

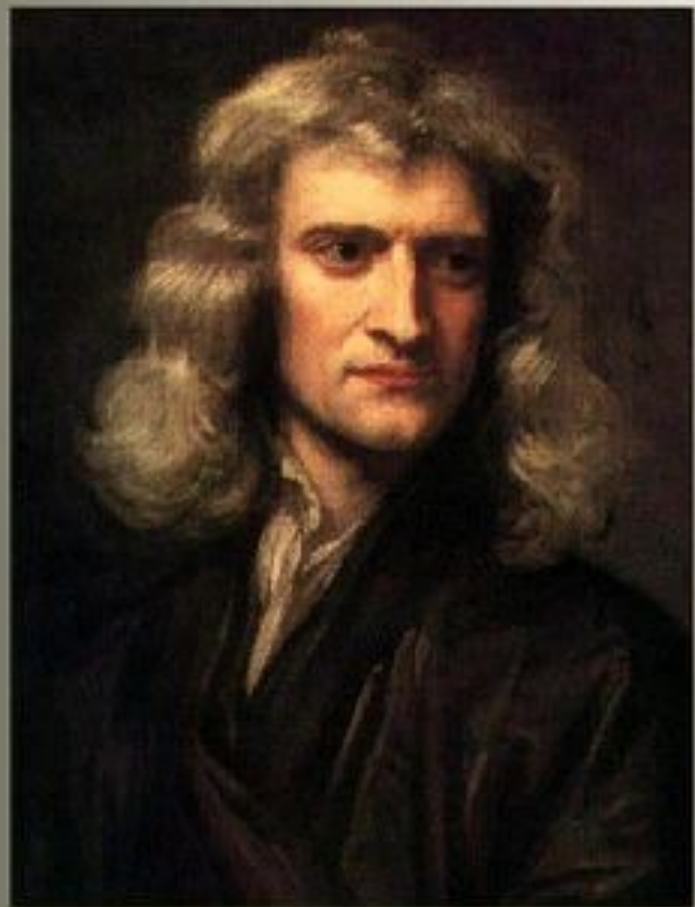
Дисперсия, интерференция, дифракция света.

Изучить презентацию, сделать конспект, после презентации
выполнить тест пройдя по ссылке.

**Как можно объяснить
удивительное
многообразие красок в
природе?**



Исаак Ньютон – английский физик и математик



(1643 -1727)

- занимаясь усовершенствованием телескопов, обратил внимание на то, что изображение, даваемое объективом, по краям окрашено



Опыт И. Ньютона



- Проходя через призму солнечный свет преломлялся и давал на стене изображение с радужным чередованием цветов

Спектральный состав света

- Первым на спектральный состав света обратил внимание Исаак Ньютон.
- Ученый выяснил, что радужная полоска образовалась благодаря разным величинам отклонения лучей различных цветов, т.е. лучей с различными длинами волн.
- Так Ньютоном была открыта **дисперсия света**.

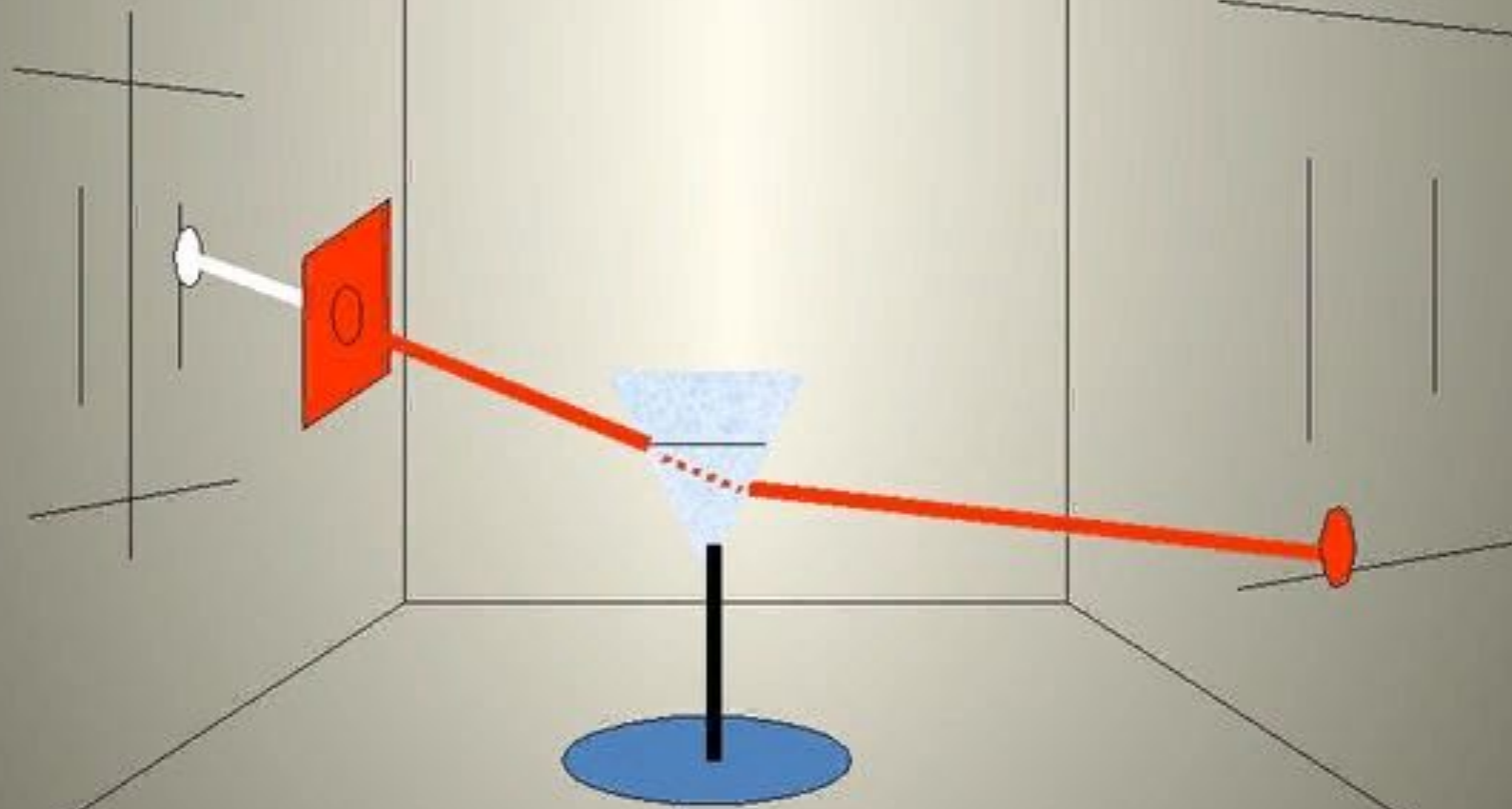
Полоска с чередованием цветов называется **СПЕКТРОМ**.



Спектр состоит из семи цветов: красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий и фиолетовый.

