

«Суходольский горный профессиональный лицей»

Интерференция и дифракция СВЕТОВЫХ ВОЛН.

Изменение длины световой волны
с помощью дифракционной решетки.

Выполни
л:

Преподаватель
физики

СЕРАЯ Т. Я.

APOCALYPSE DESIGNS
HYBRID METHODS

2011 г.

ЦЕЛ

ь:

Повторение и обобщение знаний по теме. Экспериментально подтвердить возможность определения световой волны с помощью дифракционной решетки; развивать у учащихся умение наблюдать физические явления; формирование экспериментальных умений и навыков; развитие внимания, памяти.

ТИП УРОКА:

Урок повторения, обобщения
и систематизации знаний с
проведением лабораторного
опыта.

expanding limits

APOCALYPSE DESIGNS
HYBRID METHODS

ХАРАКТЕРНЫМ ПРОЯВЛЕНИЕМ ВОЛНОВЫХ СВОЙСТВ СВЕТА

является **дифракция** света —
отклонение от
прямолинейного
распространения
на резких неоднородностях среды.

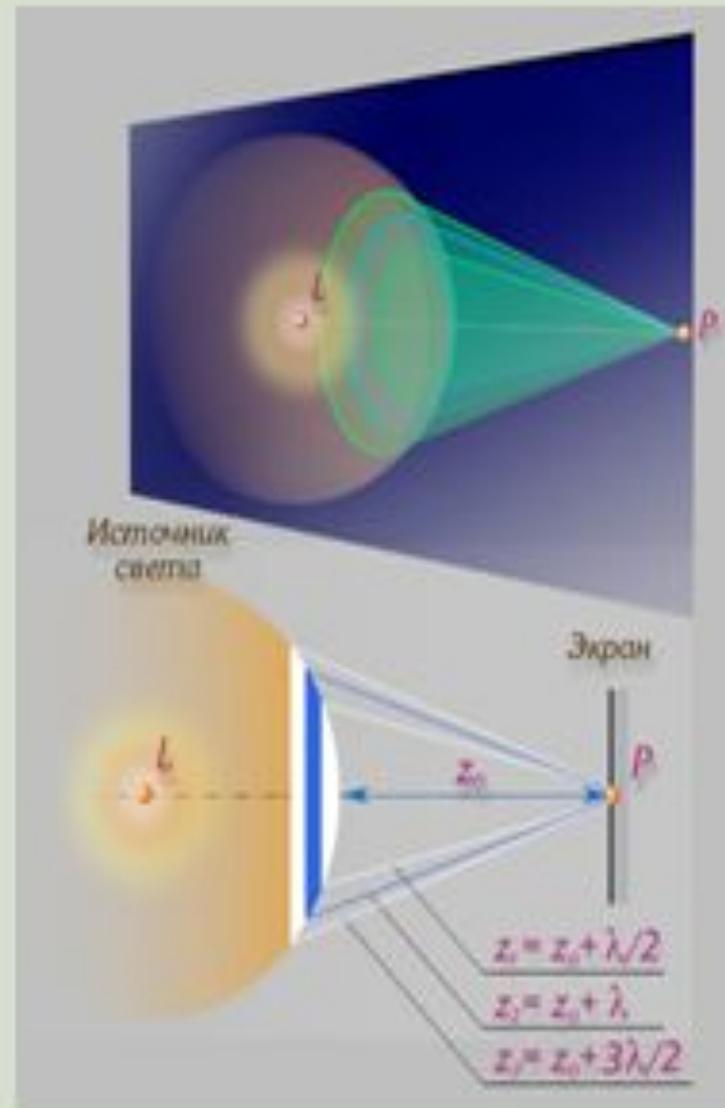
Дифракция была открыта

Франческо Гримальди в конце XVII в.

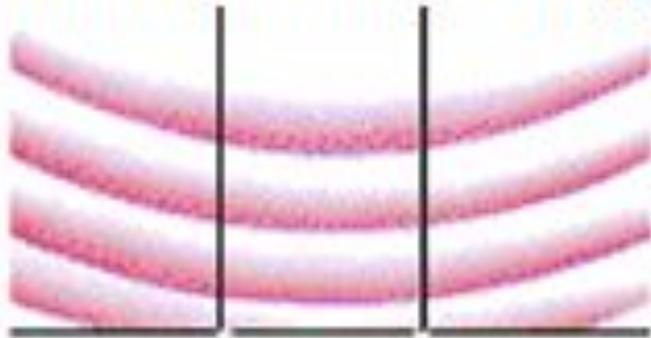
Объяснение явления дифракции света дано Томасом Юнгом и Огюстом Френелем, которые не только дали описание экспериментов по наблюдению явлений интерференции и дифракции света, но и объяснили свойство прямолинейности распространения света с позиций волновой теории

Зоны Френеля

Интерференция волны от вторичных источников, расположенных на этой поверхности, определяет амплитуду в рассматриваемой точке Р, т. е. необходимо произвести сложение когерентных колебаний от всех вторичных источников на волновой поверхности

