

Дифракция и интерференция света

Урок № 36

Интерференция механических волн.

Сложение волн

Что происходит со звуковыми волнами при беседе нескольких человек, когда играет оркестр, поет хор и т.д.?

Что мы наблюдаем, когда в воду одновременно падают два камня или капли?



Проследим это на механической модели



Мы наблюдаем чередование светлых и темных полос.

Это означает, в что любой точке поверхности колебания складываются.

ОПТИКА

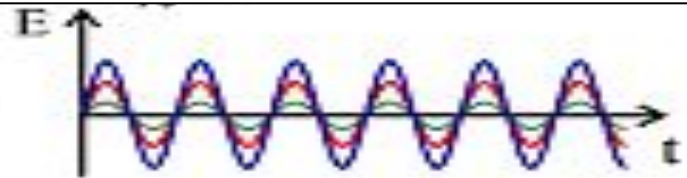
Условия максимума и минимума при интерференции волн



S_1 и S_2 - источники волн с одинаковой начальной фазой φ_0
 d_1 и d_2 - геометрический ход лучей 1 и 2

Амплитуда колебаний среды в данной точке **максимальна**, если разность хода двух волн, возбуждающих колебания в этой точке равна целому числу длин волн: Где $k = 0, 1, 2, \dots$ **Минимальна** если нечетному числу полуволн.

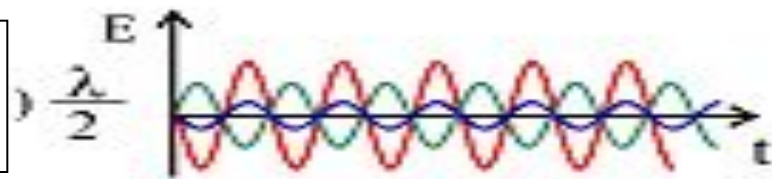
$$\Delta d = k\lambda$$



Амплитуда колебания в точке В равна сумме амплитуд.

Условие минимума:

$$\Delta d = (2k + 1) \frac{\lambda}{2}$$



Амплитуда колебания в точке В равна разности амплитуд



Интерференция.

Сложение в пространстве волн, при котором образуется постоянное во времени распределение амплитуд результирующих колебаний, называется *интерференцией*.

The screenshot displays a simulation of wave interference. The main window shows two circular wave patterns from sources separated by 4.000 m, with a phase difference of 0 degrees. A smaller window shows a 2D intensity plot of the same setup. A text box on the right contains 'Interference problems' and a paragraph about measuring intensity. A 'Parameters' dialog box is also visible.