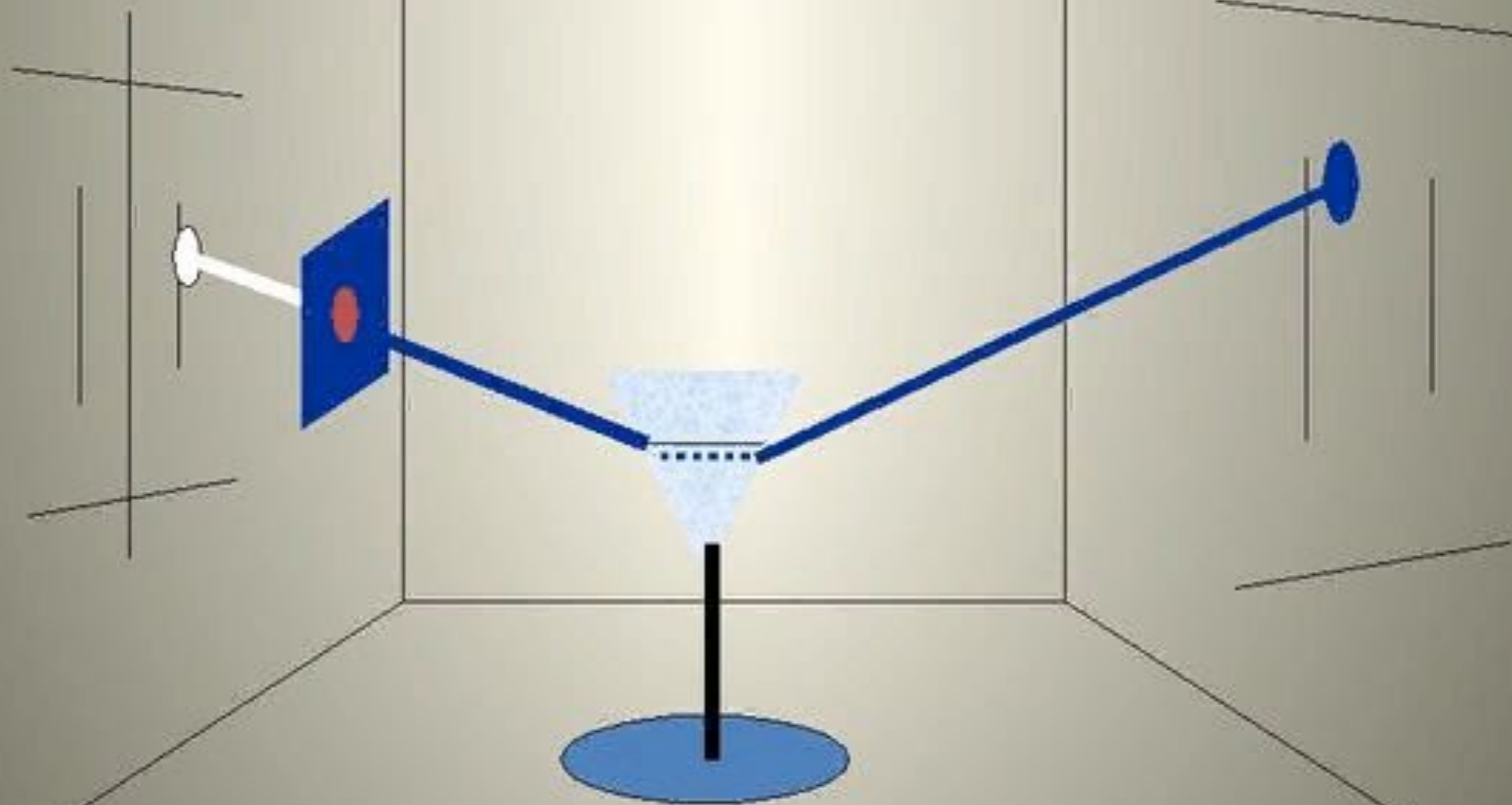
Каждый охотник желает знать, где сидит
фазан

**Волна одного цвета –
монохроматическая**



**Закрыв отверстие красным стеклом, Ньютон
наблюдал на стене только красное пятно.**

**Волна одного цвета –
монохроматическая**



**Закрыв отверстие синим стеклом, Ньютон
наблюдал на стене только синее пятно**

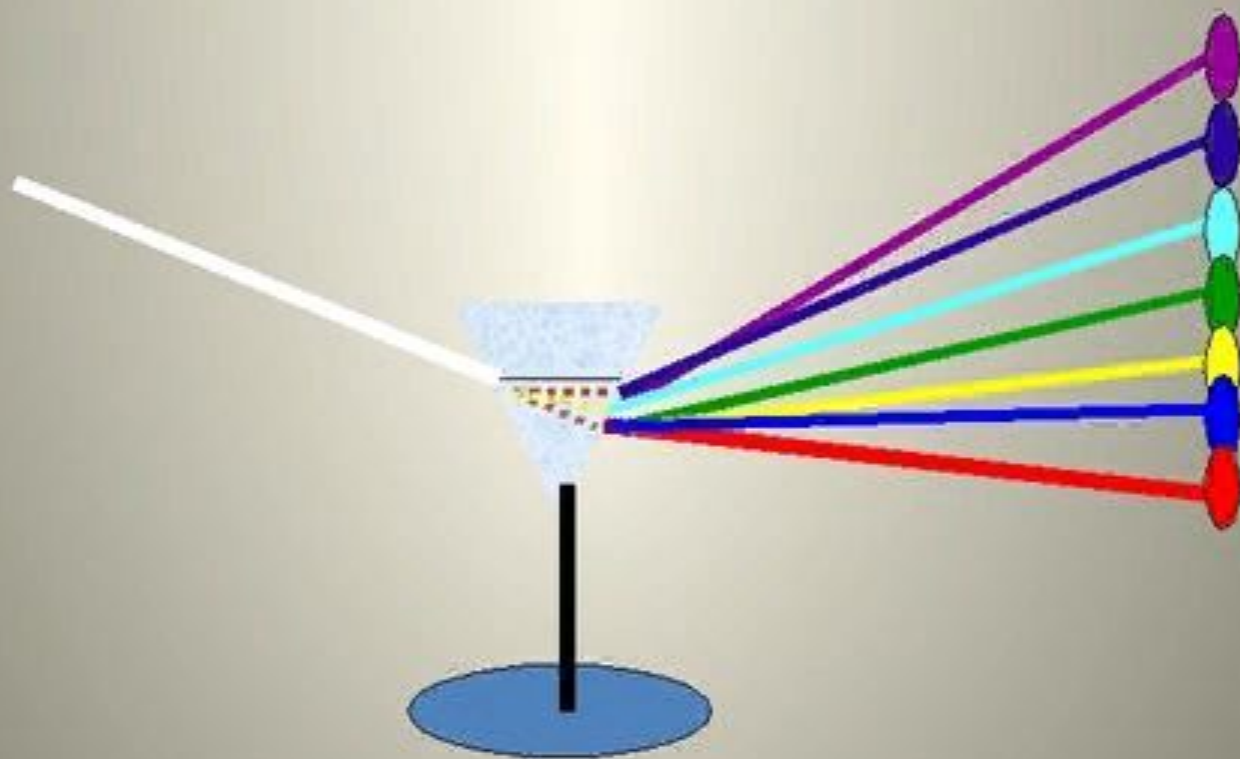
Опыт Ньютона 1:

Закрывая отверстия цветными фильтрами на стене наблюдаются только те цвета, которыми закрыт пучок.

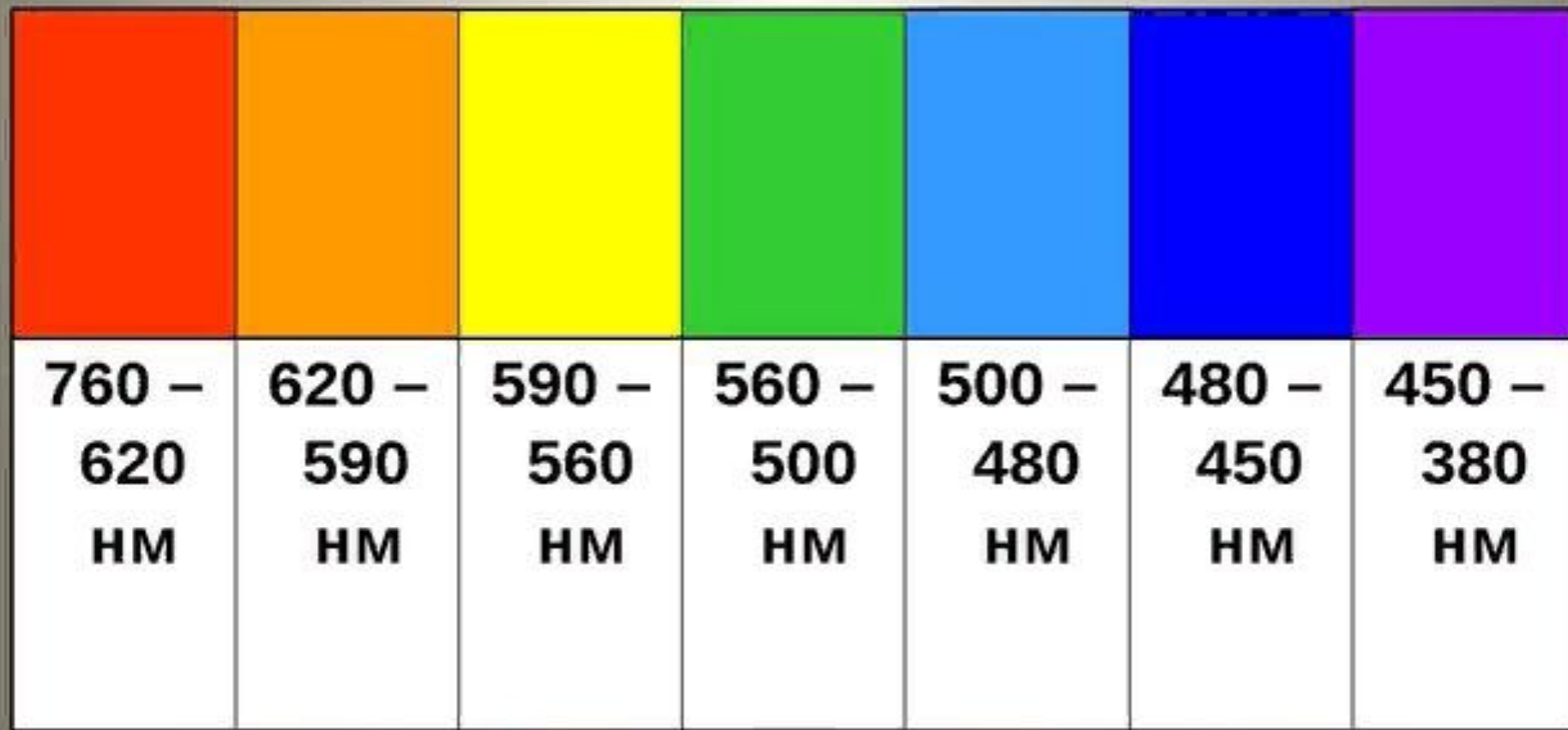
Следовательно, призма не окрашивает белый свет, а лишь разлагает его на составные части.

