

Саратовский государственный университет

# Интерференция и дифракция света



Работу выполнила  
Ахатчикова Людмила  
студентка  
социологического  
факультета 351 группы

Преподаватель: Медведев  
Борис Абрамович

Саратов 2015

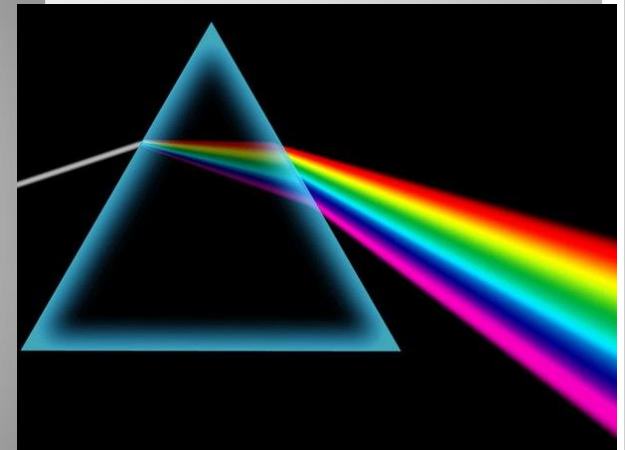
# Корпускулярно-волновой дуализм

Согласно современным представлениям, **свет имеет двойственную корпускулярно-волновую природу.**

В одних явлениях свет обнаруживает **свойства волн**, (например в таких как интерференция света, дифракция света) а в других - **свойства частиц** (фотоэффект, эффект Комптона) Волновые и квантовые свойства дополняют друг друга.



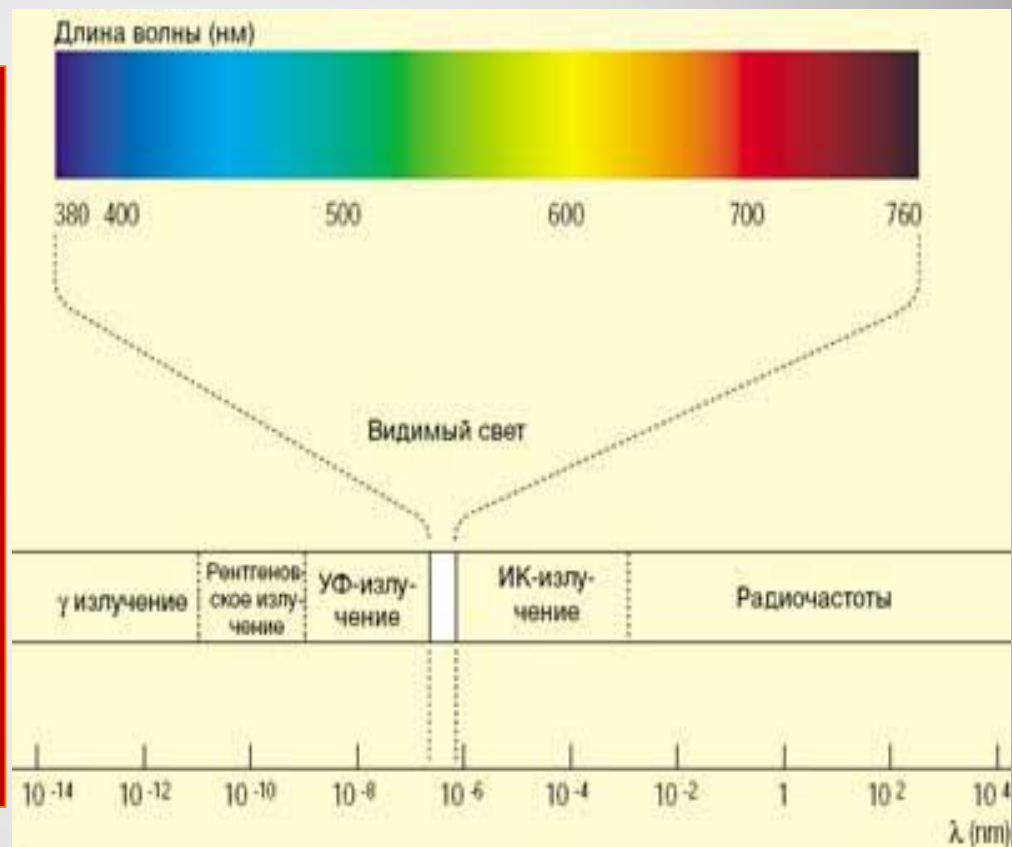
*Волновые свойства света  
проявляются в трех основных  
явлениях: интерференция,  
дифракция и дисперсия.*



**$E = E_0 \cos(\omega t - kx + \varphi_0)$**  – Уравнение Максвелла описывающим  
распространение плоских монохроматических  
электромагнитных волн

# Длина световой волны

Для красного света измерения дают  $\lambda_{кр} = 8 \times 10^{-7}$  м, а для фиолетового –  $\lambda_{ф} = 4 \times 10^{-7}$  м. Длины волн, соответствующие другим цветам спектра, принимают промежуточные значения. Для любого цвета длина световой волны очень мала.



## Интерференция света



Интерференция — одно из наиболее убедительных доказательств волновых свойств.

Интерференция присуща волнам любой природы.

**Интерференцией световых волн** называется сложение двух когерентных волн, вследствие которого наблюдается усиление или ослабление результирующих световых колебаний в различных точках пространства.



# При каких условиях можно наблюдать интерференцию света

Получить интерференционную картину с помощью двух независимых источников света, например двух электрических лампочек, невозможно. Включение еще одной лампочки лишь увеличивает освещенность поверхности, но не создает чередования минимумов и максимумов освещенности.