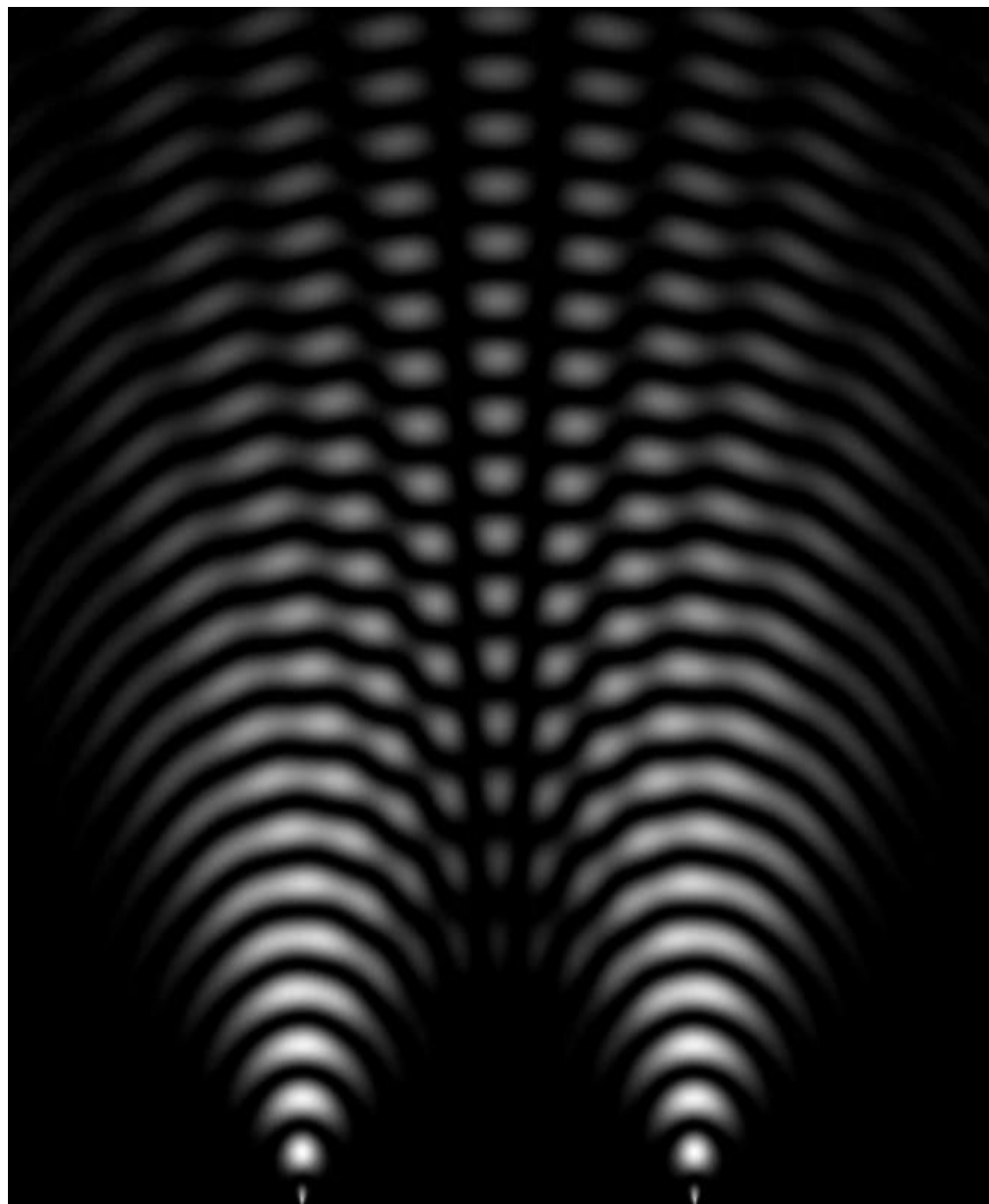
Interference problems

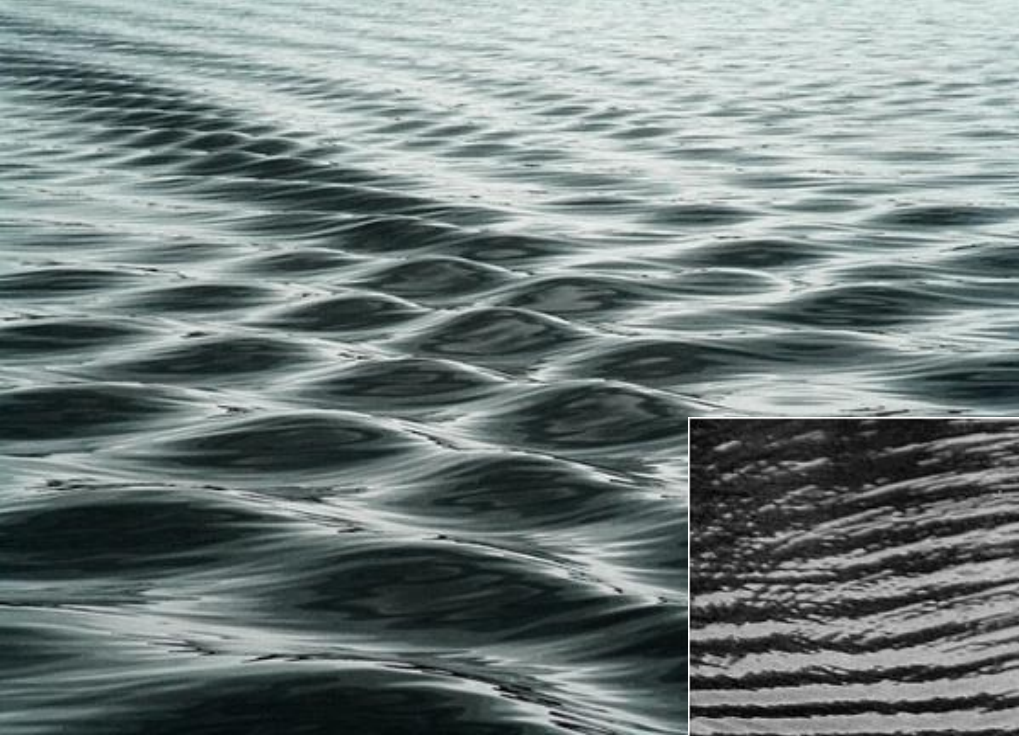
Identical circular radio waves with wavelength λ are emitted from two antennas. The interference pattern to have maximal intensity along a central line between the two antennas. The path difference between the antennas. The phases are equal. Find a source separation and phase difference that produces a desired interference pattern. Make a simulation to check your answer when checking. You may also want to use Intensity instead of Displacement. You can't measure the displacement in an electromagnetic wave, but you can measure the energy in the wave at the measuring instrument. The energy is proportional to the square of the wave amplitude, and the energy flowing through unit area per unit time is called the intensity.

b) The distance between two loudspeakers are 2.0 m. They emit sound with a frequency of 85 Hz. Assume that the speed of sound in air is 340 m/s. Make a simulation of the sound intensity in front of the loudspeakers. Assume that there are no reflections of the sound from the floor, the walls etc. A

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***.





Интерференция света

Для получения устойчивой интерференционной картины нужны согласованные волны. Они должны иметь одинаковую длину волны и постоянную разность фаз в любой точке пространства.



Интерференция в тонких пленках.

Томас Юнг первым объяснил почему тонкие пленки окрашены в разные цвета.

Интерференция световых волн - сложение двух волн, вследствие которого наблюдается устойчивая во времени картина усиления или ослабления световых колебаний в различных точках пространства.

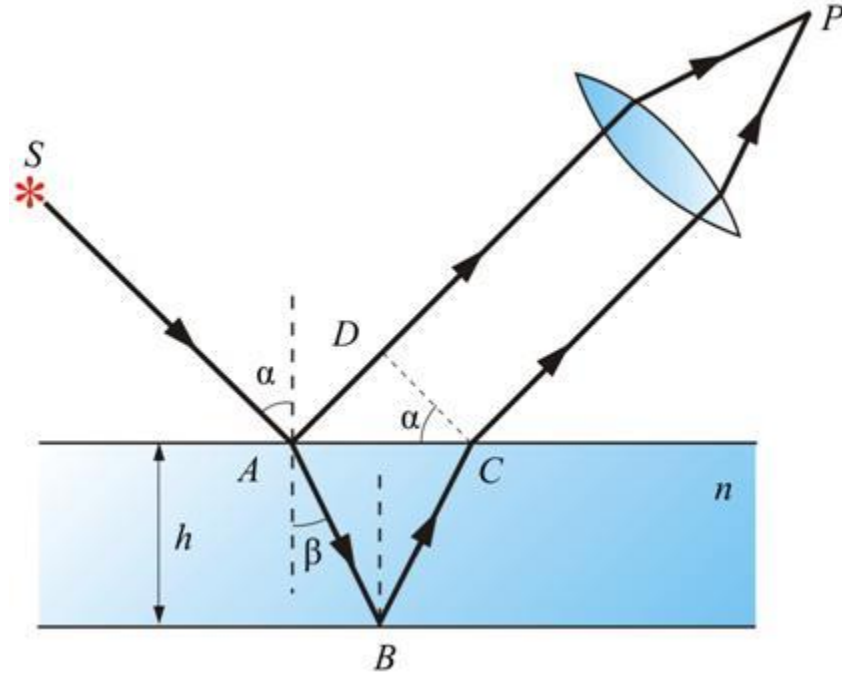
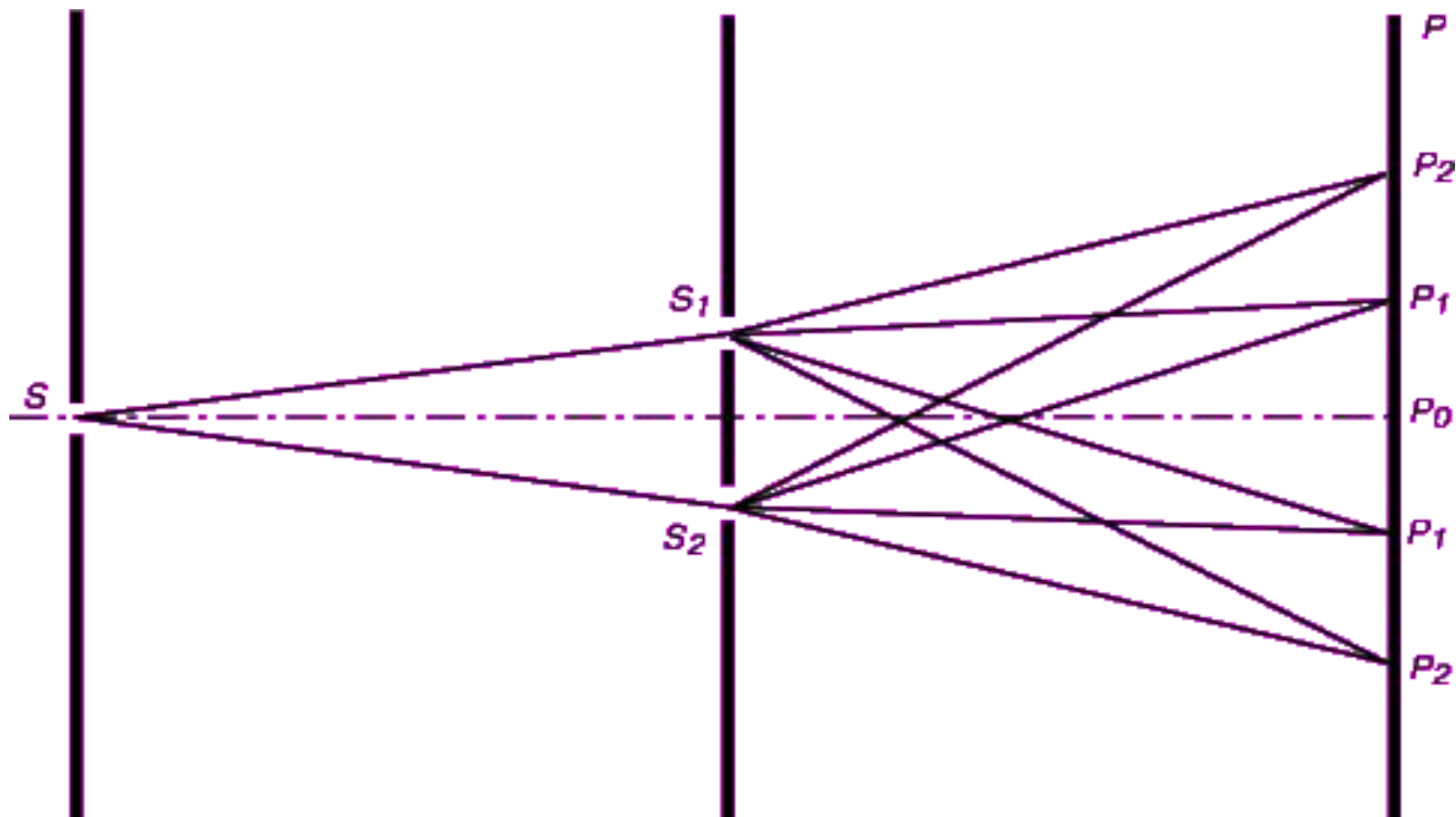
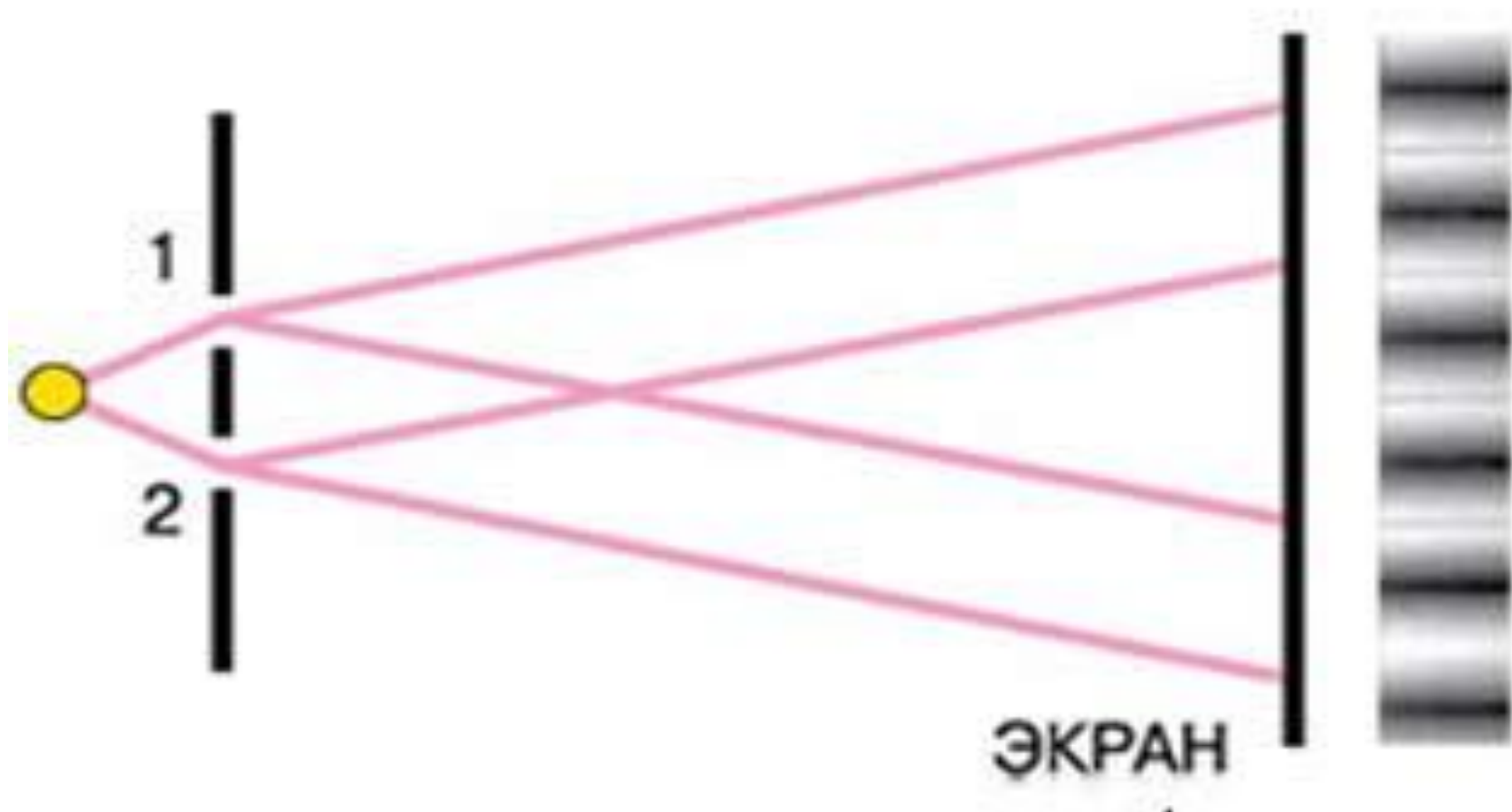


