

«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*

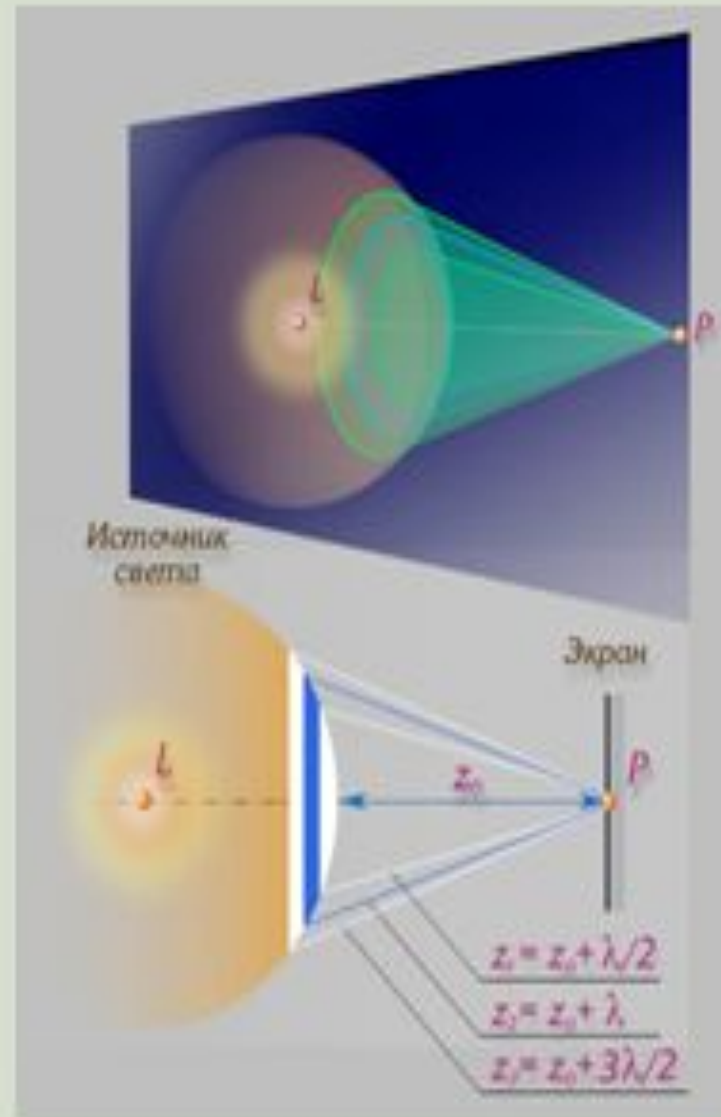
*Франческо Гримальди в конце XVII в.*

*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*



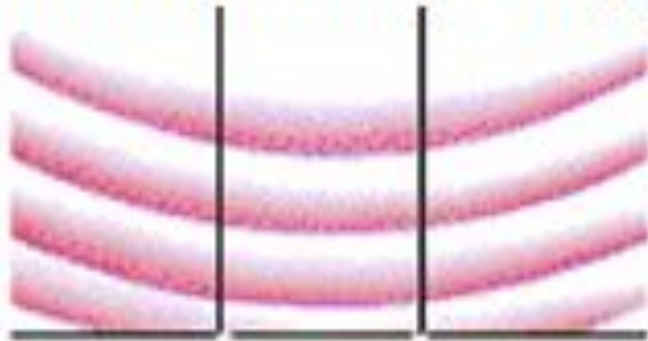
# Зоны Френеля

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



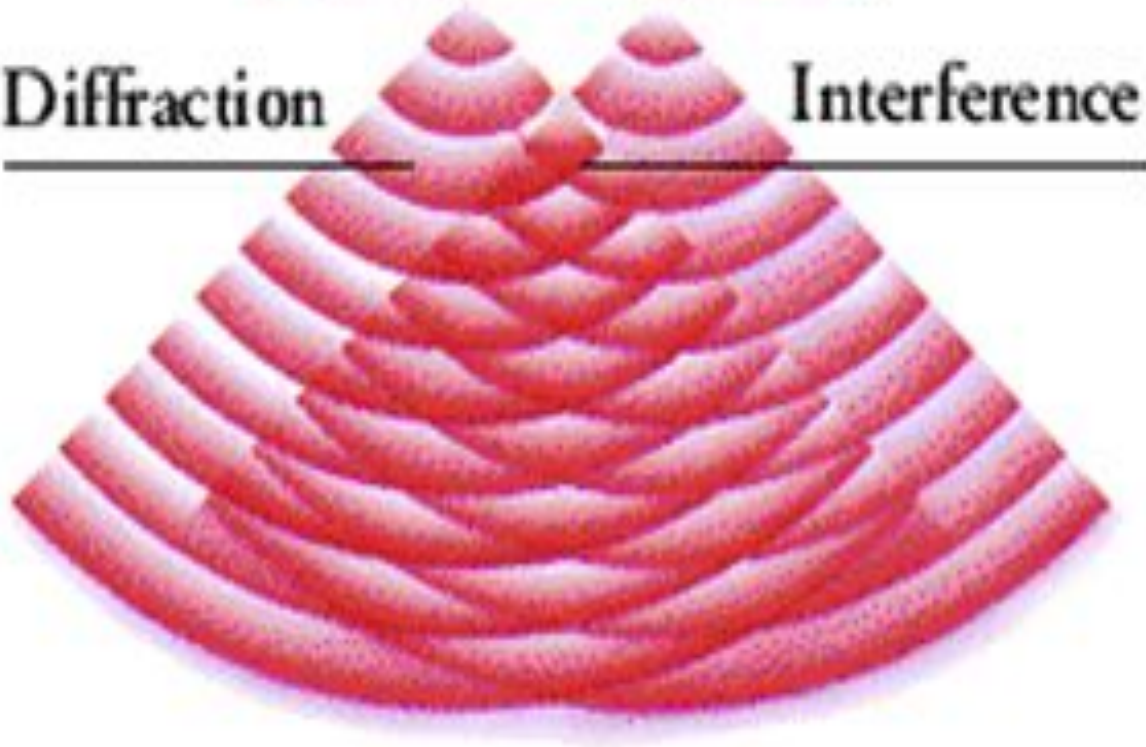


# Дифракционная картина



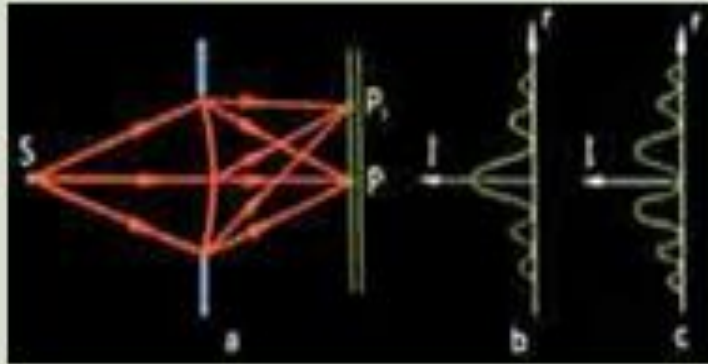