# Как можно наблюдать интерференцию света?

**Чтобы наблюдать интерференцию света, надо получить когерентные световые пучки.**

**Для этого, до появления лазеров, во всех приборах для наблюдения интерференции света когерентные пучки получались путем деления и последующего сведения световых лучей, исходящих из одного источника света. Для этого использовались щели, зеркала и призмы.**

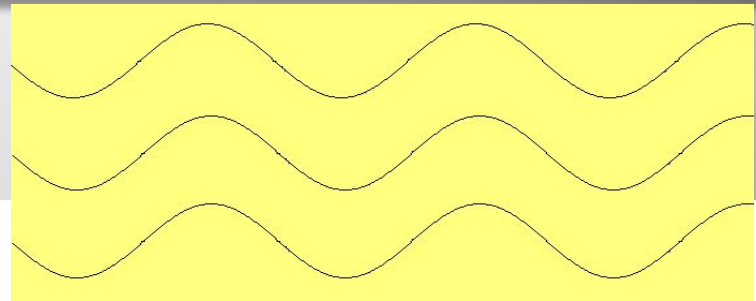


# Интерференционная картина наблюдается при выполнении условий когерентности

*Волны когерентны, если:*

- 1. их частоты одинаковы,*
- 2. разность их начальных фаз постоянна и*
- 3. угол между направлениями поляризации волн остается постоянным .*

***Все источники света, кроме лазеров, некогерентные.***



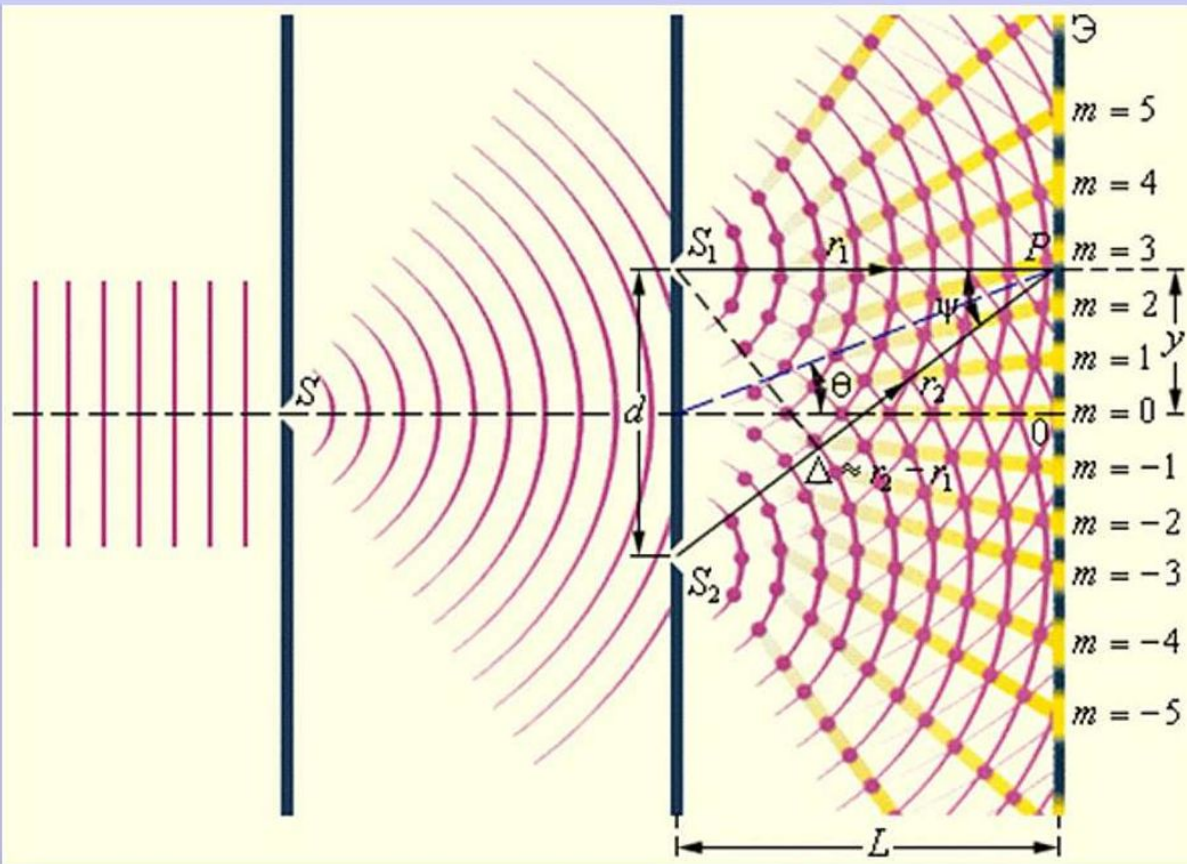


## **Опыт Юнга 1802 год**

*В начале 19-го века английский ученый Томас Юнг поставил опыт, в котором можно было наблюдать явление интерференции света.*

*Свет, пропущенный через узкую щель, падал на две близко расположенные щели, за которыми находился экран.*

*На экране вместо ожидаемых двух светлых полос появлялись чередующиеся цветные полосы.*



**На экране вместо ожидаемых двух светлых полос появлялись чередующиеся цветные полосы.**

**Схема опыта Юнга**

# Результат сложения волн зависит

от разности хода:

