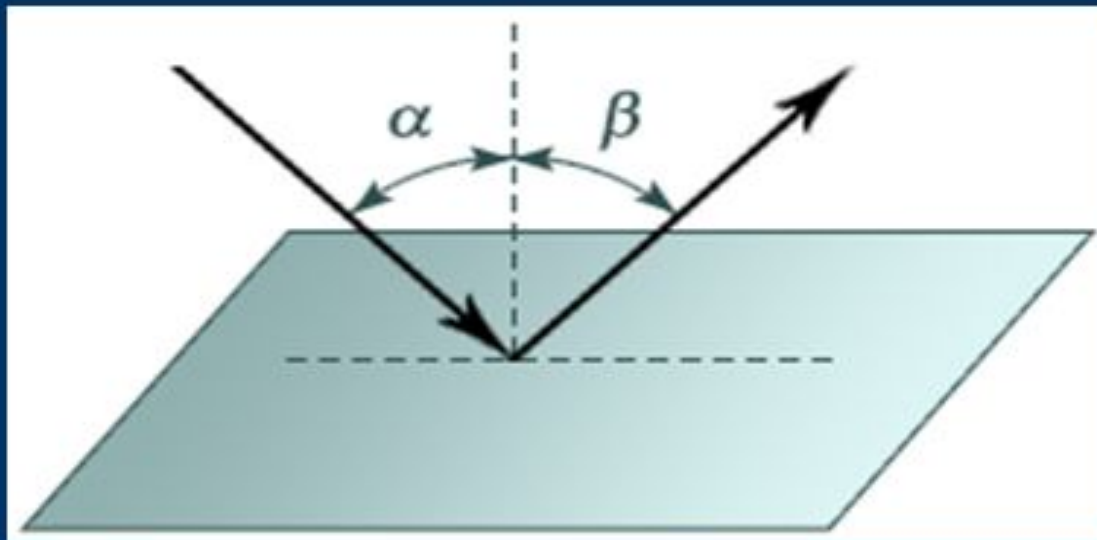
Принцип Гюйгенса

Каждая точка волнового фронта является источником вторичных волн.



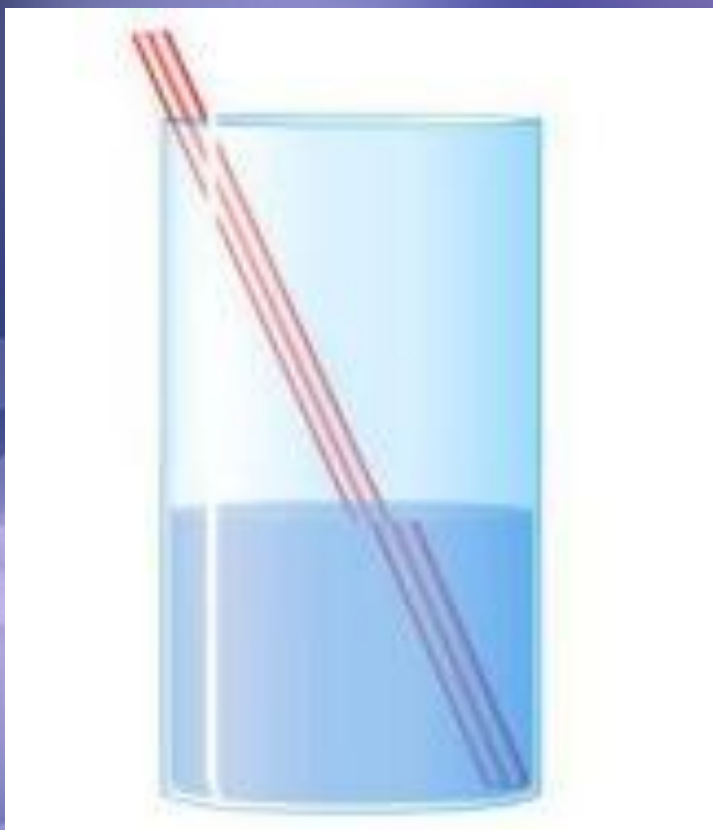
Из теории Гюйгенса вытекает закон отражения света:

Луч падающий, отражённый и нормаль к отражающей поверхности в точке падения лежат в одной плоскости, причём угол падения равен углу отражения



Преломление света

Преломление света - это изменение направления распространения света при его переходе из одной среды в другую.



Преломление света в стакане с водой.

Радуга – пример преломления света

Радуга возникает из-за преломления света в капельках дождя или тумана, парящих в атмосфере.

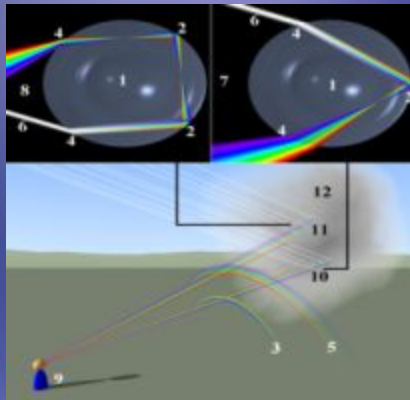


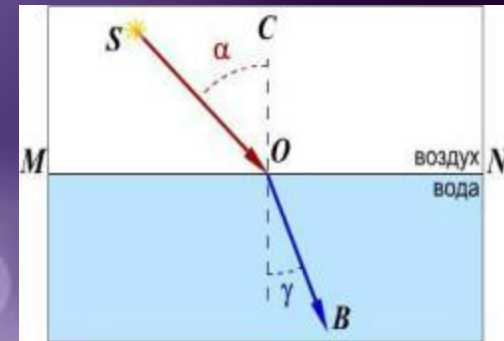
Схема образования радуги

- 1) сферическая капля
- 2) внутреннее отражение
- 3) первичная радуга
- 4) преломление
- 5) вторичная радуга
- 6) входящий луч света
- 7) ход лучей при формировании первичной радуги
- 8) ход лучей при формировании вторичной радуги
- 9) наблюдатель
- 10) область формирования первичной радуги
- 11) область формирования вторичной радуги
- 12) облако капелек

Преломление света

Рассмотрим преломление света подробнее:

1. Линия MN - поверхность раздела двух сред (вода-воздух).
2. На эту поверхность из точки S падает пучок света. Его направление задано лучом SO . Луч SO - падающий луч.
3. Луч OB - преломлённый луч.
4. Из точки падения луча O проведём перпендикуляр к OC к поверхности раздела двух сред.
5. Угол между падающий лучом и перпендикуляром к отражающей поверхности в точке падения луча называется углом отражённым.
6. Угол между преломлённым лучом и перпендикуляром к отражающей поверхности в точке падения луча называется углом преломления.