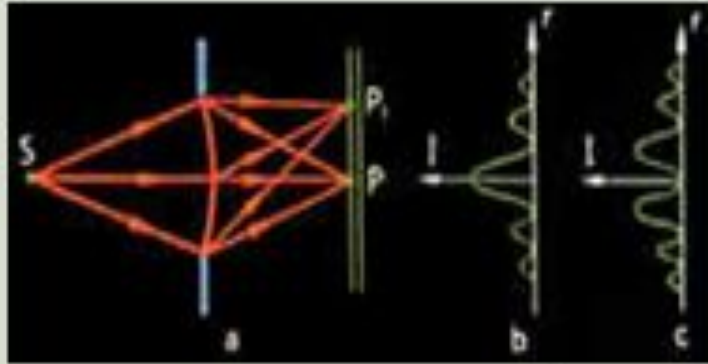
Diffraction

Interference



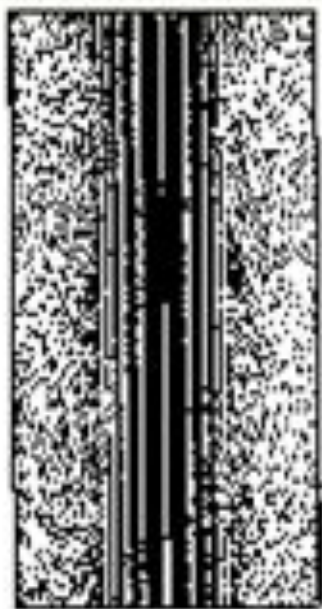


# Построение дифракционной картины от круглого отверстия и круглого непрозрачного экрана

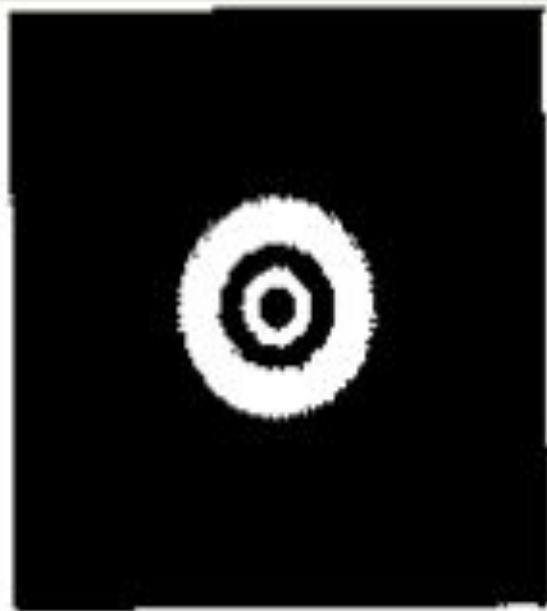


## Дифракция от различных препятствий:

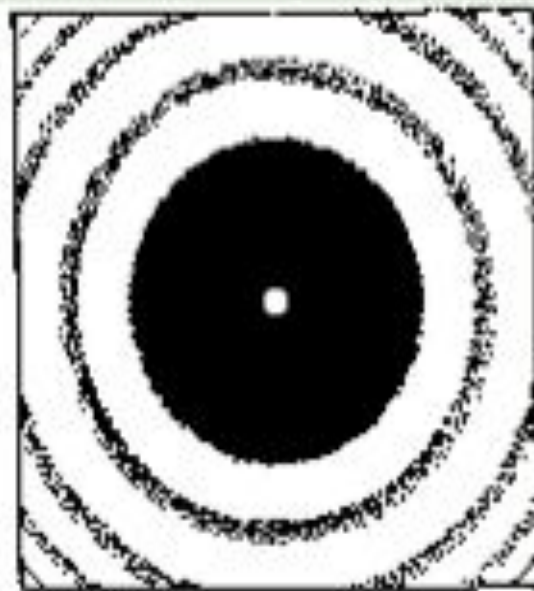
- а) от тонкой проволоочки;
- б) от круглого отверстия;
- в) от круглого непрозрачного экрана.