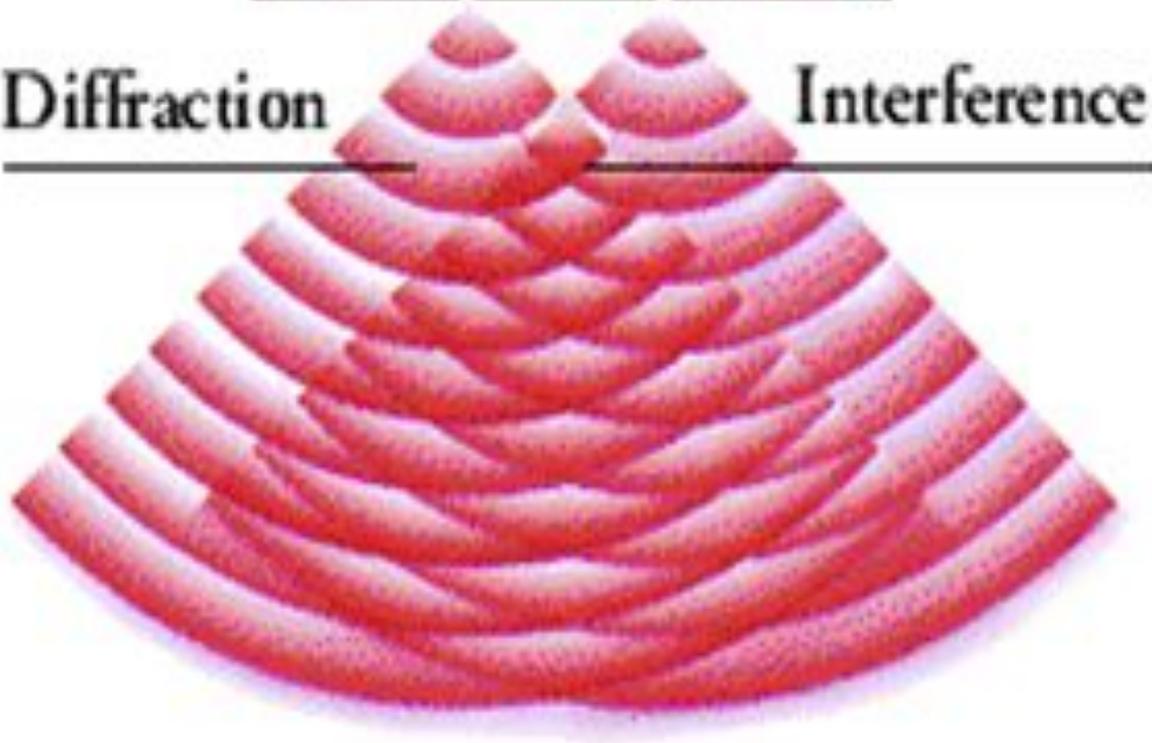


Дифракционная картина

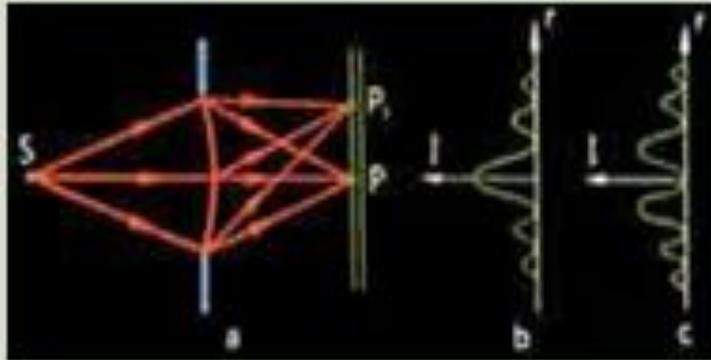
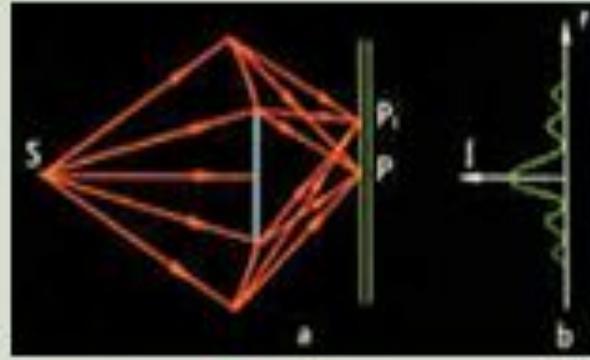
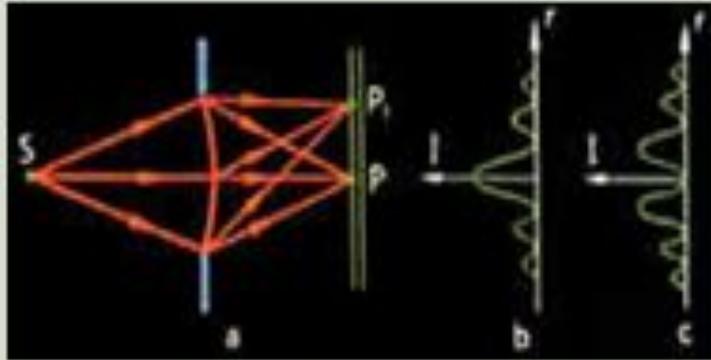


Diffraction

Interference

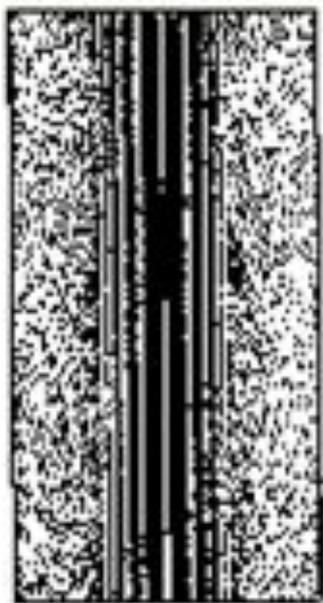


Построение дифракционной картины от круглого отверстия и круглого непрозрачного экрана

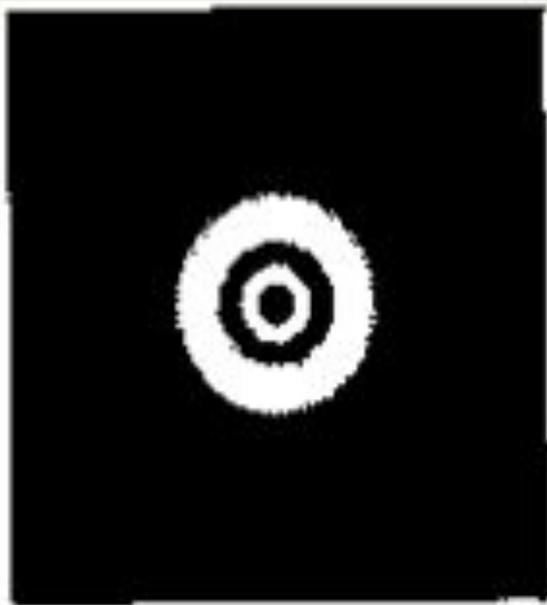


Дифракция от различных препятствий:

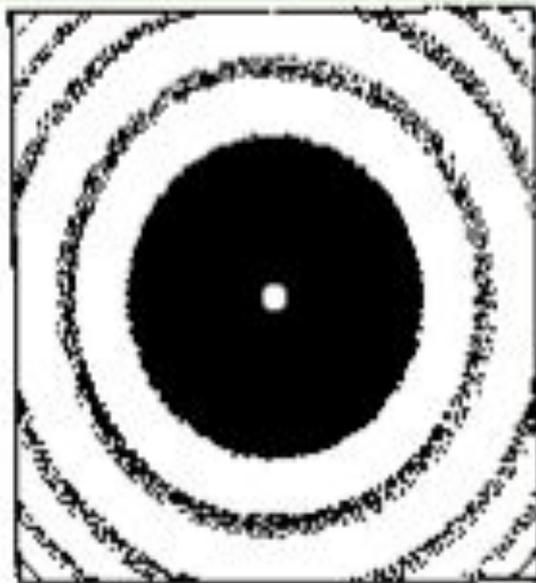
- а) от тонкой проволоочки;
- б) от круглого отверстия;
- в) от круглого непрозрачного экрана.



а)



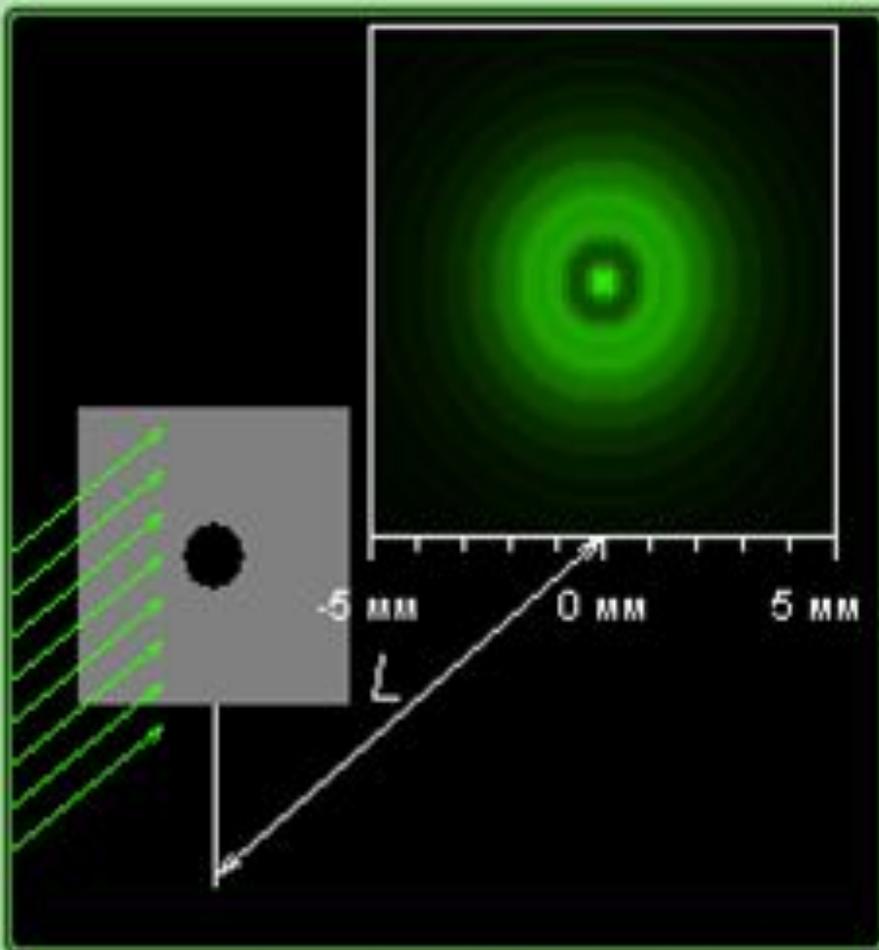
б)



в)

Препятствие – круглое отверстие

$R=3.9$



Препятствие

- Шарик
- Круглое отверстие
- Щель
- Игла

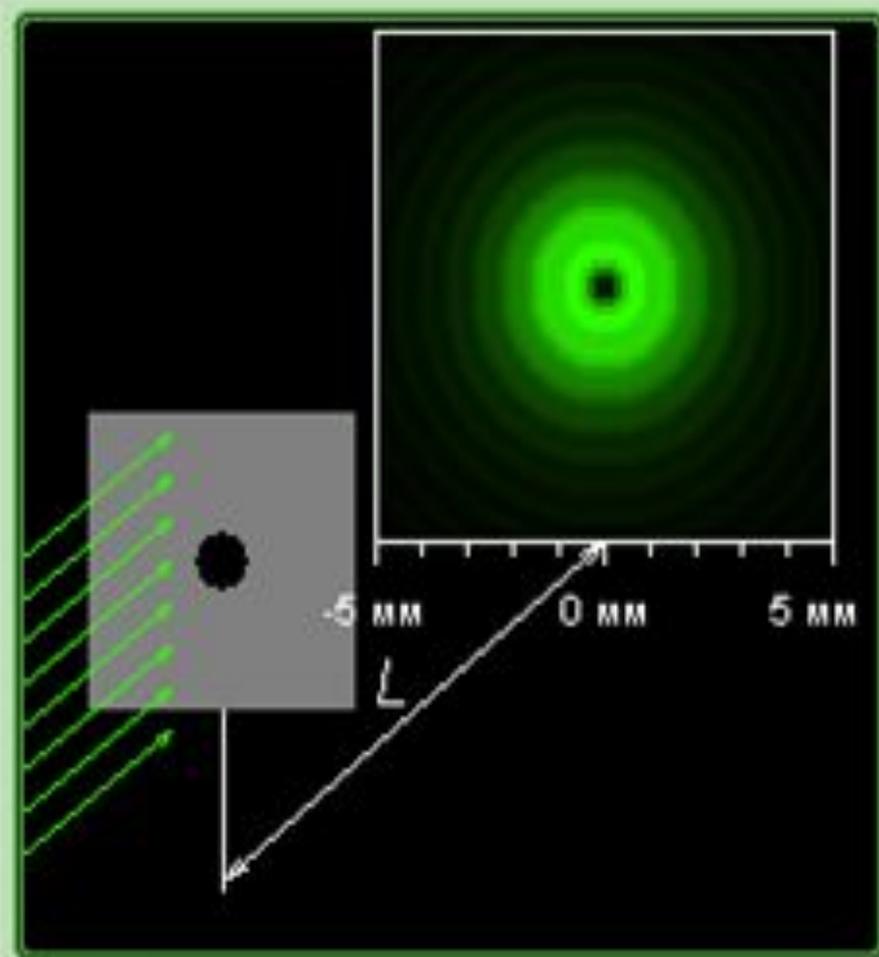
$$m = R^2 / (\lambda L) = 2.77$$
$$L = 10 \text{ м}$$