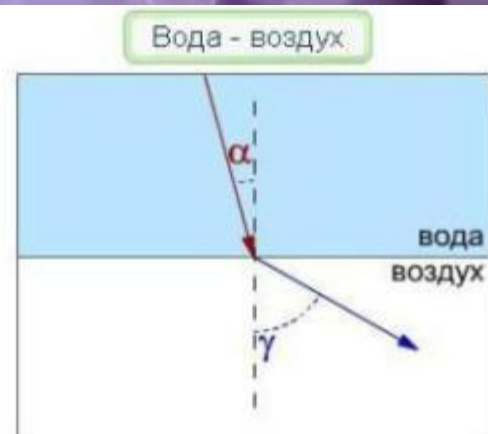
Преломление света

Различие углов падения и преломления обусловлено тем, что стекло и воздух имеют разную оптическую плотность. Оптическая плотность среды характеризуется различной скоростью распространения света в ней. Чем больше скорость распространения света, тем меньше оптическая плотность среды. Скорость распространения света в стекле меньше, чем в воздухе. Поэтому оптическая плотность стекла больше, чем оптическая плотность воздуха.



Если луч света переходит из среды оптически менее плотной в среду оптически более плотную, то угол преломления меньше угла падения:

$$\alpha > \gamma.$$



Если луч света переходит из среды оптически более плотной в среду оптически менее плотную, то угол преломления больше угла падения:

$$\alpha < \gamma.$$

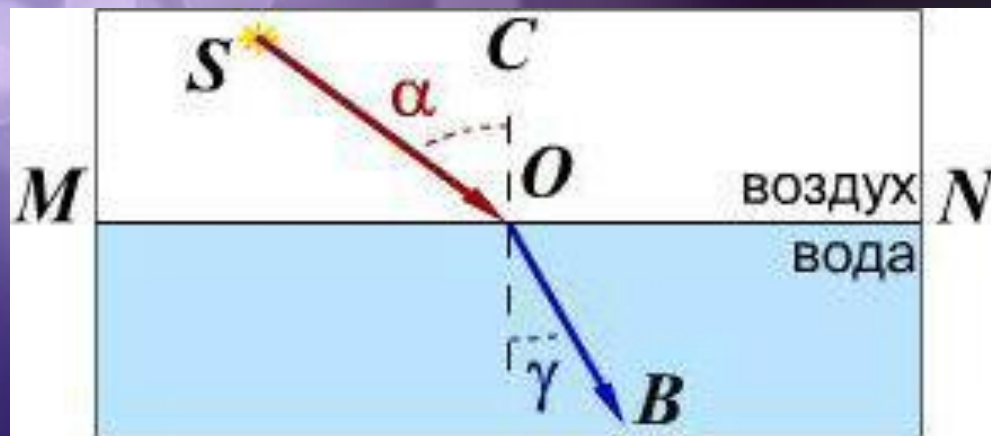
Таким образом, можно сформулировать закон преломления света:

1. Лучи падающий, преломлённый и перпендикуляр, проведённый к границе раздела двух сред в точке падения луча, лежат в одной плоскости.

2. Отношение синуса угла падения к синусу угла преломления есть величина постоянная для двух сред.

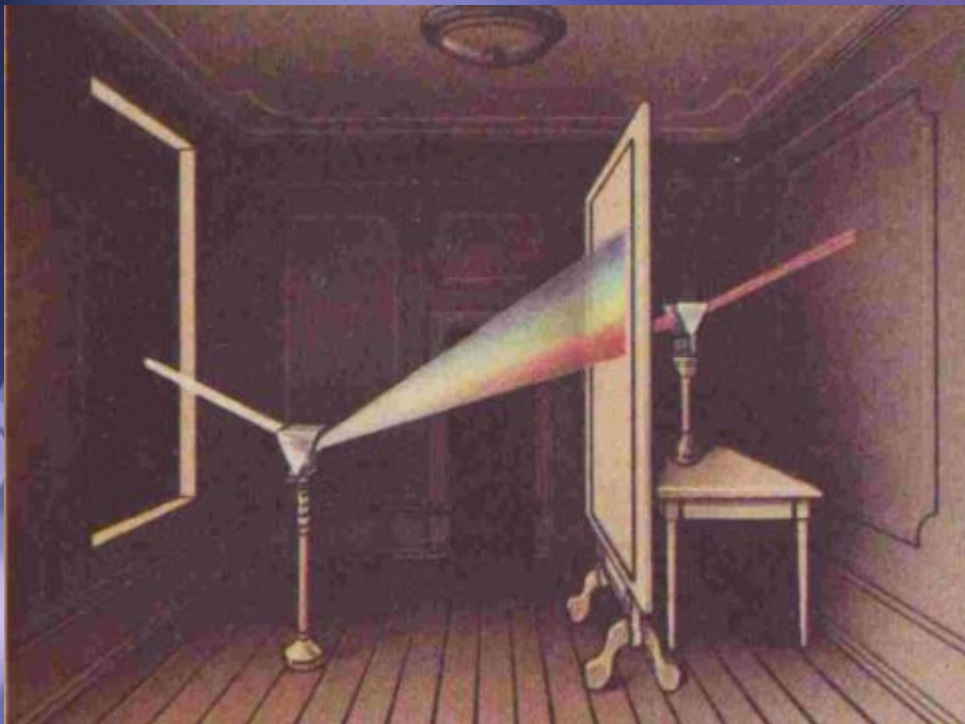
$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n$$

где n - относительный показатель преломления для двух данных сред. Например, если луч переходит из воздуха в воду, то относительный показатель их преломления равен 1,33.