ДИСПЕРСИЯ – это разложение белого света в спектр.

**Каждой цветности соответствует
своя длина и частота волны**

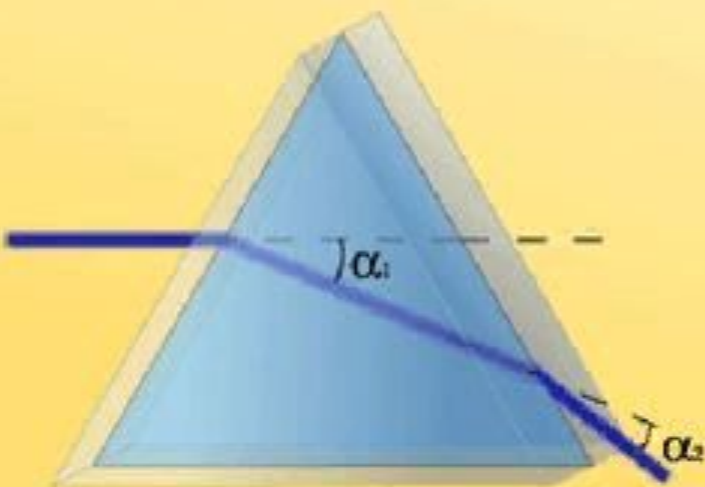
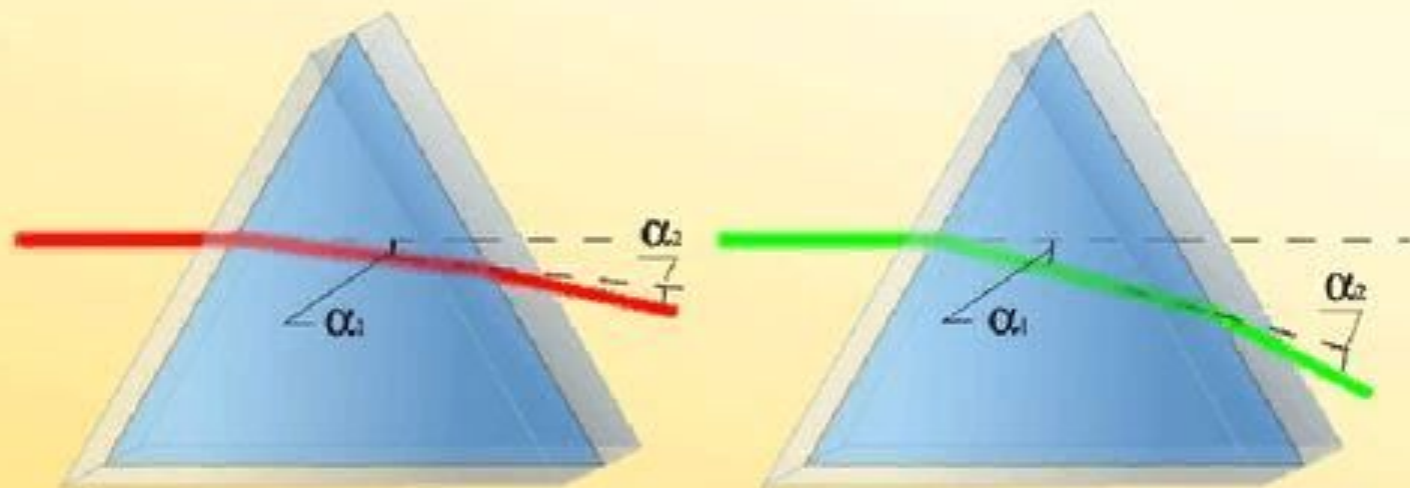


Длины волн монохроматического света



760 – 620 нм	620 – 590 нм	590 – 560 нм	560 – 500 нм	500 – 480 нм	480 – 450 нм	450 – 380 нм
--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------

Объяснение дисперсии света



$$\alpha_{1K} < \alpha_{13} < \alpha_{1C}$$

$$\alpha_{2K} < \alpha_{23} < \alpha_{2C}$$

Опыт Ньютона 2:

Световые пучки, отличающиеся по цвету, отличаются по степени преломляемости

(для них стекло имеет различные показатели преломления).

ДИСПЕРСИЯ – зависимость показателя преломления света от его цвета.

Опыт Ньютона 3:

Показатель преломления:

$$n = c/v$$

c – скорость света в вакууме,

v – скорость света в веществе

T – период колебаний,

ν – частота колебаний,

λ – длина волны

n – показатель преломления

Скорость света в веществе

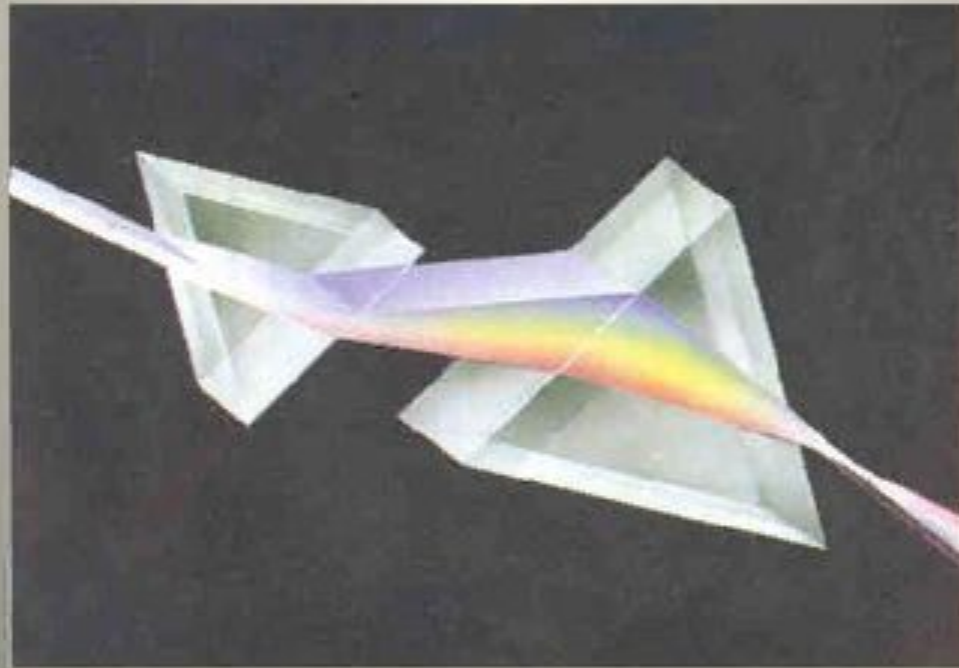
$$v = c/(nT) \text{ или } v = \lambda / T,$$

Следовательно: $n = \nu T$ или $n = cT/\lambda$.

ДИСПЕРСИЯ – зависимость показателя преломления света от частоты колебаний (или длины волны).

Синтез белого света с помощью призм

Собрав линзой вышедшие из призмы цветные пучки, Ньютон получил на белом экране вместо окрашенной полосы белое изображение отверстия



Выводы из опытов Ньютона:

призма не изменяет свет, а лишь разлагает его на составные части;

белый свет как электромагнитная волна состоит из семи монохроматических волн;

световые пучки, отличающиеся по цвету, отличаются по степени преломляемости;

наиболее сильно преломляются фиолетовые лучи, меньше других - красные;

красный свет имеет наибольшую скорость в среде, а фиолетовый - наименьшую, поэтому призма и разлагает свет.

Дисперсией объясняется многообразие красок в природе:

- Если предмет отражает все падающие на него лучи различных цветов, то он будет казаться белым;
- Покрытая слоем красной краски бумага, отражает только красные лучи, остальные же поглотятся слоем краски;
- Трава и листья деревьев кажутся нам зелеными лишь потому, что из всех падающих на них солнечных лучей они отражают зеленые, поглощая остальные;
- Если посмотреть на траву через красное стекло, пропускающее лишь красные лучи, то она будет казаться почти черной.

