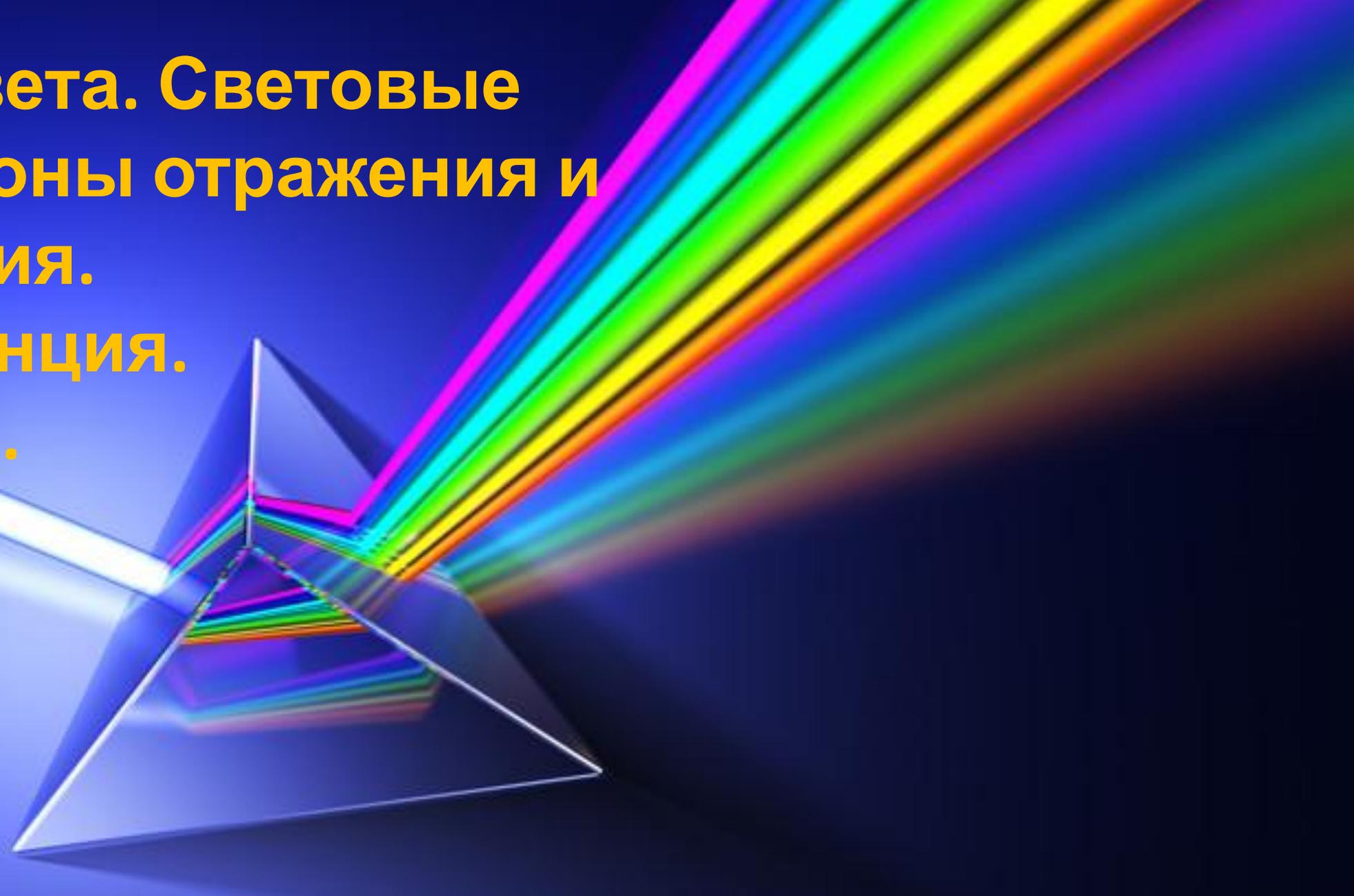


Природа света. Световые
волны. Законы отражения и
преломления.
Интерференция.
Дифракция.



Природа света

Свет естественное природное явление. Раньше человек воспринимал его как нечто естественное и обыденное. С другой стороны человек понимал, что свет днем исходит от солнца, горящий костёр также давал свет.