а)



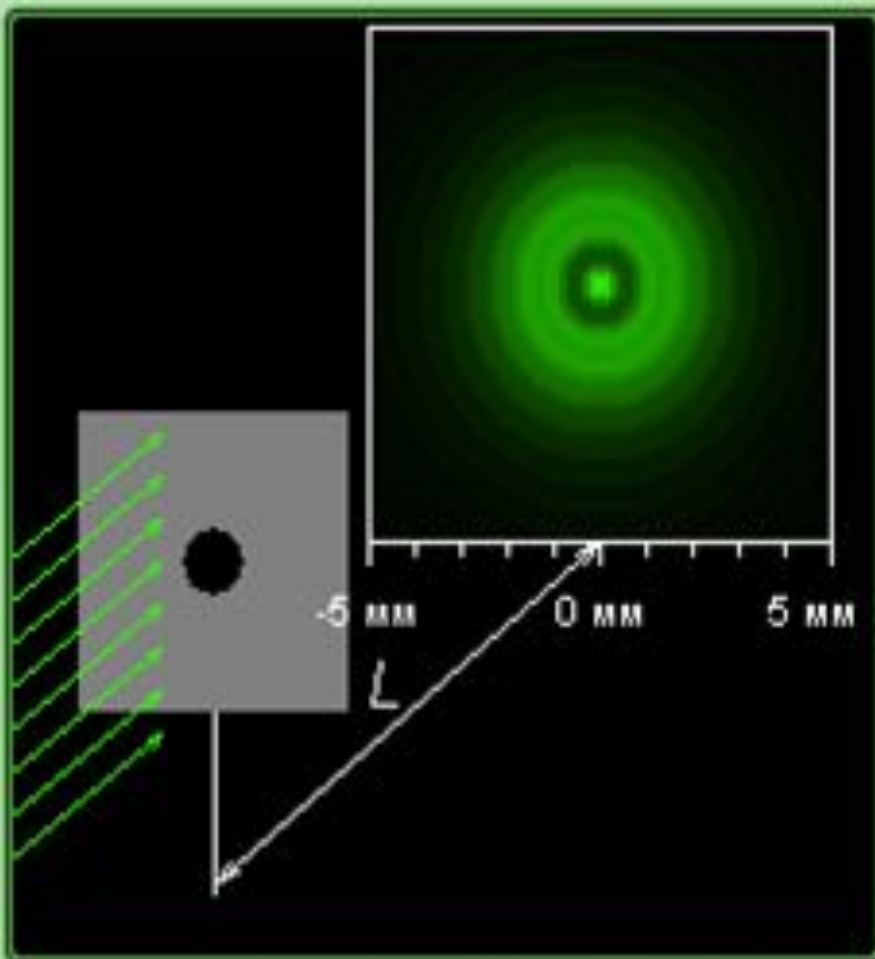
б)



в)