Дисперсией объясняются многие явления природы:

- Радуга
- Цвета непрозрачных тел
- Цвета прозрачных тел
- Игра драгоценных камней

В водяной капле происходят оптические явления:



- Преломление света
- Дисперсия света
- Отражение света

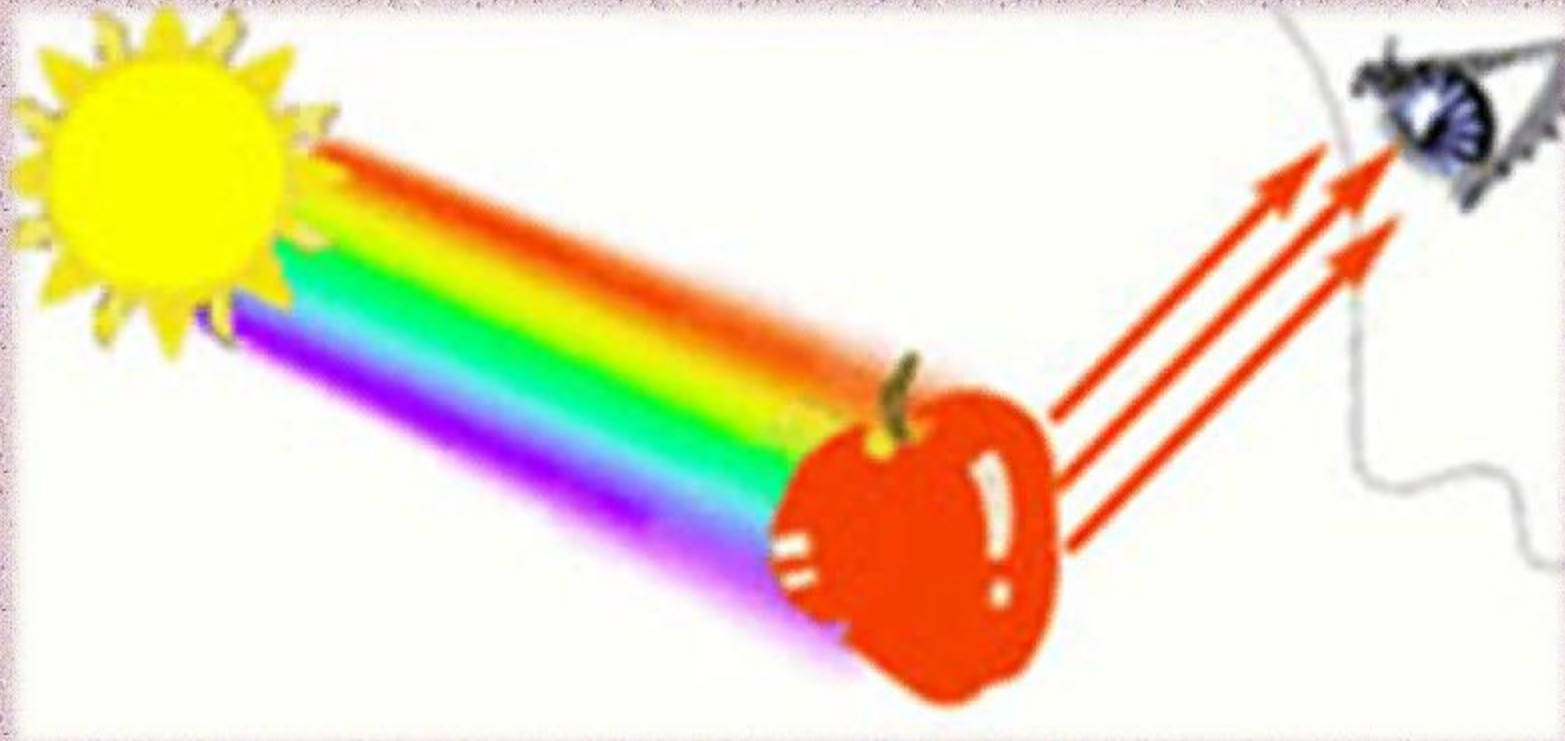
Цвет непрозрачных предметов

- Многообразие цветов и оттенков в окружающем нас мире объясняет явление дисперсии.
- При взаимодействии с различными телами лучи света разного цвета по-разному отражаются и поглощаются этими телами.
- Тела, окрашенные в белый цвет, отражают лучи света разных частот одинаково хорошо.



- Тела, окрашенные в черный цвет, поглощают лучи света разных частот одинаково хорошо.
- Непрозрачные тела окрашиваются в тот цвет, лучи света которого они хорошо отражают.

Все тела имеют определенную окраску, потому что отражают только определенную длину световой волны.



Игра драгоценных камней

- Явлением дисперсии при многократном преломлении света объясняется игра драгоценных камней
- Драгоценные камни нам кажутся цветными, так как содержащиеся в них примеси поглощают некоторые составляющие белого света

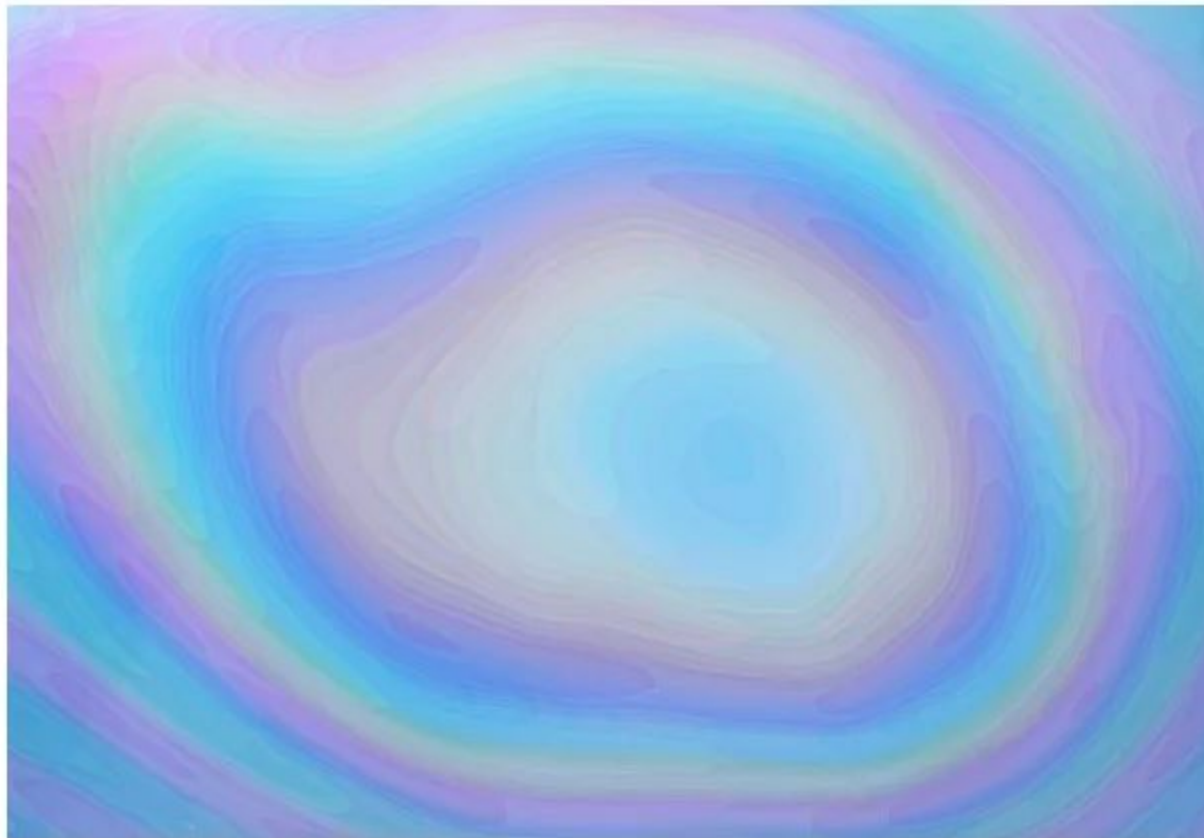


Выводы:

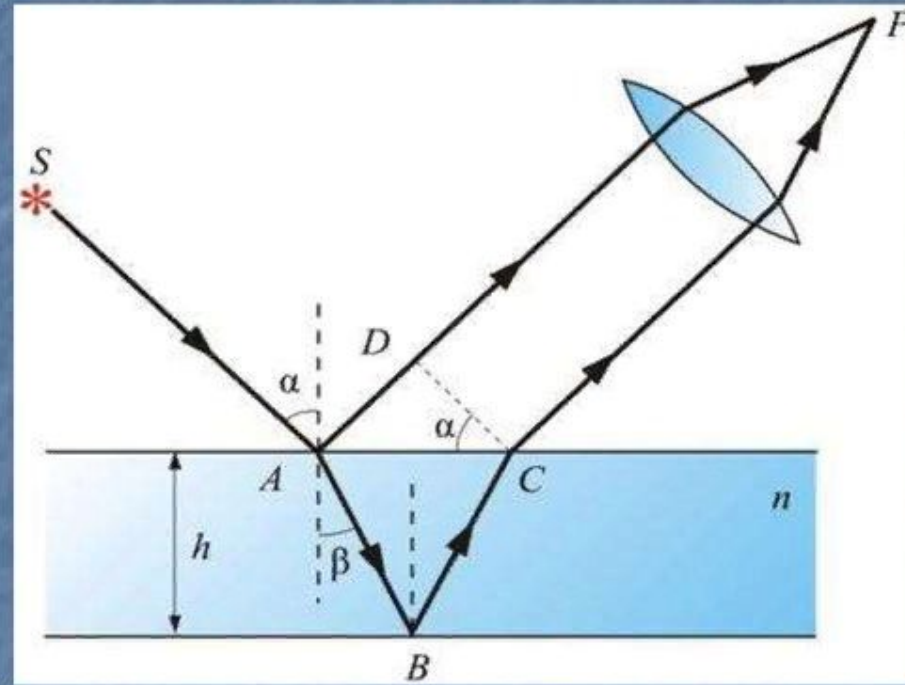
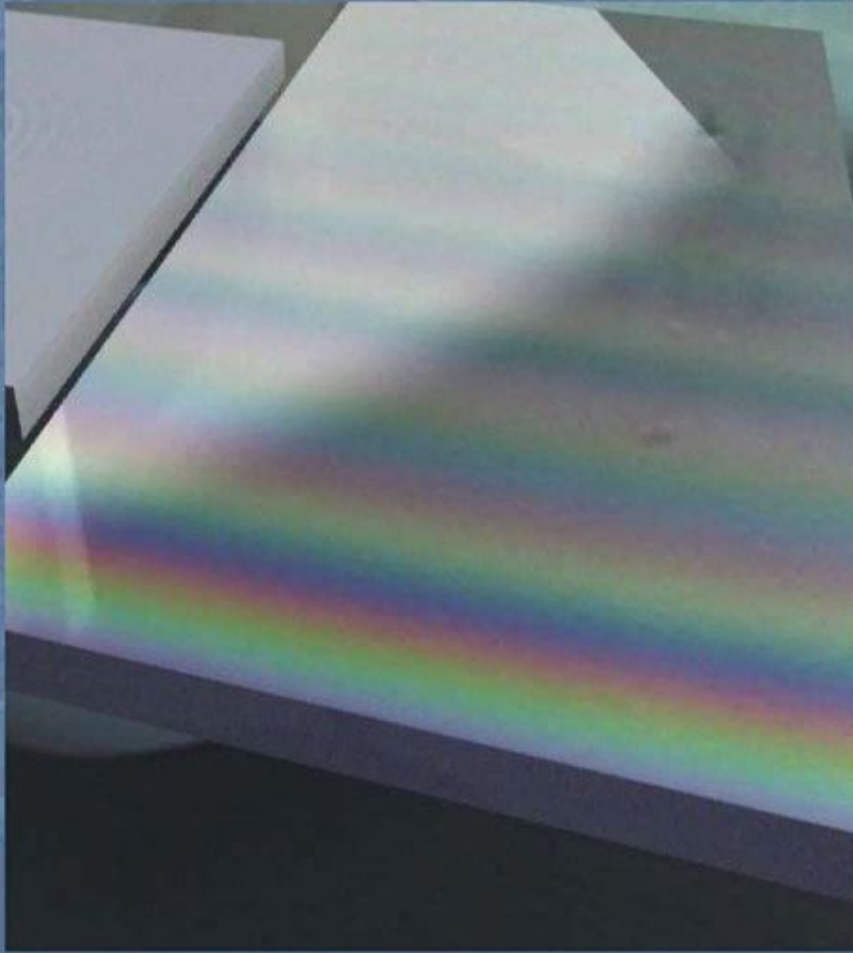
- Дисперсия – явление разложения белого света в спектр
- Белый свет – сложный, состоит из семи монохроматических цветов.
- Показатель преломления среды зависит от цвета света
- Свет с разными длинами волн распространяется в среде с разными скоростями: фиолетовый с наименьшей, красный - наибольшей

Интерференция света.

Простая интерференционная картина возникает в тонкой прослойке воздуха между стеклянной пластиной и положенной на нее плосковыпуклой линзой, сферическая поверхность которой имеет большой радиус кривизны. Эта картина имеет вид концентрических колец, получивших название **колец Ньютона**.

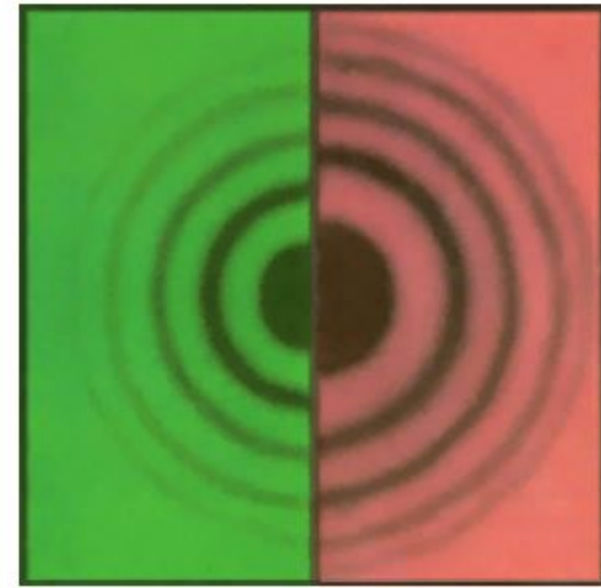
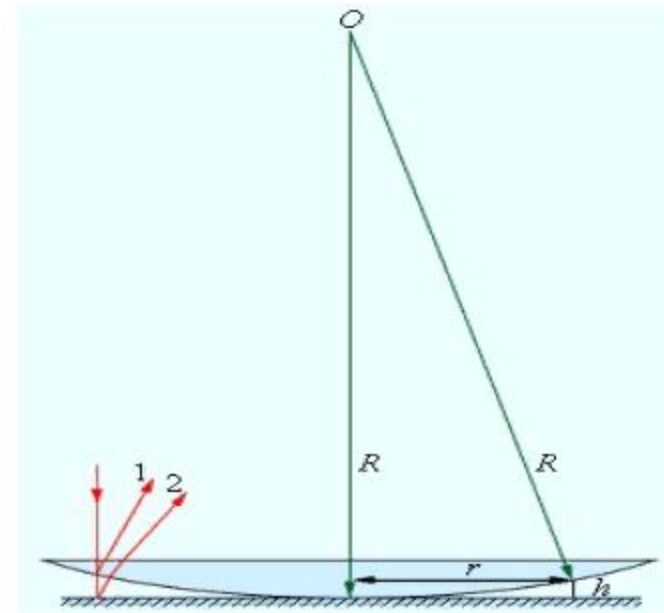


Интерференция в тонких пленках



Интерференция – одно из ярких проявлений волновой природы света.

- Первым интерференцию света в лабораторных условиях наблюдал И. Ньютон.
- Интерференционная картина возникала при отражении света в тонкой воздушной прослойке между плоской стеклянной пластиной и плосковыпуклой линзой большого радиуса кривизны.
- Интерференционная картина - концентрические кольца
(*кольца Ньютона*)



