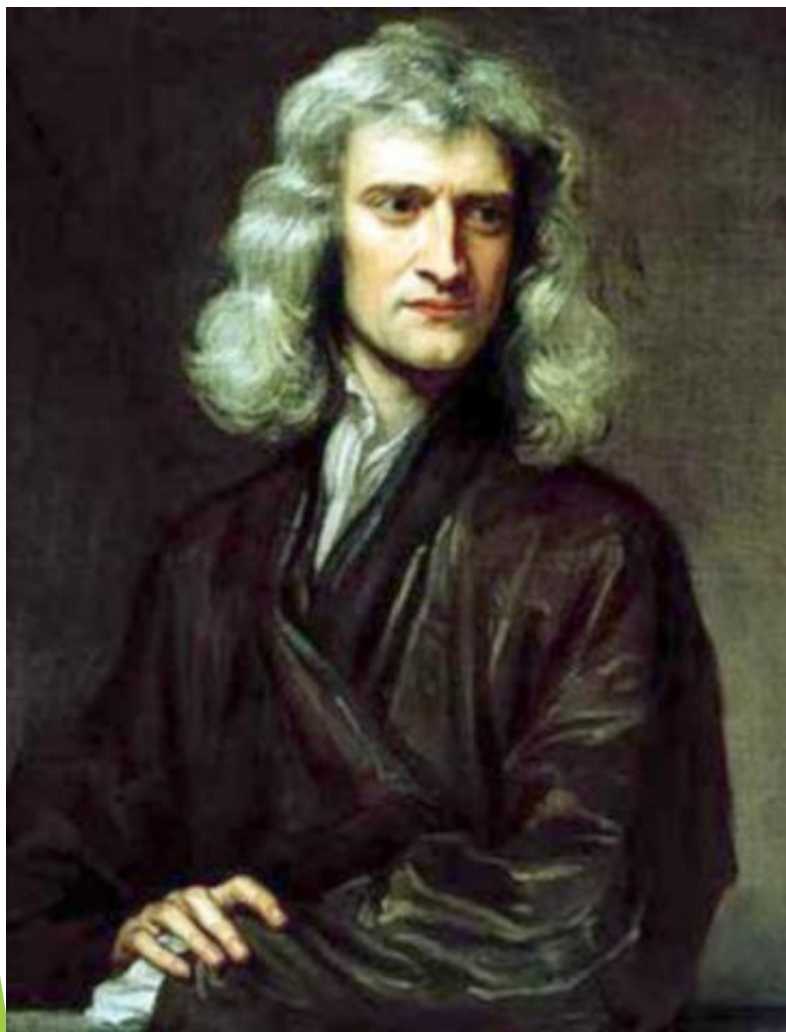


Волновая оптика

Интерференция, дифракция, поляризация, дисперсия

Карагайчева Ю.В.

