

Интерференция. Дифракция.

Мясникова Г. И.
Учитель физики

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.

Когерентные волны

- Для образования устойчивой интерференционной картины необходимо, чтобы источники волн были *когерентными*.
- Волны, имеющие одинаковую частоту и постоянную во времени разность фаз, называются *когерентными*.
- Все источники света, кроме лазеров, некогерентные.

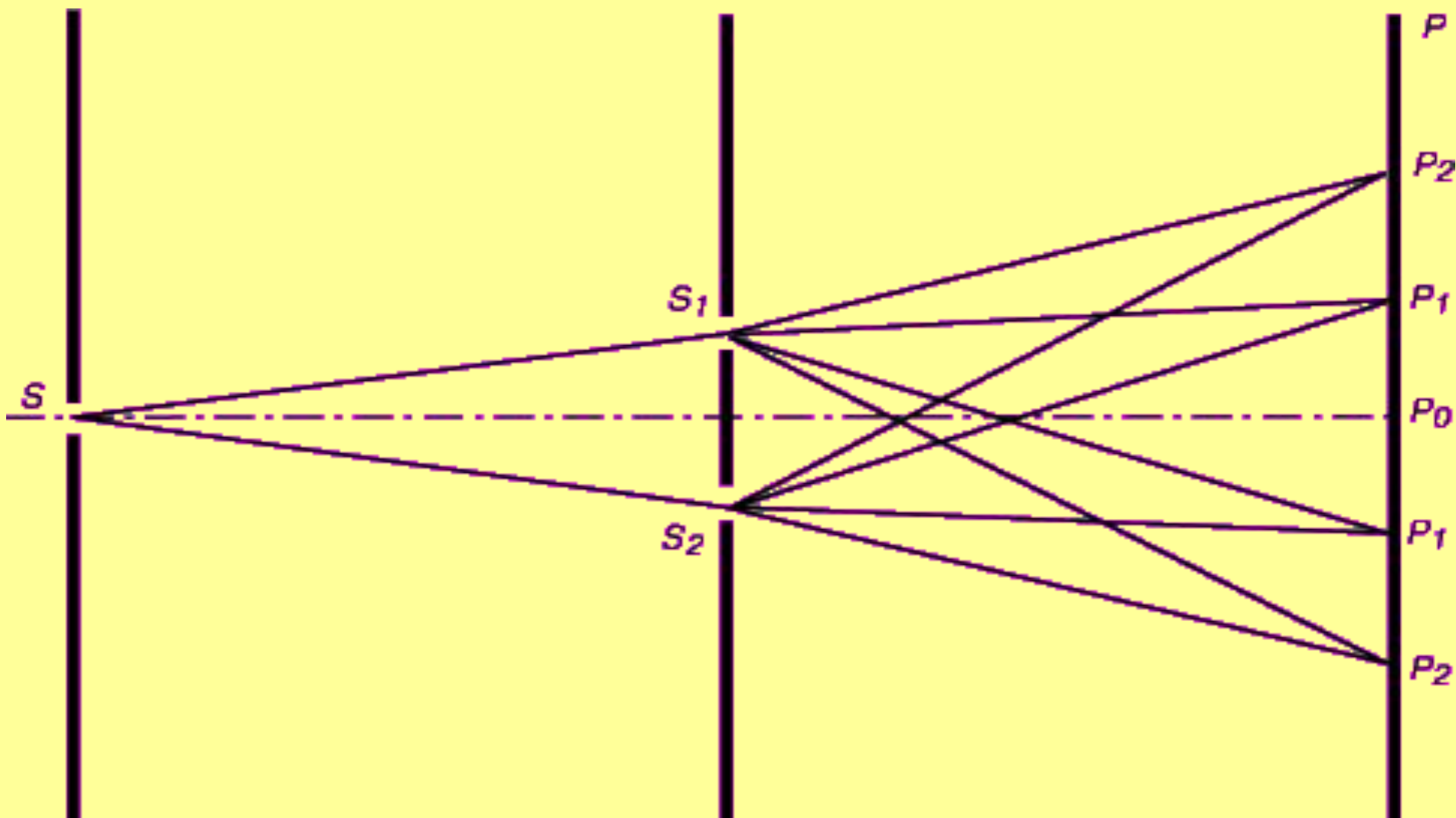
Как можно наблюдать интерференцию света?

- 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 *разделения и последующего сведения световых лучей, исходящих из одного источника света.*
- Для этого использовались щели, зеркала и призмы.