$R =$ мм

$\lambda =$  нм

Препятствие – круглое отверстие

$R=3.3$



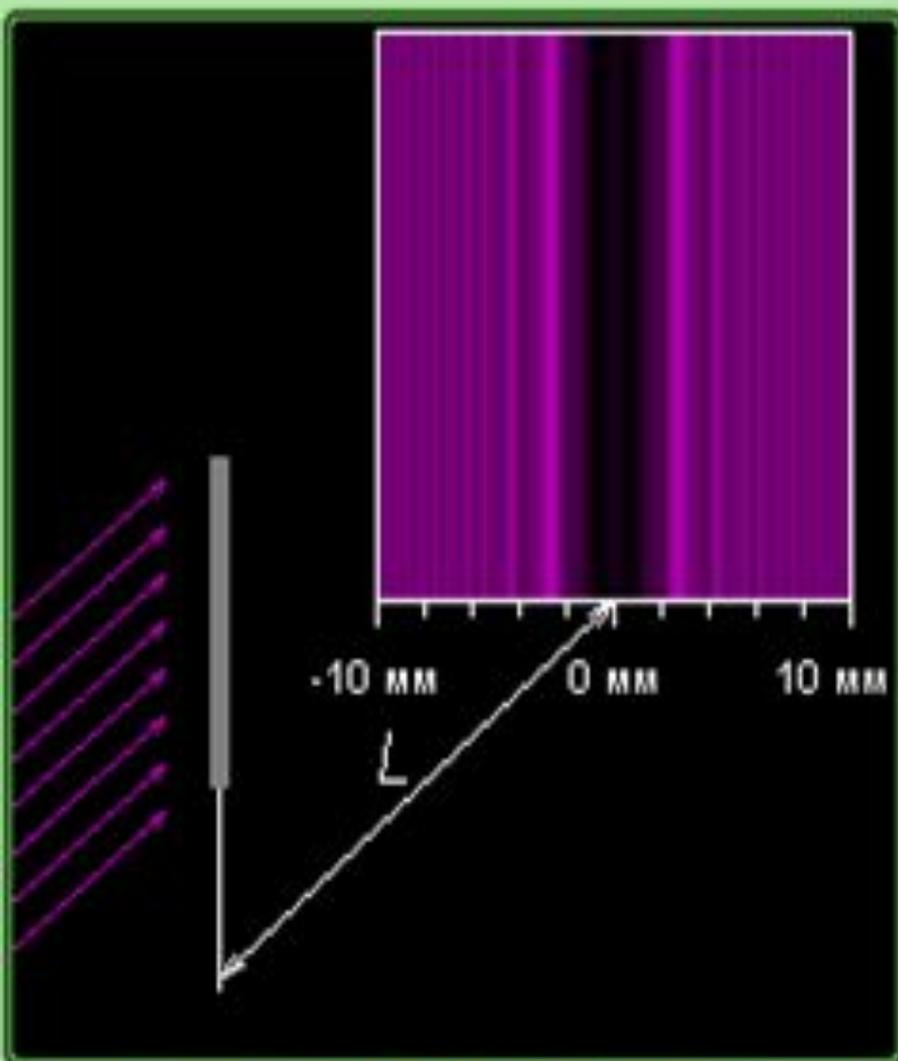
- Препятствие
- Шарик
 - Круглое отверстие
 - Щель
 - Игла