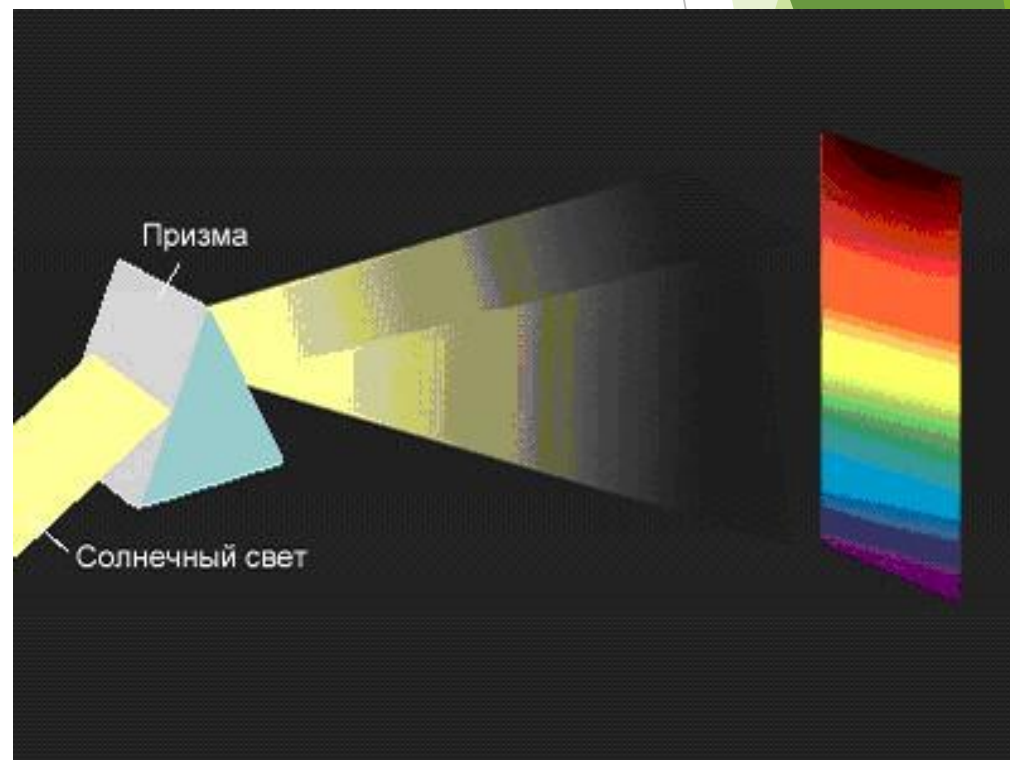


- НЬЮТОН (Newton) Исаак (1643-1727) - английский математик, механик, астроном и физик, создатель классической механики. Открыл дисперсию света, хроматическую aberrацию, исследовал интерференцию и дифракцию, развивал корпускулярную теорию света. Построил зеркальный телескоп. Сформулировал основные законы классической механики. Открыл закон всемирного тяготения, дал теорию движения небесных тел, создав основы небесной механики. Был директором Монетного двора, наладил монетное дело в Англии.



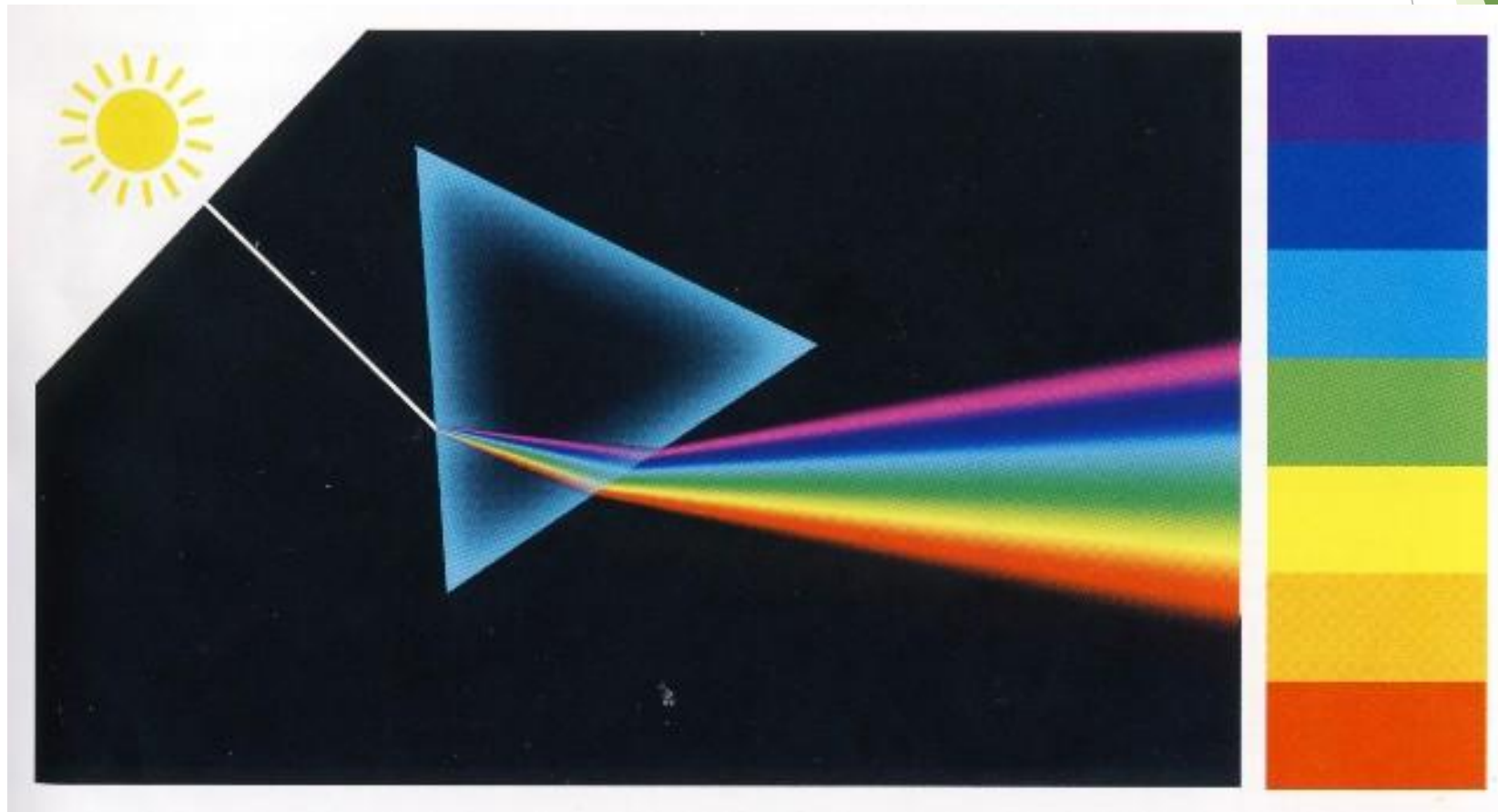
Дисперсия света

- ▶ Дисперсия света - зависимость показателя преломления (скорости света) в среде от длины волны
- ▶ Дисперсия - причина разложения в спектр белого света, который состоит из 7 цветов: КОЖЗГСФ.
- ▶ Свет одного цвета имеет определенную длину волны λ и называется монохроматическим



СПЕКТР

spectrum (лат.) - видение



Цвета непрозрачных тел объясняются избирательным характером отражения света



Если предмет, например лист бумаги, отражает все падающие на него лучи различных цветов, то он будет казаться белым.