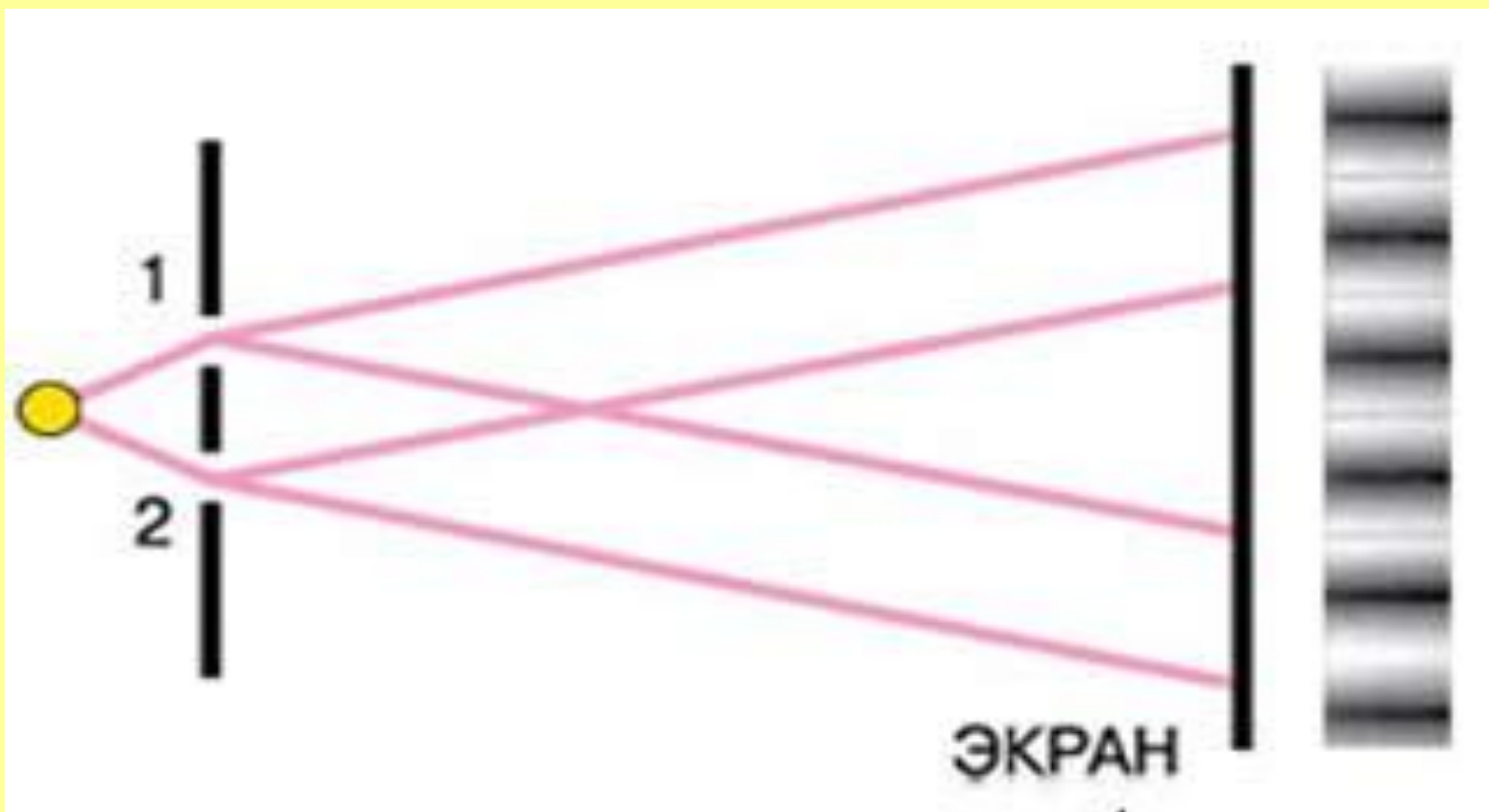
Опыт Юнга

- 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.

Схема опыта Юнга



Наблюдение интерференции в лабораторных условиях



Интерференционные максимумы

- *Интерференционные максимумы* наблюдаются в точках, для которых разность хода волн Δd равна четному числу полуволн, или, что то же самое, целому числу волн:

$$\Delta d = 2k \frac{\lambda}{2} = k\lambda, \quad (k = 0, 1, 2, 3, \dots)$$

Интерференционные минимумы

- *Интерференционные минимумы* наблюдаются в точках, для которых разность хода волн Δd равна нечетному числу полуволен:

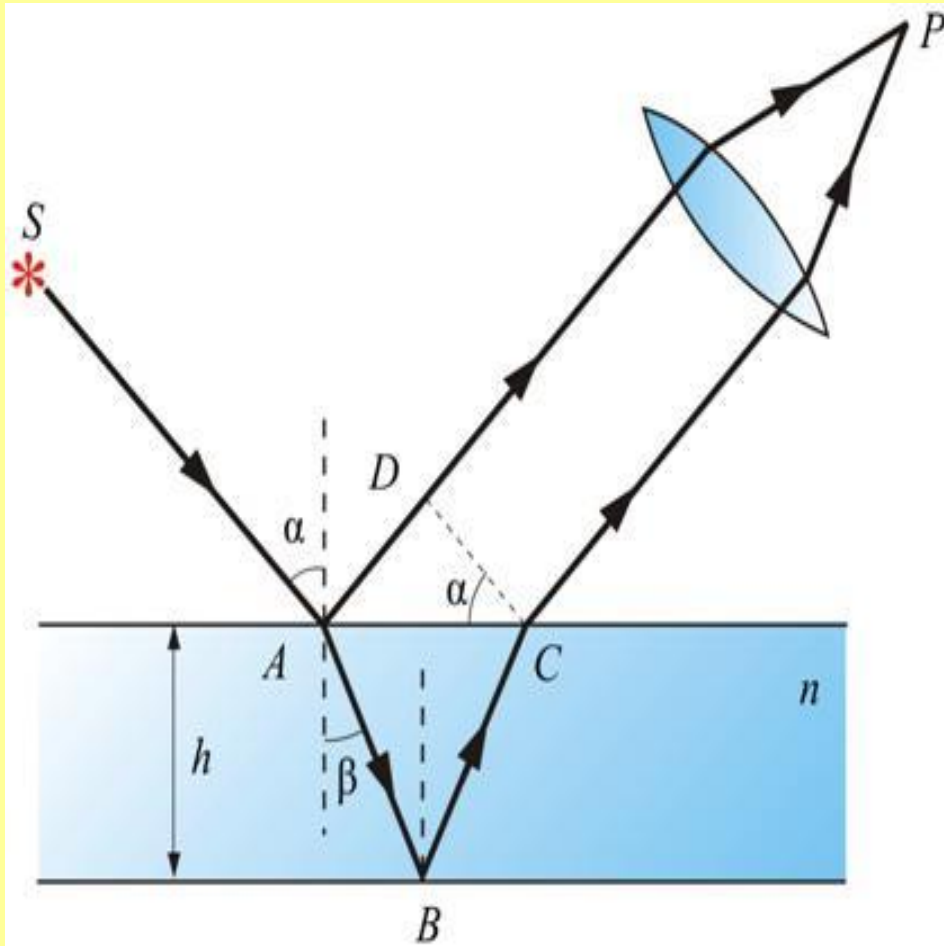
- $$\Delta d = (2k + 1) \frac{\lambda}{2}, \quad (k = 0, 1, 2, 3 \dots)$$

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



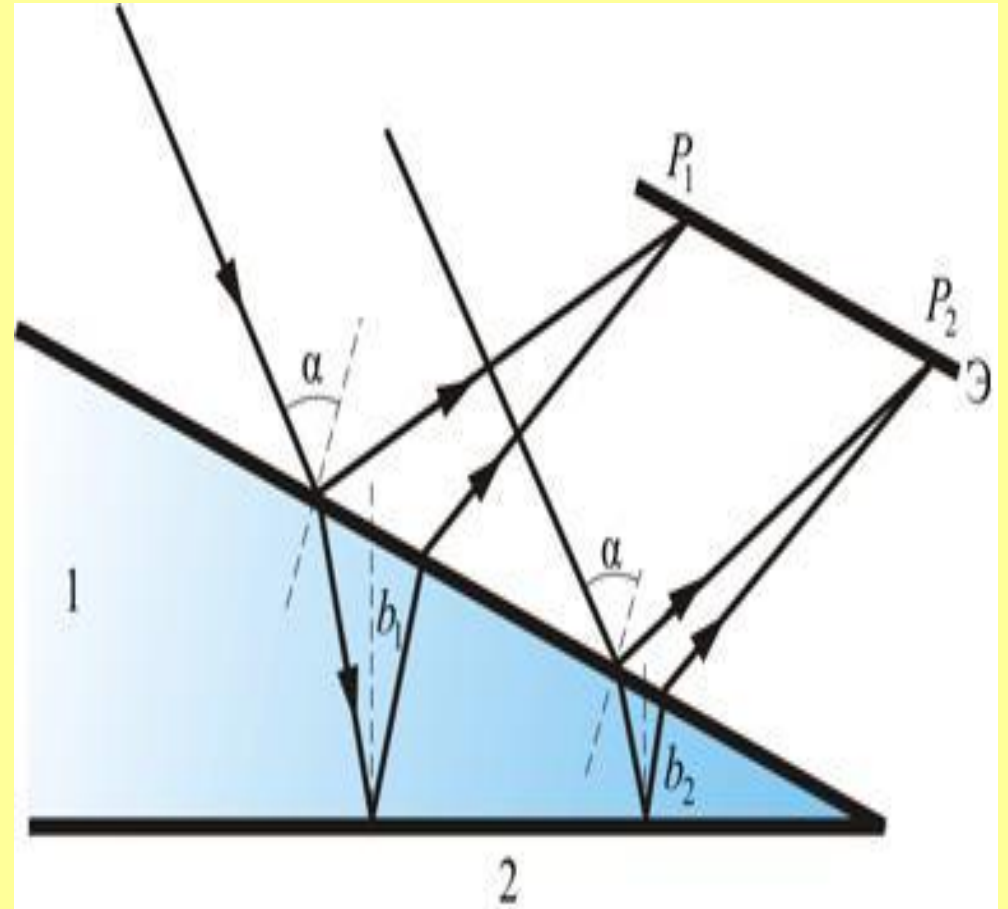
- Происходит сложение волн, одна из которых отражается от наружной поверхности пленки, а вторая — от внутренней.
- Когерентность волн, отраженных от наружной и внутренней поверхностей пленки, обеспечивается тем, что они являются частями одного и того же светового пучка.