Результаты сложения световых пучков

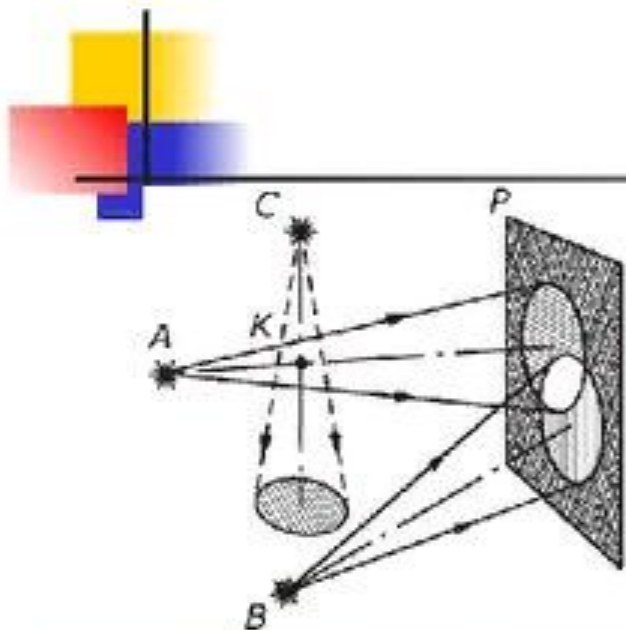


Рис.1

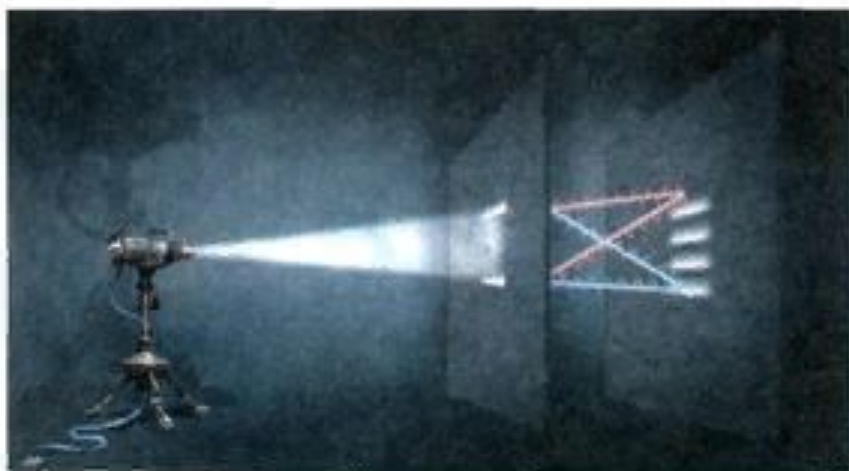


Рис.2

Почему при наложении 2-х световых пучков

интенсивность света на экране подчиняется разным

законам:

- если экран освещается двумя лампочками (независимые источники света), то освещенность в любой точке равна (рис.1);
- если накладываются пучки света исходящие из одного и того источника света, то интенсивность света.... (рис.2)

Законы сложения световых пучков

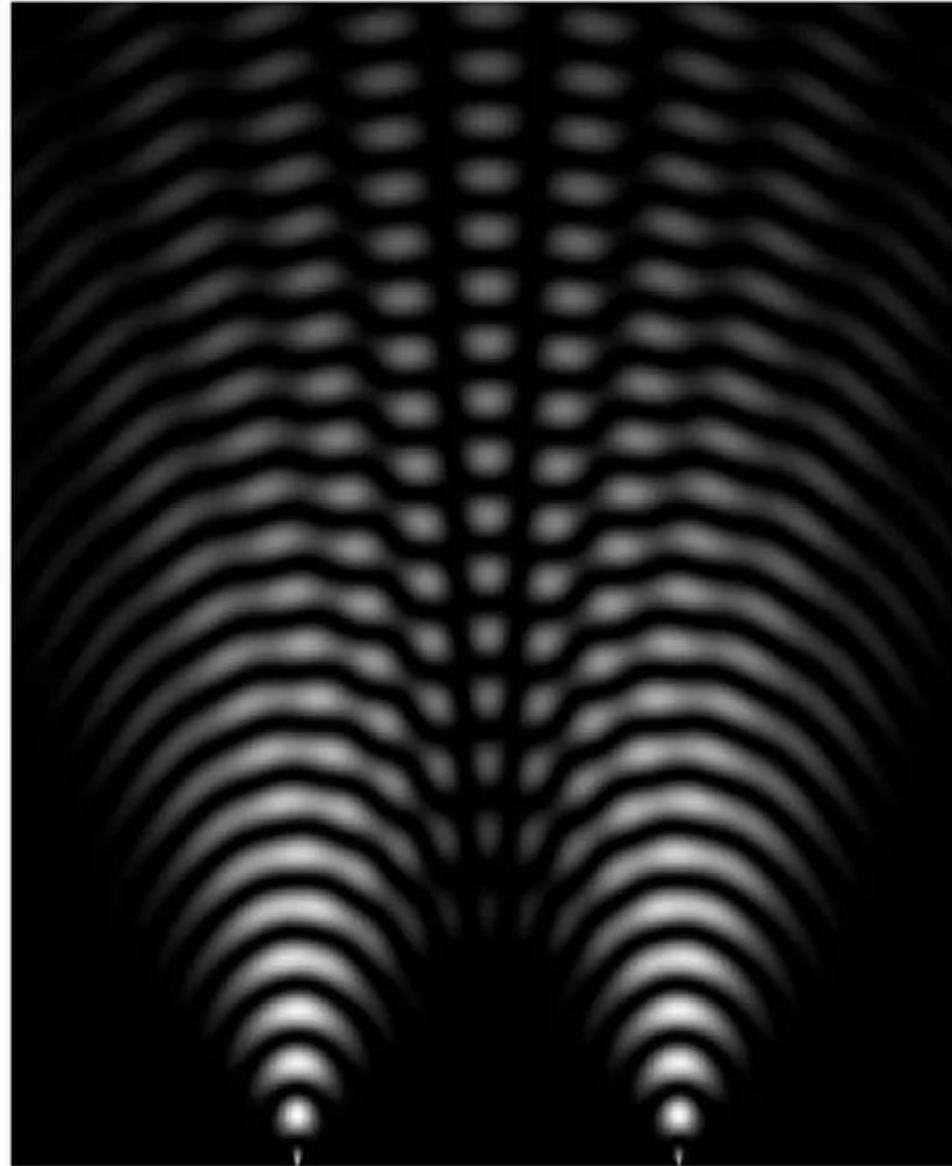


если экран освещается двумя лампочками (независимые источники света), то освещенность в любой точке равна сумме освещенностей, создаваемых каждой лампочкой отдельно (рис.1);

- если накладываются пучки света исходящие из одного и того источника света, то интенсивность света периодически меняется от точки к точке, образуя систему темных и светлых полос (рис.2)

Когерентные волны.

Для образования устойчивой интерференционной картины необходимо, чтобы источники волн имели одинаковую частоту и разность фаз их колебаний была постоянной. Источники, удовлетворяющие этим условиям, называются ***когерентными***.



Условие когерентности СВЕТОВЫХ ВОЛН

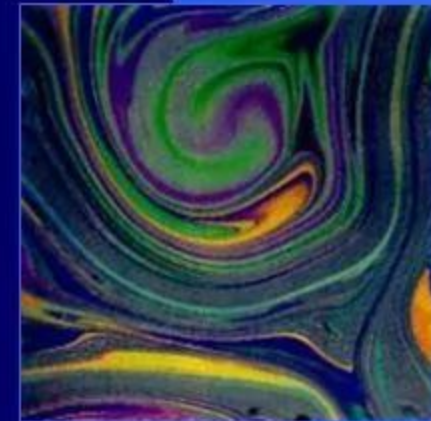
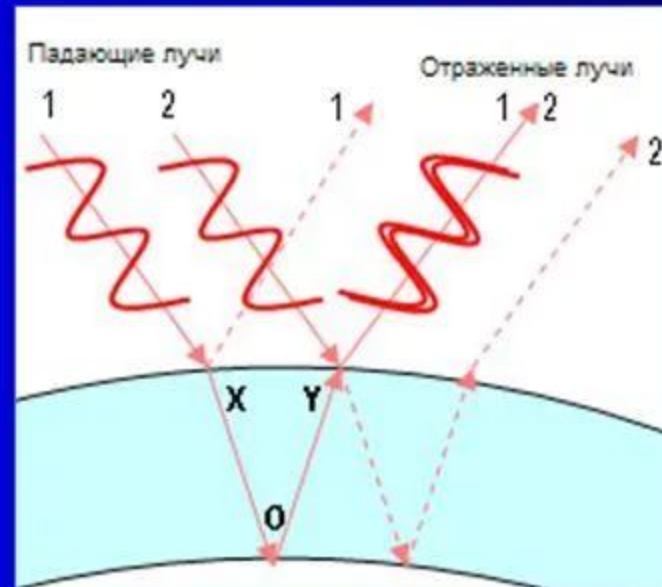
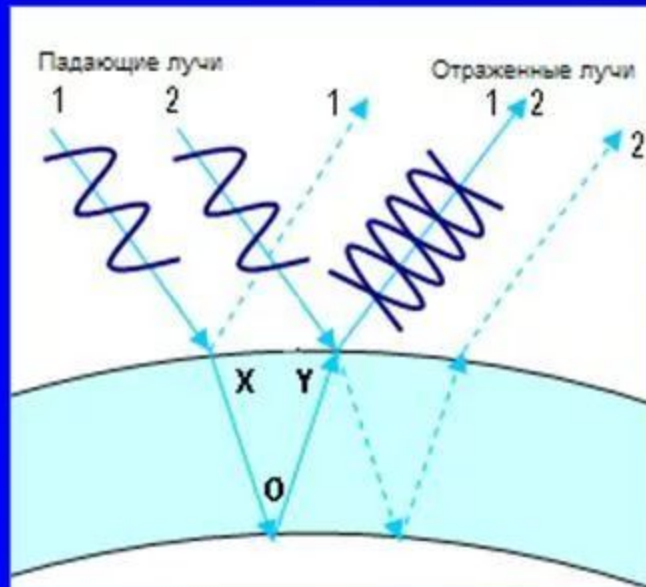
Два источника волн называются когерентными, если они колеблются с одинаковой частотой и не изменяющейся разностью фаз, в течении длительного времени. Волны, излучаемые этими источниками, называются когерентными волнами.