Покрывая бумагу слоем красной краски, мы не создаем при этом света нового цвета, но задерживаем на листе некоторую часть имеющегося. Отражаться теперь будут только красные лучи, остальные же поглотятся слоем краски.

Трава и листья деревьев кажутся нам зелеными потому, что из всех падающих на них солнечных лучей они отражают лишь зеленые, поглощая остальные.

Зависимость цвета от частоты электромагнитной волны

Бумагу разного цвета освещаем белым светом, но видим различные цвета.

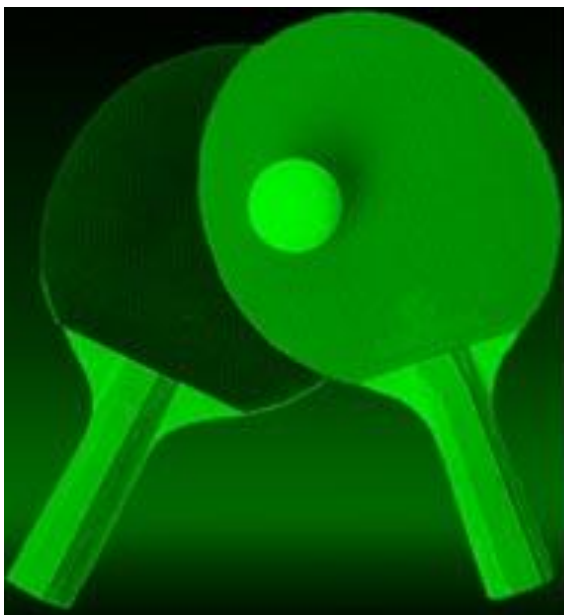
Пучок света	Бумага	Видимый цвет	Причина
белый	красный	красный	красный <i>отражается,</i> остальные поглощаются
белый	зеленый	зеленый	Зеленый <i>отражается,</i> Остальные поглощаются

**Цвета прозрачных тел объясняются
избирательным характером пропускания света.**

Смотрим через

зеленое стекло

красное стекло



Вывод: «Световые пучки, отличающиеся по цвету, отличаются по степени преломляемости» (для них стекло имеет различные показатели преломления).

Показатель преломления зависит от скорости света u в веществе.

Луч красного цвета преломляется меньше из-за того, что красный свет имеет в веществе наибольшую скорость, а луч фиолетового цвета больше, так как скорость фиолетового света наименьшая. Именно поэтому призма и разлагает свет. В пустоте скорости света разного цвета одинаковы.

Впоследствии была выяснена зависимость цвета от физических характеристик световой волны: частоты колебаний или длины волны.

Дисперсией называется зависимость показателя преломления света от частоты колебаний (или длины волны).

n – абсолютный показатель преломления

c - скорость света в вакууме

u - скорость света в веществе

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

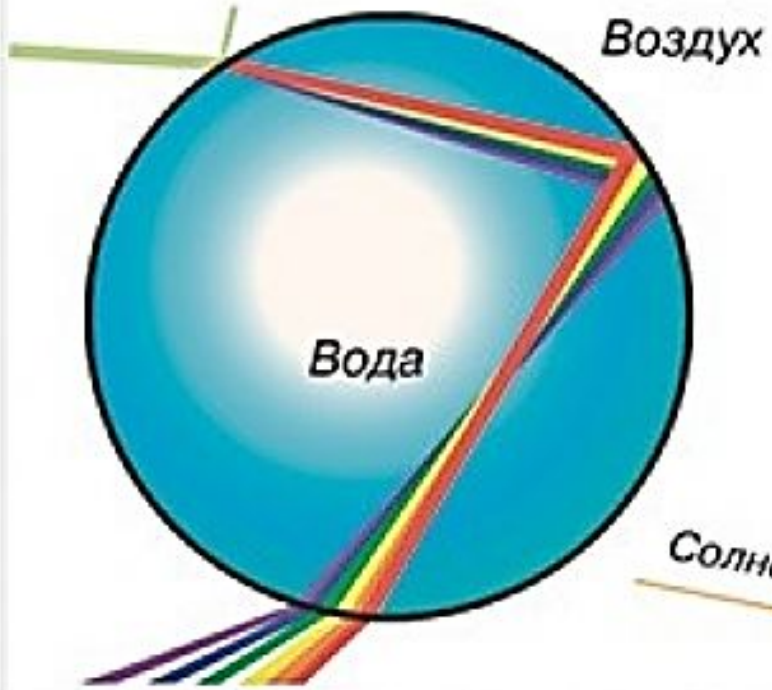
Дисперсия в природе



Как неожиданно и ярко
На влажной неба синеве,
Воздушная воздвиглась арка
В своем минутном торжестве!
Один конец в леса вонзила,
Другим за облака ушла-
Она полнеба обхватила
И в высоте занемогла.