# Препятствие – круглое отверстие

$R=3.9$



Препятствие

- Шарик
- Круглое отверстие
- Щель
- Игла

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

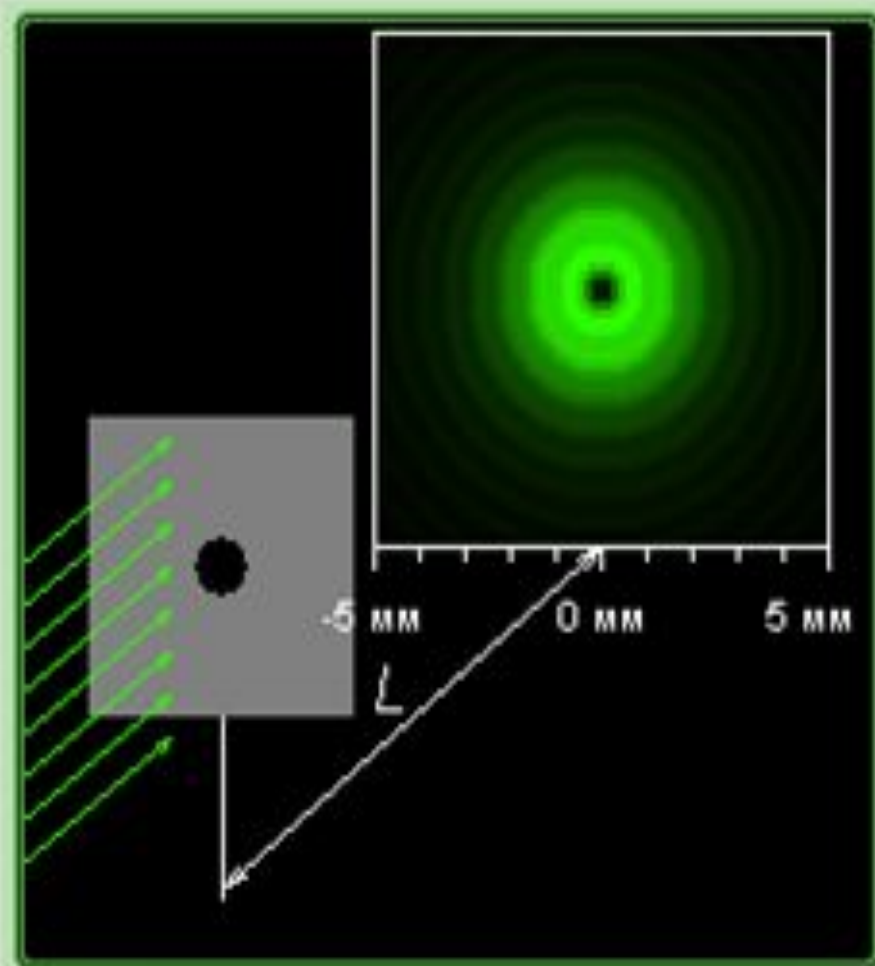
$R =$     мм

$\lambda =$      нм



# Препятствие – круглое отверстие

$R=3.3$



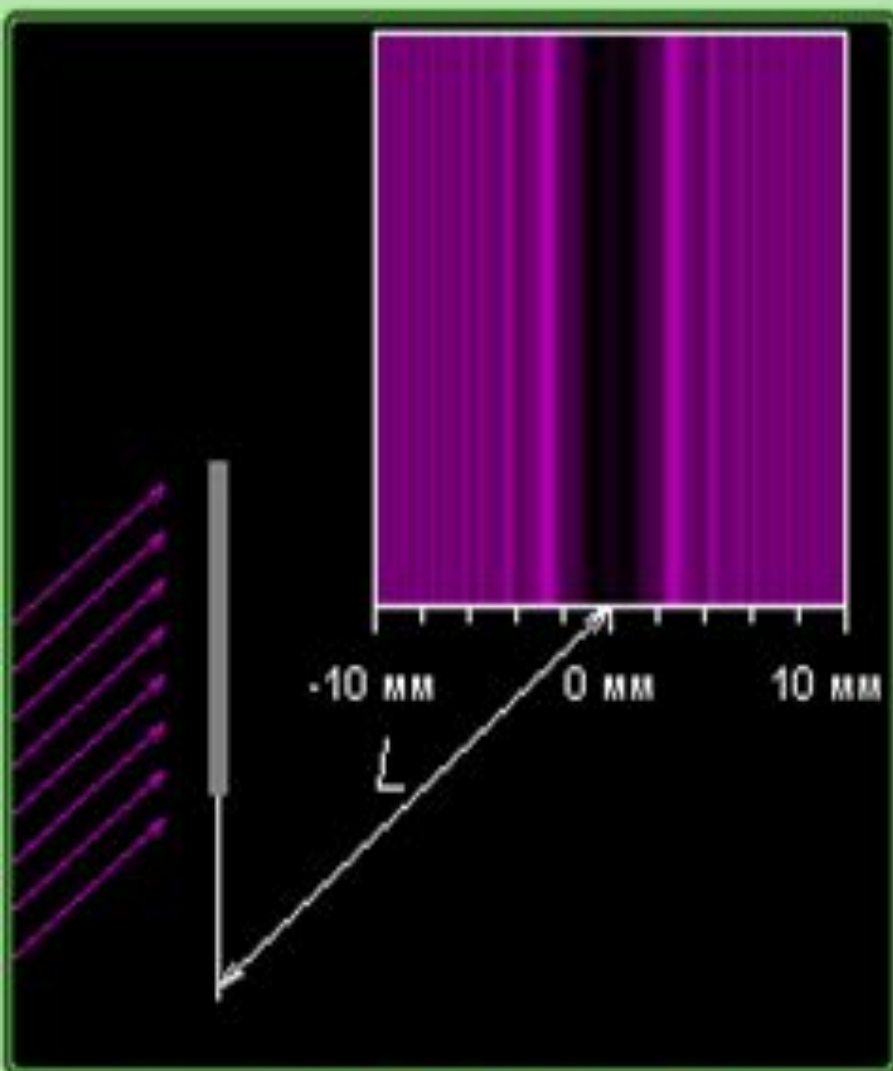
- Препятствие
- Шарик
  - Круглое отверстие
  - Щель
  - Игла