Схема опыта Юнга



Наблюдение интерференции в лабораторных условиях



Интерференционные максимумы и минимумы

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

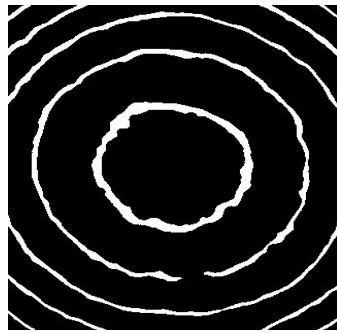
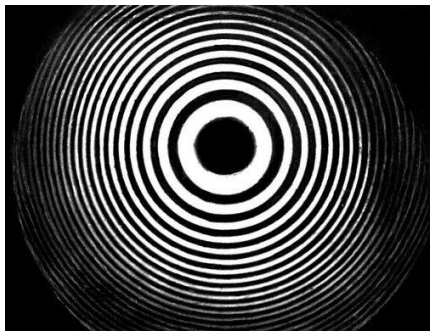
$$\Delta d = 2k \frac{\lambda}{2} = k\lambda, \quad (k = 0, 1, 2, 3, \dots)$$

- Амплитуда колебаний среды в данной точке **минимальна**, если разность хода двух волн, равна нечётному числу полуволн:

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

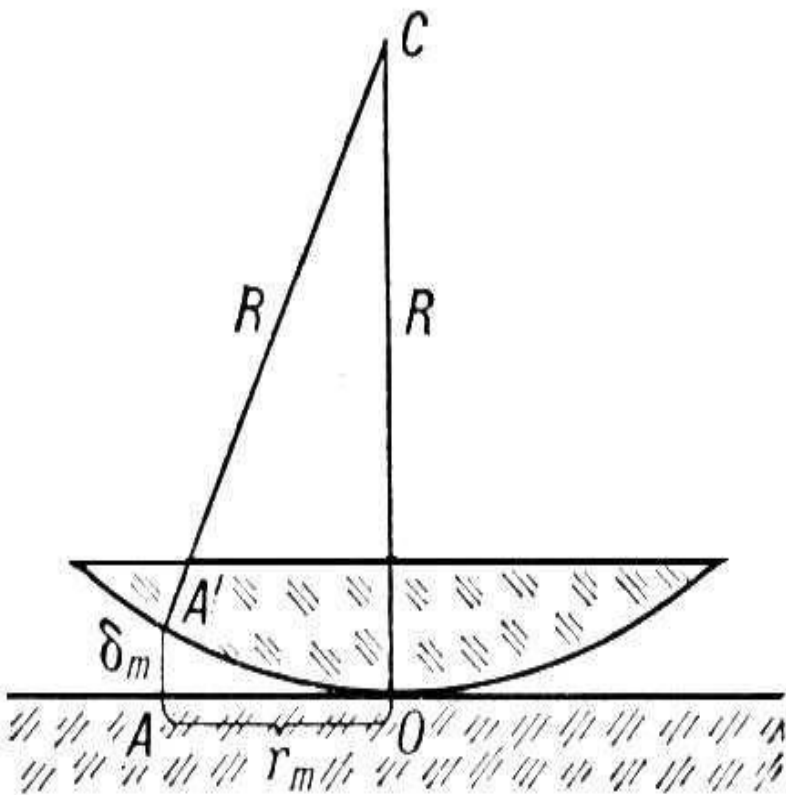
Мыльные пузыри



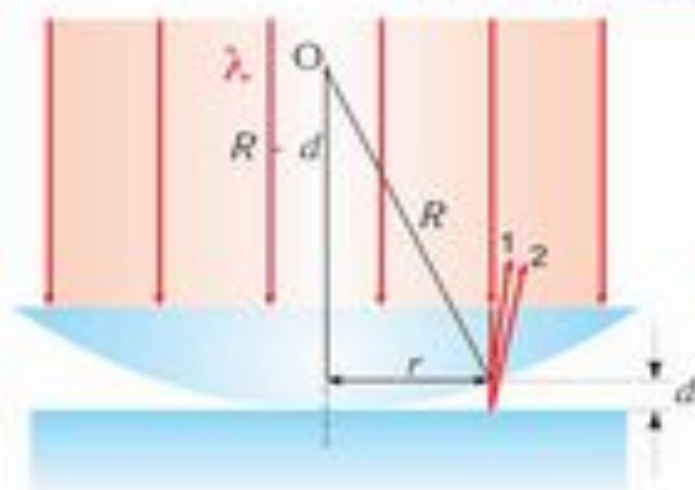


Кольца Ньютона

- Плоско выпуклая линза с очень малой кривизной лежит на стеклянной пластинке. Если её осветить перпендикулярным пучком однородных лучей, то вокруг темного центра появится система светлых и темных концентрических окружностей.