В XVII веке исследованием света занимался великий английский учёный Исаак Ньютон. По его представлениям свет - это поток частиц – корпускул. Такое представление о природе света было им выдвинуто, на основе опытов по преломлению и отражению света. С этой точкой зрения были не согласны многие учёные коллеги Ньютона. Роберт Гук считал, что свет - это колебания некой среды – эфира. С понятием света близко понятие цвета. Разные предметы имеют в окружающем мире различный цвет. Огонь костра также имеет различные оттенки цвета. На небе после дождя возможно наблюдать радугу. В XVII веке люди научились получать искусственную радугу с помощью призмы. Это явление даёт возможность из белого света получить семь основных цветов спектра, которые располагаются всегда в строго определённом порядке: красный, оранжевый, жёлтый, зелёный, голубой, синий и фиолетовый.

К началу XX века возникла наука – оптика, которая занималась световыми явлениями. Великий английский физик Максвелл вывел свои знаменитые уравнения электродинамики. Они позволяли в изящной математической форме выразить и объяснить все электромагнитные явления в природе. В одном из уравнений скорость распространения электромагнитных волн была получена в виде некоторой постоянной величины. Она была равна скорости света в вакууме – примерно 300000 км/сек. Исходя из этого, природу видимого света стали объяснять, как поток электромагнитных волн длиной от 380 до 760 нанометров. Приставка "нано" показывает, что данная величина (метр) составляет его миллиардную долю. Ещё более короткую длину имеют гамма лучи, ультрафиолетовые и рентгеновские. Большую длину волны имеют инфракрасные и радиоволны, которые человек использует для радио и телевидения. На рубеже XIX и XX веков именно природа света стала тем камнем преткновения, о который споткнулась классическая физика. Скорость света по экспериментальным данным не зависела от системы отсчёта. Такой факт привёл А. Эйнштейна к созданию теории относительности. Согласно данной теории, скорость света есть та максимальная скорость, больше которой в природе получить нельзя. Свет во многих своих проявлениях вёл себя не как волна, а как частица. Это в свою очередь привело к появлению квантовой физики.

Сейчас свет рассматривается, как поток частиц – фотонов, которые возникают при переходе электронов с одного энергетического уровня в атоме на другой. Но с другой стороны фотон не имеет массы покоя и представляет собой сгусток энергии в виде электромагнитной волны. Белый свет состоит из большого количества фотонов имеющих разную длину волны. Различные вещества излучают при подводе к ним источника энергии или поглощают фотоны определённой длины. Отсюда берёт начало мощный способ исследования вещества – спектроскопия. С помощью этого метода можно обнаружить даже несколько атомов искомого вещества по его спектрограмме.

Российскими учёными А. Прохоровым и Н. Басовым были построены так называемые квантовые генераторы – лазеры. Они дают лучи света со строго определённой длиной волны и одинаковой поляризации. Лазерная техника сейчас занимает довольно важное место в

Законы отражения и преломления

света

Законы отражения света.

Первый закон отражения:
лучи, падающий и отражённый, лежат в одной плоскости с перпендикуляром к отражающей поверхности, восстановленным в точке падения луча

Второй закон отражения:
угол падения равен углу отражения
 α — угол падения, β — угол отражения.

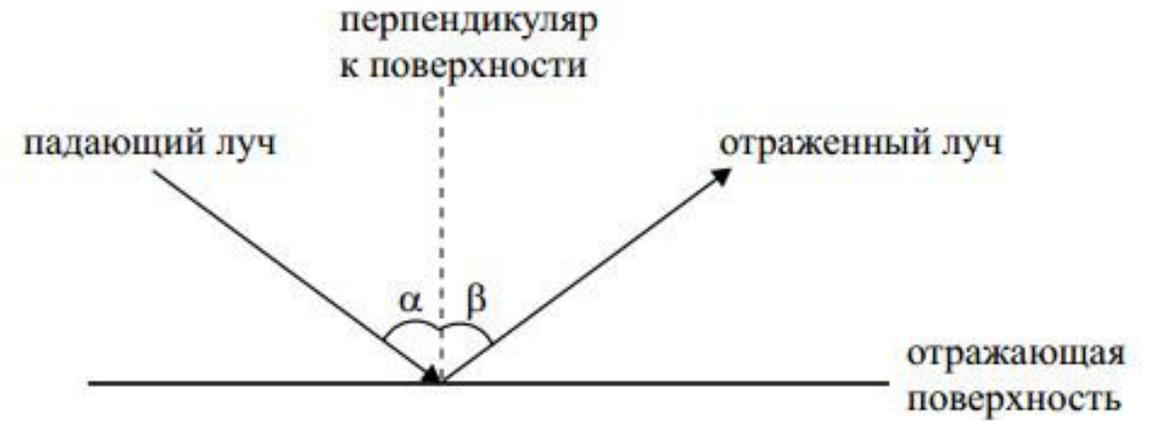


Рис. 8.