$\Delta_{\max} = 2k \cdot \lambda/2$  – интерференционный максимум

$\Delta_{\min} = (2k+1) \cdot \lambda/2$  – интерференционный минимум

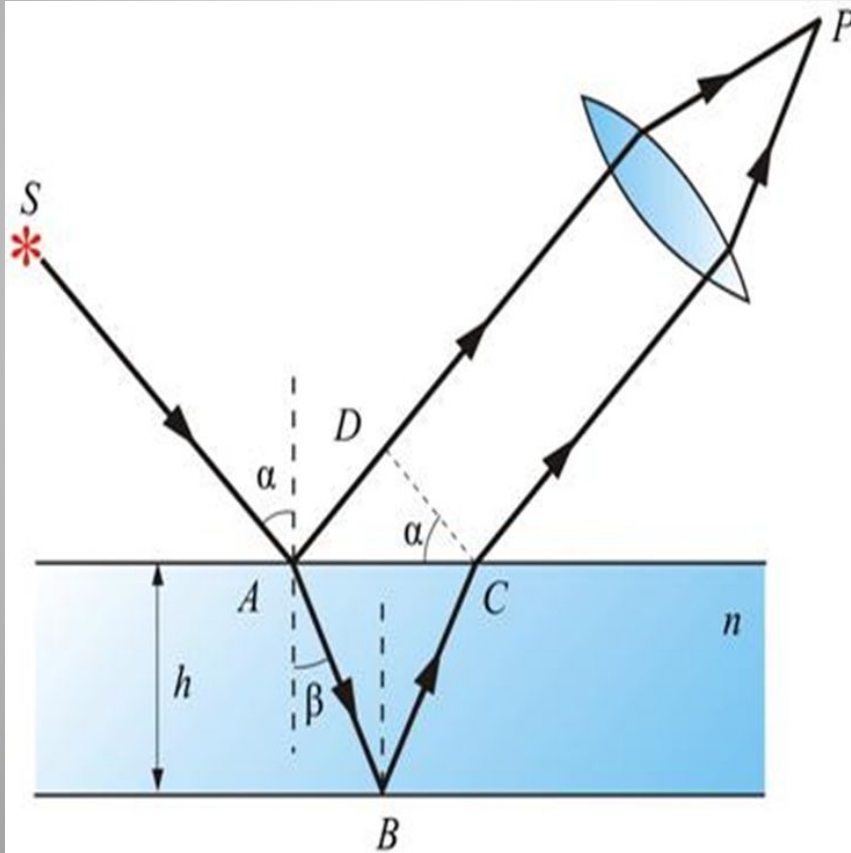


# Интерференция в тонких пленках



Мы много раз наблюдали интерференционную картину, когда наблюдали за мыльными пузырями, за радужным переливом цветов тонкой пленки керосина или нефти на поверхности воды.

# Объяснение интерференции в тонких пленках



Происходит сложение волн, одна из которых отражается от наружной поверхности пленки, а вторая — от внутренней.

Когерентность волн, отраженных от наружной и внутренней поверхностей пленки, обеспечивается тем, что они являются частями одного и того же светового пучка.



# Объяснение цвета в тонких пленках

Томас Юнг объяснил, что различие в цвете связано с различием в длине волны (или частоте световых волн).

Световым пучкам различного цвета соответствуют волны различной длины.

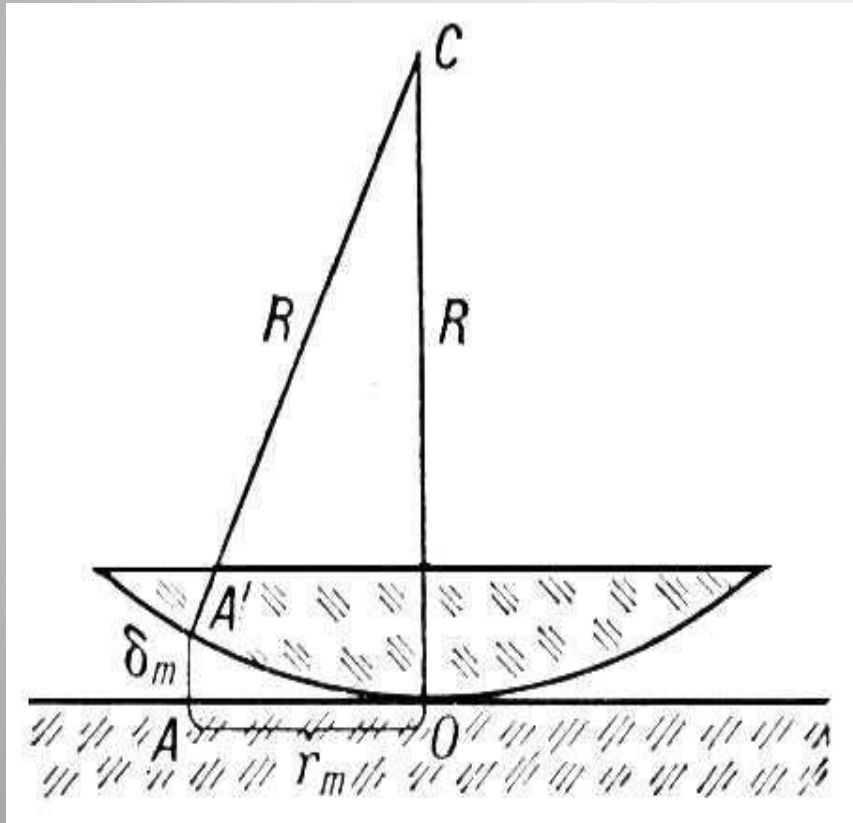
Для взаимного усиления волн, отличающихся друг от друга длиной (углы падения предполагаются одинаковыми), требуется различная толщина пленки.

Следовательно, если пленка имеет неодинаковую толщину, то при освещении ее белым светом должны появиться различные цвета.