Интерференция света.
Кольца Ньютона



Разность хода лучей 1 и 2

$$\Delta y = 2d + \frac{\lambda}{2}$$

Условие минимума
(темных колец)

$$\Delta y = (2m-1) \frac{\lambda}{2}$$

Из треугольника

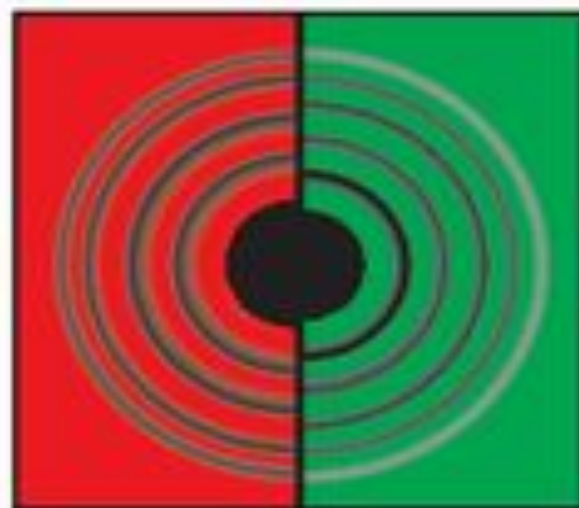
$$R^2 = (R-d)^2 + r^2$$

$$r = \sqrt{mR\lambda}$$

www.Labstand.ru

Красный
свет

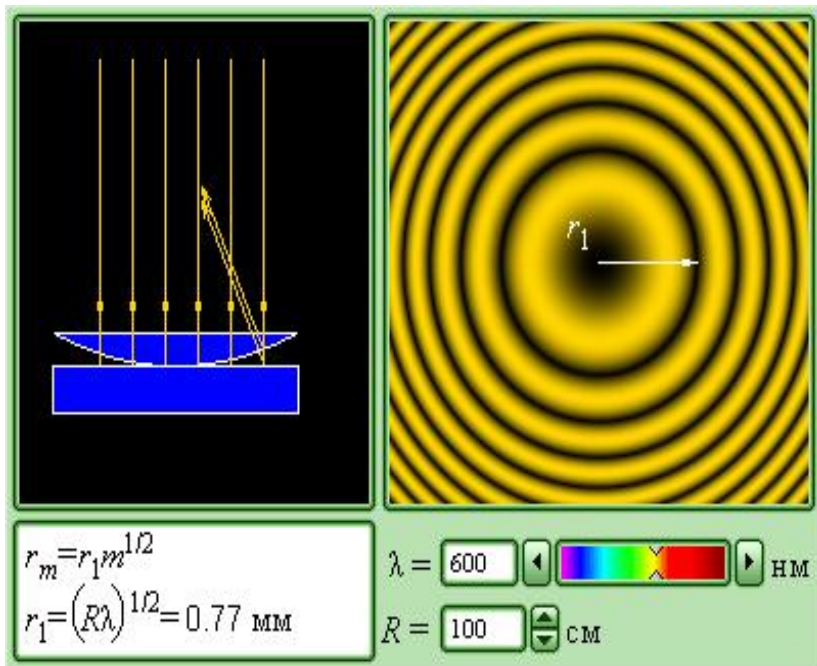
$$\lambda_1 \approx 7,6 \cdot 10^{-7} \text{ м}$$