$$m = R^2 / (\lambda L) = 1.98$$
$$L = 10 \text{ м}$$

$R =$ мм

$\lambda =$  нм

Препятствие – игла $d=2.3$



Препятствие

- Шарик
- Круглое отверстие
- Щель
- Игла

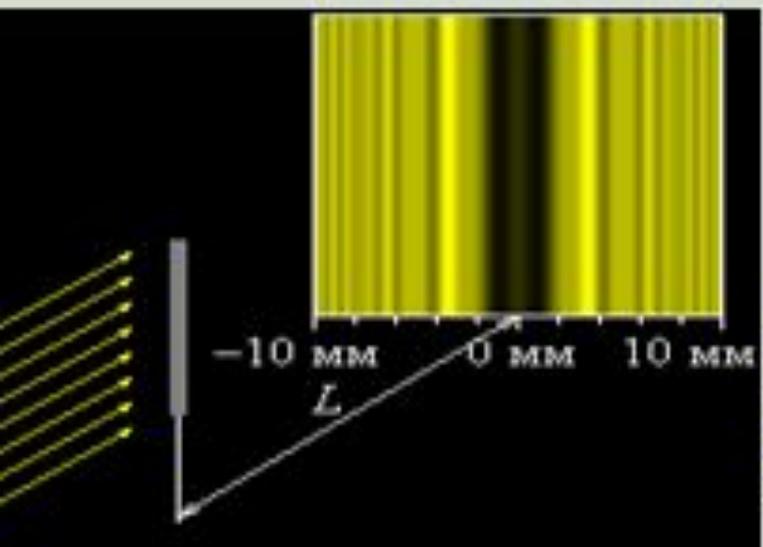
$$m = (d/2)^2 / (\lambda L) = 0.34$$

$$L = 10 \text{ м}$$

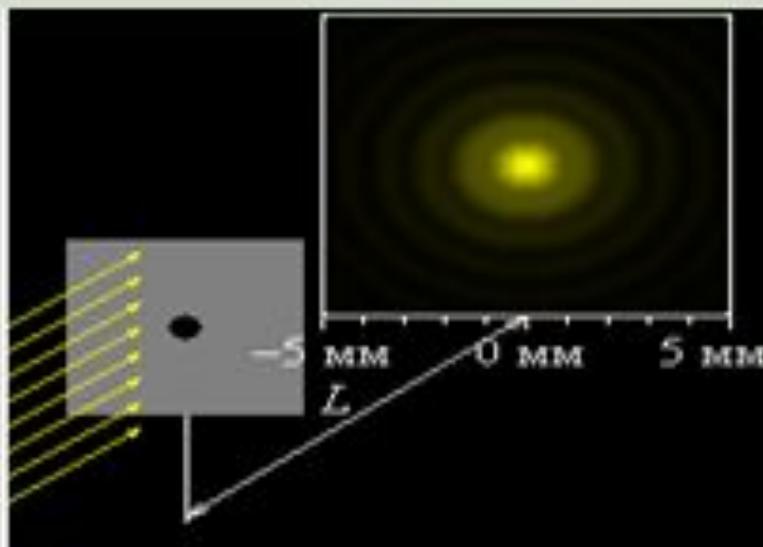
$$d = 2.3 \text{ мм}$$

$$\lambda = 388 \text{ нм}$$

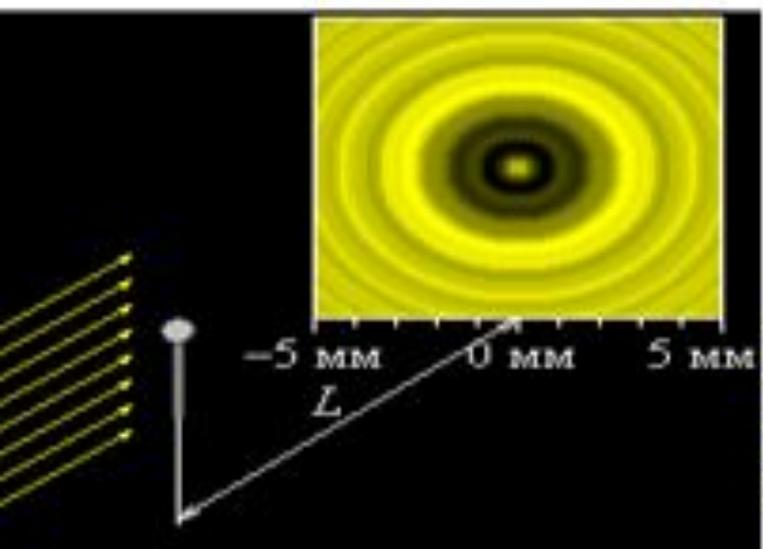
Препятствия



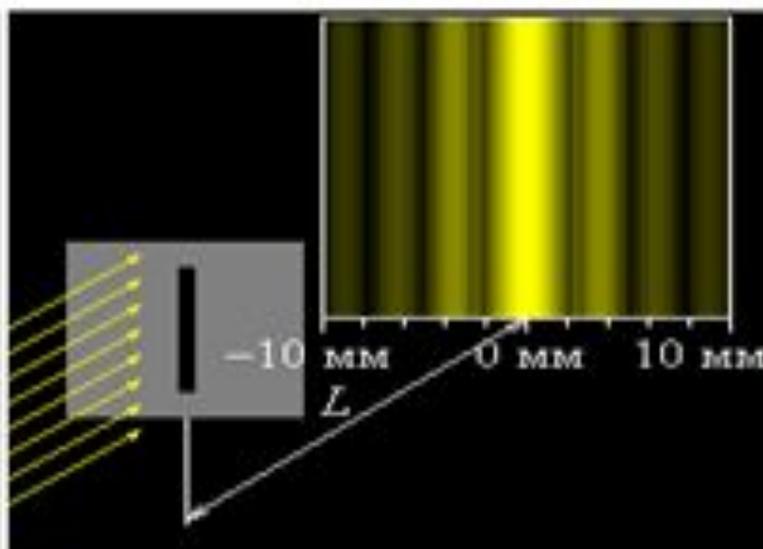
Игла



Круглое отверстие



Шарик



Щель

Интерференционные экстремумы

Если разность хода от двух соседних зон равна половине длины волны, то колебания от них приходят в точку O в противоположных фазах и наблюдается интерференционный минимум, если разность хода равна длине волны, то наблюдается интерференционный максимум

Темные и светлые пятна

Таким образом, если на препятствии укладывается целое число длин волн, то они гасят друг друга и в данной точке наблюдается минимум (темное пятно). Если нечетное число полуволн, то наблюдается максимум (светлое пятно)