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

$R =$     мм

$\lambda =$      нм

# Препятствие – игла $d=2.3$



Препятствие

- Шарик
- Круглое отверстие
- Щель
- Игла

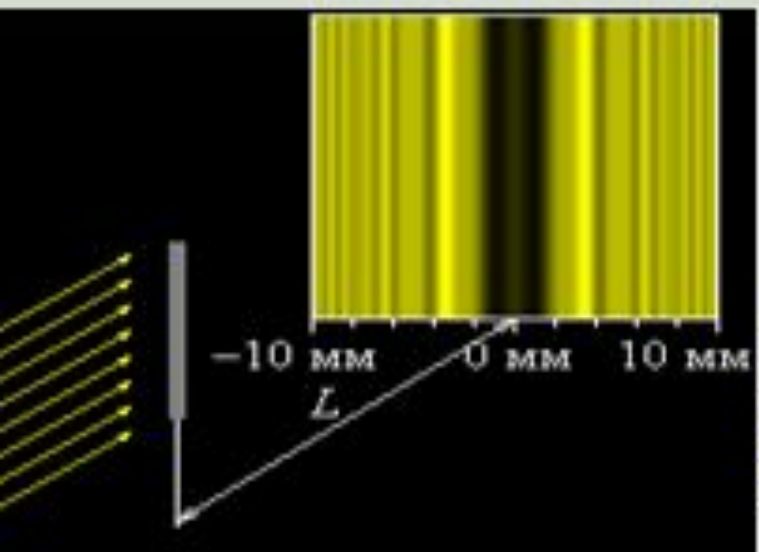
$$m = (d/2)^2 / (\lambda L) = 0.34$$

$$L = 10 \text{ м}$$

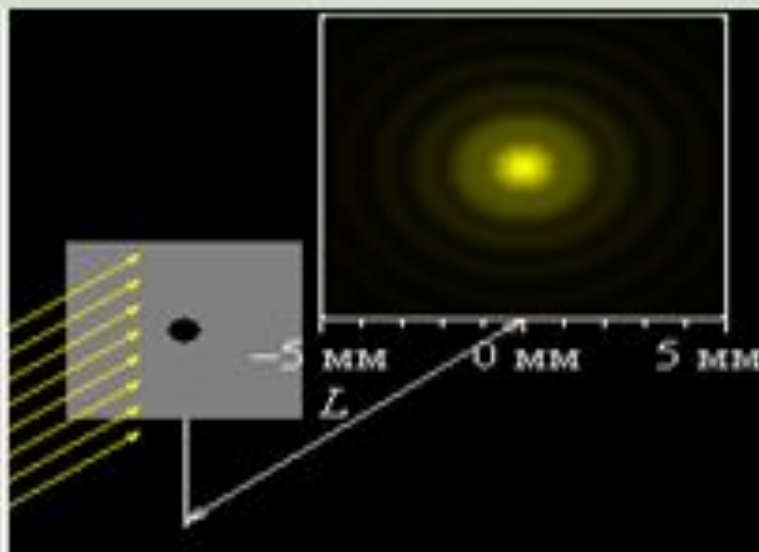
$$d = 2.3 \text{ мм}$$

$$\lambda = 388 \text{ нм}$$

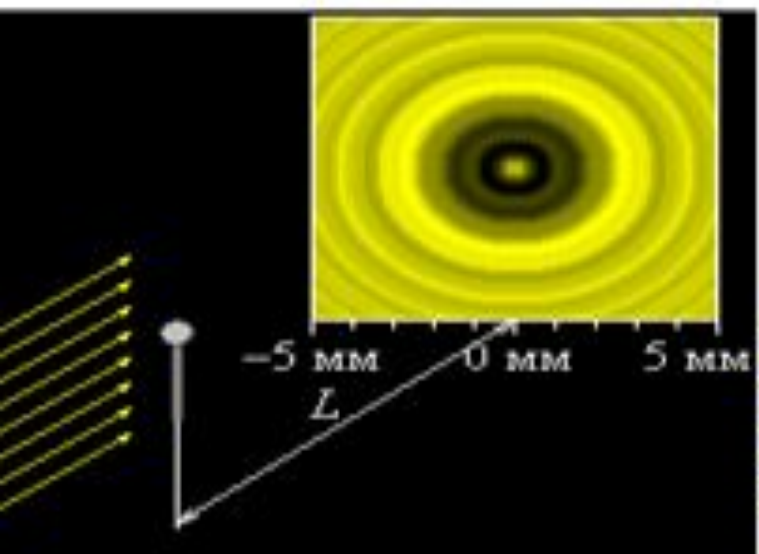