Ф.И. Тютчев

Преломление света в капле воды



Радуга в городе



Возникновение цветного спектра



Интерференция

- ▶ **Интерференция света** - это сложение двух и более волн, вследствие которого наблюдается устойчивая картина усиления и ослабления световых колебаний в разных точках пространства.
- ▶ **Принцип суперпозиции** - если в среде одновременно распространяются несколько волн, то они распространяются независимо друг от друга
- ▶ Интерферировать могут лишь **когерентные** (имеющие одинаковую частоту и постоянную во времени разность фаз) волны



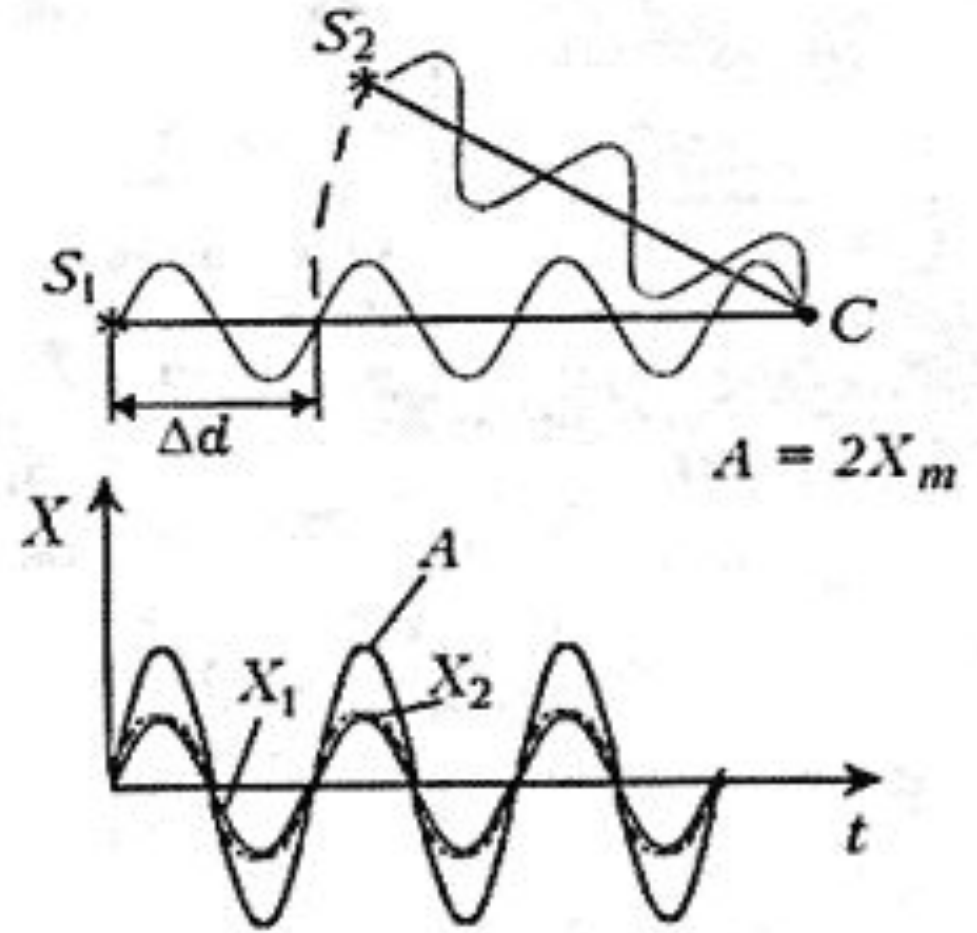
При наложении когерентных волн возможны два предельных случая:

Условие максимума:
разность хода волн равна
целому числу длин волн
(или четному числу длин
полуволен).

$$d_2 - d_1 = 2k \frac{\lambda}{2} = k\lambda$$

где $(k = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3...)$

В рассматриваемую точку
волны приходят с
одинаковыми фазами и
усиливают друг друга -
амплитуда колебаний этой
точки равна удвоенной
амплитуде.