Зонные пластинки

На этом
принципе
основаны
т.н. зонные
пластинки



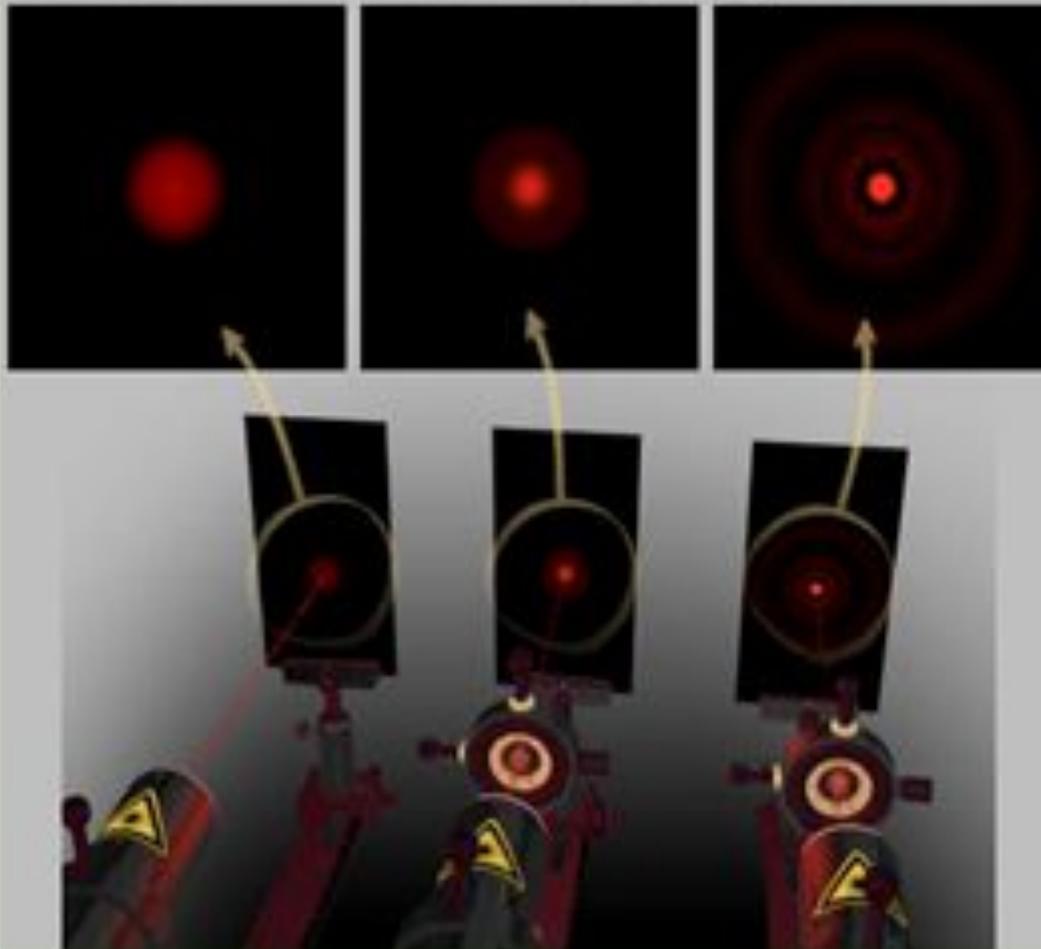
Зонная пластинка Френеля

Зонные пластинки

Такая интенсивность наблюдается на экране при свободном распространении световой волны

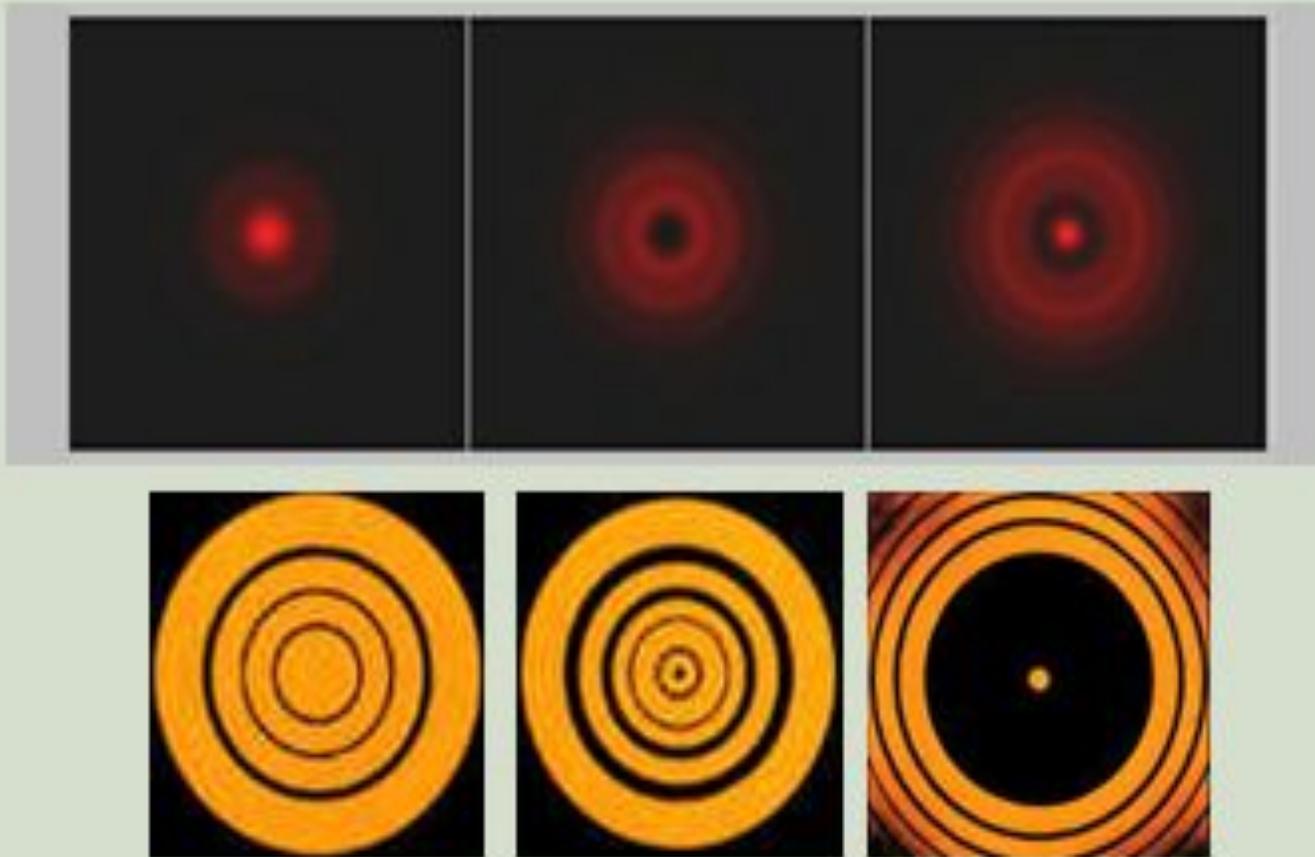
При этом наблюдается одну зону Френеля, увеличивается интенсивность света в 4 раза.