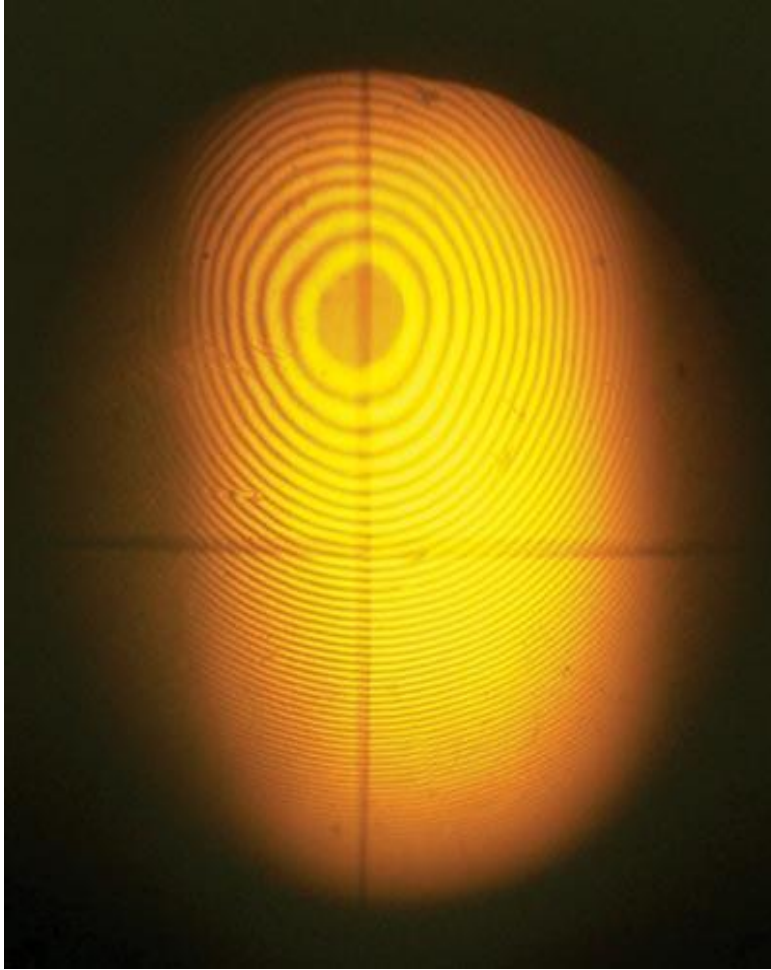
Зеленый
свет

$$\lambda_2 \approx 5,8 \cdot 10^{-7} \text{ м}$$

$$r_1 > r_2$$

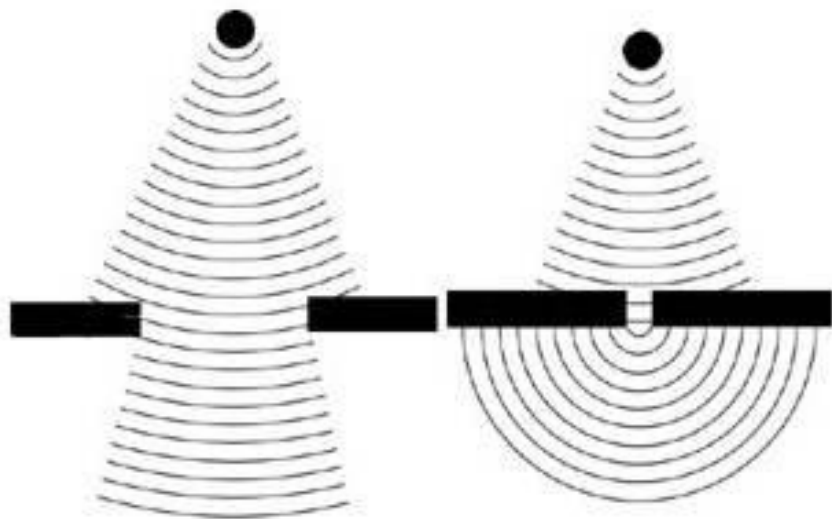
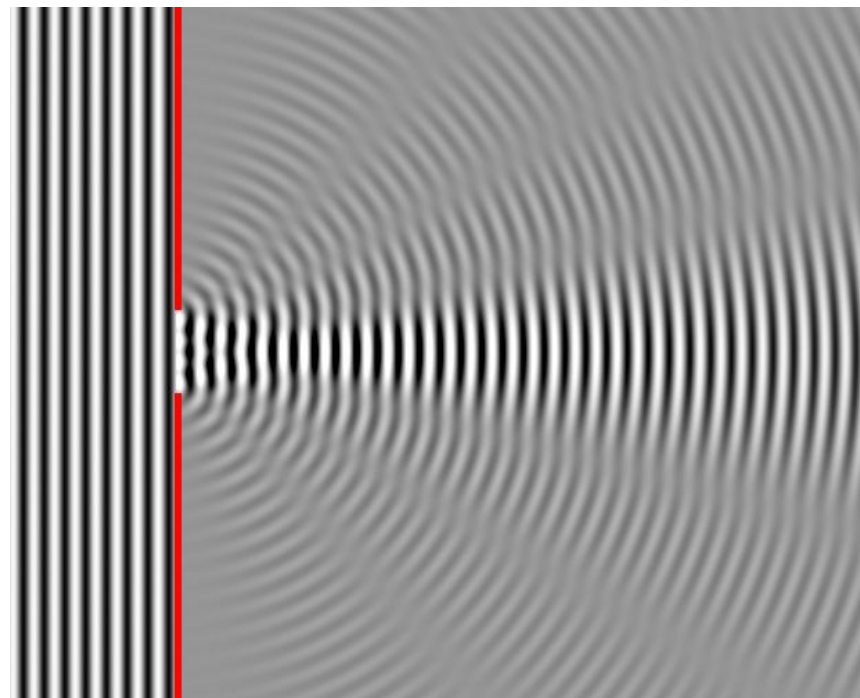
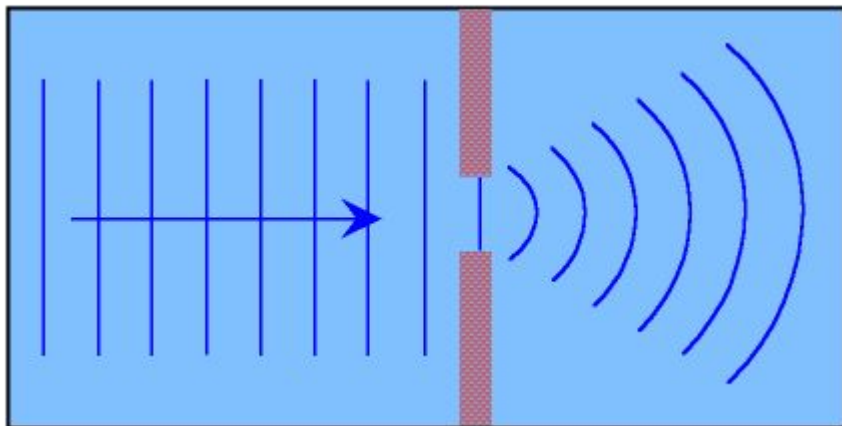


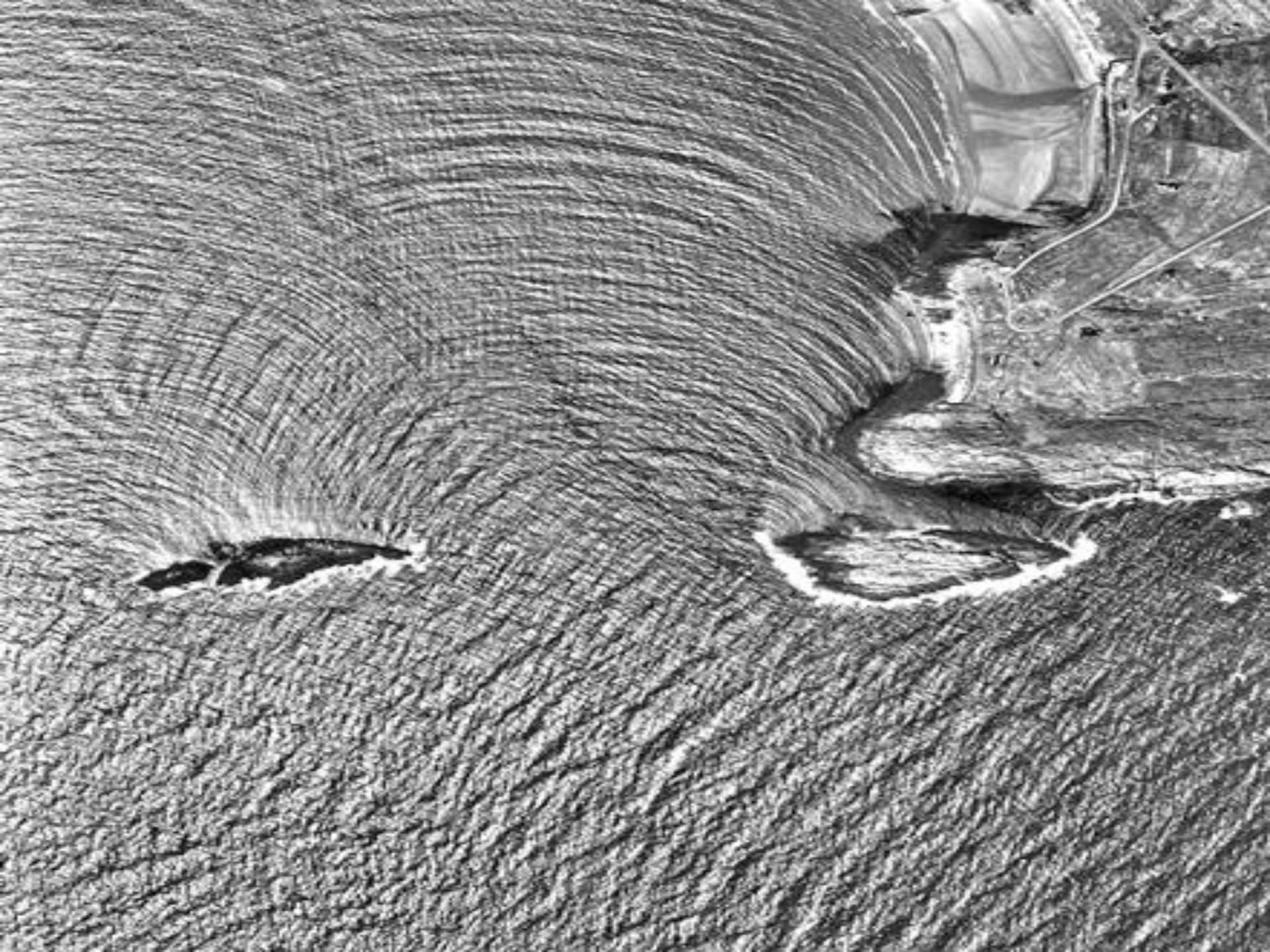
• Расстояние между окрашенными кольцами зависит от цвета; кольца красного цвета отстоят друг от друга дальше, чем кольца голубые. Кольца Ньютона можно также наблюдать в проходящем свете. Цвета в проходящем свете являются дополнительными к цветам в отраженном свете.