Условие минимума

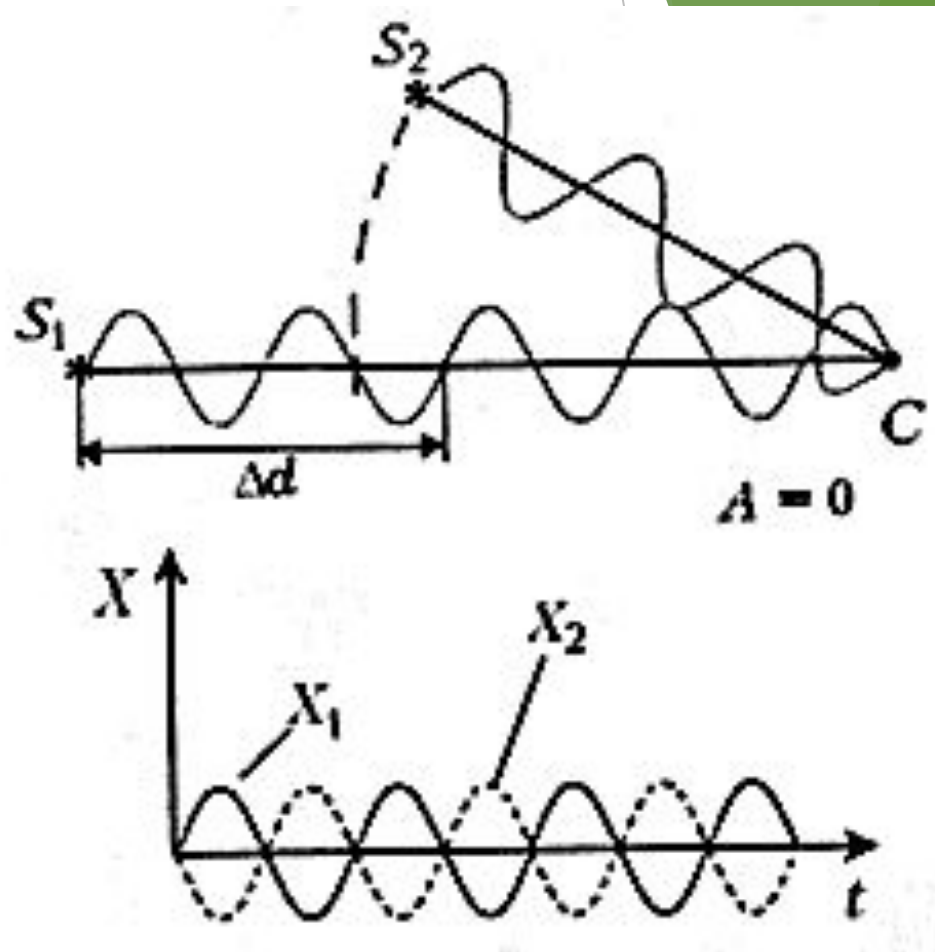
Волны приходят в рассматриваемую точку в противофазе и гасят друг друга. Амплитуда колебаний данной точки равна нулю.

Разность хода волн равна нечетному числу длин полуволн.