Дисперсия

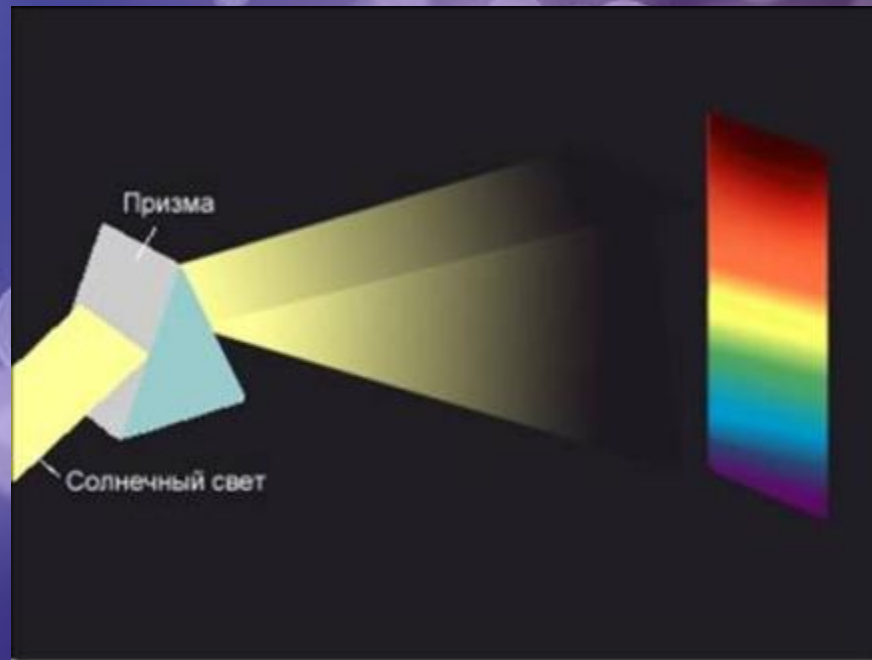
Это явление, обусловленное зависимостью абсолютного показателя преломления вещества от частоты (или длины волны) света, или зависимость фазовой скорости света в веществе от длины волны (или частоты).





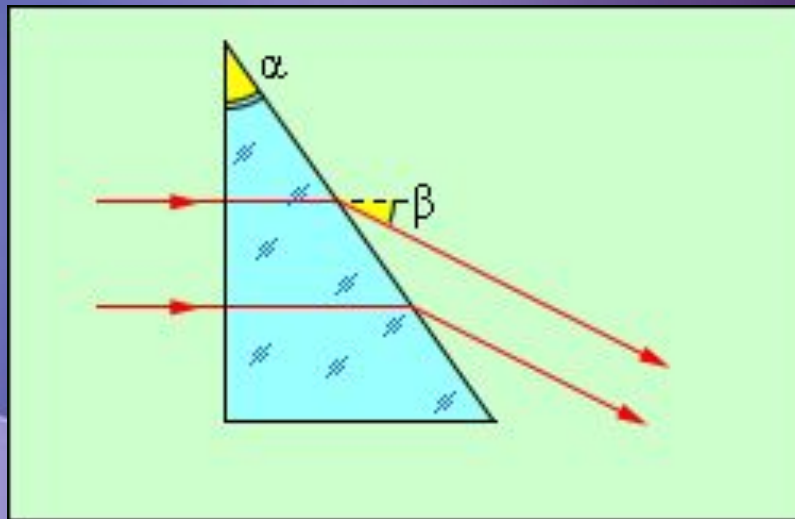
Призма

Призма — устройство для преломления световых лучей, имеющая форму геометрической призмы.



Преломления пучка света при прохождении им призмы

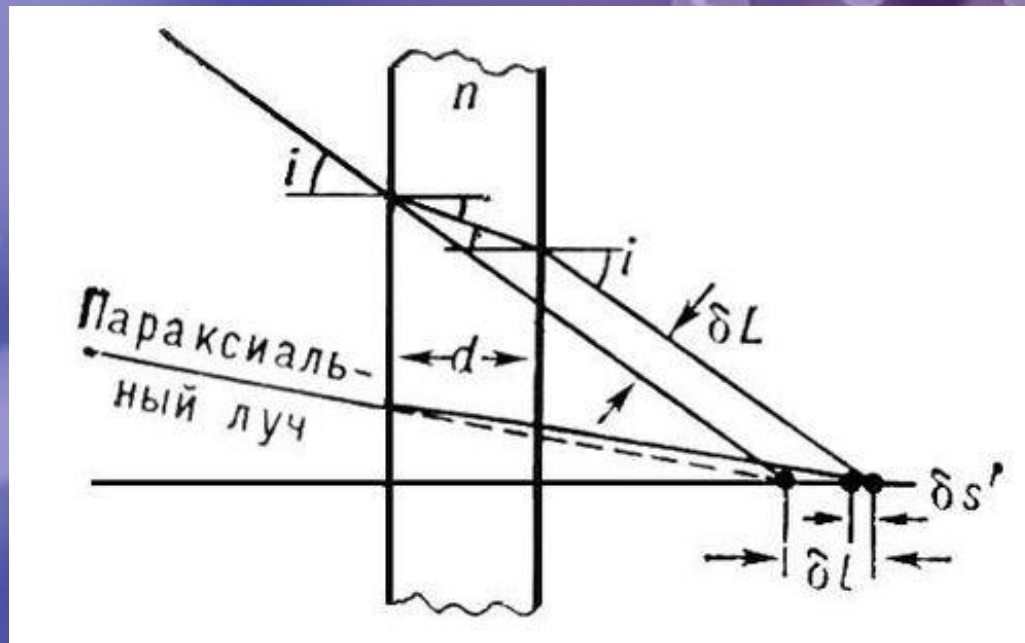
Задача:



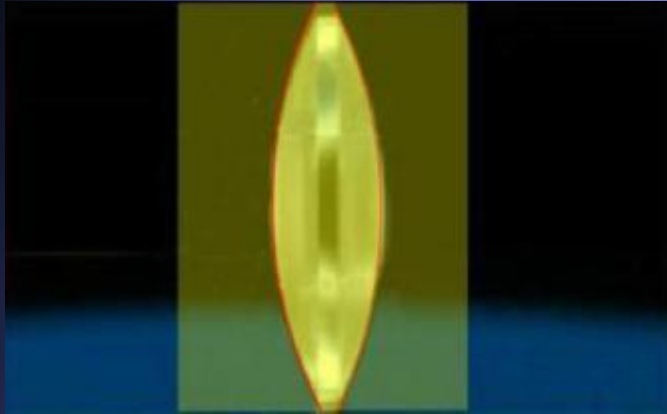
Пучок света падает нормально на стеклянную призму ($n = 1,5$) и после преломления выходит из нее. Найдите угол β отклонения пучка света от первоначального направления, если преломляющий угол призмы $\alpha = 30^\circ$.

Плоскопараллельная пластинка

Плоскопараллельная пластинка- это ограниченный параллельными поверхностями слой однородной среды, прозрачной в некотором интервале длин волн λ оптического излучения.

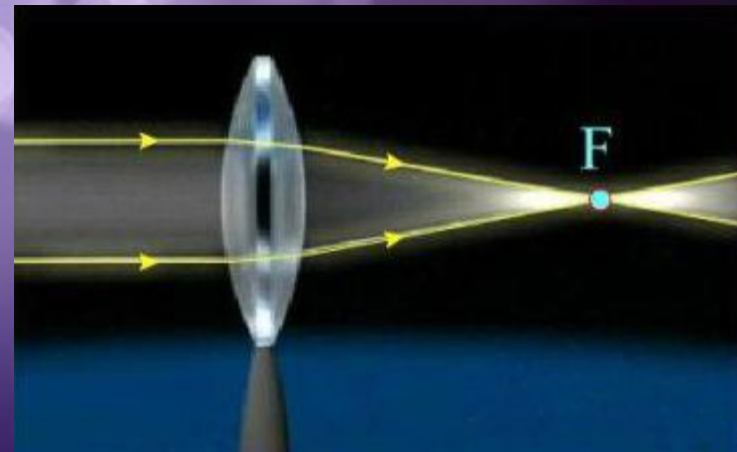


Линза



Линза - прозрачное тело, образованное двумя сферическими поверхностями либо сферическое с одной стороны и плоское с другой.

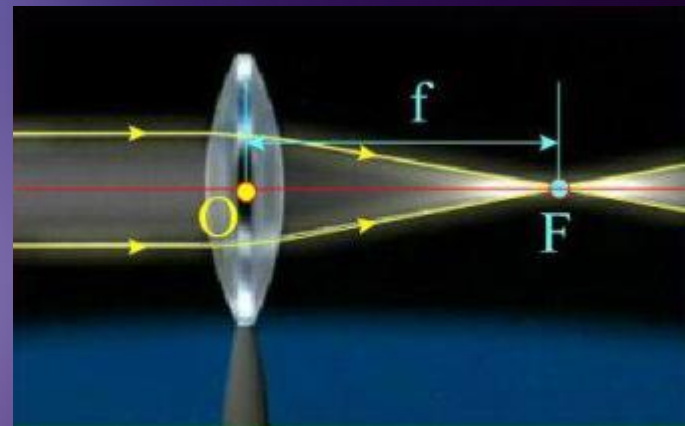
Главный фокус линзы находится в точке пересечения преломлённых лучей, падающих на линзу параллельно главной оптической оси.



Фокусное расстояние-

расстояние между главным фокусом (F) и оптическим центром (O).

Оптическая сила
обратно
пропорциональна
фокусному расстоянию.

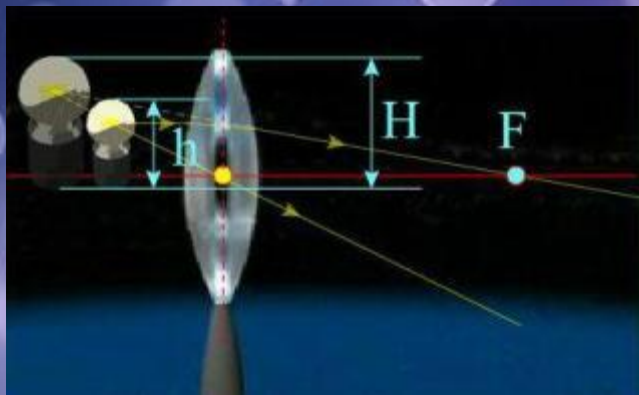


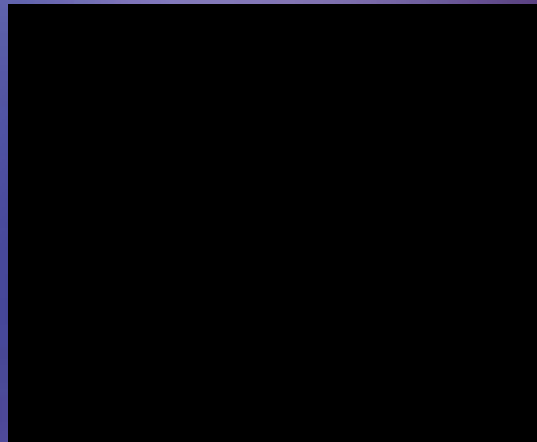
$$D = \frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$$

В системе СИ — (Дптр) — диоптрии

Увеличение-

это отношение
высоты изображения
(H) к высоте
предмета (h).