Объяснение цвета тонких пленок

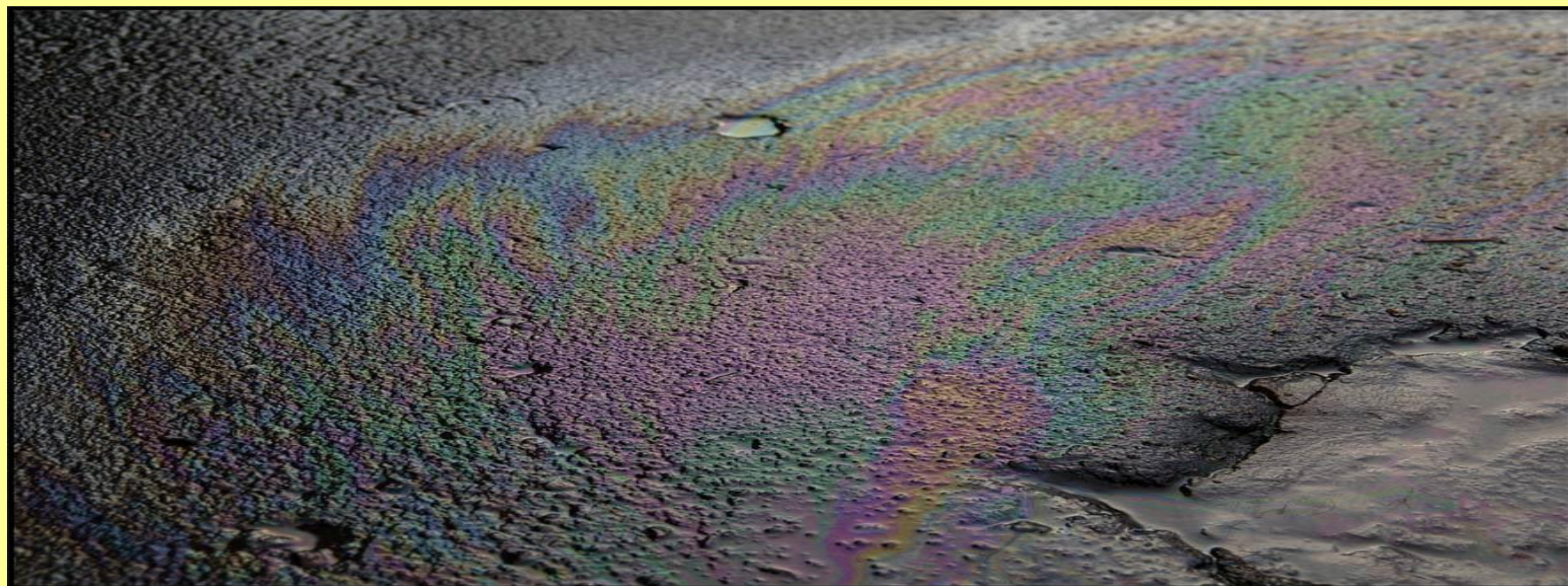
- Томас Юнг объяснил, что различие в цвете связано с различием в длине волны (или частоте световых волн).
- Световым пучкам различного цвета соответствуют волны различной длины.