Законы преломления света. Показатель преломления.

Первый закон преломления:
падающий луч, преломлённый луч и перпендикуляр, восстановленный в точке падения к границе раздела, лежат в одной плоскости

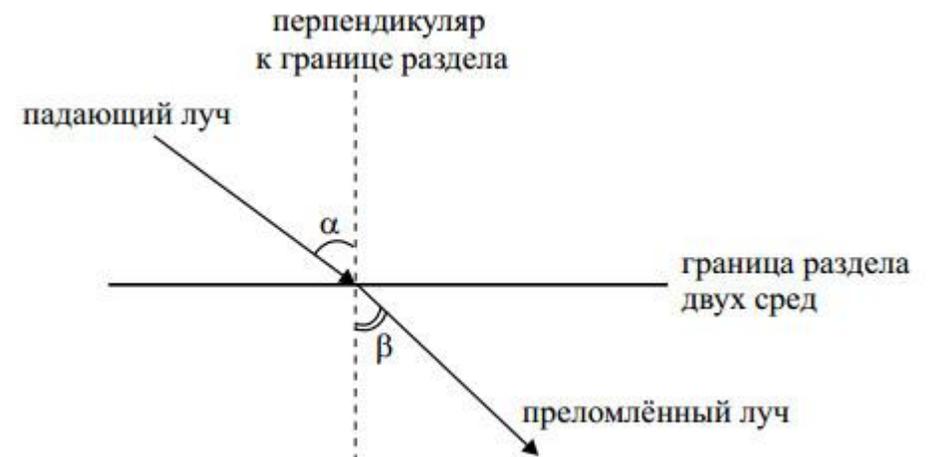


Рис. 9.

Второй закон преломления:

отношение синуса угла падения к синусу угла преломления есть величина постоянная для двух данных сред и называемая относительным показателем преломления второй среды относительно первой.

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

Где α — угол падения, β — угол преломления, n — постоянная величина, не зависящая от угла падения

Относительный показатель преломления показывает, во сколько раз скорость света в первой среде отличается от скорости света во второй среде:

$$n_{21} = \frac{v_1}{v_2}$$

Полное отражение.

Если свет переходит из оптически более плотной среды в оптически менее плотную, то при выполнении условия $\alpha > \alpha_0$, где α_0 — предельный угол полного отражения, свет вообще не выйдет во вторую среду. Он полностью отразится от границы раздела и останется в первой среде. При этом закон отражения света даёт следующее соотношение:

$$\sin \alpha_0 = 1 / n$$

Световые

волны

Световые волны - это электромагнитные волны, которые включают в себя инфракрасную, видимую и ультрафиолетовую части спектра.

Для световых волн характерны те же свойства, что и для электромагнитных волн.

2. В световой волне колеблются

$$\vec{E} \text{ и } \vec{H}$$

Опыт показывает, что все виды воздействий вызваны колебаниями электрического вектора

$$\vec{E}$$

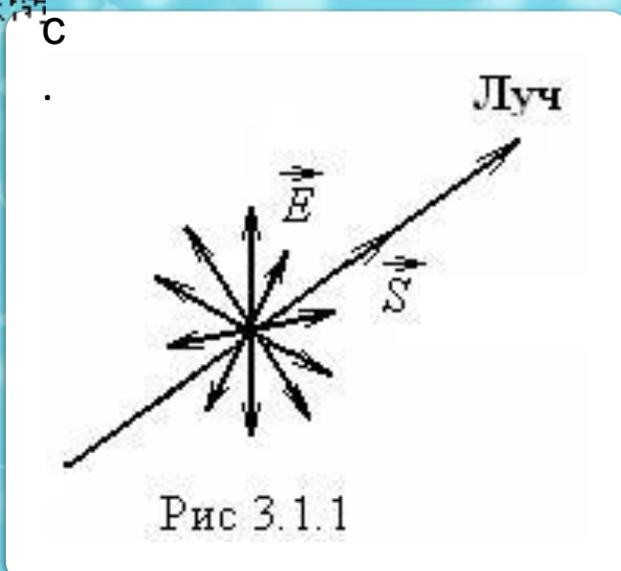
Этот вектор называют **световым вектором**. Уравнение

$$E = A \cos(\omega t - kr + \alpha).$$

Несмотря на то, что световые волны поперечны, они обычно не обнаруживают асимметрии относительно луча.