Виды линз

| | |
|--|--|
| <p>$R_1 > 0$</p> <p>$R_2 > 0$</p> | <p>$R_2 > 0$</p> <p>$R_1 < 0$</p> <p>$R_1 < R_2$</p> |
| <p>Двояко-выпуклая</p> | <p>Выпукло-вогнутая</p> |
| <p>$R_2 \rightarrow \infty$</p> <p>$R_1 > 0$</p> | <p>$R_1 < 0$</p> <p>$R_2 < 0$</p> |
| <p>Плоско-выпуклая</p> | <p>Двояко-вогнутая</p> |
| <p>$R_2 > 0$</p> <p>$R_1 < 0$</p> <p>$R_1 > R_2$</p> | <p>$R_1 < 0$</p> <p>$R_2 \rightarrow \infty$</p> |
| <p>Вогнуто-выпуклая</p> | <p>Плоско-вогнутая</p> |

$$\Phi = \frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b} = (n-1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$



Φ - оптическая сила линзы
[дптр]

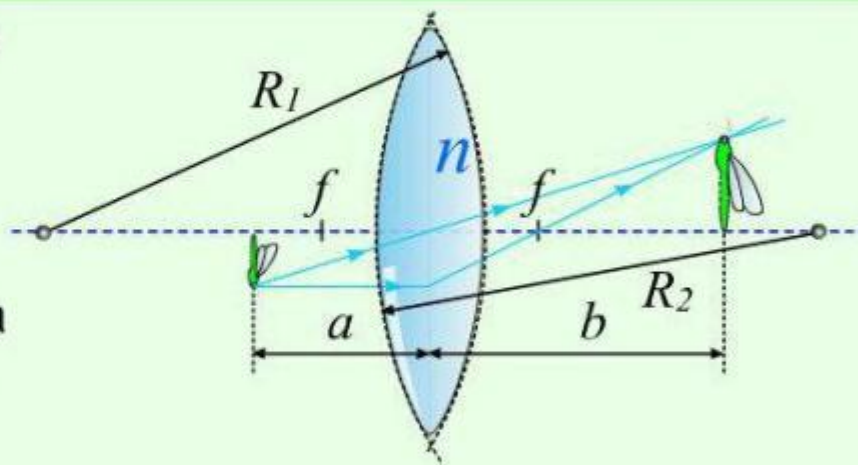
f - фокусное расстояние
тонкой линзы [м]

a - расстояние от предмета
до оптического центра
линзы [м]

b - расстояние от изображения до оптического центра
линзы [м]

n - показатель преломления вещества линзы

R_1, R_2 - радиусы кривизны поверхностей линзы [м]



Волновая оптика

Волновая óптика — раздел оптики, который описывает распространение света с учётом его волновой природы.

Явления волновой оптики :

- интерференция,
- дифракция,
- поляризация.

Волна- это процесс переноса в пространстве колебаний.

Волновая оптика рассматривает свет как электромагнитные волны.

Явления интерференции и дифракции служат опытным подтверждением его волновой природы.

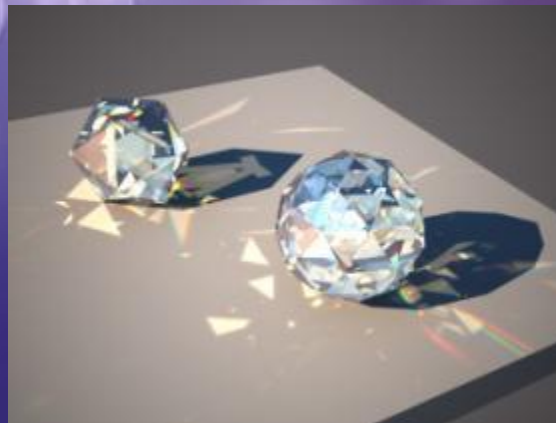
Свет как волна

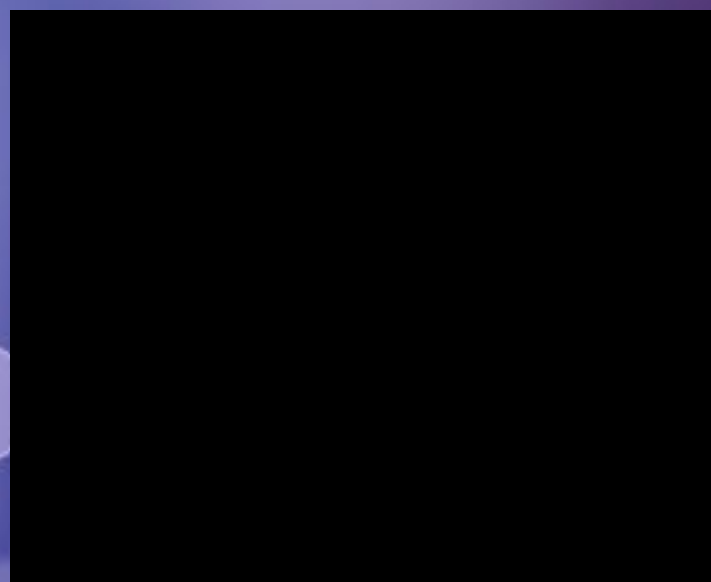
Волновым процессам характерна интерференция и дифракция, дисперсия т.е. если предположить, что свет - волна, то нужно обнаружить его волновые свойства.

Дисперсия

Диспёрсия света (разложение света) — это явление зависимости абсолютного показателя преломления вещества от длины волны света а также, от координат.

В результате прохождения света через прозрачную призму получается упорядоченное расположение монохроматических электромагнитных волн оптического диапазона – спектр. Изучение этого спектра привело И. Ньютона в 1672 году к открытию дисперсии света.





Интерференци

Я
Интерференцией волн называется явление, возникающее при сложении двух волн, вследствие которого наблюдается усиление или ослабление результирующих колебаний в различных точках пространства.

Для образования устойчивой интерференционной картины необходимо, чтобы источники волн имели **одинаковую частоту и постоянную разность фаз их колебаний**. Такие волны называются **когерентными**.