Объяснение цвета тонких пленок

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

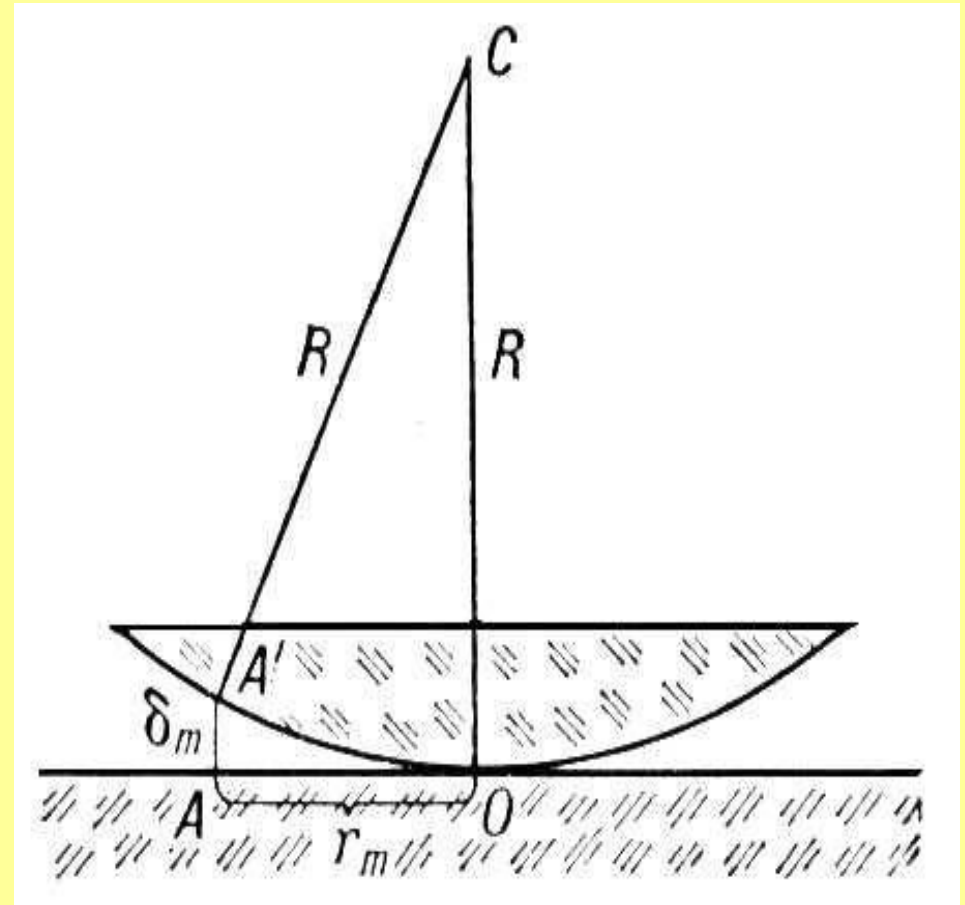


- Следовательно, если пленка имеет неодинаковую толщину, то при освещении ее белым светом должны появиться различные цвета.



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.

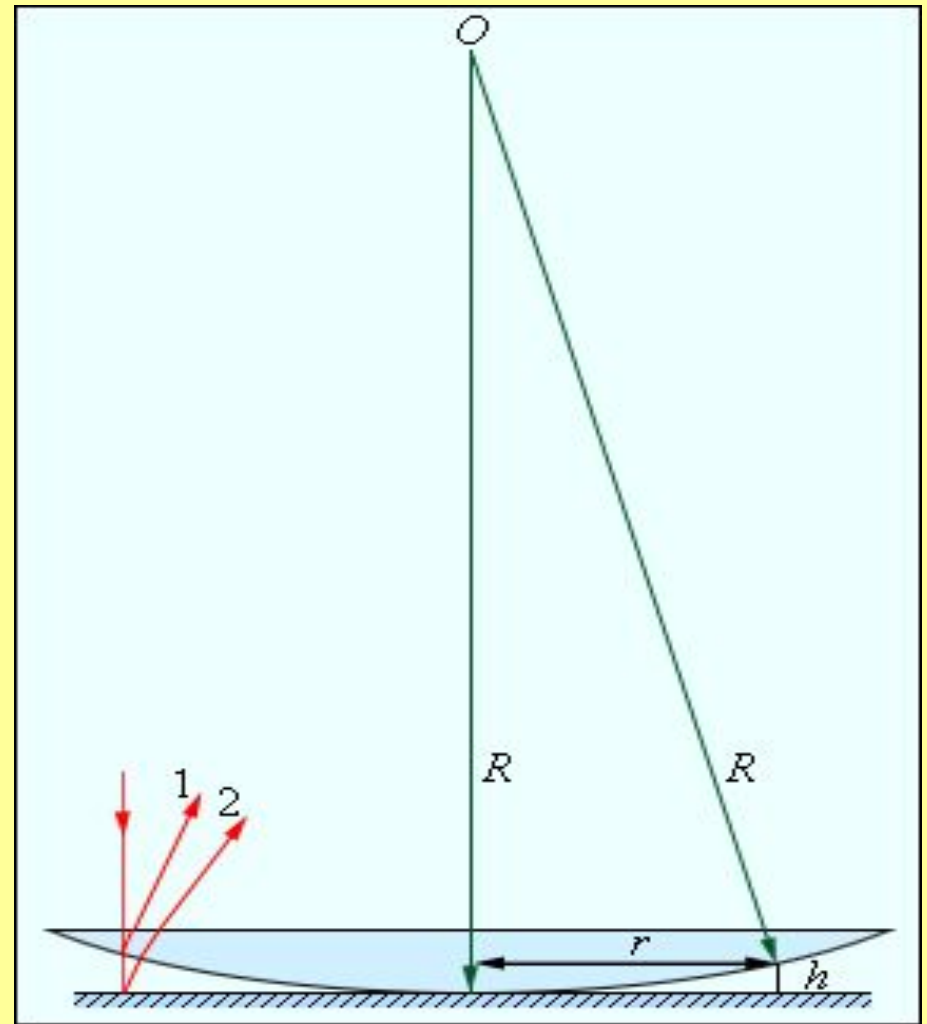




- Интерференционная картина имеет вид концентрических колец

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.