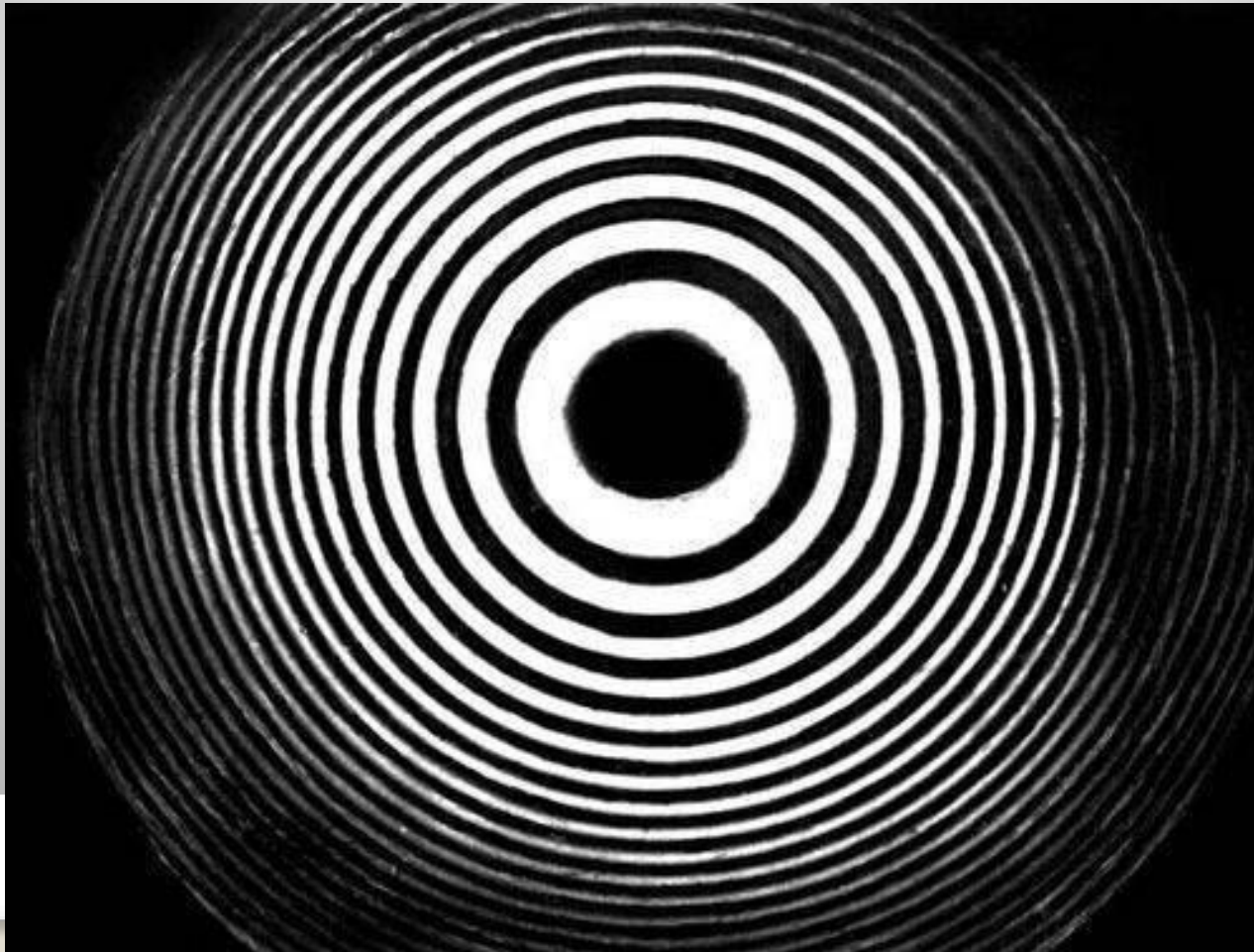


# Кольца Ньютона

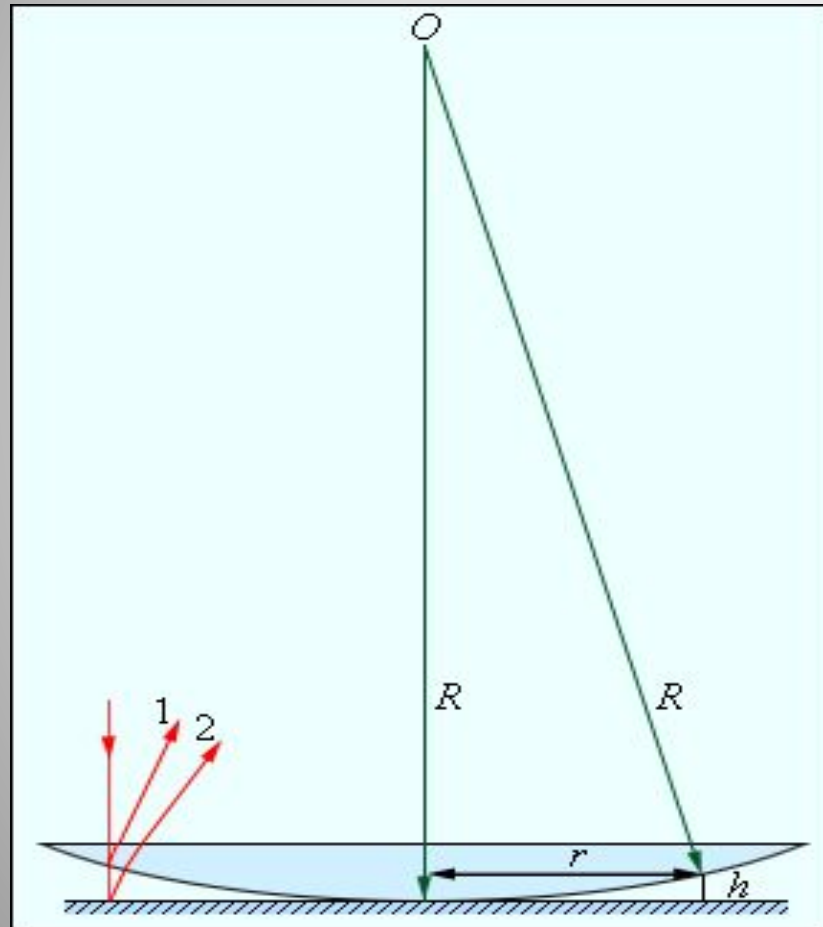


Простая интерференционная картина возникает в тонкой прослойке воздуха между стеклянной пластиной и положенной на нее плоско-выпуклой линзой, сферическая поверхность которой имеет большой радиус кривизны.

**Интерференционная картина  
имеет вид концентрических  
колец**



# Объяснение «колец Ньютона»»



Волна *1* отражается от нижней поверхности линзы, а волна *2* — от поверхности лежащего под линзой стекла.