Условие максимума интерференционной картины:

$$\Delta = m\lambda.$$



Условие минимума интерференционной картины:

$$\Delta = \left(2m + 1\right) \frac{\lambda}{2}$$



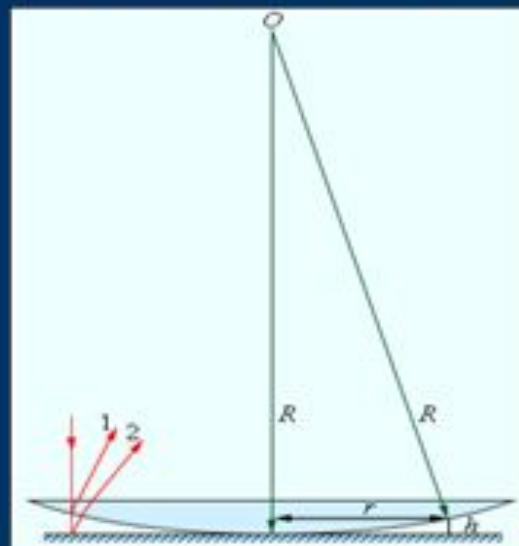
Интерференция света

Интерференция – это явление, которое наблюдается при определенных условиях при наложении двух или нескольких световых пучков. Интенсивность света в области перекрытия пучков имеет характер чередующихся светлых и темных полос, причем в максимумах интенсивность больше, а в минимумах меньше суммы интенсивностей пучков.

С интерференционными явлениями мы сталкиваемся довольно часто: цвета масляных пятен на асфальте, окраска замерзающих оконных стекол, причудливые цветные рисунки на крыльях некоторых бабочек и жуков.



Кольца Ньютона в зеленом и красном свете.



Первый эксперимент по наблюдению интерференции света в лабораторных условиях принадлежит И. Ньютону. Он наблюдал интерференционную картину, возникающую при отражении света в тонкой воздушной прослойке между плоской стеклянной пластиной и плосковыпуклой линзой большого радиуса кривизны. Интерференционная картина имела вид концентрических колец, получивших название колец Ньютона.



Дифракция



Дифракцией света называется явление отклонения света от прямолинейного направления распространения при прохождении вблизи препятствий. Как показывает опыт, свет при определенных условиях может заходить в область геометрической тени. Если на пути параллельного светового пучка расположено круглое препятствие (круглый диск, шарик или круглое отверстие в непрозрачном экране), то на экране, расположенном на достаточно большом расстоянии от препятствия, появляется *дифракционная картина* — система чередующихся светлых и темных колец. Если препятствие имеет линейный характер (щель, нить, край экрана), то на экране возникает система параллельных дифракционных полос.



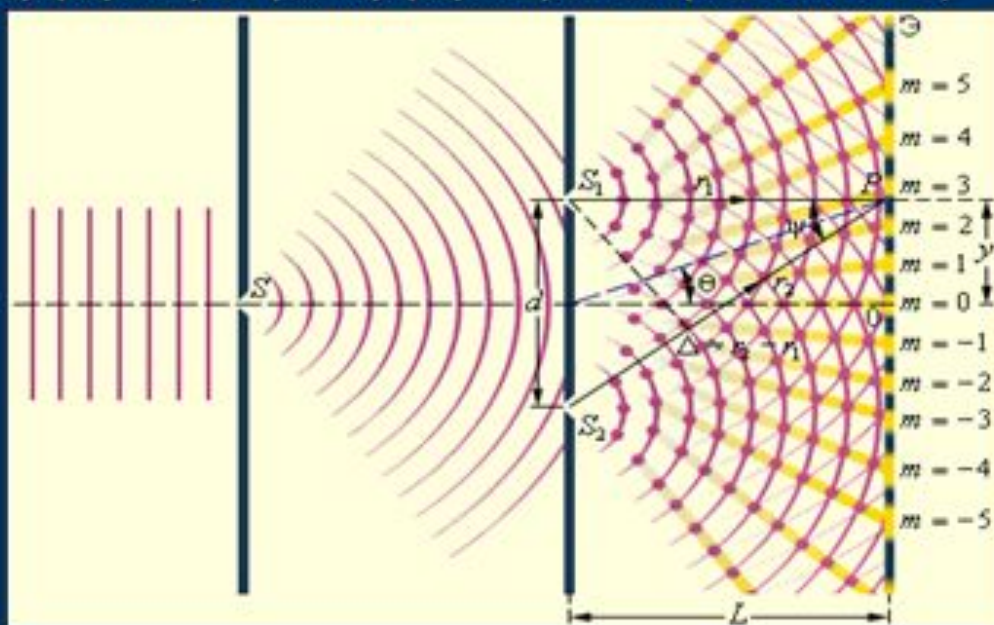
Дифракция света

Дифракция – это явление огибания волной препятствия



Дифракция тесно связана с явлением интерференции. Более того, само явление дифракции зачастую трактуют как частный случай интерференции (интерференция вторичных волн)

Исторически первым интерференционным опытом, получившим объяснение на основе волновой теории света, явился опыт Юнга. В опыте Юнга свет от источника, в качестве которого служила узкая щель, падал на экран с двумя близко расположенными щелями. Проходя через каждую из щелей, световой пучок уширялся вследствие **дифракции**, поэтому на белом экране световые пучки, прошедшие через щели S_1 и S_2 , перекрывались. В области перекрытия световых пучков наблюдалась интерференционная картина в виде чередующихся светлых и темных полос.



Интерференция света. Применение.

Интерференционная картинка – определённое, неизменное во времени распределение амплитуд колебаний.

Источники, соответствующие условию, чтобы источники волн имели одинаковую частоту и разность фаз их колебаний была постоянной, называют когерентными.

Применение

- просветление оптики
- проверка качества обработки поверхностей
- создание высокоотражающих покрытий
- выявление и измерение неоднородности среды



Блеск и игра света на жемчуге обусловлены интерференцией света...
Цвет: от снежно белого до черного (более 120 цветовых оттенков)

Дифракционная решётка

Дифракционная решётка - оптический прибор, предназначенный для анализа спектрального состава оптического излучения.