Зонная пластинка возбуждает многократно усилить интенсивность излучения.



Дифракционные картины

от одного препятствия с разным числом открытых зон



Условия наблюдения дифракции

Дифракция происходит на предметах любых размеров, а не только соизмеримых с длиной волны λ

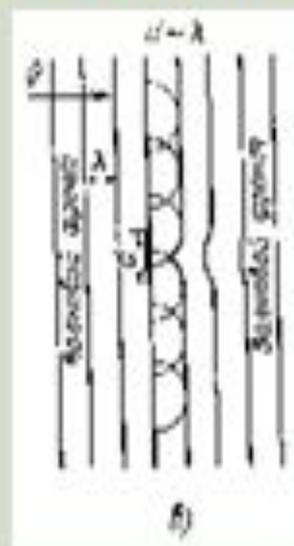
Условия наблюдения дифракции

*Трудности наблюдения
заключаются в том, что
вследствие малости длины
световой волны*

*интерференционные максимумы
располагаются очень близко друг к
другу, а их интенсивность быстро
убывает*

Соотношения длины волны и размера препятствия

На рис. показана примерная зависимость результатов опыта по распространению волн в зависимости от соотношения размеров препятствия и длины волны.



Интерференционные картины

от разных точек предмета перекрываются, и изображение смазывается, поэтому прибор не выделяет отдельные детали предмета.

Дифракция устанавливает предел разрешающей способности любого оптического прибора

Разрешающая способность человеческого глаза

приблизительно равна одной угловой минуте:

$$\alpha = \frac{\lambda}{D}$$

где D — диаметр зрачка; телескопа $\alpha=0,02''$;
у микроскопа увеличение не более $2 \cdot 10^3$ раз.