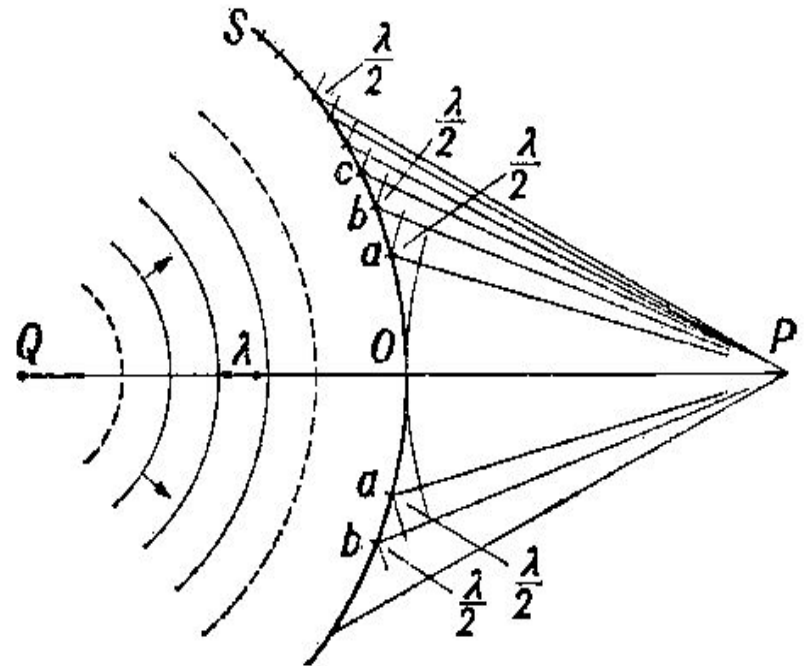
Волны *1* и *2* когерентны: они имеют одинаковую длину и постоянную разность фаз, которая возникает из-за того, что волна *2* проходит больший путь, чем волна *1*.

**Зоны Френеля** - участки, на которые разбивают волновую поверхность при рассмотрении дифракции волн

**Зона Френеля** – участок волнового фронта, границы которого отстоят от точки наблюдения на расстояниях  $m\lambda$  и  $(m+1/2)\lambda$

**Зоны Френеля** выбираются так, чтобы удаление каждой следующей зоны от точки наблюдения было на половину длины волны больше, чем удаление предыдущей зоны от той же точки.

**Кольца Ньютона можно объяснить зонами Френеля**



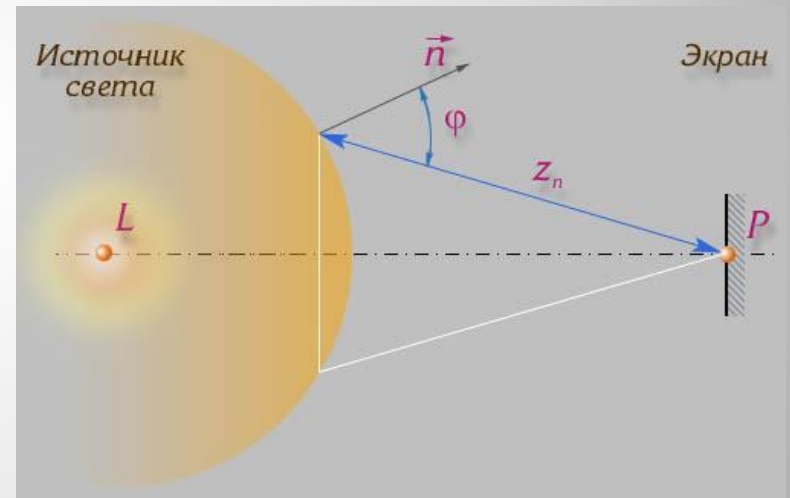
# Зоны Френеля

## Первая зона Френеля

ограничивается точками волновой поверхности, расстояния от которых до точки  $O$  равны:

$$r_1 = r_0 + \frac{\lambda}{2}$$

где  $\lambda$  — длина световой волны



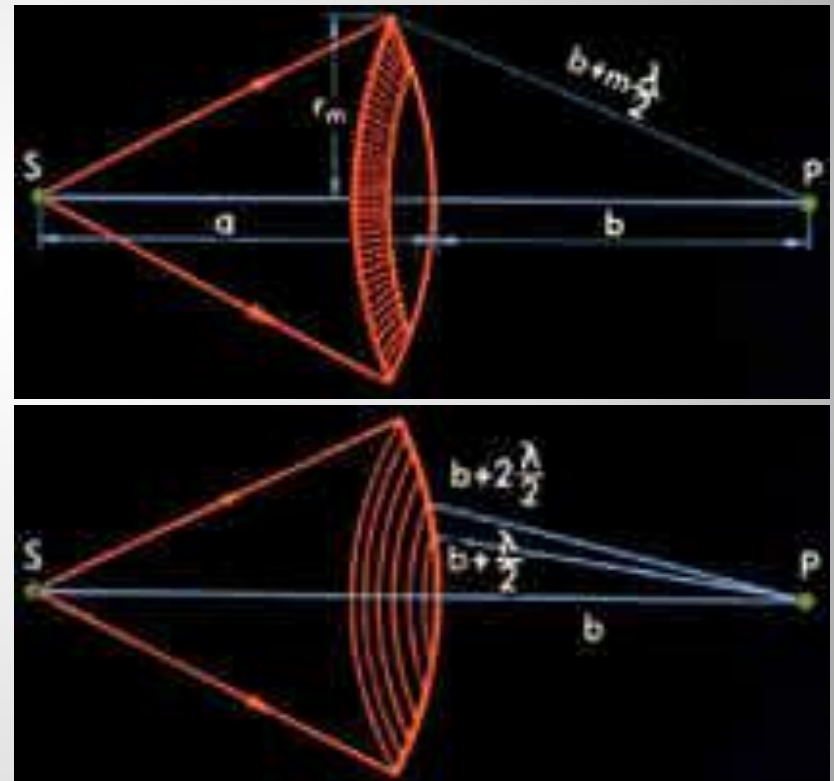


# Зоны Френеля

**Вторая зона:**

$$r_2 = r_1 + \frac{\lambda}{2} = r_0 + \lambda$$

**Аналогично  
Определяются  
границы других зон**





# Интерферометр Майкельсона

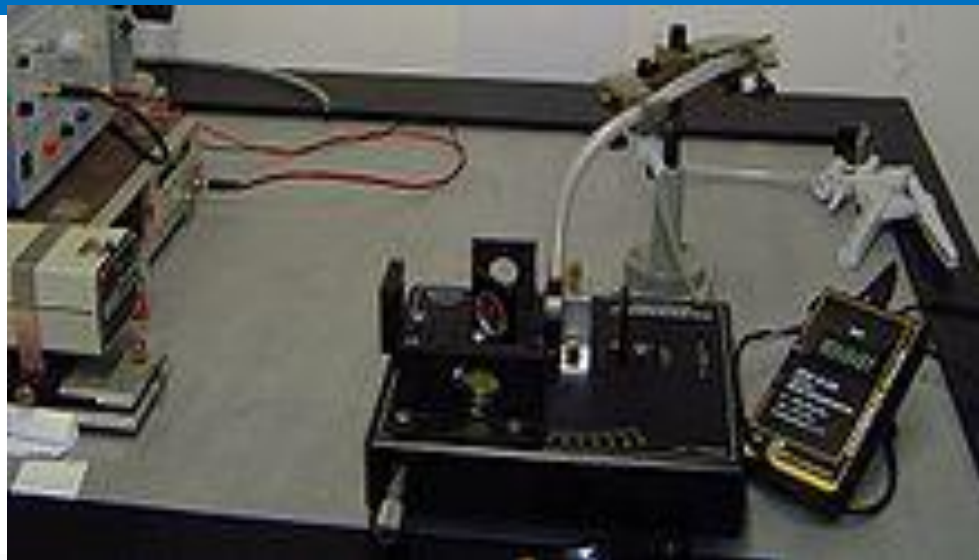
Двухлучевой интерферометр, изобретённый Альбертом Майкельсоном. Данный прибор позволил впервые измерить длину волны света.

В опыте Майкельсона интерферометр был использован Майкельсоном для проверки гипотезы о светоносном эфире.

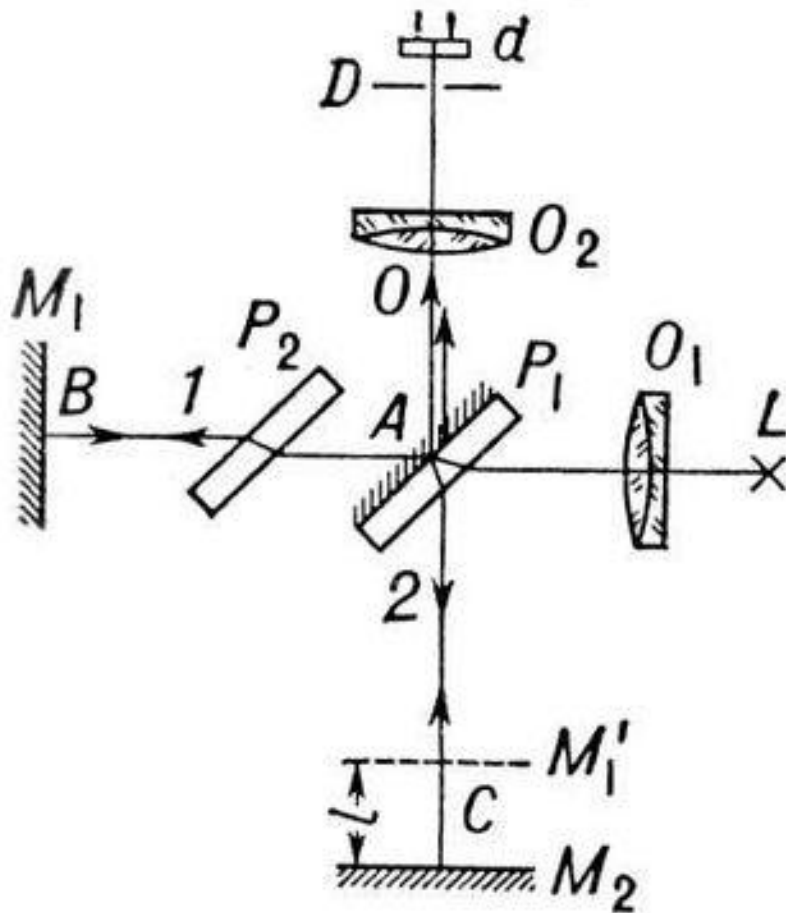


# Интерферометр Майкельсона

Конструктивно состоит из светоделительного зеркала, разделяющего входящий луч на два, которые в свою очередь, отражаются зеркалом обратно. На полупрозрачном зеркале разделённые лучи вновь направляются в одну сторону, чтобы, смешавшись на экране, образовать интерференционную картину. Анализируя её и изменяя длину одного плеча на известную величину, можно по изменению вида интерференционных полос измерить длину волны, либо, наоборот, если длина волны известна, можно определить неизвестное изменение длин плеч. Радиус когерентности изучаемого источника света или другого излучения определяет максимальную разность между плечами интерферометра.



# Интерферометр Майкельсона

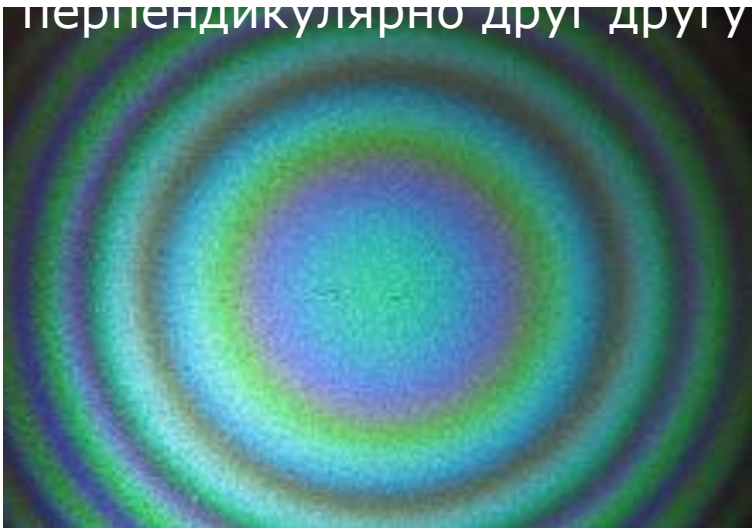


- $S$ -источник света
- $P_1$  - полупрозрачная пластинка
- $M_1, M_2$ -зеркала
- $D$ -фокальная плоскость
- $l$  — расстояние между зеркалом  $M_2$  и мнимым изображением  $M_1'$  зеркала  $M_1$  в пластинке  $P_1$ .