# Препятствия



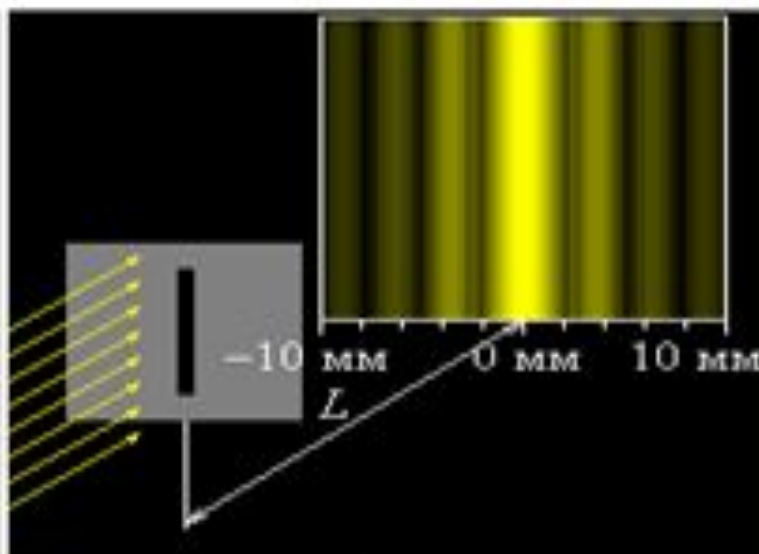
Игла



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



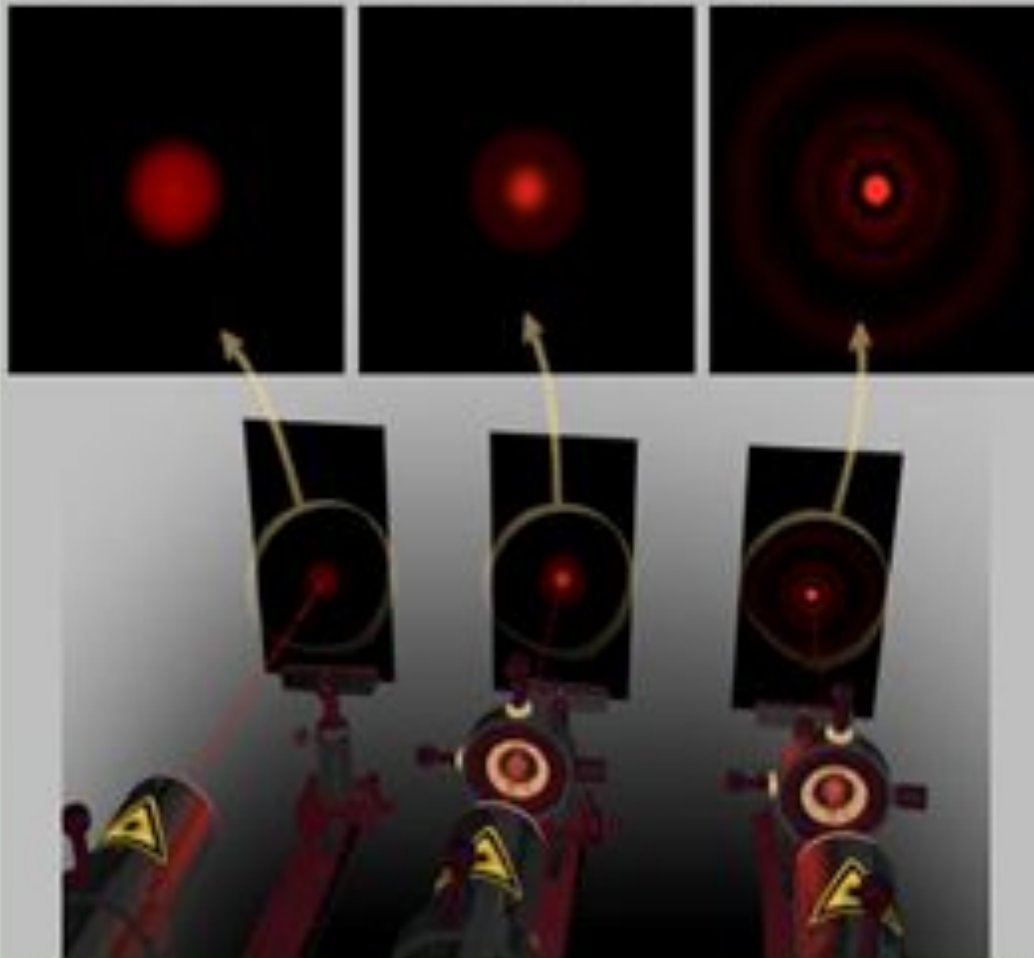


# Зонные пластинки

Такая интенсивность наблюдается на экране при свободном распространении световой волны

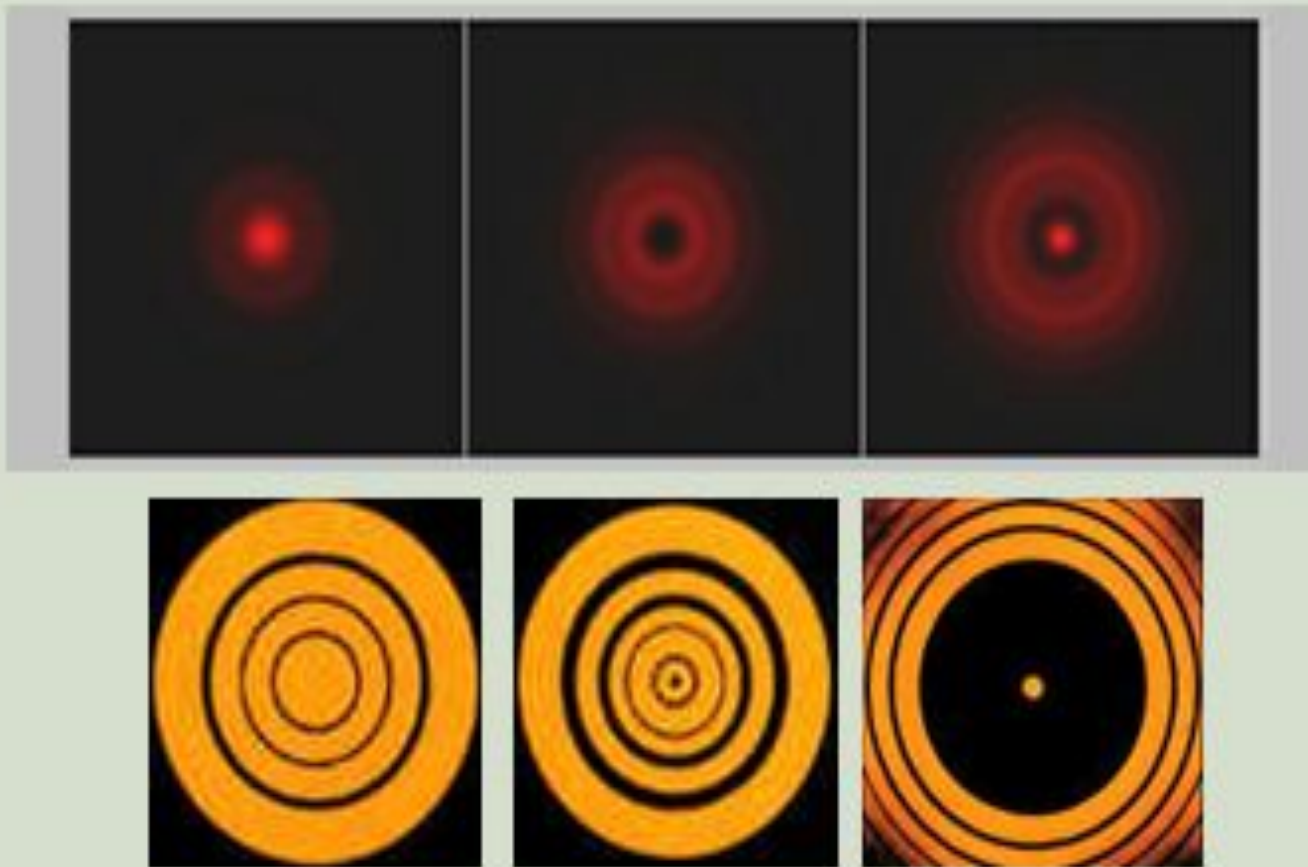
При этом возникает зона Френеля, увеличивает интенсивность света в 4 раза.