- . Дифракционная решётка состоит из тысяч узких и близко расположенных щелей. Из-за интерференции интенсивность света прошедшего через дифракционную решётку различна в различных направлениях. Имеются выделенные направления в которых световые волны от различных щелей решётки складываются в фазе, многократно усиливая друг друга.
- При освещении решётки монохроматическим светом на её выходе наблюдаются узкие лучи с большой интенсивностью

Дифракционная решетка

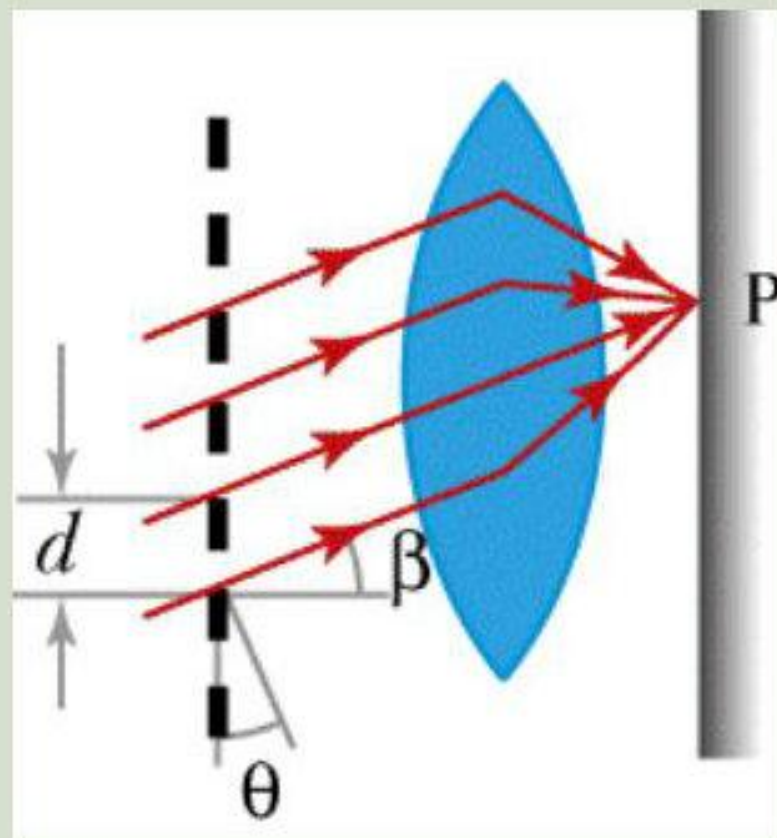
- Следовательно:

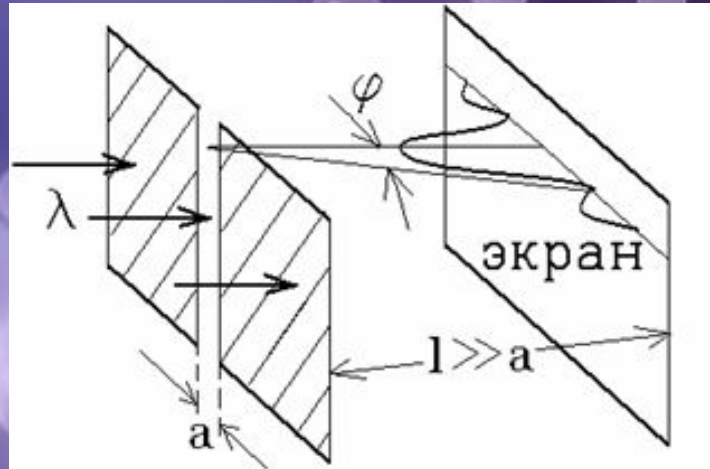
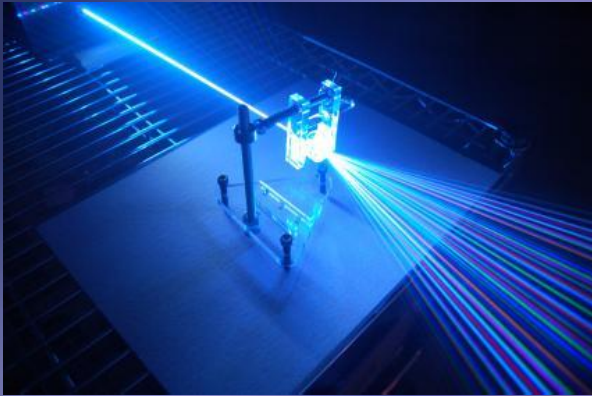
$$d \sin \varphi = k \lambda$$

- формула
дифракционной
решетки.

Величина k — порядок
дифракционного
максимума

(равен $0, \pm 1, \pm 2$ и т.д.)





Дифракционная решётка

Дифракционная решётка — оптический прибор, работающий по принципу дифракции света, представляет собой совокупность большого числа регулярно расположенных штрихов (щелей, выступов), нанесённых на некоторую поверхность.

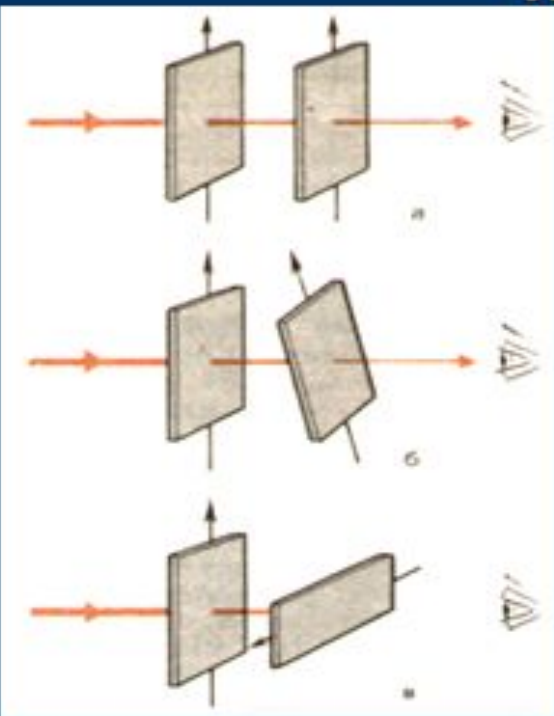
Дифракционную решётку применяют в спектральных приборах, также в качестве оптических датчиков линейных и угловых перемещений (измерительные дифракционные решётки), поляризаторов и фильтров инфракрасного излучения, делителей пучков в интерферометрах и так называемых «антибликовых» очках



Один из простейших и распространённых в быту примеров отражательных дифракционных решёток — компакт-диск или DVD. На поверхности компакт-диска — дорожка в виде спирали с шагом 1,6 мкм между витками. Примерно треть ширины (0,5 мкм) этой дорожки занята углублением (это записанные данные), рассеивающим падающий на него свет, примерно две трети (1,1 мкм) — нетронутая подложка, отражающая свет. Таким образом, компакт диск — отражательная дифракционная решётка с периодом 1,6 мкм.