Определение радиуса колец Ньютона

- Если известен радиус кривизны R поверхности линзы, то можно вычислить, на каких расстояниях от точки соприкосновения линзы со стеклянной пластиной разности хода таковы, что волны определенной длины λ гасят друг друга.
- Эти расстояния являются радиусами темных колец Ньютона, так как линии постоянной толщины воздушной прослойки представляют собой окружности.

Определение длины волны

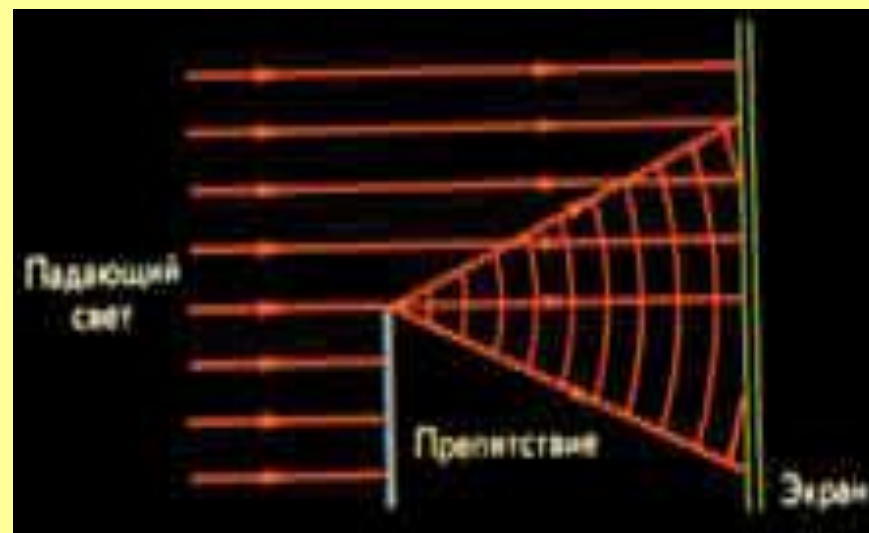
- Зная радиусы колец, можно вычислить длину волны, используя формулу

$$r = \sqrt{Rk\lambda},$$

- где R — радиус кривизны выпуклой поверхности линзы ($k = 0, 1, 2, \dots$), r — радиус кольца.

Дифракция света

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



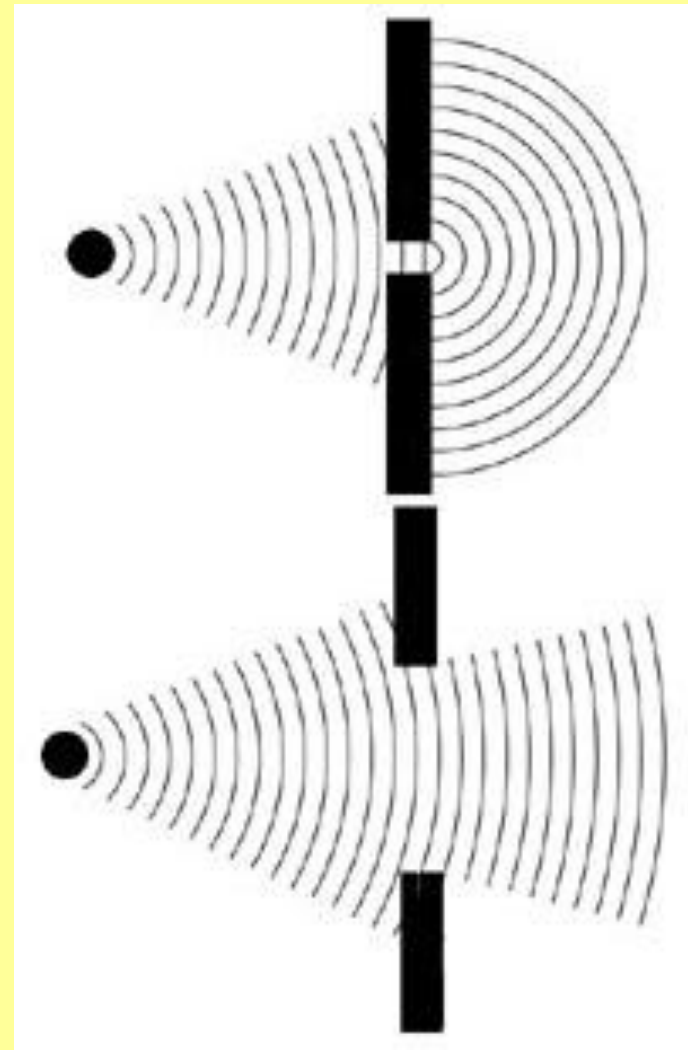
Условие проявления дифракции:

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

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

Наблюдение дифракции света

- Дифракция приводит к проникновению света в область геометрической тени

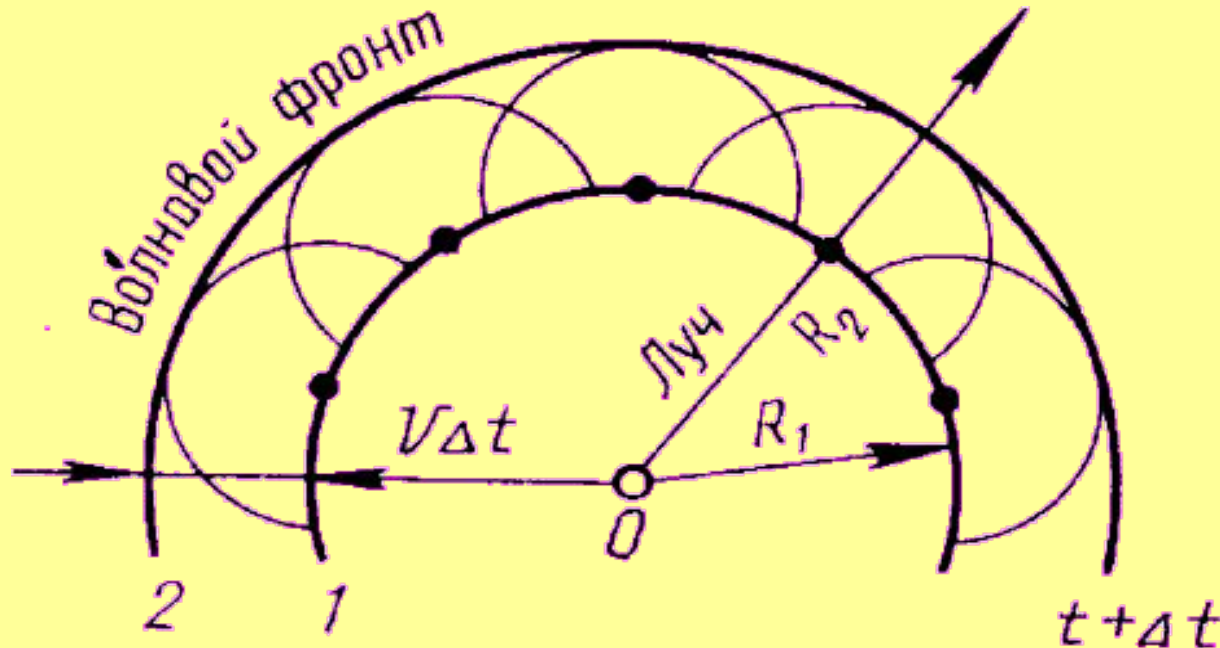


Соотношение между волновой и геометрической оптикой

- Одно из основных понятий волновой теории — *фронт волны*.
- *Фронт волны* — это совокупность точек пространства, до которых в данный момент дошла волна.

Принцип Гюйгенса

- Каждая точка среды, до которой доходит волна, служит источником вторичных волн, а огибающая этих волн представляет собой волновую поверхность в следующий момент времени.