$$d_2 - d_1 = (2k + 1) \frac{\lambda}{2}$$

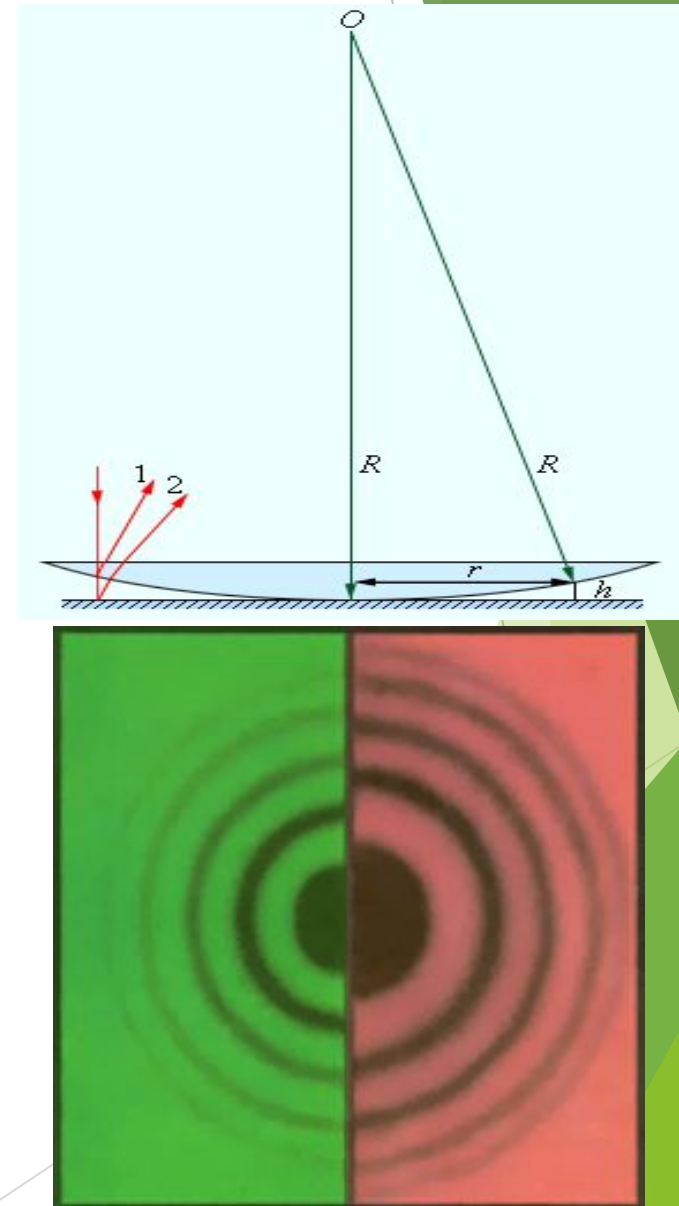
где

$$(k = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3...)$$

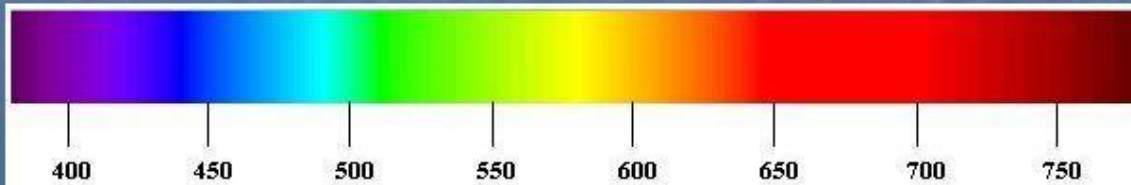
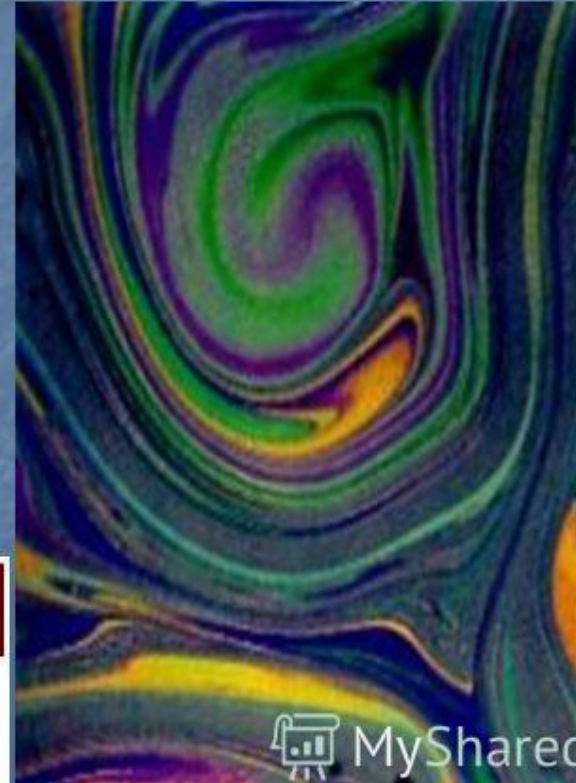
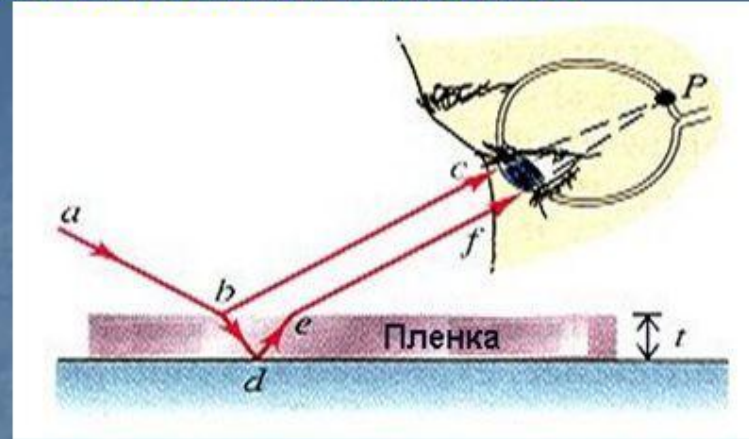
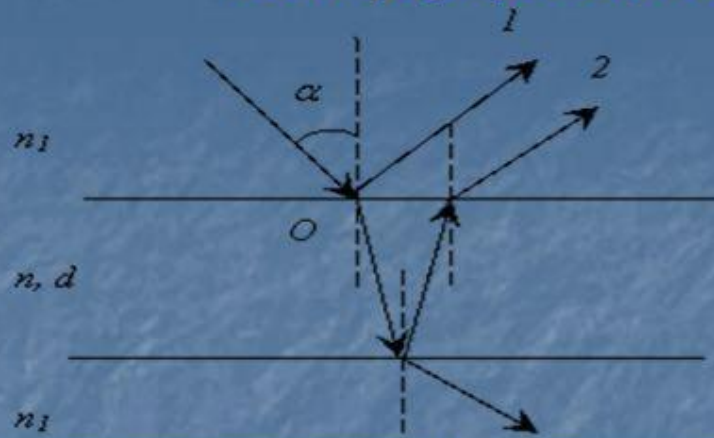


Интерференция - одно из ярких проявлений волновой природы света.