Это обусловлено тем, что в естественном имеют колебания, совершающиеся в самых различных направлениях, перпендикулярных к лучу. Излучение светящегося тела складывается из волн, испускаемых его атомами. Процесс излучения отдельного атома продолжается около

За это время успевает образоваться последовательность горбов и впадин (цуг волн) протяженностью примерно 3 м. «Погаснув», атом через некоторое время «вспыхивает» вновь. Одновременно «вспыхивает» много атомов. Возбужденные ими цуги волн, налагаясь друг на друга, образуют испускаемую телом световую волну. Плоскость колебаний для каждого цуга ориентирована случайным образом. Поэтому в результирующей волне колебания различных направлений представлены с равной вероятностью. Свет, в котором направления колебаний упорядочены каким-либо образом, называется поляризованным. Если колебания светового вектора происходят только в одной проходящей через луч плоскости, свет называется плоско-



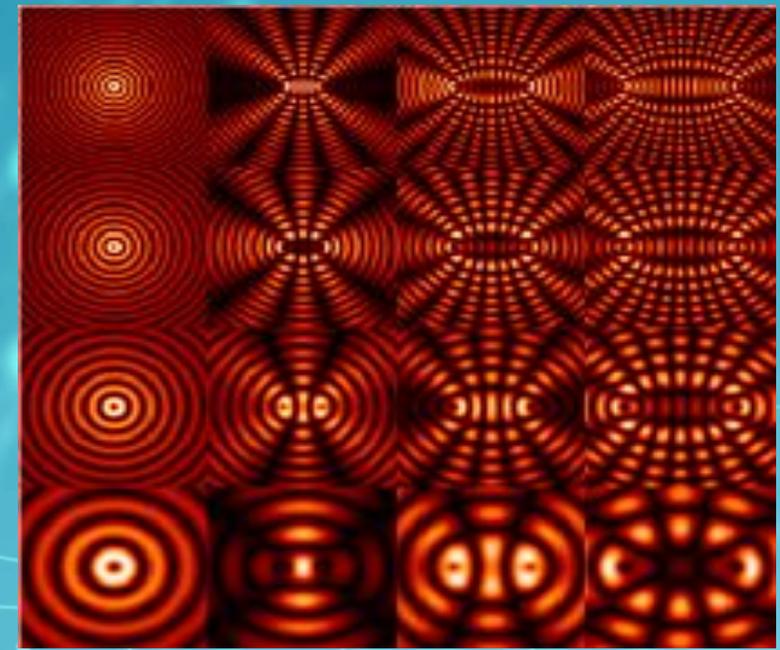
Интерференц

Интерференция волн — наложение волн, при котором происходит их взаимное усиление в одних точках пространства и ослабление – в других. Результат интерференции зависит от разности фаз накладываемых волн.

Происходит сложение световых волн, при котором обычно наблюдается характерное пространственное распределение интенсивности света в виде чередующихся светлых и тёмных полос в результате нарушения принципа сложения интенсивностей.

Интерферировать могут только волны, имеющие одинаковую частоту, в которых колебания совершаются вдоль одного и того же направления (т. е. когерентные волны). Интерференция бывает стационарной и нестационарной. Стационарную интерференционную картину могут давать только **когерентные волны**. Например, две сферические волны на поверхности воды, распространяющиеся от двух когерентных точечных источников, при интерференции дадут результирующую волну. Фронтом результирующей волны будет сфера.

При интерференции волн не происходит сложения их энергий. Интерференция волн приводит к перераспределению энергии колебаний между различными близко расположенными частицами среды. Это не противоречит закону сохранения энергии потому, что в среднем, для большой области пространства, энергия результирующей волны равна сумме энергий интерферирующих волн.