# Интерферометр Майкельсона имеет две конфигурации:

- 1) Зеркала интерферометра установлены строго перпендикулярно друг другу
- 2) Зеркала интерферометра установлены не строго

перпендикулярно друг другу



Интерференция, полученная при помощи интерферометра со строго перпендикулярными зеркалами



Интерференционная картина, полученная при помощи интерферометра с зеркалами под углом около  $90^\circ$

# Дифракция света

**Характерным проявлением волновых свойств света является *дифракция* света.**

**Дифракция света** - отклонение волны от прямолинейного распространения при прохождении через малые отверстия и огибание волной малых препятствий.

Дифракция света сопровождается интерференцией.

Интерферируют волны, обогнувшие препятствие (опыт Юнга).



## Условие проявления дифракции:

$$d^2 \leq \lambda L,$$

- где  $d$  — характерный размер отверстия или препятствия,
- $L$  — расстояние от отверстия или препятствия до экрана.



Дифракция была открыта Ф.Гримальди в конце XVII в. Объяснение явления дифракции света дано Т. Юнгом и О. Френелем, которые не только дали описание экспериментов по наблюдению явлений интерференции и дифракции света, но и объяснили свойство прямолинейности распространения света с позиций волновой теории.



**Френель Огюст Жан**

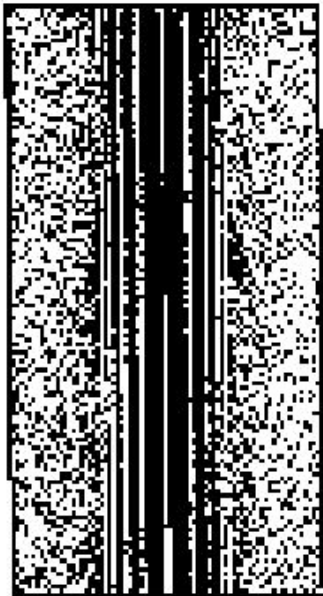


**Юнг Томас**

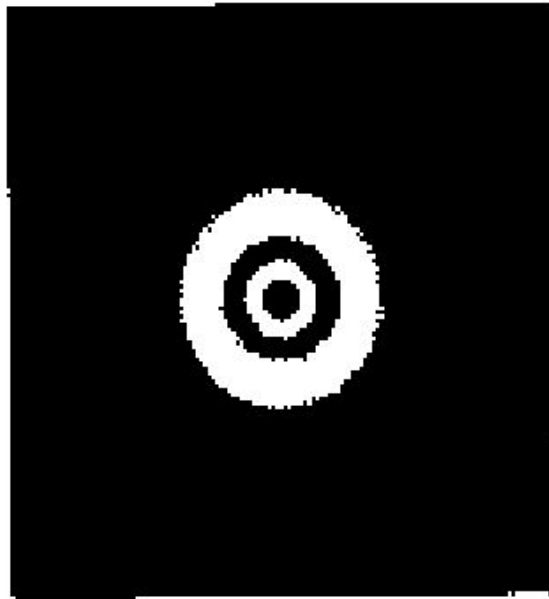
**дали описание экспериментов по наблюдению явлений интерференции и дифракции света, объяснили свойство прямолинейности распространения света с позиций волновой теории.**

# Дифракция от различных препятствий:

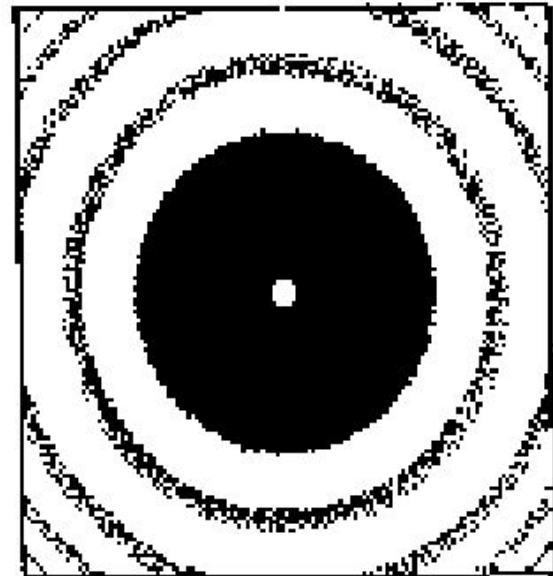
- а) от тонкой проволоочки;
- б) от круглого отверстия;
- в) от круглого непрозрачного экрана.



а)



б)

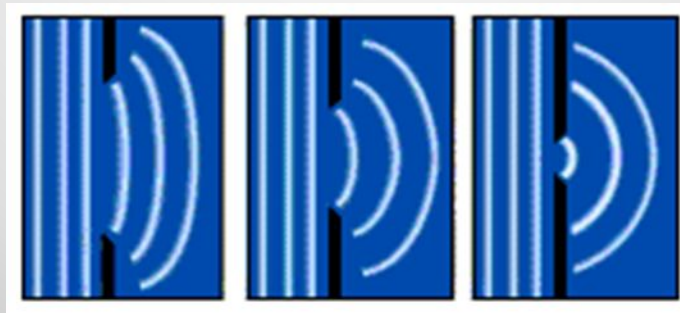


в)

# Принцип Гюйгенса – Френеля

Для вывода законов отражения и преломления мы использовали принцип Гюйгенса. Френель дополнил его формулировку для объяснения явления дифракции

*Гюйгенс: каждая точка волновой поверхности является источником вторичных сферических волн,*  
**Френель: которые интерферируют между собой**