- ▶ 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)



Интерференция света в тонких плёнках



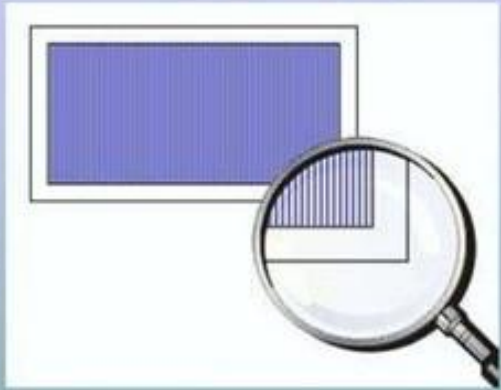
длина волны в нанометрах (нм.) 1 нанометр = 10^{-9} метра

Дифракция

- ▶ Дифракция - это способность волн огибать встречающиеся на их пути препятствия и отклоняться от прямолинейного распространения
- ▶ Дифракционная решетка представляет собой систему параллельных равноотстоящих друг от друга щелей равной ширины



Дифракционная решетка



Дифракционная решетка – это совокупность большого числа очень узких щелей, разделенных непрозрачными промежутками.

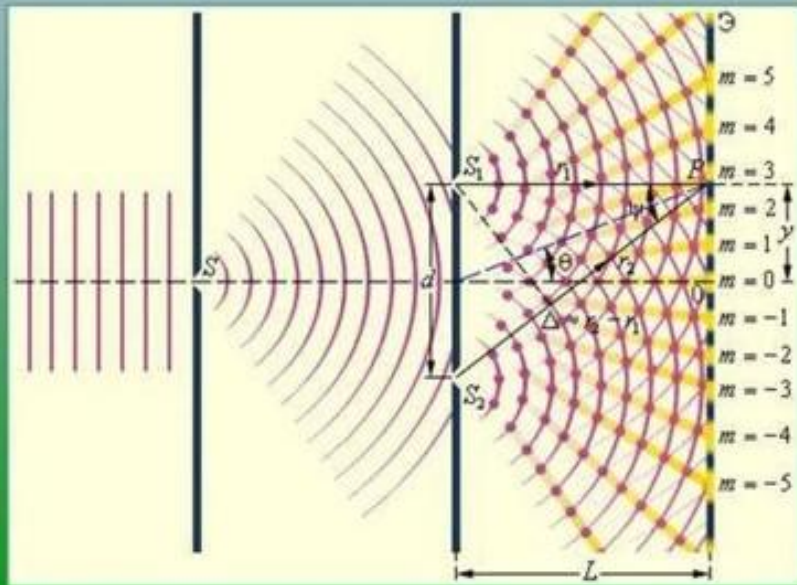
a – ширина прозрачных щелей

b – ширина непрозрачных промежутков

$d = a + b$; где d – период решетки

$d \sin \alpha = k \lambda$, где $k = 0, 1, 2, \dots$

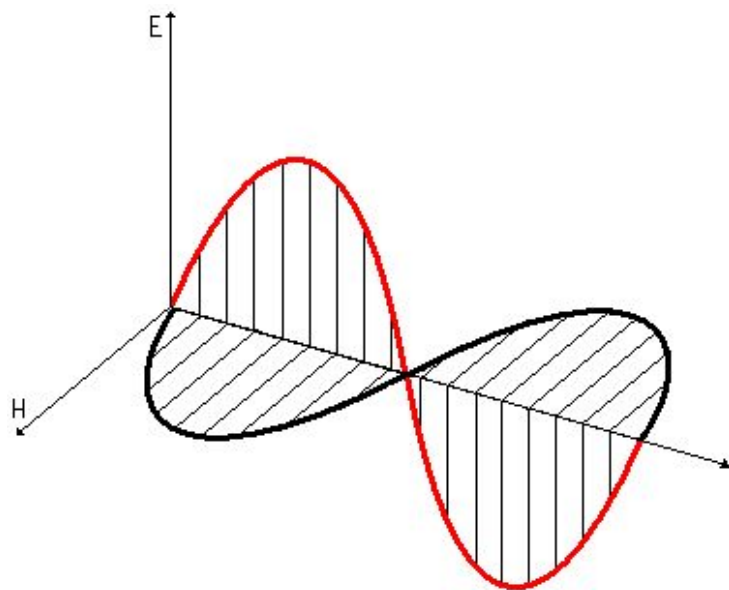
С помощью дифракционной решетки можно проводить очень точные измерения длины волны



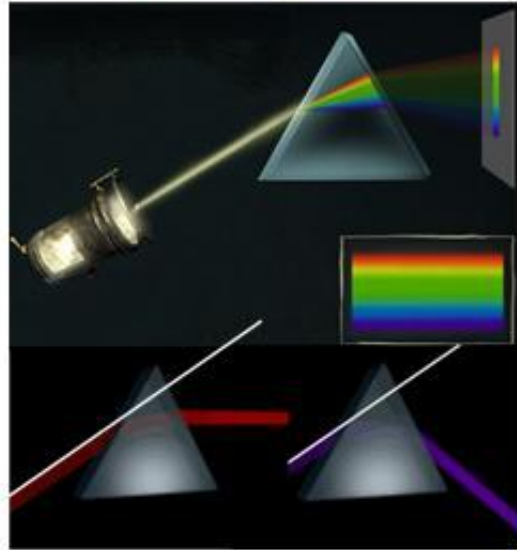
$$d \sin \alpha = k \cdot \lambda$$

Поляризация света

- **Поляризация света** - Возникает, когда свет под определенным углом падает на поверхность, отражается и становится поляризованным (распространяется преимущественно в 2 направлениях: горизонтальном и вертикальном)