Картина интерференции двух круговых когерентных волн, в зависимости от длины волны и расстояния между источниками

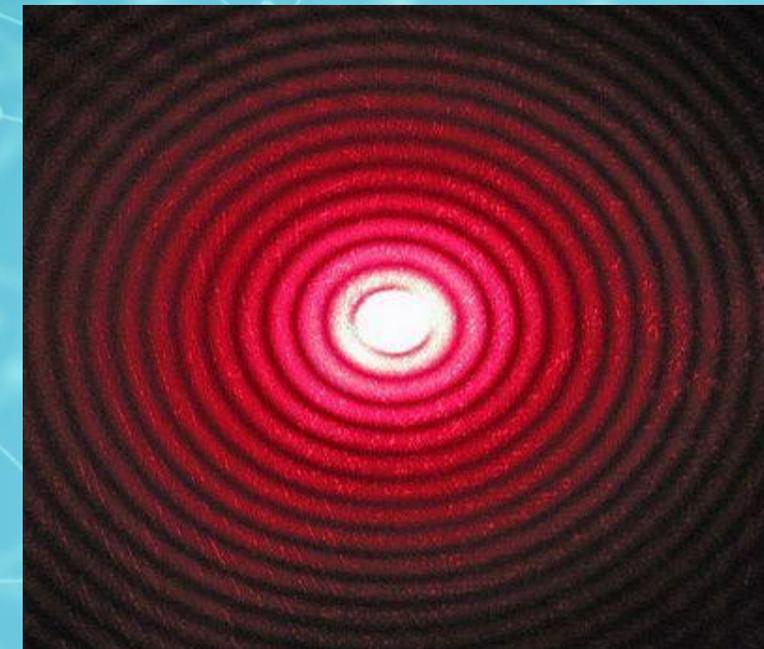
Дифракци

Дифракцией света в физике называют явление отклонения от законов геометрической оптики при распространении световых волн.

Термин «**дифракция**» происходит от латинского *diffractus*, что дословно означает «огибание препятствия волнами». Изначально явление дифракции именно так и рассматривалось. На самом деле это гораздо более широкое понятие. Хотя наличие препятствия на пути волны всегда является причиной дифракции, в одних случаях волны могут огибать его и проникать в область геометрической тени, в других они только отклоняются в определённом направлении. Разложение волн по частотному спектру также является проявлением дифракции.

Дифракцией можно считать **любое отклонение от законов**

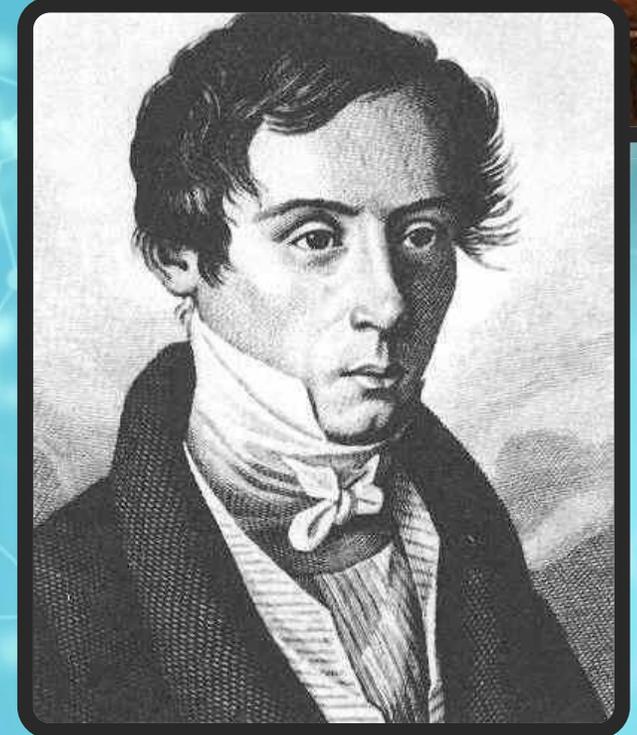
геометрической оптики. В однородной среде свет распространяется прямолинейно. Поставим на пути пучка света непрозрачный экран с небольшим отверстием в виде круга. На экране наблюдения, расположенном за ним на достаточно большом расстоянии, мы увидим **дифракционную картинку**: чередующиеся светлые и тёмные кольца. Если же отверстие в экране имеет форму щели, дифракционная картинка будет другой: вместо окружностей мы увидим параллельные чередующиеся светлые и тёмные полосы. Что же является причиной их появления?