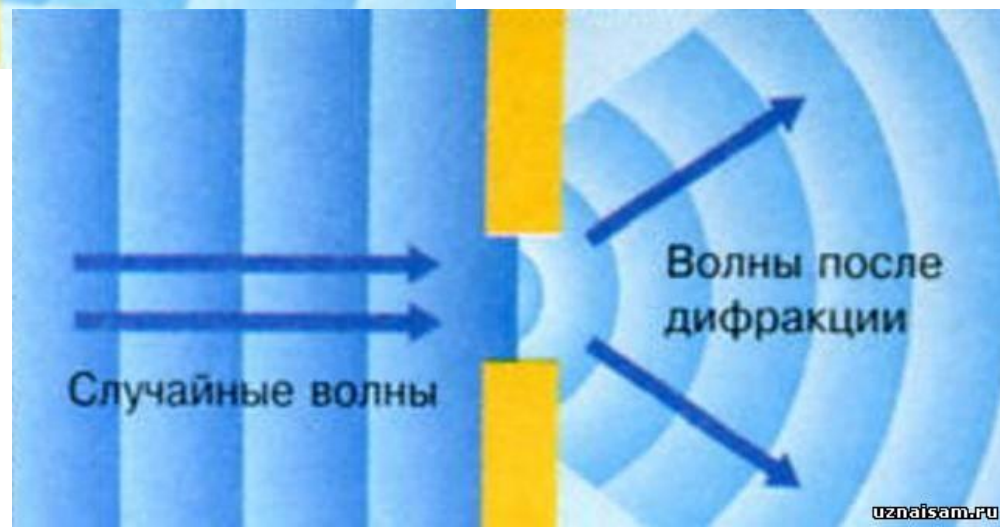


Если поместить между пластинкой и линзой какую-нибудь жидкость, то положение колец изменится (r станет меньше). Из отношения обоих значений λ для одного цвета (одинаковая частота) можно определить скорость света в жидкости.

Дифракция- отклонение от прямолинейного распространения волн.