Дисперсия



$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

- явление разложения света в спектр при прохождении оптически более плотной среды
- зависимость показателя преломления среды от длины волны (частоты) света

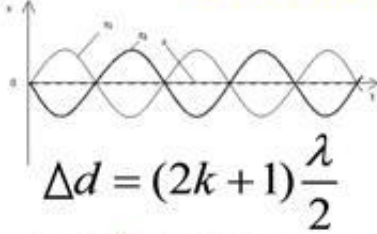
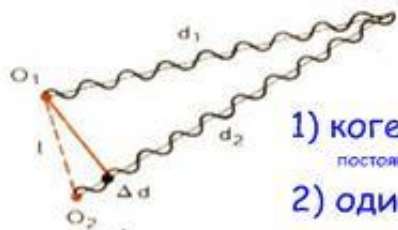
Волновая оптика

Интерференция

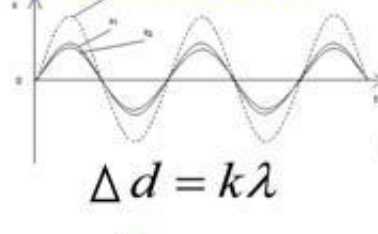
- сложение двух когерентных волн, при котором наблюдается устойчивая картина распределения амплитуд результирующих колебаний в различных точках пространства

Условия:

- 1) когерентные волны (одинаковая частота и постоянная разность фаз)
- 2) одинаковая начальная фаза



-условие минимума

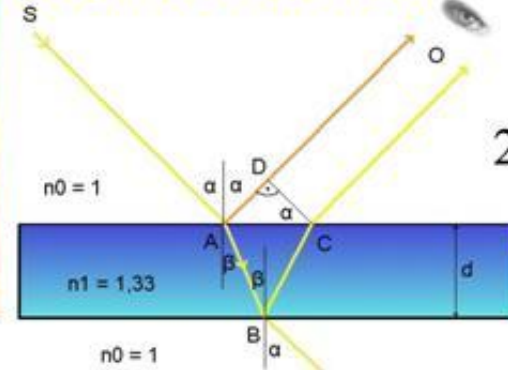


-условие максимума

k - целое число

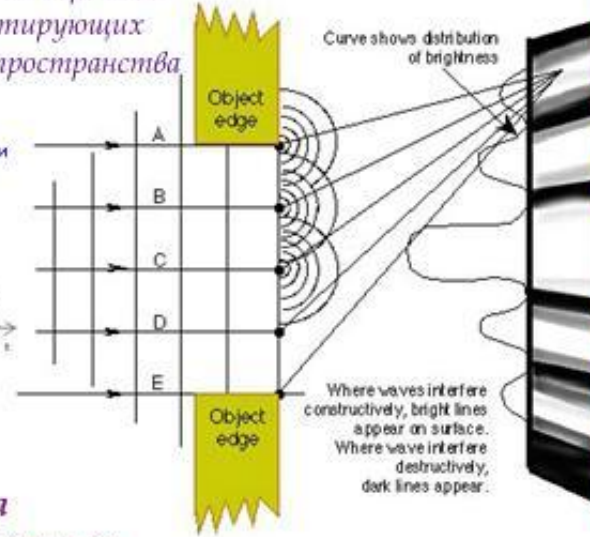


В тонких пленках

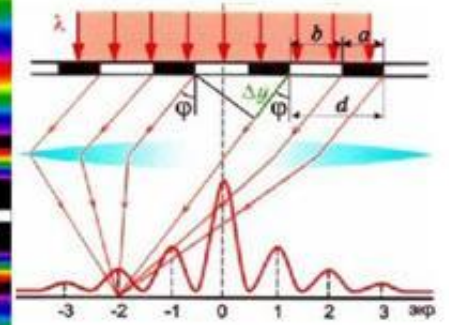


Дифракция

Diffraction Pattern



• огибание светом препятствий



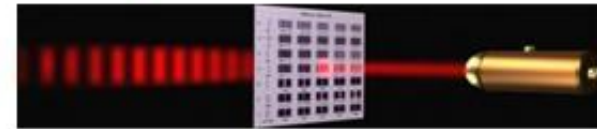
$$d \sin \varphi = k \lambda$$

k - порядок максимума спектра

$$\sin \varphi \approx \tan \varphi = \frac{x}{L}$$

$$d = \frac{10^{-3}}{N} \text{ м}$$

число штрихов на мм - N



Спасибо за внимание