Поперечность световых волн



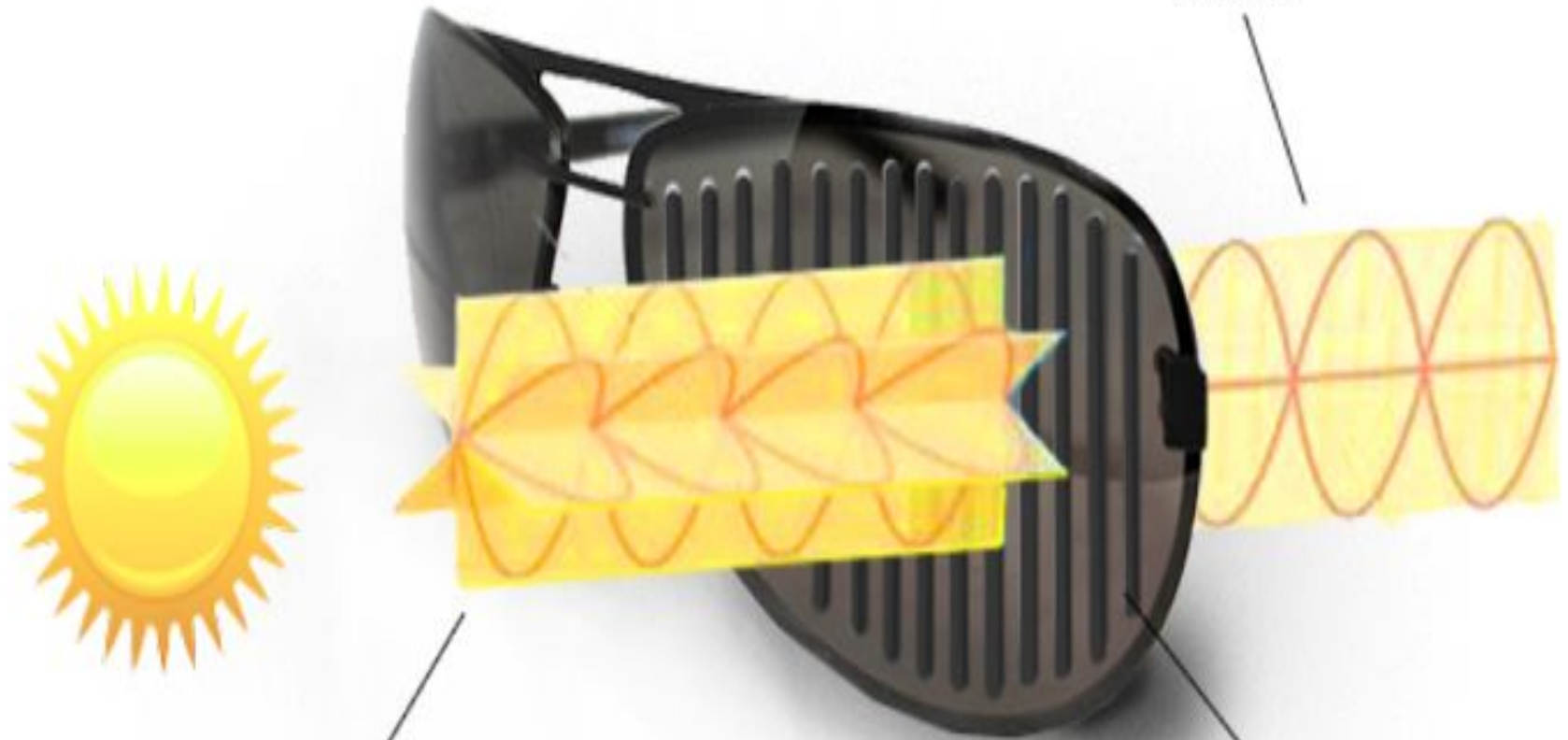
Опыт с кристаллами турмалина (прозрачными кристаллами зеленой окраски).

Кристалл турмалина имеет ось симметрии и принадлежит к числу так называемых одноосных кристаллов. Возьмем прямоугольную пластину турмалина, вырезанную таким образом, чтобы одна из ее граней была параллельна оси кристалла. Если направить нормально на такую пластину пучок света от электрической лампы или солнца, то вращение пластины вокруг пучка никакого изменения интенсивности света, прошедшего через нее, не вызовет (рис. 34). Можно подумать, что свет только частично поглотился в турмалине и приобрел зеленоватую окраску. Больше ничего не произошло. Но это не так. Световая волна приобрела новые свойства.

Эти новые свойства обнаруживаются, если пучок заставить пройти через второй точно такой же кристалл турмалина, параллельный первому. При одинаково направленных осях кристаллов опять ничего интересного не происходит: просто световой пучок еще более ослабляется за счет поглощения во втором кристалле. Но если второй кристалл вращать, оставляя первый неподвижным, то обнаружится удивительное явление - гашение света. По мере увеличения угла между осями интенсивность света уменьшается. И когда оси перпендикулярны друг другу, свет не проходит совсем. Он целиком поглощается вторым кристаллом.

Плоско-поляризованный

свет



Естественный

(неполяризованный) свет

Поляризатор (на примере
поляризационных очков)

Поперечность световых волн. Поляризация света.

- Свет – поперечная волна.
- Световая волна, идущая от источника света, полностью симметрична относительно направления распространения.
- Волна, вышедшая из первого кристалла, не обладает осевой симметрией.
- Световой поток, в котором колебания происходят по всем направлениям, перпендикулярным направлению волн, называют естественным светом.

2. Кристалл турмалина обладает способностью пропускать световые волны с колебаниями, происходящими в одной определённой плоскости.

Такой свет называется поляризованным(плоскополяризованным)