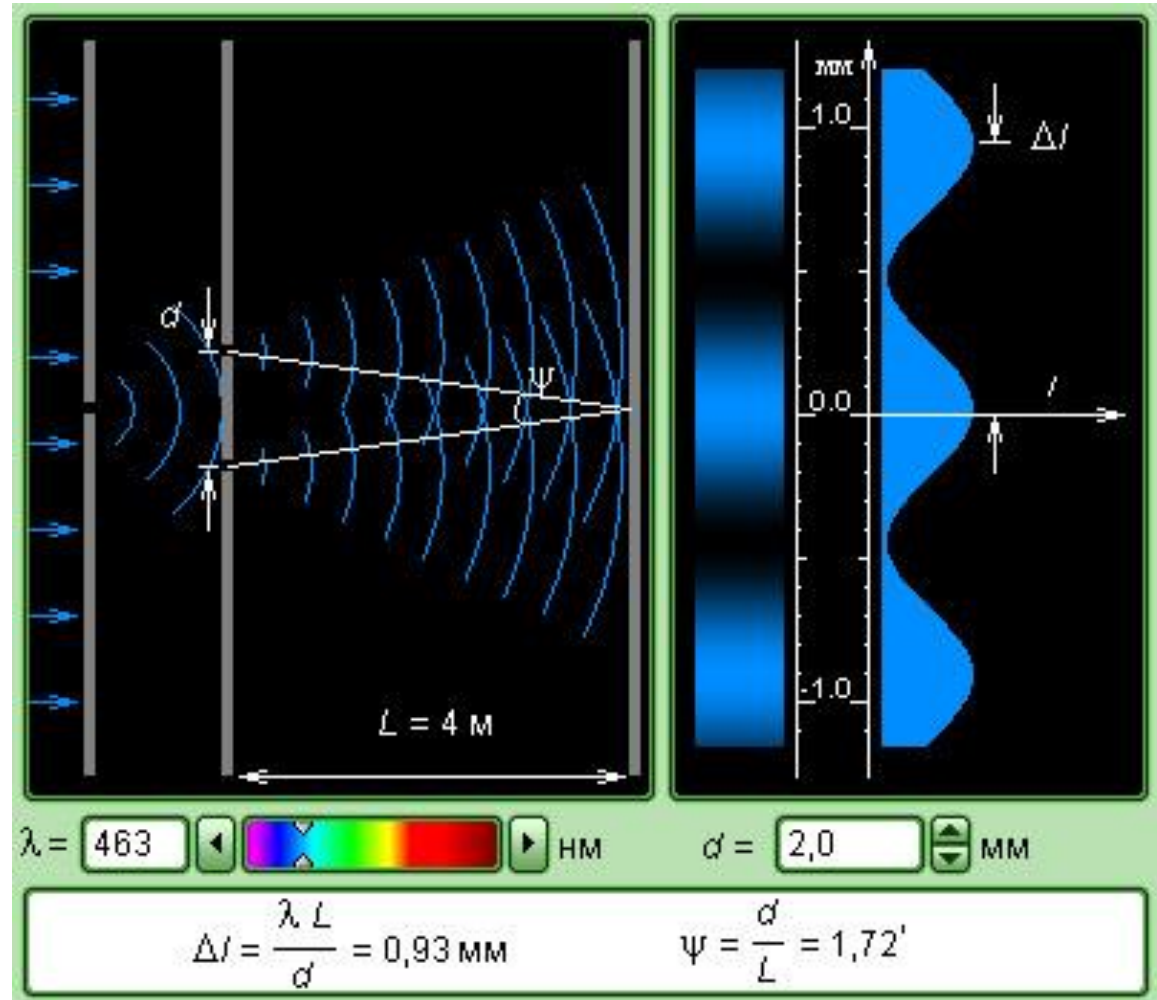






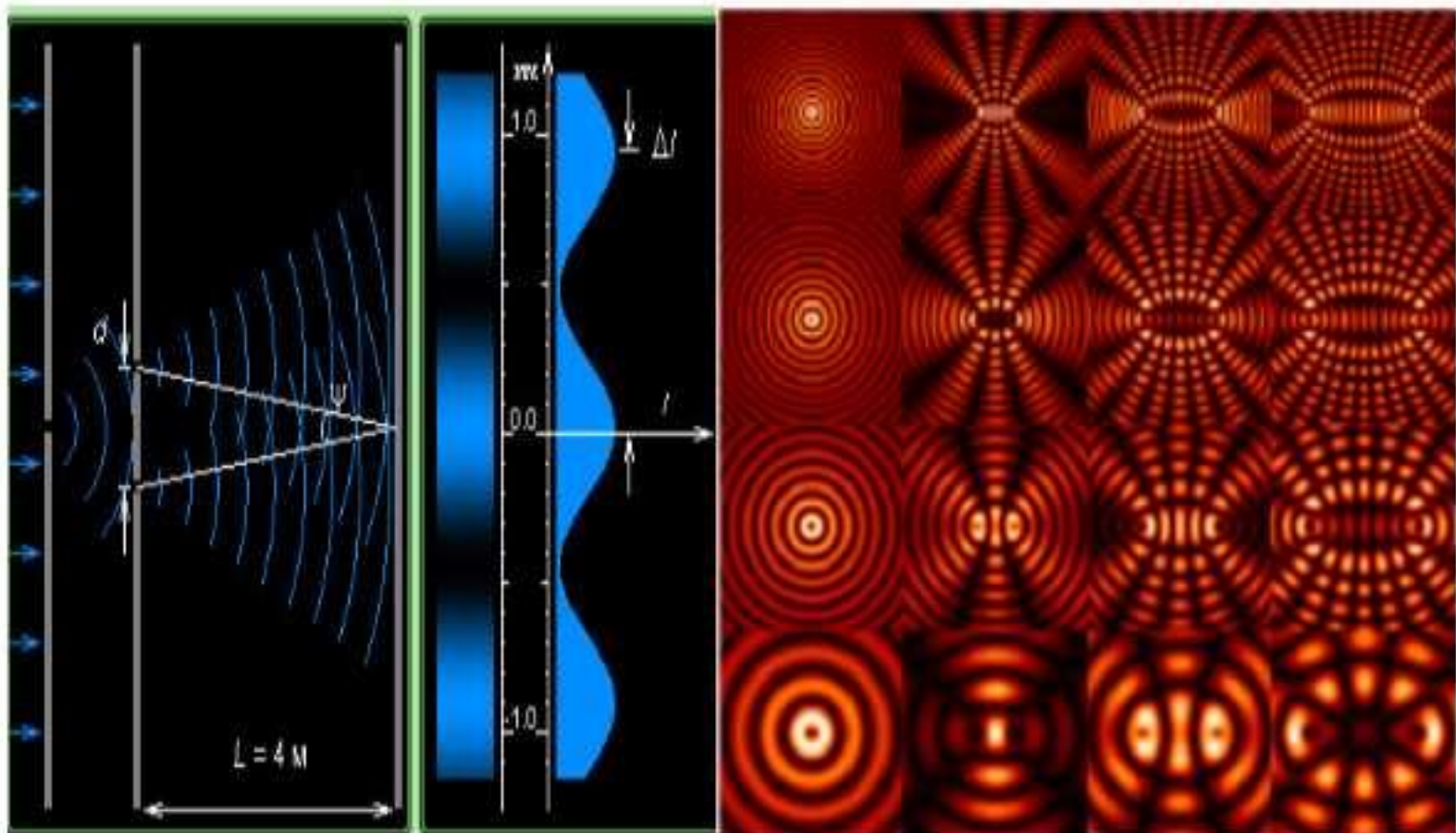
Дифракция световых волн

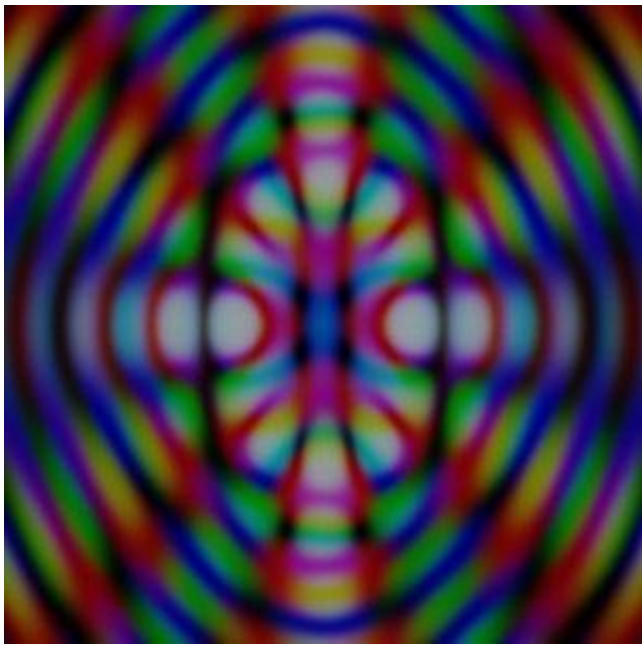
Опыт Юнга



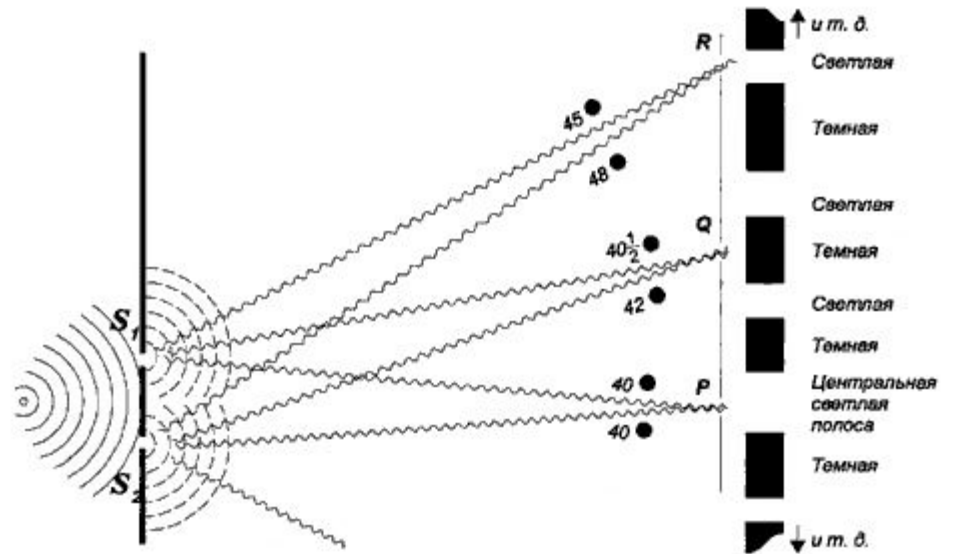
Теория Френеля.

Волновая поверхность в любой момент времени представляет собой не просто огибающую вторичных волн, а результат их интерференции.



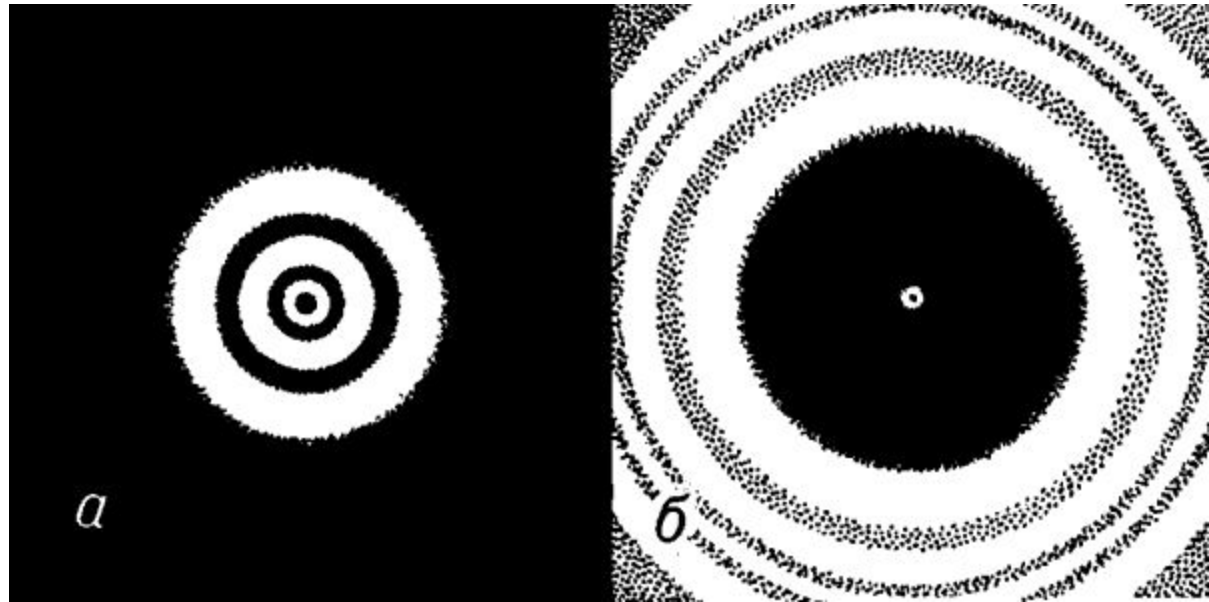


Просмотр через капрон,
органзу



Круглое отверстие

Круглый экран



Дифракционная решётка.

- Дифракционная решётка- оптический прибор, представляющий собой совокупность большого числа параллельных, равноотстоящих друг от друга штрихов одинаковой формы, нанесённых на плоскую или вогнутую оптическую поверхность.