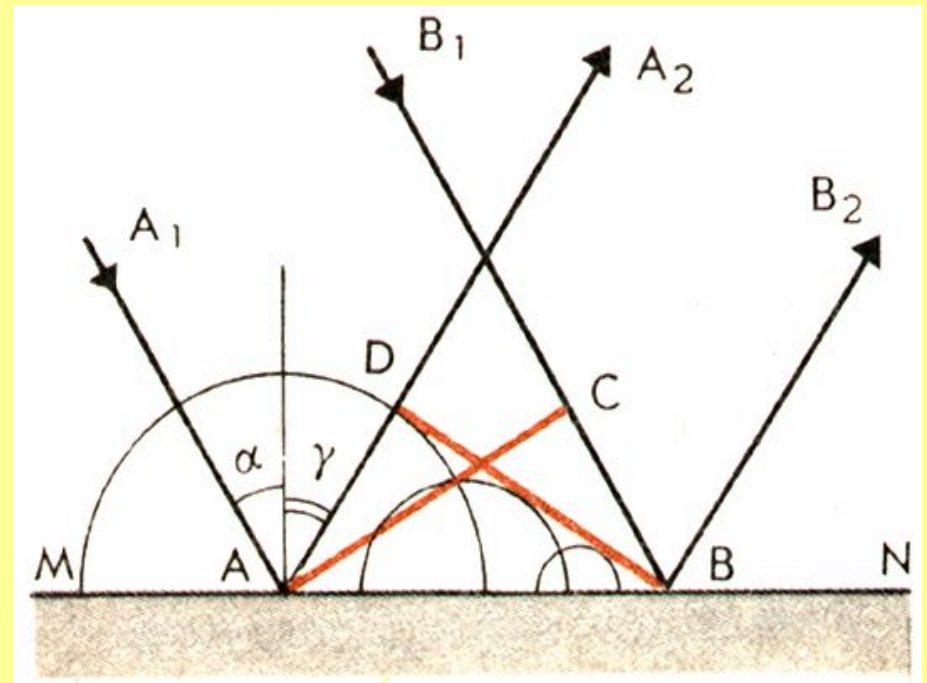


Объяснение законов отражения и преломления света с точки зрения волновой теории

- Пусть плоская волна падает под углом на границу раздела двух сред.
- Согласно принципу Гюйгенса, каждая точка этой границы сама становится источником сферических волн.
- Волны, идущие во вторую среду, формируют *преломленную* плоскую волну.
- Волны, возвращающиеся в первую среду, формируют *отраженную* плоскую волну.

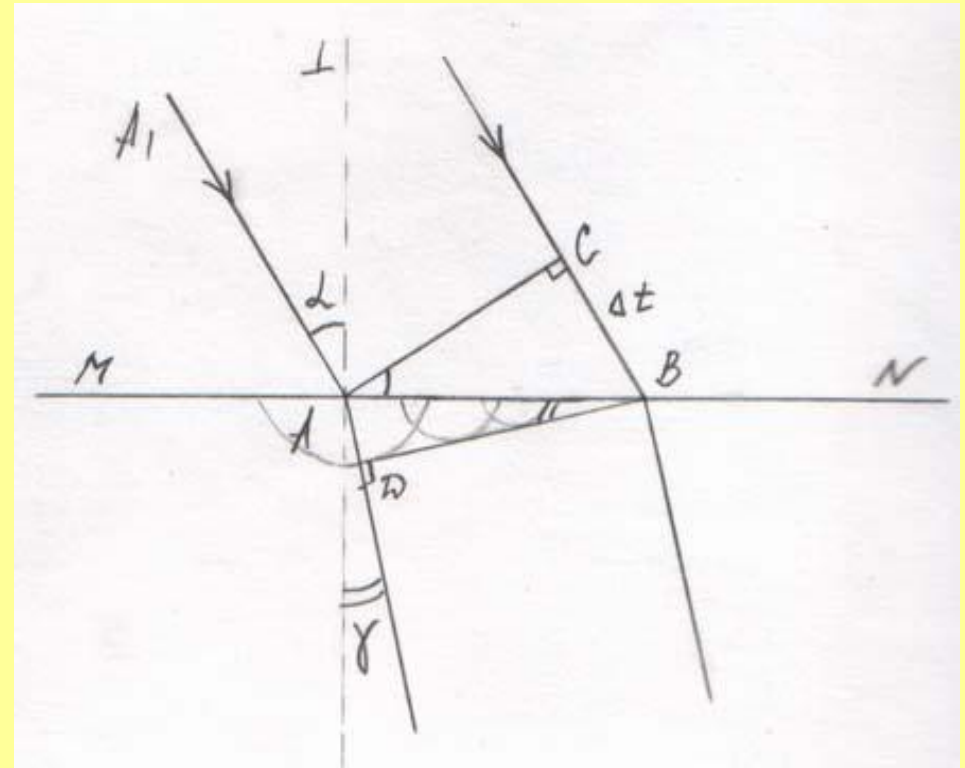
Отражение света

- Фронт отраженной волны BD образует такой же угол с плоскостью раздела двух сред, что и фронт падающей волны AC .
- Эти углы равны соответственно углам падения и отражения.
- Следовательно, угол отражения равен углу падения.



Преломление света

- Фронт падающей волны AC составляет больший угол с поверхностью раздела сред, чем фронт преломленной волны.
- Углы между фронтом каждой волны и поверхностью раздела сред равны соответственно углам падения и преломления.
- В данном случае угол преломления меньше угла падения.



Закон преломления света

- Расчеты показывают, что отношение синусов этих углов равно отношению скорости света в первой среде к скорости света во второй среде.
- Для данных двух сред это отношение постоянно.
- Отсюда следует закон преломления: отношение синуса угла падения к синусу угла преломления постоянно для данных двух сред.

Физический смысл показателя преломления

- Абсолютный показатель преломления равен отношению скорости света c в вакууме к скорости света v в данной среде:

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

Вывод

- *Законы геометрической оптики являются следствиями волновой теории света, когда длина световой волны намного меньше размеров препятствий.*