Объяснить явление дифракции пытались ещё во времена Ньютона. Но сделать это на основе существовавшей в то время корпускулярной теории света не удавалось.

В 1678 г. нидерландский ученый Христиан Гюйгенс вывел принцип, названный его именем, согласно которому **каждая точка фронта волны** (поверхности, достигнутой волной) **является источником новой вторичной волны**. А огибающая поверхностей вторичных волн показывает новое положение волнового фронта. Этот принцип позволял определять направление движения световой волны, строить волновые поверхности в разных случаях. Но дать объяснение явлению дифракции он не мог.

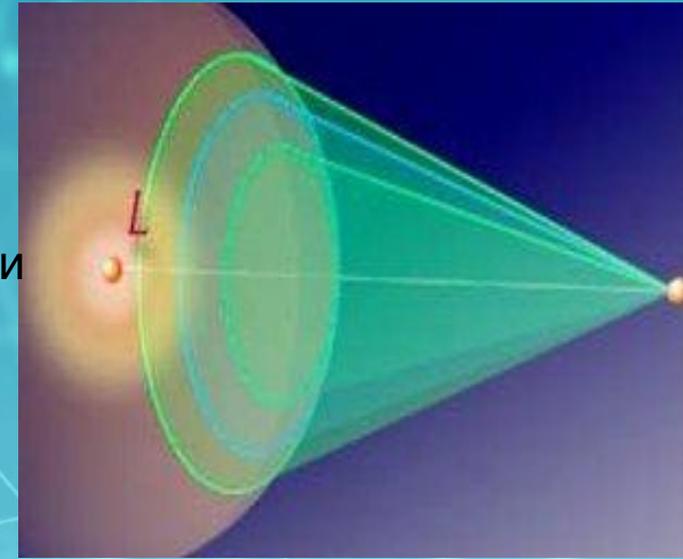
Много лет спустя, в 1815 г. **французский физик Огюстен Жан Френель** развил принцип Гюйгенса, введя понятия когерентности и интерференции волн. Дополнив ими принцип Гюйгенса, он объяснил причину дифракции интерференцией вторичных световых волн.



Дифракция

Френеля

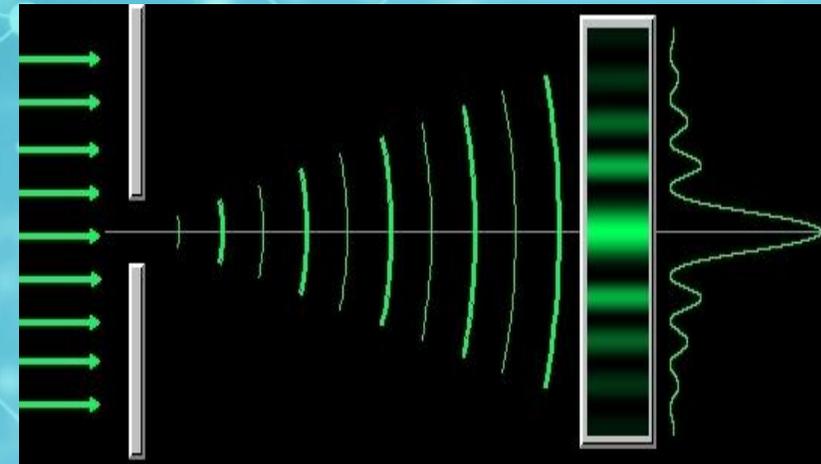
Такую дифракцию можно наблюдать, если на пути световой волны расположить непрозрачный экран, в котором проделано узкое круглое отверстие (апертура). Согласно принципу Гюйгенса - Френеля фронт световой волны, достигая плоскости отверстия в экране, становится источником вторичных волн. Так как эти волны когерентны, то они будут интерферировать. В результате в точке наблюдения мы будем наблюдать чередующиеся светлые и тёмные окружности (максимумы и минимумы освещённости).



Дифракция

Фраунгофера

Совсем другая дифракционная картинка возникнет, если расположить на пути плоской монохроматической световой волны перпендикулярно её направлению препятствие в виде экрана с узкой щелью. Вместо светлых и тёмных концентрических окружностей на экране наблюдения мы увидим чередующиеся светлые и тёмные полосы. В центре будет расположена самая яркая полоса. По мере удаления от центра яркость полос будет уменьшаться.



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