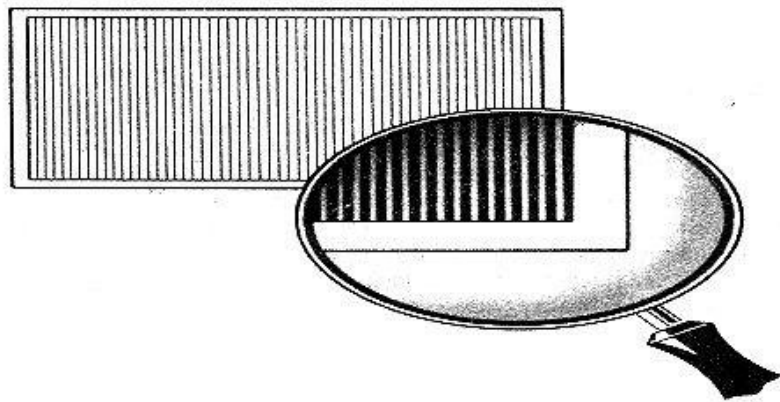


Расстояние, через которое повторяются штрихи на решётке, называют периодом дифракционной решётки. Обозначают буквой d .

Если известно число штрихов (N), приходящихся на 1 мм решётки, то период решётки находят по формуле: $d = 1 / N$ мм.

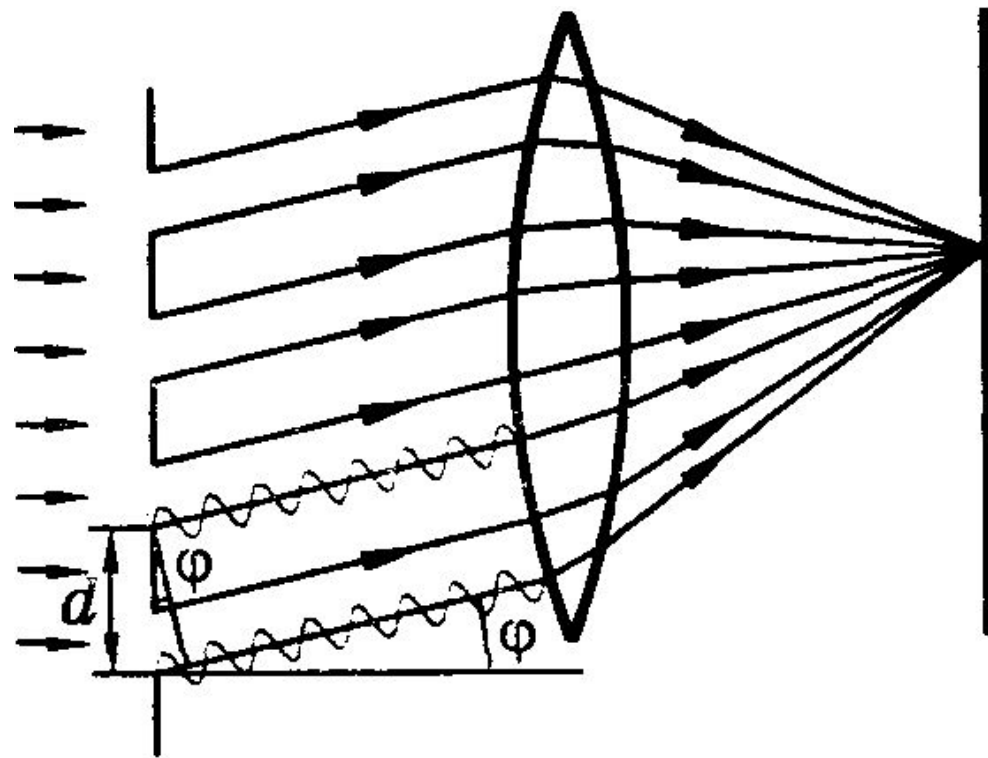
Формула дифракционной решётки:

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



- где
 - φ - угол
 - d — период решётки,
 - α — угол максимума данного цвета,
 - k — порядок максимума,
 - λ — длина волны.

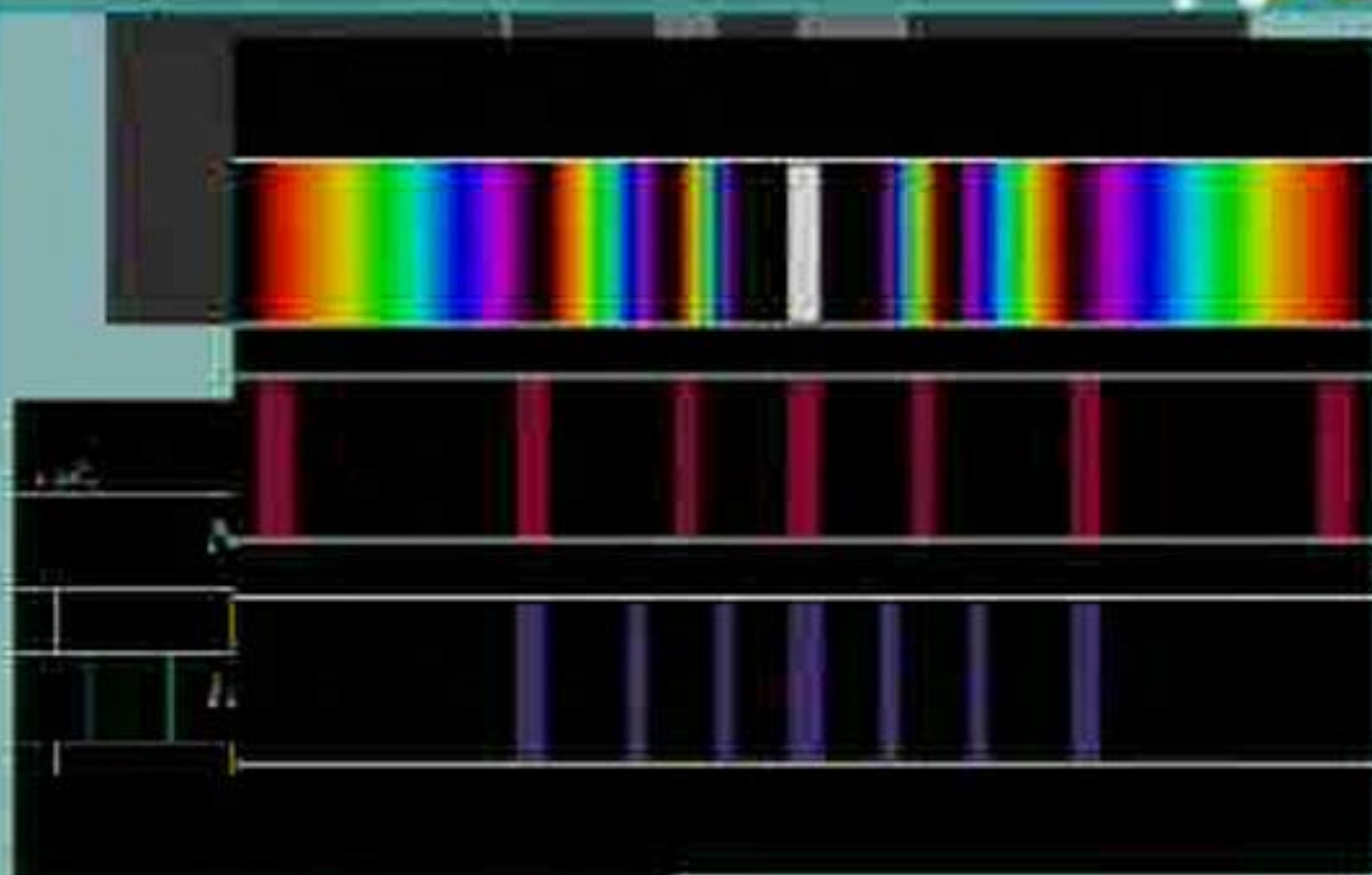
Максимум будет
наблюдаться под
углом φ ,
определяемым
условием



$$d = a \sin \varphi = k \lambda, \text{ где } k=0, 1, 2, \dots$$

16:7

Дифракционная решетка



Домашнее задание

- § 67-72