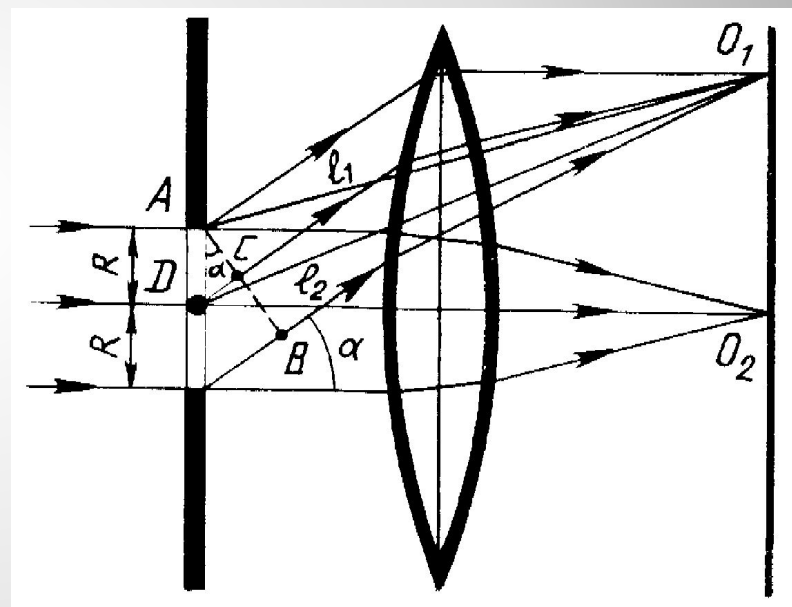


## **Дифракционная решетка**

**Дифракционные решетки, представляющие собой точную систему штрихов некоторого профиля, нанесенную на плоскую или вогнутую оптическую поверхность, применяются в спектральном приборостроении, лазерах, метрологических мерах малой длины и т.д**

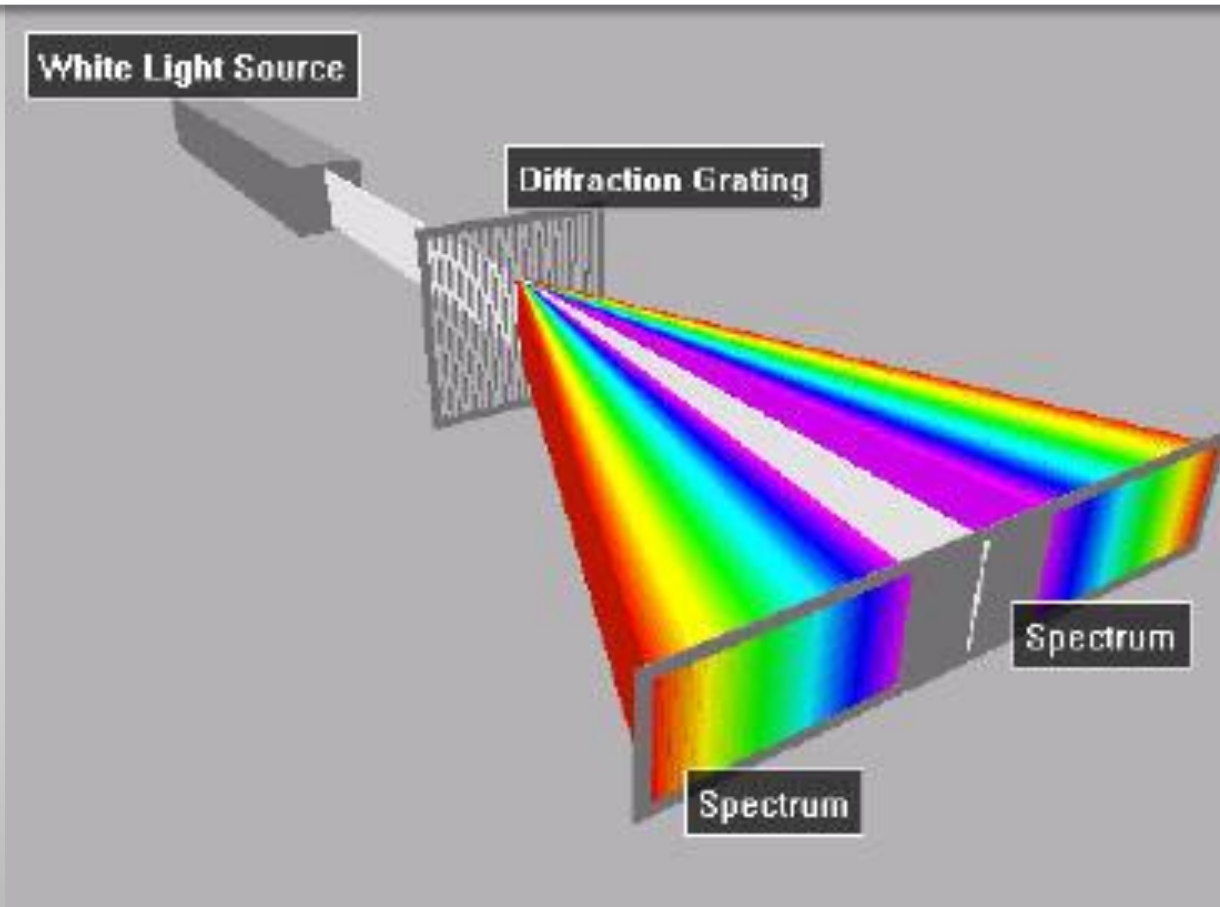
# Дифракционная решетка

Величина  $d = a + b$  называется *постоянной* (периодом) дифракционной решетки, где  $a$  — ширина щели;  $b$  — ширина непрозрачной части





# Дифракционная картина при освещении решетки белым светом



# Применение интерференции и дифракции света

- Интерферометры;
- Интерференционные микроскопы;
- Голография;
- Прецизионные измерения;
- Определение качества обработки поверхностей;
- «Просветление» оптики;
- Астрономические измерения;
- Спектральный прибор – дифракционная решётка

# Литература

- 1.«Курс лекций по физике. Оптика» Потемкина С.Н. Тольятти 2007
- 2.Грабовский Р.И. «Курс физики» СанктПетербург • Москва • Краснодар *Издание одиннадцатое, стереотипное* 2008
3. М. Старшов, Ю. Турбин "О дифракции и интерференции света", Физика №21-22, 1993г., №23-24,1993г..