При наложении когерентных волн возникает их взаимное усиление в одних точках пространства и взаимное ослабление – в других.

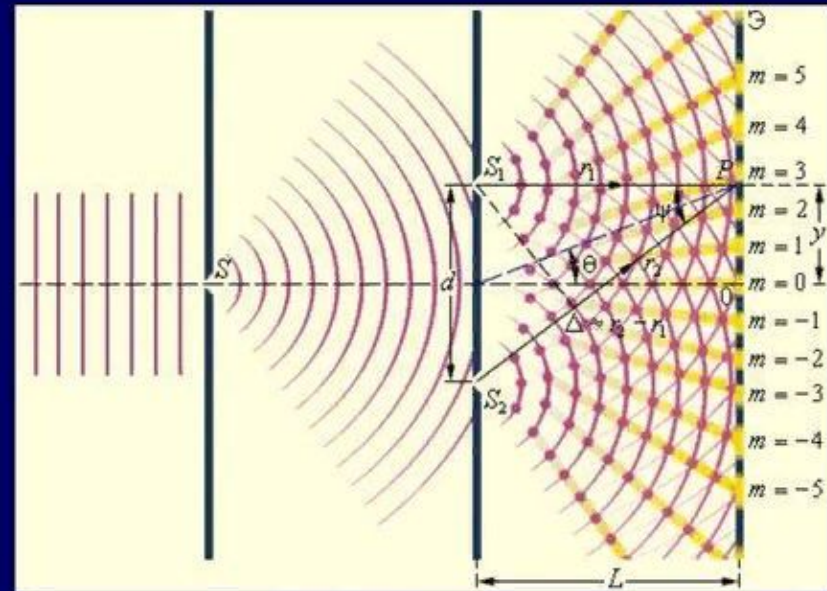
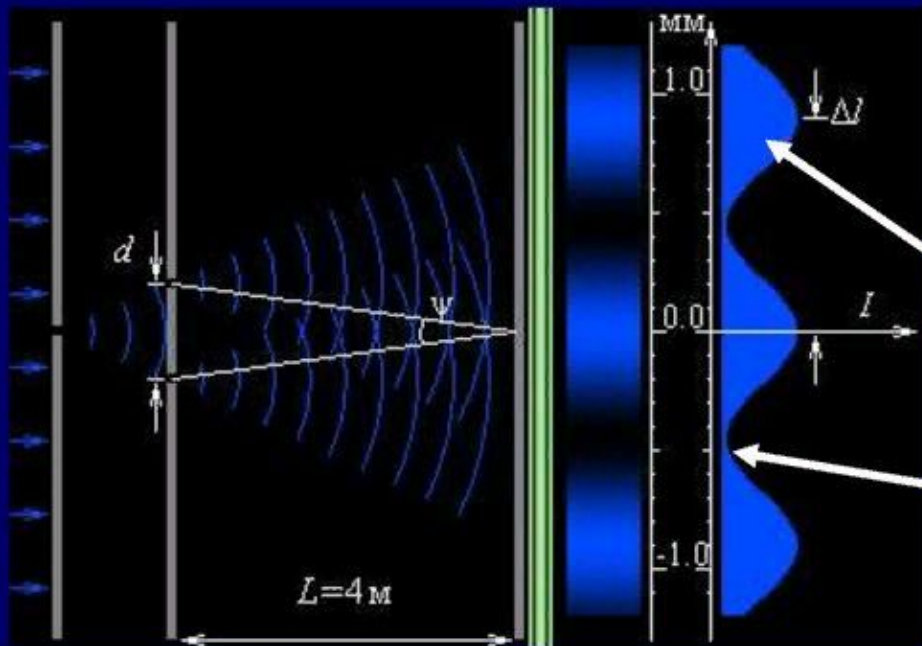
Световые волны от двух одинаковых источников некогерентны, так как начальные фазы световых волн, излучаемых различными атомами, хаотически изменяются во времени. Поэтому для осуществления интерференции света необходимо пользоваться только одним источником, разделяя каким-либо способом излучаемый им свет на два пучка, а затем сводя эти пучка вместе.



Интерференция в МЫЛЬНЫХ ПЛЕНКАХ



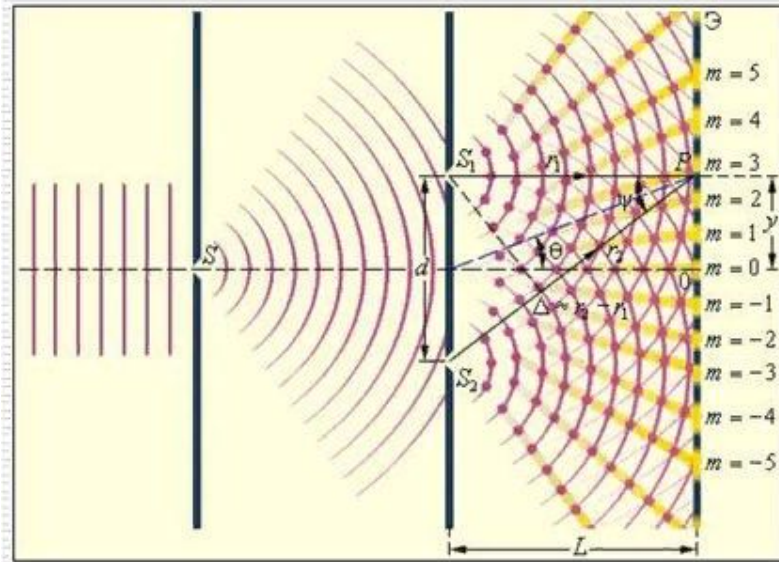
Интерференция света



Максимум (светлая полоса)

Минимум (темная полоса)

ОПЫТ ЮНГА

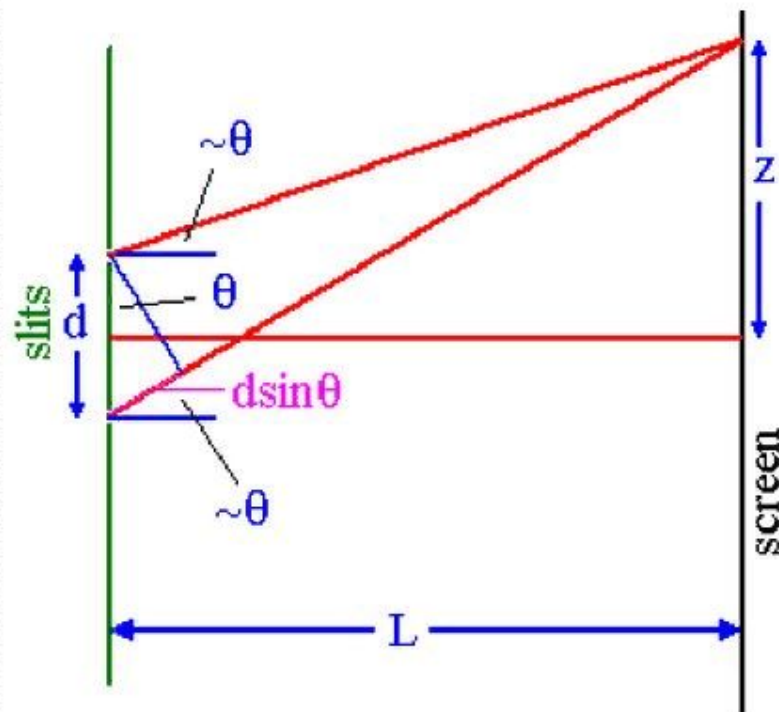


Томас Юнг в 1802 г. впервые получил интерференционную картину, увеличив пространственную когерентность света, идущего от Солнца.

Такое увеличение Юнг осуществил, пропустив свет через тонкую щель в непрозрачном экране.

Затем этим светом освещались две тонкие щели во втором непрозрачном экране.

На третьем непрозрачном экране наблюдалась интерференционная картина цилиндрических волн.