Можно видеть предметы, размеры которых
соизмеримы с длиной световой волны

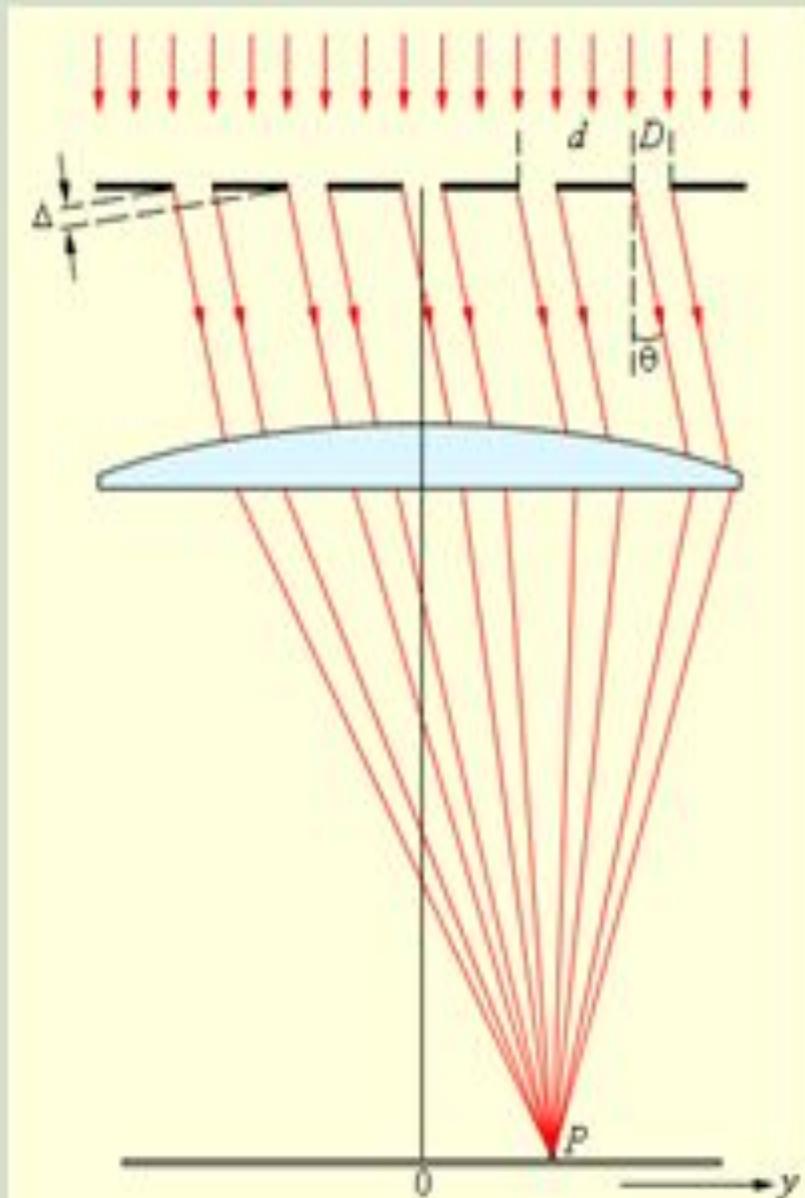
Дифракционная решетка

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

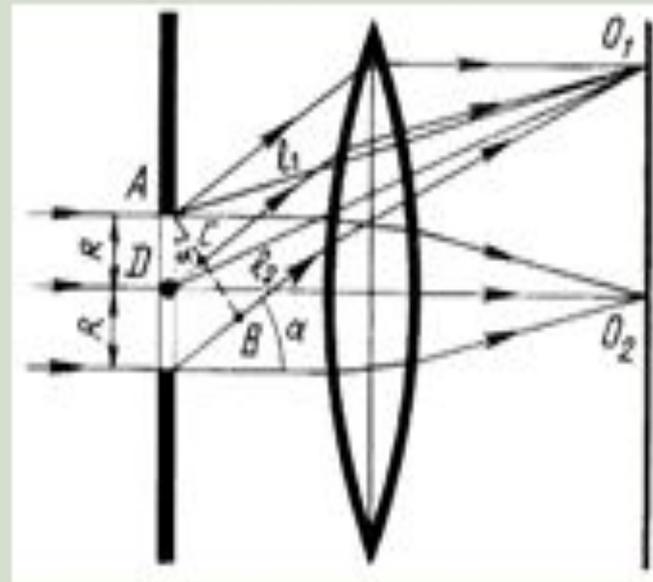


Дифракционная решетка



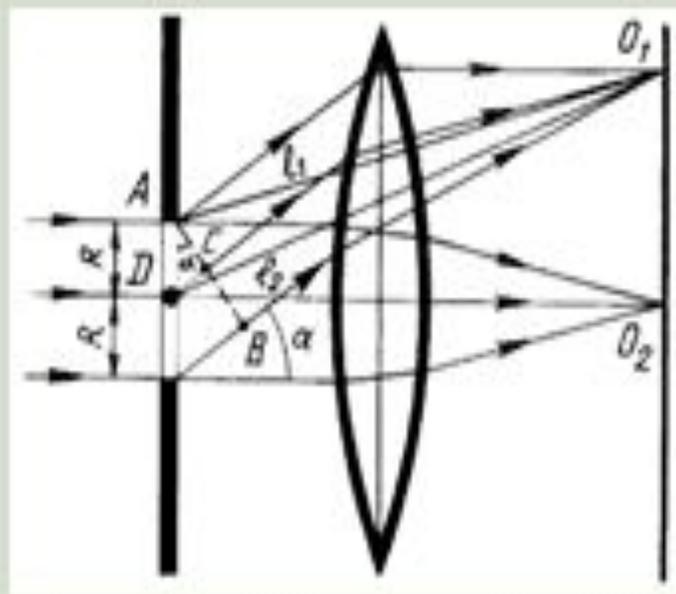
Дифракционная решетка

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



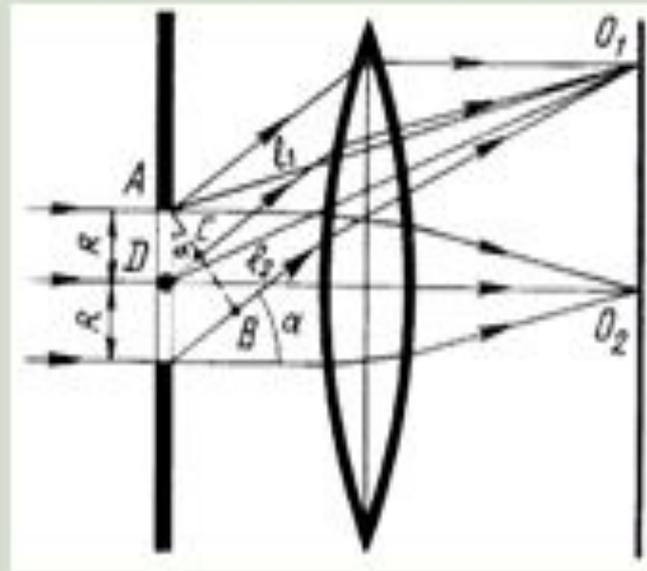
Дифракционная решетка

- Угол φ - угол отклонения световых волн вследствие дифракции.
- Наша задача - определить, что будет наблюдаться в произвольном направлении φ - максимум или минимум



Дифракционная решетка

- Оптическая разность хода $\Delta d = AC = d \sin \varphi$
- Из условия максимума интерференции получим: $\Delta d = k\lambda$



Дифракционная решетка

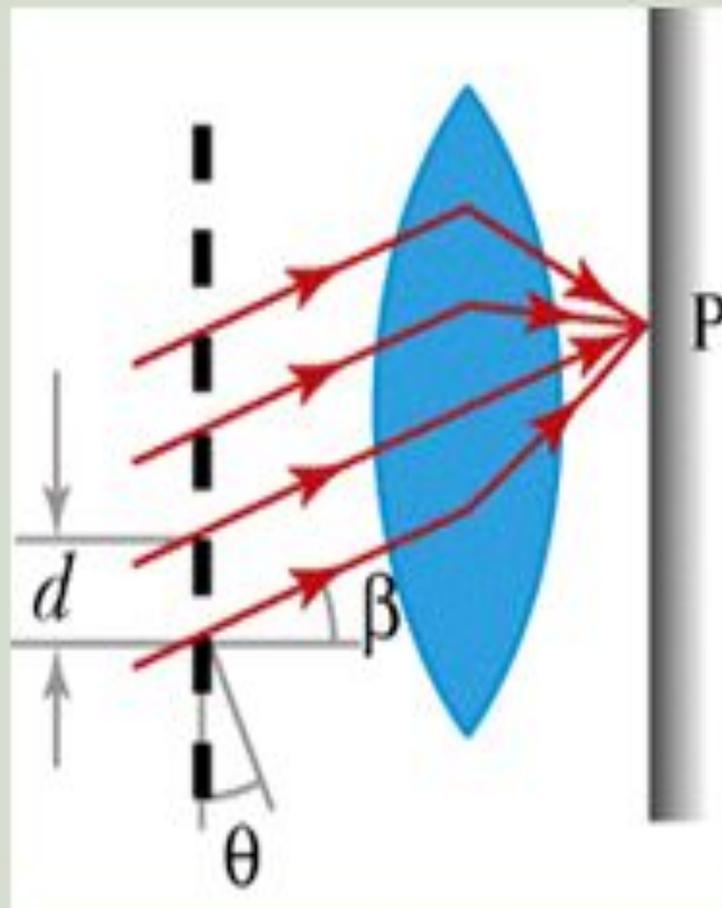
- Следовательно:

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

- формула
дифракционной
решетки.

Величина k — порядок
дифракционного
максимума

(равен $0, \pm 1, \pm 2$ и т.д.)



Определение λ с помощью дифракционной решетки

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{x}{y},$$

$$\lambda = \frac{d \sin \varphi}{k} = d \frac{x}{ky}.$$

Если $OM = y$, $MN = x$,

$$\text{то } \operatorname{tg} \varphi \approx \sin \varphi = \frac{x}{y}$$

ввиду малости угла.