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  $\lambda$*



# 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*

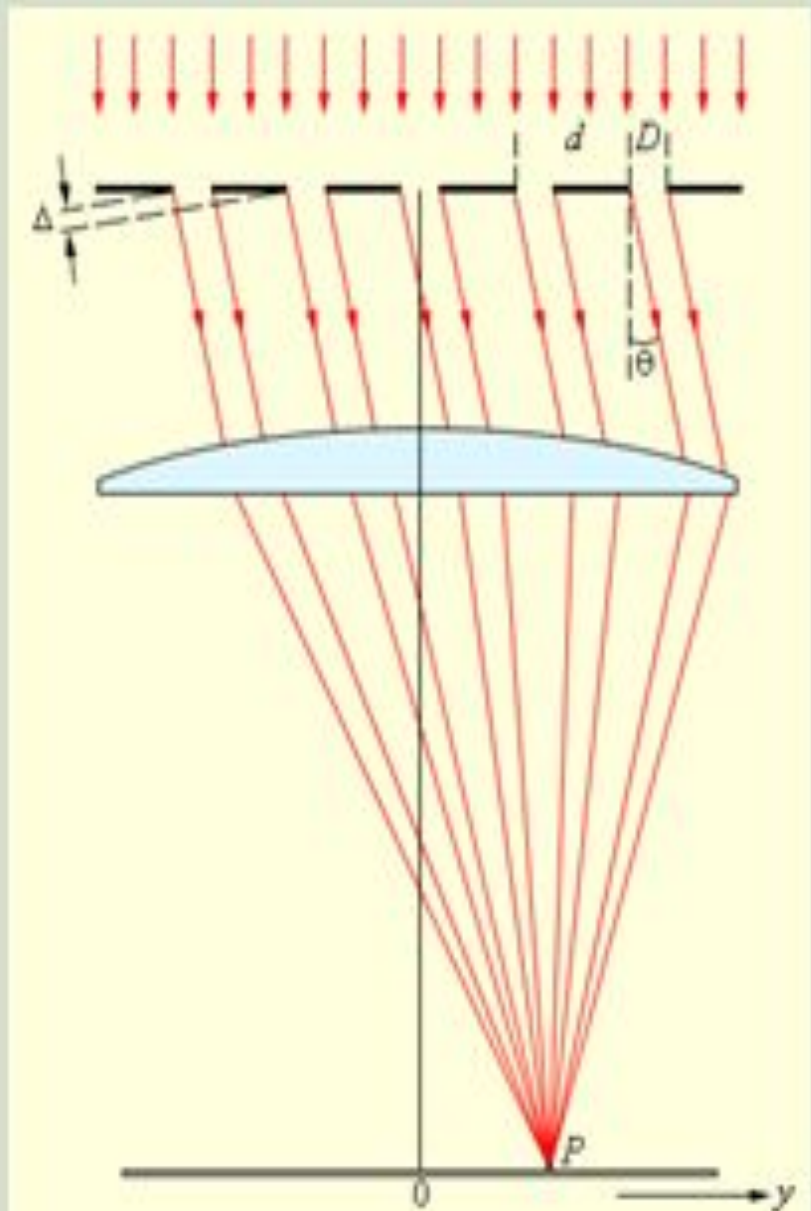
**Дифракционные решетки, представляющие собой точную систему штрихов некоторого профиля, нанесенную на плоскую или вогнутую оптическую поверхность, применяются в спектральном приборостроении, лазерах, метрологических мерах малой длины и т.д**