Оптическая разность хода $\Delta = d \sin \theta$,

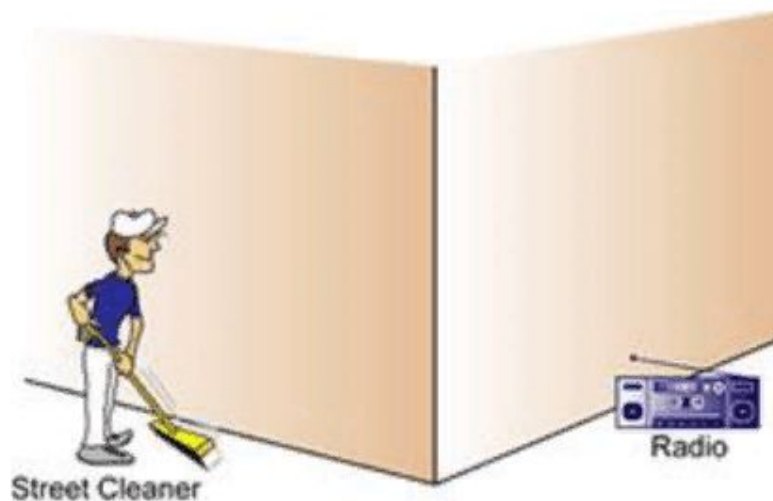
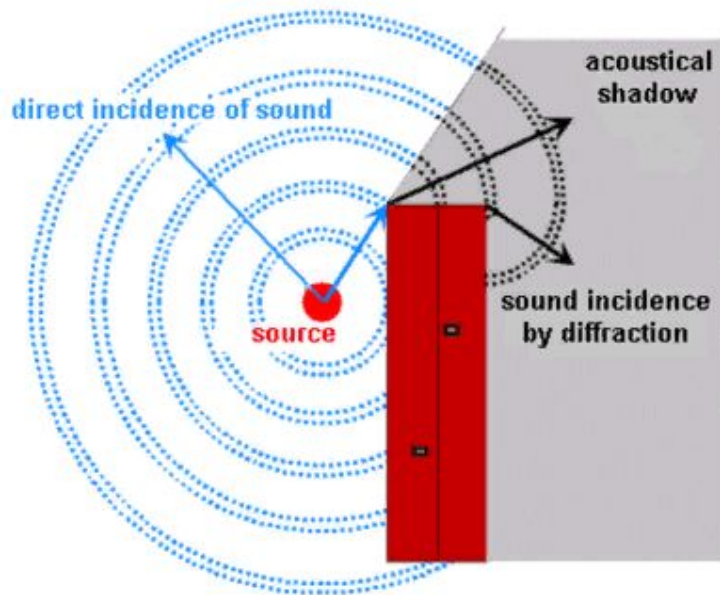
$$\sin \theta \approx \operatorname{tg} \theta \approx z/L \Rightarrow \Delta = dz/L;$$

$$\frac{dz_{\max}}{L} = \pm 2m \frac{\lambda}{2}; \quad \frac{dz_{\min}}{L} = \pm (2m + 1) \frac{\lambda}{2}.$$

Дифракция света

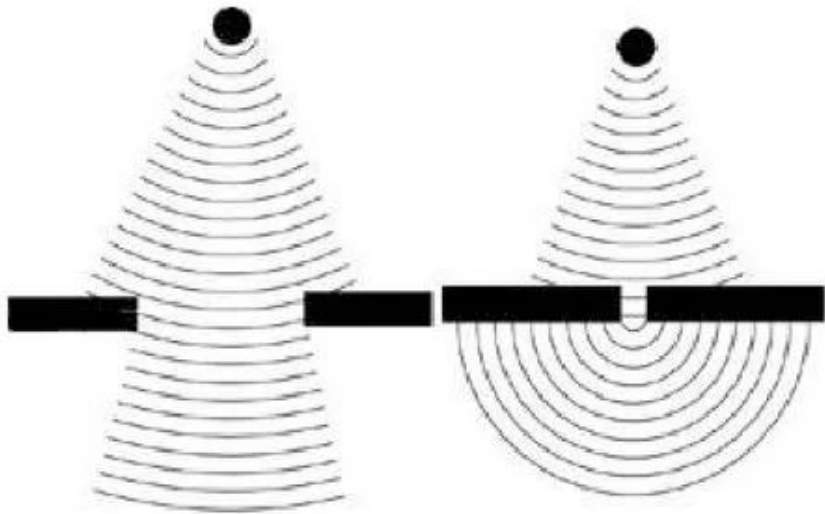
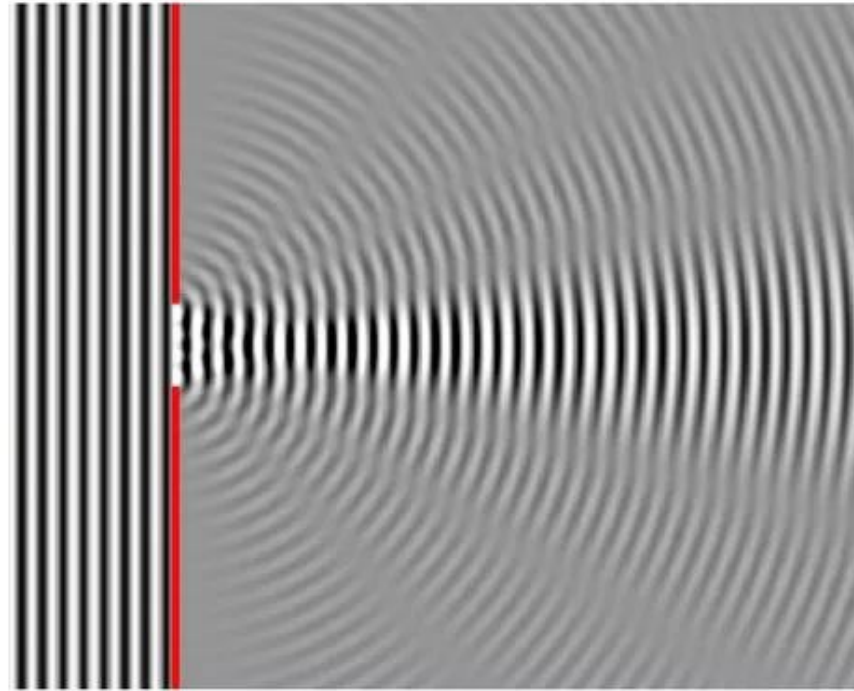
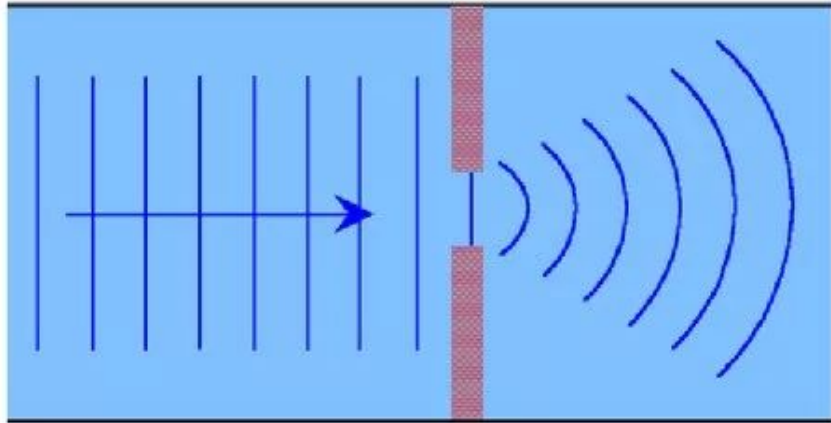
это совокупность явлений, наблюдающихся при распространении света в среде с резкими неоднородностями. Но чаще всего, под дифракцией понимают огибание препятствий волнами.

В повседневной жизни часто можно наблюдать дифракцию звуковых волн (звук из за угла).



В то же время в геометрической оптике, когда длина волны $\lambda \rightarrow 0$, дифракции нет вообще. Следовательно, дифракция наблюдается только когда длина волны λ – порядка размеров препятствия. Для звуковой волны, частота которой $\nu = 100$ Гц, $\lambda = v/\nu = 3,4 \cdot 10^2 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1} / 10^2 \text{ с}^{-1} \approx 3,4 \text{ м}$. Для световой волны $\lambda \approx 0,4 - 0,7 \text{ нм}$.

Дифракция- отклонение от прямолинейного распространения волн.



Дифракция света приводит к огибанию световыми волнами препятствий и проникновению света в область геометрической тени.

Дифракция света сопровождается интерференцией.

Интерферируют волны, обогнувшие препятствие (опыт Юнга).

Принцип Гюйгенса-Френеля – каждая точка любой воображаемой поверхности, окружающей один или несколько источников света, является центром вторичных световых волн, которые когерентны, и интенсивность света в любой точке пространства есть результат интерференции этих вторичных волн.

Если препятствие имеет линейный характер (щель, нить, край экрана), то на экране возникает система параллельных дифракционных полос.