# *Дифракционная решетка*



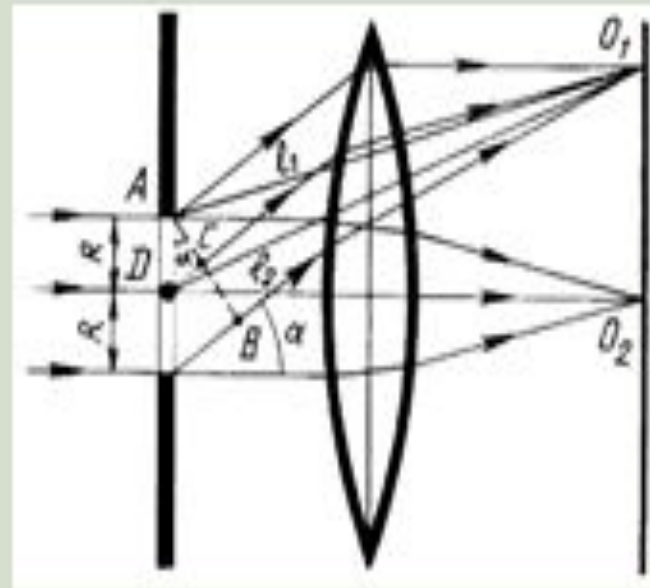


# Дифракционная решетка



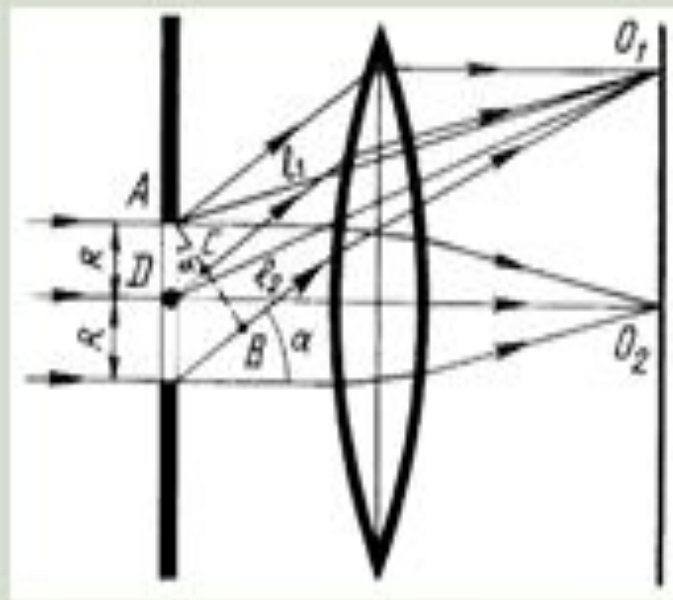
# Дифракционная решетка

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



# Дифракционная решетка

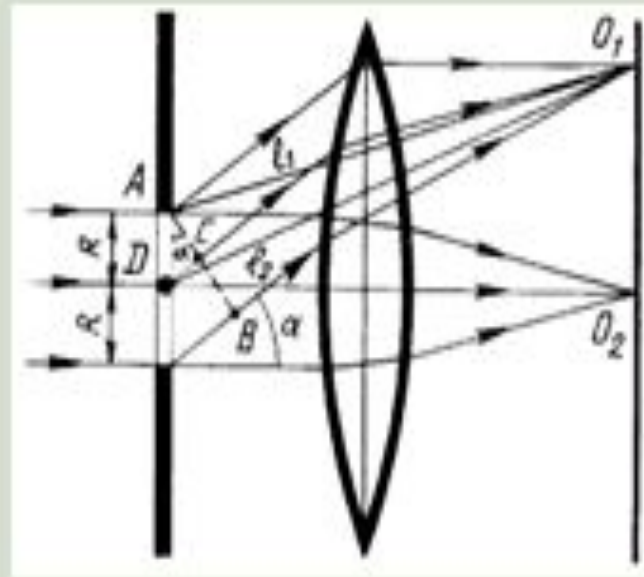
- Угол  $\varphi$  - угол отклонения световых волн вследствие дифракции.
- Наша задача - определить, что будет наблюдаться в произвольном направлении  $\varphi$  - максимум или минимум





# Дифракционная решетка

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



# Дифракционная решетка

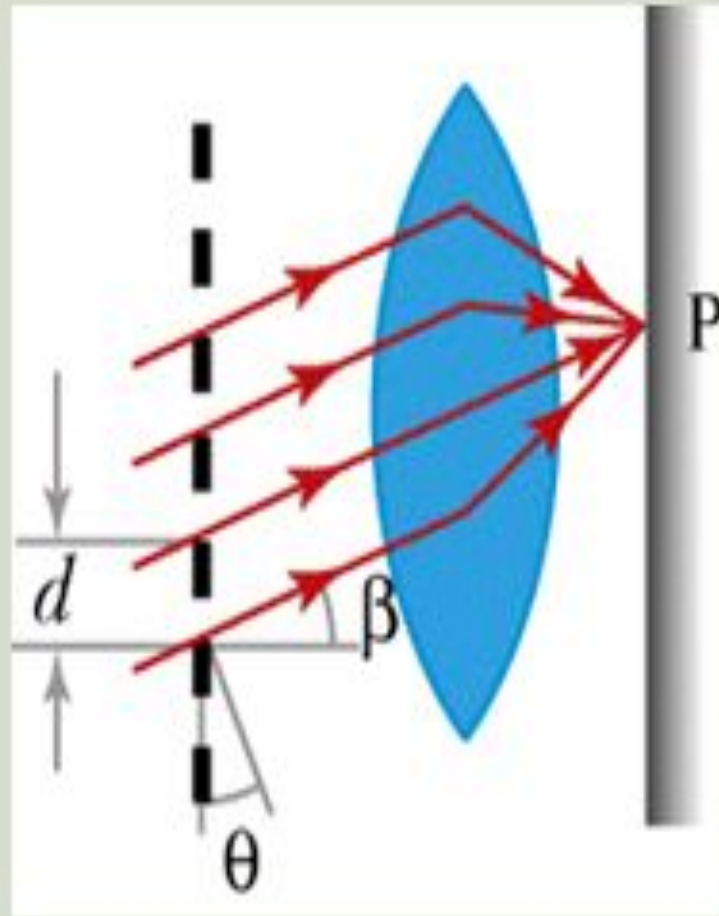
- Следовательно:

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

- формула  
дифракционной  
решетки.

Величина  $k$  — порядок  
дифракционного  
максимума

(равен  $0, \pm 1, \pm 2$  и т.д.)



# Определение $\lambda$ 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.

